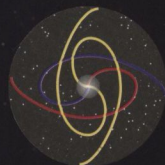


COLOMBIA

Ciencia & Tecnología

Vol 25 No. 1 - 2 de 2007

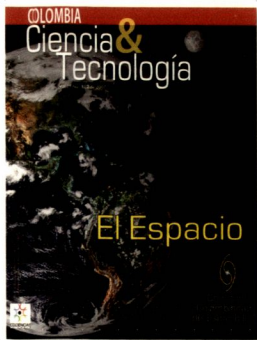
El Espacio



Comisión
Colombiana
del Espacio II

Tarifa Postal Declarado 2007-174 - ISSN 0120-5595
Servicios Postales Nacionales, s. a. Venta 31 de Dic. 2007





Vol 2º No. 1-2 de 2007

Tarifa Postal Reducida No. 2007-174

Servicios Postales Nacionales S.A.

Vence 31 de Dic. 2007.



COLCIENCIAS
COLOMBIA

Transversal 9a bis No. 132-28

Teléfonos (091) 216 9800

Fax: 625 1788

www.colciencias.gov.co

Bogotá D.C., Colombia

Esta publicación llega a sus
manos gracias a

SERVICIOS POSTALES NACIONALES S.A
CORREOS DE COLOMBIA

Consulte nuestro portafolio
de servicios de correo y
mensajería especializada

018000 111210

Línea Gratuita

6 AVANCES SOBRE LA APLICACIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS ESPACIALES EN COLOMBIA.

El Dr. Iván Darío Gómez Guzmán, Secretario Ejecutivo de la Comisión Colombiana del Espacio – CCE – plantea las estrategias de la Comisión con el fin de impulsar programas nacionales de desarrollo en el tema espacial.

20 EL CONTEXTO ESPACIAL INTERNACIONAL Y LA COMISIÓN COLOMBIANA DEL ESPACIO

El Embajador Colombiano Ciro Arévalo Yépez ha sido designado Presidente de la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con fines Pacíficos de las Naciones Unidas. Expone sus ideas sobre el potencial de la tecnología espacial para el desarrollo de países como Colombia.

24 ¿CUÁNTOS ASTRÓNOMOS SE NECESITAN PARA CAMBIAR UN BOMBILLO?

El Dr. David R. Ardila, PhD, investigador colombiano en el Centro Científico Spitzer del Instituto Tecnológico de California, escribe su concepto de la investigación astronómica en Colombia en un análisis comparativo con otros países del mundo.

30 LA FORMACIÓN DE SISTEMAS PLANETARIOS: TEORÍA Y OBSERVACIONES

El colombiano Juan Rafael Martínez Galarza, Estudiante de maestría en el Observatorio de Leiden, Países Bajos, continúa con el tema de la investigación astronómica, profundizando sobre la formación de las estrellas y los planetas, así como la necesidad de la integración de los esfuerzos de la investigación astronómica.

34 GRAVEDAD, MICROGRAVEDAD Y EXPERIMENTACIÓN.

El colombiano Mauricio Hoyos, PhD., HDR., que investiga en el Laboratorio de Física y Mecánica de Medios Heterogéneos de París, nos presenta algunas reflexiones sobre la gravedad, como crear la ingravidez en la tierra y para que se utiliza esta tecnología.

42 PRIMER SATELITE COLOMBIANO EN EL ESPACIO – LIBERTAD 1.

El ingeniero Raúl Joya Olarte, Director del Proyecto Pico Satélite Libertad I, lo explica desde sus inicios, su lanzamiento y análisis de datos obtenidos en la primera misión espacial colombiana.

46 LAS TICS Y LAS COMUNICACIONES SATELITALES EN MEDICINA.

El reconocido investigador colombiano Jorge Reynolds y su equipo de trabajo muestran los avances en tecnología espacial, aplicada a la medicina para mejoramiento de la asistencia social, reducción de costos y eficacia en el tratamiento.

52 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL –GPS

El ingeniero Jaime Villalobos Velasco del Grupo de investigación ARGOS del Departamento de Física de la Universidad Nacional de Colombia describe el sistema, su campo de aplicación y el estado de avance de algunos sectores en el uso de esta tecnología espacial en el país.

60 LA INGENIERÍA COLOMBIANA EN EL ESPACIO

El ingeniero Jorge Enrique Franco de la Sociedad Colombiana de Ingenieros muestra como la ingeniería colombiana aplica y puede aprovechar la tecnología espacial, para la solución de problemas prácticos del país y el desarrollo nacional, describiendo aplicaciones en los diferentes campos de la ingeniería.

DIRECTOR GENERAL
Juan Francisco Miranda Miranda

SUBDIRECTOR DE PROGRAMAS
ESTRATÉGICOS
Alexis De Greiff A. Ph.D.

JEFE DE DIVISIÓN DE CIENCIA,
CULTURA Y COMUNICACIÓN
Angela Patricia Bonilla

EDITORA
Julia Patricia Aguirre Guzmán
jaguirre@colciencias.gov.co

EDITOR INVITADO
Fabio Cuello Cogan, MSc. Mag.
Representante de Colciencias en
el Comité Técnico de la Comisión
Colombiana del Espacio

DISEÑO
Mercedes S. Beltrán D.
mercedesbeltrany@yahoo.com
Victor Hugo Villamizar
villamizar.victor@gmail.com

FOTOS
Archivo de Colciencias y fotografía
suministrada por los investigadores

FOTOMECÁNICA
E IMPRESIÓN
Legis

Publicación trimestral de Colciencias
sobre la actividad científica y
tecnológica de Colombia. Colciencias
acoge en esta publicación opiniones
de alto nivel de reflexión con el
propósito de fomentar una rigurosa
controversia intelectual sobre política
científica y tecnológica. Cualquier
artículo se puede reproducir,
siempre y cuando se cite la fuente

www.colciencias.gov.co

Tarifa Postal Reducida No. 2007-174
ISSN 0120-5595
Servicios Postales Nacionales S.A.
Vence 31 de Dic. 2007.

Ciencia y Tecnología del Espacio en Colombia

Colciencias como miembro de la Comisión Colombiana del Espacio (CCE), creada por Decreto Presidencial 2442 del 18 de julio de 2006, ha considerado de la mayor importancia dedicar esta edición de su revista a la Ciencia y la Tecnología del Espacio, para brindar a sus lectores información sobre el estado del arte en este campo, en su papel de liderazgo en el Grupo de Gestión del Conocimiento y la Investigación de la CCE, en el cual está acompañada por las otras entidades miembros de la comisión, universidades, científicos, investigadores y expertos invitados para profundizar algunos temas.

Colombia lleva ya algún tiempo utilizando tecnología del espacio en campos como las comunicaciones satelitales, en el acceso a la información para comunicaciones, entretenimiento, investigaciones y otras necesidades de la vida diaria; ha utilizado los satélites para la observación y análisis de la tierra; para el seguimiento del desempeño del corazón de las ballenas; para ayuda a la navegación marítima, aérea e incluso terrestre, esta última en menor escala al menos comparada con los medios accesibles a los ciudadanos de países más desarrollados. Es normal para nosotros el uso de satélites para observar la situación meteorológica presente, de allí efectuar vigilancia y la predicción de condiciones meteorológicas especiales.

Así mismo, tenemos grupos con mucha experiencia en observación astronómica, en obtener datos de los satélites de observación de la Tierra para respaldar las actividades en varias esferas fundamentales del desarrollo, por ejemplo la hidrología, la oceanografía, la gestión de los recursos hídricos, la pesca, la ordenación de los humedales, la vigilancia del medio marino, la gestión de las zonas costeras, la agricultura, la seguridad alimentaria, la silvicultura y la deforestación, la sequía y la desertificación, la gestión del uso de la tierra, la administración de las tierras, la ordenación de los recursos naturales, la prospección de reservas de gas y petróleo, los estudios de los ecosistemas, la vigilancia del paludismo y otras enfermedades transmitidas por vectores, la vigilancia del medio ambiente, la alerta temprana en casos de desastre, la vigilancia y la lucha contra los incendios forestales, la circulación atmosférica, la vigilancia y el pronóstico de la calidad del aire, la vigilancia del cambio climático mundial y los gases de efecto invernadero, la vigilancia de los mantos de hielo, la cartografía de alta resolución, la planificación urbana, el desarrollo rural, la gestión del transporte, el socorro humanitario y muchas aplicaciones más.

Estas aplicaciones de tecnología espacial han sido posibles a través de la utilización de tecnología de países más desarrollados, pero ha permitido que nuestro país desarrolle una capacidad humana importante en el conocimiento y uso de la misma, posibilitando el acceso a soluciones mucho más avanzadas que nuestro nivel de desarrollo tecnológico. Colciencias consciente del largo camino por recorrer en investigación para la generación del conocimiento en este campo y en la creación de empresas con base tecnológica espacial o la inclusión de aplicaciones innovadoras en ya existentes, ha incluido en su plan de ciencia, tecnología e innovación la posibilidad de promover, estimular y apoyar la investigación y gestión del conocimiento en temas afines a la utilización de tecnologías del espacio; promover el surgimiento de empresas en tecnología espacial en Colombia, que compitan eficazmente en el mercado global con soluciones innovadoras y de alto contenido tecnológico; divulgar avances y proyectos que se han llevado a cabo e incentivar aquellos que se pretende abordar en torno a la utilización eficaz de recursos y tecnologías espaciales; fortalecer la formación de alto nivel, actualización, investigación, desarrollo tecnológico e innovación en las líneas de tecnología espacial que se identifiquen como prioritarias y establecer convenios de cooperación internacional en materia de tecnología espacial para desarrollar actividades de mutuo interés que ayuden a optimizar el uso pacífico del espacio y su exploración para el beneficio de los colombianos.

La nueva visión de las necesidades y oportunidades para Colombia en ciencia y tecnología espacial, unida a la posibilidad de interacción con esa legión de colombianos trabajando de manera directa en estos temas en la NASA, la ESA, el Spitzer Science Center, el Departamento de Ingeniería Espacial de la Universidad de Austin Texas y tantos otros laboratorios, centros y grupos de investigación, universidades y empresas de tecnología espacial, le dan a Colombia un potencial enorme para aprovechar al máximo la tecnología espacial.

Además de lo anterior existen otras oportunidades, como la de tener colombianos en organismos internacionales, en especial en las Naciones Unidas, en el COPUOS tenemos el presidente de este cuerpo especializado, en otras palabras Colombia está siendo protagonista gracias a colombianos destacados fuera del país, que indudablemente pueden colaborar, y de hecho lo están haciendo, al desarrollo del país en temas espaciales, al principio a través del uso de tecnología de otros países aplicándolas de la mejor forma posible para ayudar a solucionar problemas sensibles del país y poco a poco ir apropiando esta tecnología, hasta llegar a generar conocimiento que nos permita iniciativas propias y retribuir al resto de la humanidad que ha compartido con nosotros esta tecnología, de uso cada vez más cotidiano por nuestra sociedad.

Es así como en esta edición traemos el pensamiento de colombianos que ya llevan un camino recorrido en el tema espacial y que además de contribuir a la ciencia y la tecnología del espacio a nivel nacional y mundial, quieren compartir con nuestra comunidad sus experiencias, iniciativas y visión de futuro, que contribuyan a crear en Colombia a mediano y largo plazo una capacidad de generación y uso del conocimiento en tecnologías del espacio, para la prevención y solución de problemas nacionales, de manera cada vez más eficiente.

AVANCES

SOBRE LA APLICACIÓN Y DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS ESPACIALES EN COLOMBIA

El conocimiento del espacio aborda diversas teorías y técnicas que se integran en lo que se denomina la ciencia y la tecnología espacial, las cuáles, en la época actual son decisivas para avanzar en el desarrollo económico, social, ambiental y cultural de cualquier país. /

Iván Darío Gómez Guzmán
Director General del IGAC¹
Secretario Ejecutivo de la CCE²

En Colombia, el Gobierno Nacional y diversas entidades académicas y privadas han logrado, en los últimos años, un notable avance en el uso de las tecnologías espaciales como fuente de información sobre el territorio y como mecanismo de comunicación en el ámbito de la globalización.

En Colombia, el Gobierno Nacional y diversas entidades académicas y privadas han logrado, en los últimos años, un notable avance en el uso de las tecnologías espaciales como fuente de información sobre el territorio y como mecanismo de comunicación en el ámbito de la globalización.

Considerando que la información sobre el espacio y las tecnologías asociadas son cada vez más accesibles, es evidente que en nuestro país las instituciones y los especialistas en temas de investigación y desarrollo geoespaciales, telecomunicaciones, observación de la tierra, geoposicionamiento global y física, entre otros temas, han incrementado la capacidad para desarrollar aplicaciones y compartir información y conocimiento, lo cual ha impulsado la conformación de la Comisión Colombiana del Espacio - CCE.

El presente artículo plantea las estrategias de la Comisión Colombiana del Espacio, como organización coordinadora responsable de establecer las políticas e implementar los programas nacionales de desarrollo en los temas espaciales. De igual forma, se presentan las principales actividades realizadas por la Comisión Colombiana del Espacio - CCE y sus grupos de trabajo, en cumplimiento del Plan de Acción en Tecnologías Geoespaciales, propuesto para desarrollarse, en el futuro cercano, en el país.

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones que sobre el espacio motivó la guerra fría, posterior a la segunda guerra mundial, permitieron hacer asombrosos descubrimientos sobre la física del espacio, que hoy son aplicados para solucionar problemas y satisfacer necesidades humanas.

Más allá de la atmósfera surgen nuevas oportunidades en cuanto al uso de los sistemas de satélites, los cuales, en la actualidad se utilizan en el monitoreo de los usos del suelo, las previsiones meteorológicas, el estudio de cambios climáticos, el transporte terrestre, la navegación marítima, fluvial y aérea, las telecomunicaciones, la gestión de recursos naturales, la prevención y atención de desastres y la prestación de servicios de educación, salud y de seguridad ciudadana, entre muchos otros.

Estas aplicaciones de la tecnología espacial permiten valorar su utilización en la solución de aspectos estratégicos de la realidad nacional, con lo cual se demuestra que la temática geoespacial no sólo debe ser materia de estudio de instituciones científicas que exploran el espacio, sino que debe involucrar a diferentes actores del desarrollo del país. De acuerdo con lo anterior, diversas entidades del Estado y la academia han planteado la importancia de lograr una mayor apropiación de estas tecnologías, con el fin de incrementar la productividad, la eficiencia y la competitividad en los diferentes sectores de la sociedad, mediante la utilización de la información proveniente del geoespacio.

1 IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi
(<http://www.igac.gov.co>)

2 CCE - Comisión Colombiana del Espacio
(<http://www.cce.gov.co>)

Fotografía de larga exposición de arreglo de estrellas.

FOTO: SHOCKBERT

La CCE tiene como finalidad optimizar la contribución de las ciencias y las tecnologías espaciales al desarrollo social, económico y cultural de Colombia.

La necesidad de establecer mecanismos que permitan orientar la ejecución de una política nacional para el desarrollo y la utilización de las tecnologías espaciales, así como la coordinación de los planes y programas que desarrollen esta política, motivaron la creación de la Comisión Colombiana del Espacio - CCE, mediante el Decreto 2442 de 2006.

La información generada durante años por los integrantes de la Comisión: los Ministerios de Relaciones Exteriores, Defensa Nacional, Agricultura y Desarrollo Rural, Educación Nacional, Comunicaciones, del Interior y de Justicia y Transporte, la Fuerza Aérea Colombiana y las Direcciones del Departamento Nacional de Planeación, la Aeronáutica Civil, el Ideam, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC, Colciencias y Acción Social; enlazados en una sola plataforma tecnológica permite a los usuarios desde sus computadores, consultar diferentes niveles de información geográfica y geoespacial existente en el país.

En este contexto, la Comisión Colombiana del Espacio avanza en temáticas como las telecomunicaciones, la navegación satelital, la observación de la tierra, la astronomía, la astronáutica y la medicina aeroespacial. La articulación de estos proyectos técnicos se realiza mediante el establecimiento de programas de gestión del conocimiento y la investigación, la formulación de políticas y asuntos legales y la consolidación de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales - ICDE, los cuales se proponen como estrategias de orden transversal para promover la conformación de redes de

información e innovación en el campo de las ciencias y tecnologías geoespaciales.

AVANCES DE LA COMISIÓN COLOMBIANA DEL ESPACIO

La Comisión Colombiana del Espacio tiene como finalidad optimizar la contribución de las ciencias y las tecnologías espaciales al desarrollo social, económico, ambiental y cultural de Colombia, mediante su aplicación para la solución de problemas nacionales, el fortalecimiento de los sectores estatal, académico y productivo y así alcanzar un desarrollo sostenible y avanzar en la competitividad del país¹.

Bajo esta línea, la Comisión Colombiana del Espacio - CCE, ha establecido grupos de trabajo (Figura 1) para desarrollar las estrategias que permiten orientar las políticas nacionales hacia proyectos innovadores, desarrollos tecnológicos de fácil aplicabilidad y la formación y capacitación de profesionales usuarios y generadores de información geoespacial, mediante el uso de tecnologías satelitales y de comunicaciones.

Asuntos Políticos y Legales

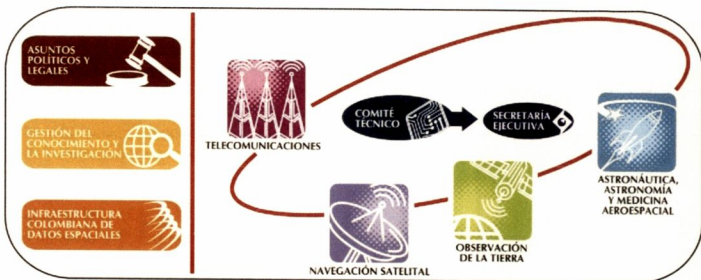
Este grupo de trabajo está coordinado por el Ministerio de Relaciones Exteriores y tiene como objetivo principal "Elevar el nivel de desarrollo del país en los campos de las ciencias y las tecnologías espaciales y establecer normas claras que regulen las actividades espaciales"².

Como resultado de la gestión de este grupo, se elaboró el documento de Lineamientos de

1 Acuerdo N° 4 - Plan de Acción de la Comisión Colombiana del Espacio

2 Acuerdo N° 3 - Lineamientos de la Política Nacional de Asuntos Espaciales

Figura 1. Grupos de Trabajo de la Comisión Colombiana del Espacio



La Figura 1 Las estrategias y metas fueron formuladas en el Plan de Acción 2007-2010 de la Comisión Colombiana del Espacio. A continuación se presentan los avances y resultados por cada grupo, para el primer semestre de 2007.



FOTO: SHUTTERSTOCK

Es oportuno resaltar que nuestro país ha logrado un rol de liderazgo en el contexto internacional, ya que a través de la Embajada de Colombia en Viena, se ejerce la Presidencia de COPUOS.

Política Nacional de Información Geográfica³ que define el marco de trabajo para la producción, acceso y uso de información geoespacial en Colombia, en el contexto de la consolidación de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), la cual cuenta con el respaldo de las principales entidades productoras y usuarias de información geográfica.

En consecuencia las entidades del orden regional y local reconocen la importancia de la información geoespacial como herramienta básica para resolver problemas complejos de planificación y gestión en:

- ▶ La formulación y seguimiento de los planes de desarrollo económico y social;
- ▶ El ordenamiento y el desarrollo territorial;
- ▶ La prevención y atención de desastres;
- ▶ La defensa de la soberanía nacional;
- ▶ La planificación y gestión del desarrollo sectorial;
- ▶ La planificación y construcción de proyectos de infraestructura, y;
- ▶ La protección del ambiente y los recursos naturales, entre otros.

De otra parte, en el 50° Período de la Asamblea del Comité de las Naciones Unidas sobre el Uso Pacífico del Espacio Exterior - COPUOS⁴, la delegación de Colombia participó activa-

mente y se pronunció sobre los informes de la Subcomisión de Asuntos Jurídicos y de la Subcomisión Técnica y Científica.

La Delegación, en el informe que presentó a la Subcomisión de Asuntos Jurídicos, reiteró la posición de Colombia sobre la utilización de la órbita geostacionaria, en cuanto a que esta órbita es un recurso natural limitado y con riesgo de saturación, requiriéndose de una jurisdicción especial que propenda por el uso racional y equitativo del mismo. La Delegación de Colombia presentó los principales planteamientos nacionales en materia de política espacial, en particular nuestra posición sobre la Órbita Geostacionaria. El tema se incluyó en los informes de la Subcomisión, así como las declaraciones de apoyo de Indonesia, Tailandia y Ecuador.

En conjunto con la Delegación de Chile se propusieron las bases para la plataforma de análisis en la Subcomisión sobre la utilización de las imágenes de observación de la tierra para el monitoreo y control del cambio climático. En cuanto al tema de desechos espaciales, la Subcomisión aceptó las guías de conducta previstas por la Asamblea General de Naciones Unidas, para la reducción de riesgos de interferencias y menor congestión de la órbita geostacionaria.

Es oportuno resaltar que nuestro país ha logrado un rol de liderazgo en el contexto

3 Propuesta de documento Compes - Lineamientos para consolidar la Política Nacional de Información Geográfica y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales - ICDE

4 COPUOS - United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space



FOTO: ISTOCKPHOTO

internacional, ya que a través de la Embajada de Colombia en Viena, se ejercerá la Presidencia de COPUOS durante el período 2008 - 2009.

Como parte de las acciones de este grupo, se plantea la necesidad de fortalecer los vínculos con América Latina a través de Acuerdos Bilaterales de Cooperación Espacial, en principio con Argentina y Brasil. Así mismo, se avanza en el proceso de estudio de los cinco Tratados Internacionales que regulan las gestiones y la interacción internacional en cuanto al tema del espacio ultraterrestre⁵:

- 1) Principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre, incluso la Luna y otros cuerpos celestes (1966, 1967).
- 2) Acuerdo sobre el salvamento y la devolución de astronautas y la restitución de objetos lanzados al espacio ultraterrestre (1967, 1968).
- 3) Convenio sobre la responsabilidad internacional por daños causados por objetos espaciales (1971, 1972).
- 4) Convenio sobre el registro de objetos lanzados al espacio ultraterrestre (1974, 1976).
- 5) Acuerdo que debe regir las actividades de los Estados en la Luna y otros cuerpos celestes (1979, 1984).

A través de coordinaciones interinstitucionales se analizará la conveniencia técnica, jurídica y política de la adopción de estos instrumentos.

5 Se indican entre paréntesis el año de aprobación y el año de entrada en vigor de los Tratados

Como apoyo a la gestión del Grupo de Navegación Satelital se están analizando los esquemas de acercamiento con el Departamento de Estado de Estados Unidos, la Agencia Espacial Europea y la Agencia Espacial Rusa, para trabajar con los Sistemas Globales de Navegación Satelital GPS, GALILEO y GLO-NASS, respectivamente.

Desde el punto de vista de la gestión a escala nacional, se ha avanzado en el esquema de formulación de políticas y normas que apoyan los programas de apropiación de tecnologías por parte de los diferentes grupos de trabajo. Como resultado de ello se propuso un procedimiento y se identificaron los temas estratégicos de la Comisión Colombiana del Espacio.

Telecomunicaciones

El Ministerio de Comunicaciones coordina los programas estratégicos del país en esta materia y ha formulado como objetivo fundamental del grupo: "Todos los colombianos conectados - Inclusión Digital", mediante el uso directo e indirecto de las tecnologías espaciales de telecomunicaciones y los productos, servicios y aplicaciones derivados de estas tecnologías.

Con el fin de continuar con la ejecución de proyectos sociales de conectividad en sitios remotos y en zonas aisladas del país que requieren, en su mayoría, el uso de redes satelitales de telecomunicaciones, se inició una nueva fase del programa COMPARTEL Banda Ancha.

Como resultado del trabajo de este Ministerio, se creó un grupo de expertos para revisar los puntos más neurálgicos del programa, incluyendo el tema del segmento satelital. Se está dando inicio al estudio de cadena de valor de Internet, que enfatiza el análisis del Mercado satelital y de Fibras Ópticas. De igual forma se encuentran en análisis ante el Comité Andino de Autoridades de Telecomunicaciones -CAATEL las iniciativas para convenios y gestiones compartidas, con el fin de garantizar alianzas regionales para adquisición del segmento espacial y la búsqueda de un marco legislativo regional común.

Teniendo en cuenta la realidad del sector de telecomunicaciones por satélite, se está realizando un análisis de otros países y de los criterios prioritarios para su utilización, entre los que se encuentran los servicios públicos, la atención de desastres y la seguridad nacional, además de la integración de servicios de radio-

difusión y móviles por satélite. De igual forma se hace una revisión con la Comisión Nacional de Televisión para el uso satelital.

En el proceso de uso del espectro de redes satelitales, es necesario revisar la normatividad existente, para lo cual, en conjunto con las entidades de la Comisión Colombiana del Espacio se debe revisar la agenda de la Conferencia Mundial de Telecomunicaciones CMR07, de la Unión Internacional de Telecomunicaciones -UIT, teniendo en cuenta cada uno de los puntos de interés de las entidades.

Navegación Satelital

La Aeronáutica Civil como entidad coordinadora del grupo de Navegación Satelital ha propuesto el objetivo de "Implementar, poner en marcha y aplicar las tecnologías satelitales en la navegación terrestre, aérea, fluvial y marítima, en la seguridad de las personas, la industria y el comercio".

Como resultado de su gestión, se presentó la solicitud de estudio para formular el Plan Nacional de Navegación Satelital a diversas instituciones internacionales de cooperación para su financiamiento, entre ellas a la Agencia Espacial Rusa - GSA y a la TDA⁶. En primera instancia, se propuso una visita de un delegado de la TDA para Latinoamérica, con el fin de

tratar el tema de manera más detallada.

Desde el enfoque de coordinación interinstitucional en esta temática, se ha identificado la necesidad de realizar un trabajo conjunto con el Ministerio de Comunicaciones en cuanto a la normatización y la protección de las bandas asignadas al Sistema Satelital de Radionavegación - RNSS⁷, con el fin de establecer el aseguramiento de capacidad para su vigilancia y protección, la regulación y los procedimientos, entre otros. Así mismo, se requiere la coordinación con las Fuerzas Armadas para el equipamiento y la creación de capacidad de reacción para la detección y neutralización de interferencias voluntarias e involuntarias a los Sistemas de Navegación Satelital.

Como estrategia de divulgación en el ámbito internacional, en junio de 2008, en el marco de la Feria Aeronáutica, se llevará a cabo el Seminario Regional sobre Sistemas Globales de Navegación Satelital - GNSS⁸, en coordinación con la V Conferencia Espacial de las Américas - V CEA y la Oficina de las Naciones Unidas para Asuntos del Espacio Exterior - OOSA⁹.

Desde el punto de vista académico, se identificó que existen carencias en programas de formación en las modalidades de pregrado y postgrado en Navegación Satelital, situación que limita la investigación e implementación

En junio de 2008, se llevará a cabo el Seminario Regional sobre Sistemas Globales de Navegación Satelital.

6 TDA - Trade Development Agency

7 RNSS - Radio Navigation Satellite System

8 GNSS - Global Navigation Satellite System

9 OOSA - United Nations Office for Outer Space Affairs

Telescopios del observatorio Mauna Kea en Hawái



Entre los principales proyectos de observación de la tierra, se destacan la implementación del Banco Nacional de Imágenes - BNI.

de proyectos de aplicación de estas tecnologías. Como solución a esta situación, se están coordinando acciones con la Universidad San Buenaventura, con el fin de llevar a cabo un programa de especialización, garantizando la vinculación del sector académico a la gestión de la CCE. Adicionalmente, se avanza en el establecimiento de un convenio con el Instituto Mario Boella de Italia, para realizar un Diplomado en Navegación Satelital y la implementación de un laboratorio de soporte a estas actividades en el país.

Como parte de la estrategia para aunar esfuerzos e inversiones de manera interinstitucional e intersectorial en la implementación y uso de Sistemas de Navegación Satelital, la Aeronáutica Civil realizó una encuesta sobre conocimiento, planes, inversión y utilización de tecnologías de navegación satelital y se realizaron charlas de sensibilización a diferentes instituciones interesadas en desarrollar aplicaciones de GNSS, tales como el Instituto Nacional de Vías - INVIAS.

Observación de la Tierra

Con el fin de aplicar las tecnologías espaciales de observación de la tierra para mejorar el conocimiento del territorio y contribuir a la

seguridad y el desarrollo sostenible de Colombia, el IDEAM, en su calidad de coordinador del Grupo, avanza con la colaboración del IGAC, en la elaboración de un diagnóstico sobre el uso y las aplicaciones de las tecnologías de observación de la tierra, en el cual se incorporaron aspectos relevantes como las políticas nacionales de manejo geoespacial, la tipología de los usuarios nacionales, los mecanismos para la obtención de los datos de sensores remotos espaciales, algunos aspectos sobre las necesidades en materia de información geográfica y los beneficios de la utilización de las tecnologías espaciales.

De igual forma, se plantean los principales proyectos nacionales que utilizan la tecnología espacial, retomando los resultados de estudios previos adelantados por el IGAC en el marco del proyecto “Mejora de los Sistemas de Cartografía del Territorio Colombiano”.

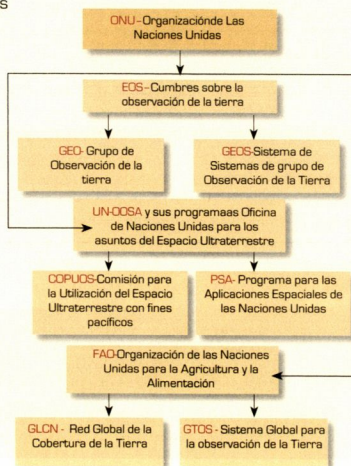
En cuanto al tema de la formulación de las políticas mundiales para la observación de la tierra, se concluye sobre la importancia de afianzar el establecimiento de estrategias que respondan a diversas necesidades estatales, debido a que este tema es de importancia para la humanidad.

Con el fin de establecer parámetros claves para la gestión y desarrollo de los programas de tele-observación, existen diversas instancias internacionales encargadas de definir las políticas, programas y proyectos e impulsar el uso de sensores remotos. Estos mecanismos contribuyen a la implementación de las aplicaciones de las tecnologías satelitales como soporte al desarrollo sostenible. La Figura 2 muestra la interacción entre los organismos relacionados con esta temática, cuyos lineamientos involucran los avances de las Cumbres, los Grupos y las Agencias de Observación de la Tierra.

Aprovechando las experiencias y resultados del IGAC en el tema de aplicaciones de la información proveniente de los sensores de observación de la Tierra, a través del CIAF¹⁰ se desarrollan aplicaciones de la información proveniente de los sensores de observación de la tierra y se llevan a cabo programas de formación que permiten ampliar los conocimientos de técnicos y profesionales en el país y la región. Estos proyectos permiten generar una mayor conciencia sobre la importancia del uso de las tecnologías satelitales para la producción y levantamiento de información geográfica y la generación de cartografía básica

10 CIAF - Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica (dependencia del IGAC)

Figura 2. Organismos internacionales relacionados con aplicaciones de la Observación de la Tierra



y temática, con el fin de gestionar, manejar y planificar eficiente y eficazmente los recursos naturales del país.

En el proceso de generación de capacidades en materia de ciencia y tecnología, el IGAC ha realizado 45 cursos en percepción remota, sistemas de información geográfica, fotogrametría digital y otras temáticas relacionadas con la gestión de información geoespacial. A la fecha, 1016 estudiantes se han beneficiado de estos cursos, para lo cual se gestionaron 7 becas en 3 cursos cortos con la Agencia Española de Cooperación y el Instituto Geográfico Nacional de España. De igual forma, se ofrecieron 328 becas en cursos cortos, en el marco del convenio de cooperación con la Unión Europea, para la Mejora de los Sistemas de Cartografía del Territorio Colombiano.

Adicionalmente, se avanza en la creación de un programa de Maestría en Sensoramiento Remoto, bajo la modalidad presencial, para lo cual se elaboró una propuesta de trabajo que involucra los objetivos, la infraestructura tecnológica, la base de conocimientos requerida y la estructura curricular para implementar este programa de formación avanzada, en convenio con una Universidad del país.

Con el propósito de integrar los procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación para la solución de problemas nacionales, se está conformando un banco de proyectos de investigación en el tema de observación de la tierra, el cual incluye un inventario de proyectos institucionales y sectoriales que se encuentran en ejecución.

Entre los principales proyectos de observación de la tierra, se destacan: la implementación del Banco Nacional de Imágenes - BNI, como mecanismo de consulta de las imágenes de sensores remotos que poseen diversas instituciones; el programa de monitoreo de Ecosistemas que ha generado una serie de documentos y boletines con pronósticos y alertas sobre eventos naturales; y la adopción de la metodología para Clasificación de la Cobertura de la Tierra - Corine Land Cover. Todos estos proyectos tienen una característica fundamental: su éxito se ha basado en el trabajo conjunto de diversas entidades nacionales que tienen competencia en la generación de información geoespacial básica como soporte al fortalecimiento del Sistema Nacional Ambiental.

Astronáutica, Astronomía y Medicina Aeroespacial



FOTO: SHOOTER

Antena satelital de televisión.

Con el objetivo de promover e impulsar acciones y proyectos en las áreas de Astronomía, Astronáutica y Medicina Aeroespacial para contribuir al desarrollo sostenible de Colombia, la Fuerza Aérea Colombiana - FAC, líder del grupo, formuló el plan nacional de acción en esta temática y realiza diversas acciones para su implementación.

El compromiso de esta entidad con el desarrollo de la CCE se materializa con la creación del Comité de Asuntos Espaciales de la Fuerza Aérea Colombiana, mediante resolución 126 del 7 de marzo de 2007. Este Comité actúa como órgano de consulta, coordinación, orientación y planificación. Se encarga de conducir la ejecución de la política institucional para el desarrollo y aplicación de las tecnologías espaciales. Además, coordina la elaboración de planes y programas trabajando de la mano con entidades de educación superior a nivel nacional encargadas del tema de Astronomía y Medicina Aeroespacial, mediante la realización de un diagnóstico de especialistas que trabajan en este tópico.

Entre los principales resultados en el tema de fortalecimiento y formación del talento humano, se elaboraron y presentaron propuestas a entidades de educación superior como la Universidad Nacional, con el fin de estructurar un programa de Maestría en Ingeniería Astronáutica, tomando como base un documento de consulta del Instituto Tecnológico de Aeronáuti-

Como líder del grupo, Colciencias elaboró la base de datos de expertos para aplicación de la CCE.

ca de Brasil y la Academia de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos (USFA). De igual forma, se realizaron gestiones con la Universidad del Valle, la Universidad Autónoma de Occidente y la Universidad San Buenaventura.

En el marco de la estrategia para la aplicación de las ciencias y las tecnologías espaciales, la transferencia de tecnología en el desarrollo y utilización de satélites, la FAC inició el proceso de creación de un banco de proyectos operativo, en el tema espacial, en el cual se han inscrito proyectos tan importantes como la implementación de un cohete táctico colombiano, la plataforma de lanzamiento de satélites de órbita baja y el diseño y construcción de dirigibles para comunicaciones y observación de la tierra, entre otros.

Gestión del Conocimiento y la Investigación

Con el objetivo de coordinar, promover y consolidar acciones e instrumentos tendientes a incrementar el nivel de investigación, generación y gestión de conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación en temáticas espaciales, Colciencias coordina este grupo de la CCE.

En coordinación con las entidades de la Comisión, se elaboró un cuestionario de evaluación del nivel de conocimiento y desarrollo de ciencia y tecnología en asuntos espaciales que se envió a las instituciones del sector académico. El análisis de los resultados de esta consulta, será utilizado para reconocer el nivel de conocimiento y avance en proyectos de tecnología espacial, con el fin de establecer redes temáticas de desarrollo tecnológico, a nivel nacional.

Se elaboró la base de datos de expertos con el fin de realizar la difusión de información, la cual permite identificar los individuos y grupos encargados de trabajar en el tema espacial, así como establecer los mecanismos para su vinculación a los proyectos y grupos de la CCE. Así mismo, se realizó la recolección de los trabajos y publicaciones, entre los que se encuentran la Revista de la Comisión Colombiana del Espacio¹¹ y el programa de televisión emitido en múltiples oportunidades por el Canal Institucional y diversos canales regionales.

Sobre la base del reconocimiento de las capacidades nacionales y el potencial de trabajo en asuntos espaciales, se planea identificar los contactos claves para establecer relaciones de cooperación con grupos de investigación extranjeros,

interesados en colaborar con el nuevo desarrollo de tecnologías espaciales en Colombia.

Con el fin de establecer el marco de operación para impulsar el fortalecimiento de la base de conocimientos espaciales, se está realizando un proceso de identificación de las necesidades de formación a nivel básico y superior. Esta información será compartida con los diferentes grupos de trabajo de la Comisión, con el fin de que se avance en el establecimiento de programas de formación y entrenamiento en las diferentes líneas temáticas.

Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales - ICDE

Este grupo se conformó con el propósito de aunar esfuerzos institucionales en torno a la organización y suministro de productos y servicios derivados de las tecnologías espaciales, para la consolidación, la producción y masificación del uso de información geográfica fundamental para el desarrollo del país. El IGAC como Coordinador Nacional de la ICDE mantiene contactos y conversaciones que han permitido el establecimiento de convenios de cooperación interinstitucional. Dichos convenios se enfocan a establecer proyectos de investigación y desarrollo, formación y cooperación técnica, con el fin de definir las necesidades en

¹¹ IGAC. Revista Análisis Geográficos No. 35 - Edición Especial: Comisión Colombiana del Espacio

FOTO: GETTY IMAGES

Diódo emisor
de luz Viktors
Kozers



materia de estándares, políticas de información geográfica y mecanismos de acceso e intercambio de información georreferenciada.

Como parte de la estrategia de incrementar la producción de información geográfica, se diseñó una matriz para el levantamiento de requerimientos en materia de Datos Fundamentales, la cual permitirá obtener información para formular el Plan Nacional de Producción de Información Geográfica. Se actualizó el modelo de gestión de información geográfica, que se enfoca en la publicación de servicios y productos a través de Internet.

En cuanto al tema de estándares de información geográfica, en el marco del Comité de Normalización 028 de Icontec12, se conformaron cuatro grupos de trabajo para Catalogación de Objetos Geográficos, Metadatos Geográficos, Especificaciones Técnicas y Calidad de Información Geográfica, con la participación de 32 entidades. Se han realizado dos reuniones plenarias, 18 reuniones de grupo y un taller de nivelación de conocimientos.

En el tema de metadatos geográficos, se estableció un convenio con la ANH¹³ para la actualización de sus bases de datos a los nuevos sistemas de catálogo y documentación.

De otra parte, se han realizado reuniones, talleres y acuerdos para la implementación

de estándares de gestión documental con el IDEAM¹⁴. Igualmente, se efectuaron reuniones de acercamiento con la ANH y la UPME15, con el fin de establecer un convenio para la gestión de información y el fortalecimiento de la ICDE en el sector de hidrocarburos.

Se acordó la instalación y adecuación del Sistema Web de Administración de Metadatos Geográficos del IGAC - SWAMI v.2 en la ANH y el IDEAM. A la fecha se realizaron levantamientos de requerimientos preliminares y diagnósticos a la información y los metadatos existentes en las entidades mencionadas.

En lo que se refiere al fortalecimiento del Geoportal de Colombia como mecanismo de interacción de la ICDE, se diseñaron nuevas facilidades para disposición de los productos cartográficos de cubrimiento nacional como el visor de productos estáticos de Mapas de Colombia para la consulta de la cartografía básica oficial a escala 1:100,000. Se incorporó el servicio de consulta de las imágenes SPOT del Banco Nacional de Imágenes, las cuales están disponibles para las instituciones públicas.

Se vincularon servicios en línea del IDEAM para mapas de clima y ecosistemas. Se realizaron gestiones con el Sistema de Información Regional del Eje Cafetero - SIR para su vinculación a la ICDE, cuya participación abre paso a la participación activa de las regiones en esta iniciativa nacional.

Con el fin de avanzar en el fortalecimiento institucional en tecnologías geoespaciales, se diseñó el plan de capacitación para las regiones en temas de cartografía digital, sistemas de información geográfica, estándares, gestión documental y servicios de información geográfica en línea. A la fecha, se llevaron a cabo 10 cursos en diferentes ciudades del país, como: Ibagué, Cali, Manizales, Villavicencio y Armenia, entre otras, contando con la participación de más de 100 funcionarios de instituciones públicas y universidades.

Con el fin de promover el conocimiento y entendimiento de la ICDE, se desarrollaron contenidos virtuales que serán dispuestos en línea a través del Telecentro Regional en Tecnologías Geoespaciales. Se realizaron visitas técnicas a entidades territoriales donde se plantean los conceptos y beneficios de la ICDE y se analizan las necesidades particulares de las mismas. Como parte de la divulgación en las entidades nacionales, se han entregado documentación y videos explicativos de los Geoportales.

12 Icontec - Instituto Colombiano de Normas Técnicas

13 ANH - Agencia Nacional de Hidrocarburos

14 IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

15 UPME - Unidad de Planeación Minero-Energética

Adicionalmente, se ejecutaron dos talleres en cooperación con la Agenda Nacional de Conectividad, sobre el uso de los Geoportales, con lo cual se informó a un número aproximado de 90 delegados de las Alcaldías de diferentes municipios, como mecanismo de apoyo al programa de Gobierno en Línea Territorial.

FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO DE LA CCE

Como parte de la estructura organizacional de la Comisión Colombiana del Espacio, la Secretaría Ejecutiva, a cargo de la Dirección General del IGAC, tiene la misión de elaborar

las diferentes propuestas técnicas que permitirán impulsar los proyectos estratégicos en materia de ciencia y tecnología espacial en el país, contando con el liderazgo y participación activa de los diferentes grupos de trabajo.

En tal sentido, la Secretaría Ejecutiva ha abordado una serie de estrategias transversales que se consideran como factores críticos de éxito para el desarrollo adecuado de la Comisión, en un entorno de colaboración y gestión que articula los principales avances y lineamientos de política y trabajo, los cuales se plantean en la siguiente tabla:

FACTOR CRÍTICO DE ÉXITO	ACCIONES DE LA COMISIÓN
Desarrollo del Plan de Acción 2007 - 2010	<ul style="list-style-type: none"> • Los grupos de trabajo establecieron la hoja de ruta en cada una de las temáticas • De acuerdo con el desarrollo de proyectos y las nuevas necesidades y la actualización de conocimientos, el Plan de Acción se actualizará anualmente, involucrando nuevos sectores y actividades
Estrategias de Financiación	<ul style="list-style-type: none"> • A partir de los diagnósticos y análisis de necesidades nacionales en temáticas geoespaciales, los líderes de grupo elaboran el presupuesto requerido para el desarrollo de los proyectos • La Secretaría Ejecutiva tiene la misión de articular una propuesta integral de presupuesto, con el fin de proponer estrategias de financiación a la Vicepresidencia de la República y la Comisión en pleno, contando con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación - DNP
Proyecto Estructurante 1. Satélite de Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • La gestión de la Ministra de Comunicaciones y su equipo asesor, es estratégica para el desarrollo de proyectos satelitales en Colombia y la Comunidad Andina de Naciones - CAN • La relación de cooperación con China constituye un factor decisivo para que Colombia cuente en el mediano plazo, con su primer satélite de telecomunicaciones. • La Secretaría ha gestionado la firma del Acuerdo No. 5, por parte del Vicepresidente de la República, con el fin lograr el Respaldo de alto nivel para impulsar el desarrollo de proyectos satelitales en Colombia • Los grupos de trabajo tienen la responsabilidad de formular ante el Ministerio de Comunicaciones, sus demandas en cuanto al uso de satélites de telecomunicaciones • La Cancillería y el Ministerio de Comunicaciones deben actuar en forma coordinada, considerando las implicaciones nacionales y regionales (CAN) del desarrollo satelital colombiano

FACTOR CRÍTICO DE ÉXITO	ACCIONES DE LA COMISIÓN
<p>Proyecto Estructurante 2. Satélite de Observación de la Tierra</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La gestión ambiental en Colombia requiere el desarrollo de capacidades para establecer satélites propios de observación de la tierra • La Secretaría ha gestionado la firma del Acuerdo No. 5, por parte del Vicepresidente de la República, con el fin lograr el Respaldo de alto nivel para impulsar el desarrollo de proyectos satelitales en Colombia • Se plantean dos líneas temáticas estratégicas: la gestión del riesgo y el cumplimiento de los objetivos del milenio • Existen numerosas fuentes de imágenes accesibles mediante adquisición o cooperación con países, instituciones y agencias espaciales • La decisión de construir o adquirir satélites de observación de la tierra se sustentará en el análisis de las prioridades del Plan Nacional de Desarrollo del presente Gobierno y en la condición de no duplicar esfuerzos e inversiones • En todo caso, Colombia debe fortalecer su capacidad nacional en materia de desarrollo tecnológico para observación de la tierra, como pilar fundamental del desarrollo sostenible • La Secretaría está formulando el plan de acción en esta materia y la conformación del grupo de ingeniería satelital, con el respaldo del IDEAM, Colciencias y otras instituciones
<p>Proyecto Estructurante 3. Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales - ICDE</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La ICDE se convierte en el mecanismo de aprovechamiento de los datos provenientes de tecnologías satelitales como los GNSS y el sensoramiento remoto, ya que permite la generación de información geográfica básica para el desarrollo territorial • La Secretaría ha gestionado la firma del Acuerdo No. 6, por parte del Vicepresidente de la República, con el fin lograr la Consolidación de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales - ICDE • Existen diversas estrategias de consolidación de la ICDE. Se resalta el trabajo interinstitucional del Comité 28 de Normalización de Información Geográfica y el desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica - SIG en diversos sectores como: Protección Social, Comunicaciones, Transporte, Educación, Ciencia y Tecnología y gestión ambiental a través de los institutos de investigación ambiental y las Corporaciones Autónomas Regionales • Como estrategia de financiación de la ICDE, el IGAC ha gestionado recursos del presupuesto nacional que se están invirtiendo en los desarrollos técnicos, en capacitación e investigación. Se propone, que las entidades que están desarrollando SIG, enfoquen parte de los recursos a cumplir con los lineamientos de política de la ICDE • La ICDE es útil en la medida en que pueda atender objetivos concretos. Por tal razón, se debe involucrar en el cumplimiento de las metas de gestión ambiental y territorial del Plan Nacional de Desarrollo.

FACTOR CRÍTICO DE ÉXITO	ACCIONES DE LA COMISIÓN
<p>Proyecto Estructurante 4. Acciones de cooperación interinstitucional para impulsar temas de investigación y desarrollo, y formación y capacitación en temáticas geoespaciales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es estratégico organizar y enfocar los esfuerzos del sector académico que ha logrado avances en materia de desarrollo espacial. • La articulación de acciones de Colciencias y el bloque de trabajo Aeronáutica Civil, FAC e IGAC, a través de sus centros de investigación y formación CEA, IMA y CIAF, respectivamente, permite realizar una gestión integral para la implementación del plan nacional de investigación y formación de la Comisión • Existen valiosas oportunidades de cooperación con las Agencias Espaciales de países desarrollados. Su aprovechamiento se debe enmarcar en el reconocimiento de las fortalezas e intereses de dichas agencias en el contexto internacional • Colombia ha evolucionado en su visión sobre el desarrollo espacial, lo cual se debe aprovechar para establecer una estrategia nacional de largo aliento. En necesario contar con el respaldo de expertos colombianos que han abierto un espacio de oportunidades en el orden internacional • El desarrollo espacial de nuestro país requiere la implementación de programas de educación básica y superior, que permitan construir la base de conocimientos que garantizará la sostenibilidad de la Comisión en el mediano y largo plazo
<p>Las Naciones Unidas y sus organismos, como escenario de participación internacional</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La Secretaría Ejecutiva participó en la Asamblea de la COPUOS 2007, en la cual se presentó oficialmente ante la comunidad internacional, la estructura, los principales logros y los planes para el futuro de la CCE • La Presidencia de COPUOS a cargo de la Embajada de Colombia en Viena, constituye una oportunidad para establecer alianzas estratégicas en el marco de los programas de las Naciones Unidas • Es indispensable que la CCE se vincule activamente a los programas de Observación de la Tierra como GEOSS e International Charter, con el fin de acceder a los avances científicos y tecnológicos que beneficien al país en temas de desarrollo sostenible • Colombia tiene un rol de liderazgo como soporte a Ecuador en la Secretaría Pro-Tempore de la V CEA. Dado el nivel de desarrollo de la CCE, se plantean oportunidades para consolidar nuestro liderazgo a escala regional y compartir experiencias con otros países latinoamericanos



Galaxia
Andromeda
M31.

FOTO: NASA/ESA

CONCLUSIONES

- ▶ La relación interinstitucional de más de 16 entidades del Estado, entre Ministerios e institutos técnicos, liderados por la Vicepresidencia de la República, ha permitido que Colombia ingrese a una nueva etapa de su desarrollo espacial, cuyos esfuerzos se integran en los objetivos estratégicos de la Comisión Colombiana del Espacio – CCE.
- ▶ La CCE constituye una estrategia nacional. Contando con el respaldo del alto nivel del gobierno, se impulsa su desarrollo y se garantiza su sostenibilidad en el mediano y largo plazo.
- ▶ Aunque en Colombia se ha logrado un importante avance en la aplicación de tecnologías espaciales, se evidencia la necesidad de que el país desarrolle capacidades propias en materia de proyectos satelitales que atiendan las necesidades específicas de cobertura geográfica, generación de datos geoespaciales y transferencia de información estratégica para la toma de decisiones, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo.
- ▶ Las entidades vinculadas a la CCE han demostrado un gran compromiso y traba-

jo. En este momento de la historia colombiana, ha sido estratégica la cooperación interinstitucional.

- ▶ La Secretaría Ejecutiva ha planteado cuatro proyectos estructurantes que definen la visión de mediano y largo plazo de la Comisión. Con el fin de que su implementación se convierta en una realidad al servicio de la Sociedad Colombiana, es necesario articular las iniciativas y proyectos existentes, y establecer un programa de gestión del conocimiento que impulse los temas de investigación y desarrollo tecnológico, formación y capacitación del talento humano, difusión de conocimientos y cooperación técnica nacional e internacional.
- ▶ En el marco de la globalización y la sociedad de la información, Colombia tiene la posibilidad de acceder a los conocimientos más avanzados en materia espacial y establecer relaciones de cooperación y trabajo con agencias espaciales de países desarrollados. El liderazgo en COPUOS plantea valiosas oportunidades para el país.

BIBLIOGRAFÍA

- ▶ Presidencia de la República Decreto 2442 de 2006, por el cual se crea la Comisión Colombiana del Espacio.
- ▶ Comisión Colombiana del Espacio. Acuerdo N° 3 - Lineamientos de la Política Nacional de Asuntos Espaciales
- ▶ Comisión Colombiana del Espacio. Acuerdo N° 4 - Plan de Acción de la Comisión Colombiana del Espacio
- ▶ Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Propuesta de documento Conpes - Lineamientos para consolidar la Política Nacional de Información Geográfica y la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales - ICDE. 2007
- ▶ Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Revista Análisis Geográficos No. 35 - Edición Especial: Comisión Colombiana del Espacio. 2007
- ▶ Comisión Colombiana del Espacio. Informe de avances para la III Reunión de la CCE. 2007
- ▶ Comisión Colombiana del Espacio. Grupo de Observación de la Tierra. Diagnóstico nacional de las tecnologías, uso y aplicaciones en observación de la Tierra. 2007
- ▶ Comisión Colombiana del Espacio. Grupo de Observación de la Tierra. Políticas Internacionales sobre la Observación de la Tierra. 2007
- ▶ Osborne, Michael. SPACE 2030: Tackling Society's Challenges or, how space-based applications can help. 2005.

EL CONTEXTO ESPACIAL INTERNACIONAL Y LA COMISIÓN COLOMBIANA DEL ESPACIO

Por su posición geoestratégica y su recurso humano, Colombia posee ventajas comparativas para el desarrollo de actividades geoespaciales necesarias para el incremento de la productividad, la eficiencia y la competitividad en la agricultura, la industria, el comercio, el sector de los servicios y otros sectores incluyendo las entidades del gobierno. La CCE le va a permitir al país integrarse con las redes globales de cooperación espacial, dentro de ella Colciencias juega un papel estratégico en la formación e investigación, por su capacidad para articular esfuerzos nacionales e internacionales.

Embajador Ciro Arevalo
Presidente Designado del COPUCS¹



Campo de
Estrellas

FOTO: ISTOCKPHOTO/ALBERTO DAMINI

Las actividades espaciales representan un ambiente de excepcional potencial para países como Colombia en razón del beneficio de sus aplicaciones para el desarrollo económico y social. Tienen características de crítica importancia geopolítica tanto para estados de alto nivel tecnológico como para naciones en desarrollo que exigen un entendimiento diferente de interrelación global. La posesión o no de un satélite propio determina la percepción externa del nivel tecno-científico de cada estado convirtiéndose en un objetivo estratégico para muchos de ellos. Simultáneamente se superponen en dichas actividades elementos civiles, comerciales y militares que hacen cada vez más difícil la preservación de su uso racional y equitativo.

El proceso de privatización y comercialización de que son objeto, plantea preocupantes desafíos a los grandes principios consensuales que han sido consagrados en el corpus juris espacialis en particular en que la exploración y utilización del espacio ultraterrestre deberá hacerse en provecho y en interés de todos los países, sea cual fuere su grado de desarrollo económico y científico. (Tratado del Espacio de 1967)

Estas consideraciones han llevado a Colombia a defender una serie de lineamientos alrededor de tres factores interdependientes y complementarios: marco jurídico multilateral, cooperación internacional y reforzamiento de capacidad nacional con la creación de la Comisión Colombiana del Espacio, CCE.

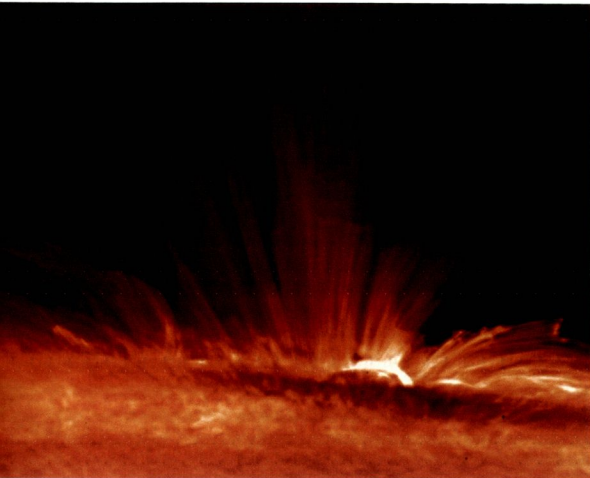
Marco jurídico multilateral

La elaboración de un marco jurídico multilateral adecuada que tenga en cuenta los derechos legítimos e intereses de los países en desarrollo ha sido una prioridad para la política exterior colombiana. Es así como se han obtenido importantes logros en cuanto al planteamiento de derechos preferenciales de utilización de la órbita geoestacionaria en el marco del COPUOS y UIT esencialmente, entre otros: artículo 44 de la Constitución de la UIT modificada por la Conferencia de Minneapolis; Res. 80 (Rev.CMR-200) y el Acuerdo sobre aspectos relativos a la utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios Doc. A/AC.105/738 de acceso preferencial aprobado primero por el COPUOS y endosado posteriormente por la Asamblea General de las Naciones Unidas.

Queda mucho por hacer en la implementación y ejecución de los mismos. Se ha logrado mantener el tema en el COPUOS y existen indicios claros de una evolución positiva con base en los continuos aportes que hace la delegación de Colombia en este foro como la herramienta de utilización histórica de la GEO, GOAT que demuestran científicamente el grado de saturación de la GEO y la necesidad inaplazable de su regulación.

En este sentido es de vital importancia un mayor trabajo de complementariedad entre los diferentes organismos de las Naciones Unidas especialmente con COPUOS para atender problemas tan concretos como los que se derivan del

1 Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con fines Pacíficos de las Naciones Unidas.



El sol tomado por el Telescopio Solar a bordo del Satélite Japonés Hinode.

- NASA

Estamos trabajando para que la cooperación sea entendida como derecho consuetudinario basado en la utilización del espacio ultraterrestre como recurso natural limitado.

estado de lanzamiento, mitigación y control de desechos espaciales, registro de objetos y responsabilidad; propiedad de bienes espaciales; utilización de fuentes nucleares y delimitación del espacio ultraterrestre. Asimismo, temas de la agenda global en los que la contribución de la tecnología satelital se hace no solo necesaria sino indispensable: monitoreo del planeta en aspectos como desastres naturales y recalentamiento global, coordinación de los sistemas globales de navegación satelital, GNSS; apoyo a los sistemas de verificación de instrumentos internacionales como Protocolo de Kyoto o sistemas de salvaguardias de la Agencia de Energía Atómica. En todos ellos las Naciones Unidas ha creado o está en vías de establecer mecanismos apropiados que Colombia puede aprovechar y adaptar a sus necesidades específicas por ejemplo el GEOSS, Sistema de Sistemas de Observación de la Tierra.

Hacia un nuevo modelo de cooperación

Un segundo aspecto, es la cooperación internacional: no es suficiente la preservación de un conjunto de derechos de acceso tomados individualmente sin que de éstos resulten esquemas de cooperación que produzcan resultados concretos, tangibles. Por eso las recomendaciones de UNISPACE III han sido fundamentales en el reconocimiento y promoción de la cooperación espacial para

fines pacíficos. Estamos trabajando para que la cooperación sea entendida no como relación de subordinación sino como derecho consuetudinario basado en la práctica y en la utilización del espacio ultraterrestre como recurso natural limitado cuya apropiación individual o colectiva está claramente prohibida al ser un bien común de la humanidad (Art. II del Tratado del Espacio); pero también como responsabilidad compartida de los estados para lograr los objetivos del milenio y cerrar la brecha digital.

Dentro de este esquema, el esfuerzo más relevante a nivel regional ha sido el de las Conferencias Espaciales de la Américas CEAS en donde Colombia ha tenido un desempeño muy importante. En el año 2002, Cartagena acogió con mucho éxito la IV Conferencia Espacial que reunió más de quinientos expertos de los países del hemisferio. El evento, único en su género en Colombia, fue copatrocinado conjuntamente por la Agencia Espacial Europea, la Oficina de las Naciones Unidas del Espacio Ultraterrestre en Viena y el Gobierno Nacional. Asistieron los directores de las Agencias espaciales de Brasil, Argentina, Estados Unidos, cuyas experiencias fueron muy útiles para la creación de la Comisión Colombiana del Espacio. La Cancillería asumió durante tres años la Secretaría Pro-Tempore y desarrolló un trabajo activo de coordinación en cumplimiento de la Declaración de Cartagena de Indias y del Plan de Acción de la misma.

En un plano más específico, se firmó un memorando de entendimiento de cooperación en el área espacial entre el Director la Oficina de las Naciones Unidas en Viena, Antonio María Costa y la entonces Canciller Carolina Barco, instrumento que permitió la celebración de varios eventos en Colombia en el área de los sistemas de navegación satelital así como la participación de expertos colombianos en foros internacionales. Posteriormente se celebró en Rionegro un importante simposio sobre las experiencias latinoamericanas en el área espacial. De la misma forma la UNESCO y la Agencia Espacial del Japón han contribuido permanentemente a la educación espacial en Colombia a través de sus campamentos espaciales y difusión de material didáctico.

La Comisión Colombiana del Espacio

Por su posición geoestratégica y sus recursos humanos, Colombia posee ventajas comparativas para el desarrollo de actividades goespaciales necesarias para el incremento de

la productividad, la eficiencia y la competitividad en la agricultura, la industria, el comercio, el sector de los servicios y otros sectores incluyendo las entidades del gobierno. La creación de la CCE resulta entonces de un cúmulo de necesidades que responden adicionalmente a especificidades propias como relieve y diversidad del territorio tanto continental como insular, desarrollo de la investigación aplicada, y sobre todo ejecución inaplazable de programas de carácter social como COMPARTEL. Todo esto hace del país un creciente consumidor en telecomunicaciones e imágenes satelitales. Como se ha reconocido, se tiene una sólida capacidad instalada en instituciones como el IGAC, el IDEAN, AEROCIVIL, FAC, Ministerio de Comunicaciones por no citar sino algunos. Faltaba una visión de conjunto que pudiera coordinar y diseñar una política espacial nacional, para lo cual el decreto 2442 del 18 de julio del 2006 vino a llenar con inteligencia este vacío.

A mi entender el elemento más relevante a señalar, es que la CCE provee al país de una autoridad del más alto nivel que le permite integrarse en las redes globales de cooperación espacial y responder a la agenda multilateral de forma más contundente. Así mismo, definir proyectos específicos a través de los memorandos de entendimiento y convenios con otras agen-

cias /comisiones espaciales en el mundo como los que se están considerando con Argentina y Brasil y participar en programas conjuntos con la Agencia Espacial Europea y la NASA.

Por último y no menos importante, la formación e investigación deben ser piezas centrales de cualquier política espacial coherente. En este sentido COLCIENCIAS juega un papel estratégico por su capacidad de articular esfuerzos tanto nacionales como internacionales. Actualmente estamos trabajando en el área jurídica con el Instituto Internacional de Derecho Espacial con sede en La Haya y el Centro de Estudios Jurídicos de la Agencia Espacial Europea en París que podrían coordinar programas conjuntos con universidades como la Sergio Arboleda en temas de investigación satelital, la Universidad de los Andes en desarrollo del derecho espacial, el Externado de Colombia y la Tadeo Lozano en la vertiente internacional.

Estos son algunos ejemplos de potencial cooperación de los ya múltiples que se tienen en el país en muchos campos de alto componente tecnológico que se hacen institucionalmente o a través de agencias especializadas. El gran desafío es hacerlos sostenibles bajo una visión consolidada y de objetivos que ennoblezcan el valioso recurso humano del país dentro de una actividad tan útil y necesaria como la espacial.

COLCIENCIAS
juega un papel
estratégico por
su capacidad
de articular
esfuerzos tanto
nacionales
como
internacionales.



Eclipse solar desde la luna - ilustración compuesta por Hana Gartstein.

Arreglo digital
de un campo de
estrellas.

LA FORMACIÓN DE SISTEMAS PLANETARIOS: TEORÍA Y OBSERVACIONES

Iniciando con una descripción del fascinante proceso de formación de las estrellas y planetas, se llega a una propuesta de cómo hacer investigación astronómica en Colombia, en el marco del uso pacífico del espacio.

Por: Juan Rafael Martínez Galarza¹

El proceso de formación de otros sistemas solares es sin lugar a dudas una de las áreas de estudio más fascinantes de la astronomía moderna. En los años recientes, soportados en observaciones llevadas a cabo con telescopios puestos en el espacio, los astrónomos del mundo entero se han embarcado en una nueva etapa de la travesía científica que se inició en la Antigüedad griega con las ideas de Epicuro (341–270 a.C.), quien en su carta a Heródoto sugirió que “existe un número infinito de mundos, algunos parecidos a este, otros distintos” [1]. En este artículo pretendo describir el estado actual de nuestro conocimiento sobre el proceso de formación de sistemas planetarios con una pequeña mención al aporte que la última generación de telescopios espaciales ha hecho a esta rama particular de la astronomía, íntimamente ligada al estudio de nuestros propios orígenes. Cómo pueden los investigadores e instituciones colombianas, en mi opinión, tomar parte en éstos nuevos descubrimientos ocupa la parte final de este artículo.

El surgimiento de planetas en un sistema estelar determinado esta relacionado de manera directa con el nacimiento de las fuentes de energía y luz que los sustentan: las estrellas mismas. Desde 1995, cuando Michel Mayor y Didier Queloz reportaron desde Ginebra el descubrimiento del primer planeta extrasolar² alrededor de una estrella de tipo solar [2], cerca de 200 nuevos mundos han sido detectados, la mayoría de ellos orbitando soles similares al nuestro, aunque con órbitas muy diferentes a las que determinan el movimiento de nuestros hermanos planetarios y de nuestra propia Tierra. Tal vez el más interesante de estos descubrimientos es la reciente detección de un planeta rocoso a 20 años luz de distancia con tan sólo cinco veces la masa de la Tierra, el más pequeño reportado hasta el momento, cuya temperatura superficial está entre los 0 y los 40 grados centígrados, lo que lo hace un mundo muy propicio para albergar agua líquida y posiblemente, vida.³ De las muchas diferencias que hemos encontrado entre aquellos sistemas estelares y el nuestro, las más impactantes tienen que ver con las órbitas altamente elongadas que se han observado en la mayor parte de estos exoplanetas y con la existencia de los llamados “Júpiteres Calientes”, planetas gigantes gaseosos cuya proximidad a su estrella nos ha hecho dudar de las teorías clásicas en

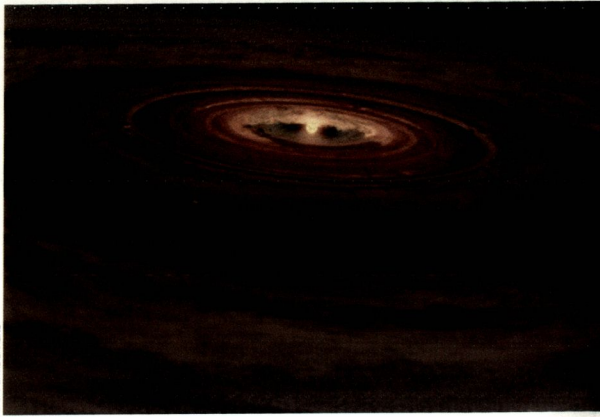


FOTO DE DAVID LAMARCA

formación estelar y planetaria. Si estudiamos con cuidado las observaciones, empieza a parecer evidente que la configuración final de un sistema planetario se logra tras un complejo proceso de acreción de material por parte de la estrella y de interacción de los planetas primitivos con el disco de polvo y gas del cual se formaron.

Al interior de una galaxia espiral ordinaria, los procesos que gobiernan el surgimiento de nuevos soles tienen que ver principalmente con la gravedad y la dinámica de gases.

Fenómenos espontáneos como la turbulencia propia del gas y el polvo que llenan el espacio entre las estrellas, o inducidos, como la explosión de supernovas y la expansión de regiones HII³, dan lugar a la creación de densas nubes formadas principalmente por hidrógeno molecular (H₂) que se extienden por unos cuantos años luz cuyas densidades son del orden de 1000 partículas por centímetro cúbico⁴. Al interior de estas nubes moleculares, aglomeraciones más pequeñas con densidades típicas de entre 10 mil y un millón de partículas por centímetro cúbico son el primer embrión de lo que en escalas de tiempo de 10 millones de años se convertirá en una nueva estrella de baja masa, similar al Sol⁵. El colapso gravitacional de estos cúmulos sucede en varios estadios: la rotación del conjunto conduce a la formación de un disco circumestelar inmerso en una envoltura gaseosa en donde el material más pesado (i.e., granos de polvo, etc.) tiende a sedimentarse hacia el plano del disco. La envoltura gaseosa

1 Estudiante de maestría en el Observatorio de Leiden, Países Bajos

2 Llamamos planeta extrasolar a un planeta que orbita una estrella diferente del Sol.

3 Una región HII se forma alrededor de una estrella joven cuya radiación ioniza el gas a su alrededor.

4 A manera de comparación, la densidad aproximada del espacio en las inmediaciones del Sol es de 1 partícula por centímetro cúbico

5 La formación de estrellas con masa superiores a 8 veces la masa de nuestro Sol, no ha sido estudiada en detalle, pero tenemos razones para creer que se trata de un proceso diferente en varios aspectos.

El resultado del proceso es un sistema planetario como el nuestro.

es acretada hacia la protoestrella y hacia el disco a medida que el momento angular es transportado hacia las regiones exteriores del mismo. Una vez la acreción cesa, el resultado es una estrella joven con un disco de polvo y gas –denominado disco protoplanetario– cuya evolución es dominada por el campo magnético de la estrella y la turbulencia, en lo que llamamos una estrella tipo T-Tauri.

A partir de ese momento, el éxito o fracaso de un potencial sistema planetario dependerá del balance entre varios procesos que tienden a dispersar el disco y la capacidad de los planetas para formarse mientras haya material suficiente en las inmediaciones de la estrella. En la actualidad persiste un interesante debate entre dos puntos de vista a propósito de la formación de planetas gigantes gaseosos. Una de las teorías aboga por un proceso de formación rápido a partir de inestabilidades gravitacionales en el disco que harían colapsar una porción del gas para formar un planeta gigante en escalas de tiempo de 100 mil a un millón de años. De acuerdo con este modelo, la presión interna del nuevo planeta se encargaría de formar un núcleo rocoso a partir de los compuestos menos volátiles. Los contradictores de esta teoría argumentan que para lograr la formación de un planeta del tamaño de Júpiter, la teoría de inestabilidad gravitacional requiere de discos cuyas masas están muy por encima de las masas de los discos protoplanetarios observados hasta el momento. Además, no es muy claro cómo este mecanismo conduciría a la formación de planetas pequeños y rocosos como la Tierra.

Por otro lado, una mayoría cada vez más grande considera más plausible la formación inicial de núcleos rocosos de entre 10 y 15 masas terrestres que acretan gas del disco para procurarse una densa atmósfera propia. El viento estelar o la rápida dispersión del disco dejarían a algunos de estos núcleos (i.e., los planetas terrestres) sin posibilidades de acumular grandes cantidades de gas. Uno de los puntos débiles de esta segunda teoría es lo ineficaces que han resultado los modelos para explicar la formación de los núcleos rocosos primigenios. Sea cual sea la teoría que termine imponiéndose, deberá incluir también un mecanismo que ha adquirido relevancia en los últimos años para explicar la existencia de “Júpiteres Calientes” y las características de nuestro propio Sistema Solar. Me refiero a la migración planetaria, que consiste en el movimiento radial de los planetas en proceso de formación como producto de su

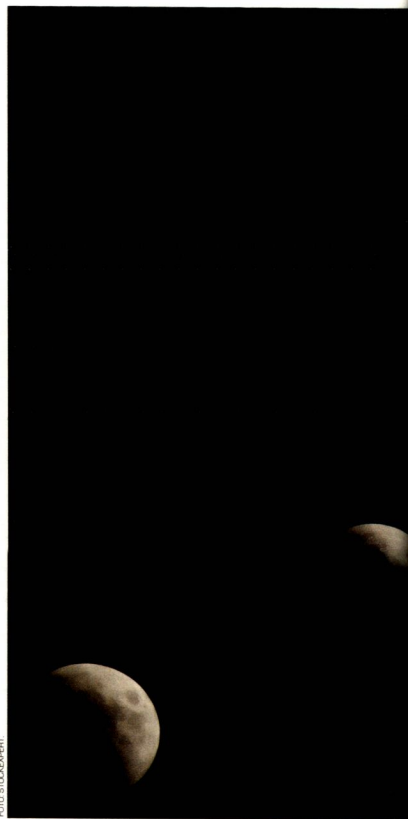



FOTO: STOCKMART

interacción con el disco. Adicionalmente, es importante mencionar que a lo largo de todo este procedimiento varios tipos de reacciones químicas tienen lugar a causa de la constante irradiación del gas por parte de la luz de la estrella y de la interacción de pequeñas moléculas en la superficie de los granos de polvo⁶. Los compuestos finales serán incorporados a los planetas recientemente formados. El resultado del proceso es un sistema planetario como el nuestro.

No todo se queda en la teoría. La impresionante sensibilidad de los telescopios modernos ha permitido a los astrónomos corroborar o refutar sus predicciones en cada uno de los estadios de la formación estelar descritos anteriormente.



Los radiotelescopios en tierra observan la radiación producida por cambios en la energía rotacional de las moléculas que conforman las densas nubes de gas donde la historia empieza, y permiten la elaboración de extensos mapas que revelan las condiciones físicas y químicas de estas regiones. Las cámaras instaladas en el telescopio espacial Hubble han revelado la presencia de discos protoplanetarios tan densos que opacan por completo la luz del gas ionizado localizado detrás de ellos y el telescopio espacial Spitzer ha detectado la luz infrarroja emitida por los granos de polvo presentes en los discos que rodean a las estrellas T-Tauri.

Una nueva generación de telescopios que será puesta en el espacio en el transcurso de

la próxima década, incluyendo el Buscador de Planetas Terrestres (TPF, por sus siglas en inglés) o la Misión Interferométrica Espacial (SIM) estudiará por primera vez la luz reflejada en las nubes y superficies de mundos lejanos que hasta el momento sólo han sido detectados indirectamente, y entonces podremos empezar a buscar señales inequívocas de actividad biológica en otros lugares de la Vía Láctea.

El fascinante mecanismo a través del cual las estrellas y los planetas se forman es un área de las ciencias astronómicas en que Colombia podría hacer algunos aportes significativos en los próximos años. Es además un campo muy propicio para la creación de un nuevo programa de doctorado en astrofísica en el país. La receta es

B Para una descripción más detallada de la química en el proceso de formación estelar, ver por ejemplo Hogerheijde, M. [4]

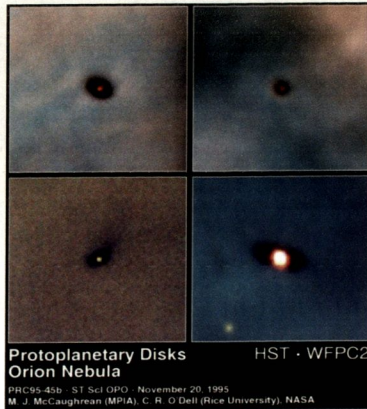
muy sencilla: necesitamos investigadores, datos y retroalimentación por parte de la comunidad científica internacional. Hoy en día los datos pueden ser obtenidos con telescopios internacionales que tienen cierta cantidad de tiempo de observación reservada para astrónomos de cualquier nacionalidad, cuyo único requisito es tener buenas ideas. De otro lado, contamos con varios científicos y estudiantes graduados colombianos haciendo investigación en este campo en prestigiosas instituciones del mundo. Ayudar a crear un ambiente de investigación propicio para que ellos y otros astrónomos tengan la opción de hacer su ciencia desde Colombia debe ser una de las tareas de la recientemente creada Comisión Colombiana del Espacio, en su objetivo de optimizar la contribución de las ciencias espaciales al desarrollo social, económico y cultural del país.

En un contexto más general, para una nación que inicia apenas su exploración pacífica del espacio, hacer investigación en astronomía tiene una motivación muy pragmática: una cercana interacción entre astrónomos e ingenieros es indispensable cuando sea necesario formular programas y desarrollar satélites con propósitos específicos. Adicionalmente, en un momento en que el calentamiento global ha adquirido las dimensiones políticas que estamos presenciando, obtener conocimiento que permita poner a nuestra Tierra en un contexto ambiental más amplio significará una ventaja al momento de participar en el desarrollo de alternativas de sostenimiento climático. Colombia tiene ahora una nueva generación de telescopios que será puesta en el espacio en el transcurso de la próxima década, incluyendo el Buscador de Planetas Terrestres (TPF, por sus siglas en inglés) o la Misión Interferométrica Espacial (SIM) estudiará por primera vez la luz reflejada en las nubes y superficies de mundos lejanos que hasta el momento sólo han sido detectados indirectamente, y entonces podremos empezar a buscar señales inequívocas de actividad biológica en otros lugares de la Vía Láctea.

El fascinante mecanismo a través del cual las estrellas y los planetas se forman es un área de las ciencias astronómicas en que Colombia podría hacer algunos aportes significativos en los próximos años. Es además un campo muy propicio para la creación de un nuevo programa de doctorado en astrofísica en el país. La receta es muy sencilla: necesitamos investigadores, datos y retroalimentación por parte de la comuni-



Efecto de
luces en el
espacio.



dad científica internacional. Hoy en día los datos pueden ser obtenidos con telescopios internacionales que tienen cierta cantidad de tiempo de observación reservada para astrónomos de cualquier nacionalidad, cuyo único requisito es tener buenas ideas. De otro lado, contamos con varios colombianos, científicos y estudiantes graduados, haciendo investigación en este campo en prestigiosas instituciones del mundo. Ayudar a crear un ambiente de investigación propicio para que colombianos investigando en el exterior y otros astrónomos tengan la opción de hacer su ciencia desde Colombia debe ser una de las tareas de la recientemente creada Comisión Colombiana del Espacio, en su objetivo de optimizar la contribución de las ciencias espaciales al desarrollo social, económico y cultural del país.

En un contexto más general, para una nación que inicia apenas su exploración pacífica del espacio, hacer investigación en astronomía tiene una motivación muy pragmática: una cercana interacción entre astrónomos e ingenieros es indispensable cuando sea necesario formular programas y desarrollar satélites con propósitos específicos. Adicionalmente, en un momento en que el calentamiento global ha adquirido las dimensiones políticas que estamos presenciando, obtener conocimiento que permita poner a nuestra Tierra en un contexto ambiental más amplio significará una ventaja al momento de participar en el desarrollo de alternativas de sostenimiento climático. Colombia tiene ahora la oportunidad de tomar parte en una aventura científica con dos mil años de historia. No podemos desaprovecharla.

REFERENCIAS

- [1] <http://www.epicurus.net/en/herodotus.html>
- [2] Mayor, M; Queloz, D. NATURE V.378, NO. 6555-NOV23, P.355, 1995
- [3] <http://>
- [4] Hogerheijde, M; Astrophysics and Space Science V. 295 P.179, 2004

Ayudar a crear un ambiente de investigación propicio para que colombianos investigando en el exterior y otros astrónomos tengan la opción de hacer su ciencia desde Colombia debe ser una de las tareas de la CCE

FOTO: STODOLSKY

¿CUÁNTOS ASTRÓNOMOS SE NECESITAN PARA CAMBIAR UN BOMBILLO?

La astronomía y la investigación relacionada en Colombia, la creación de la Comisión Colombiana del Espacio y la relación que deben tener los astrónomos con ella es tratada de manera reflexiva, incluyendo la necesidad de una educación de alto nivel y como aprovechar este talento humano, para terminar con la respuesta a la pregunta planteada en el título.

DAVID R. ARDILA
Centro Científico de Spitzer
Instituto Tecnológico de California
E.E.U.U.

En abril del año 2002 estuve observando en uno de los telescopios Keck, en la isla de Hawai. Los dos Keck son los telescopios ópticos más grandes del mundo, con un espejo de 10 metros de diámetro cada uno. Algunos meses antes había escrito una propuesta para usar uno de ellos con la idea de observar enanas marrones, objetos como estrellas pero cuya masa es tal que no queman hidrógeno en su interior. En aquella época no se sabía si las enanas marrones se formaban como estrellas normales, por el colapso de una nube de gas y polvo, o por algún proceso diferente. La propuesta fue aceptada por el comité de asignación de tiempo y obtuve tres noches en el telescopio¹.

La astrónoma era Lisa Prato, especialista en evolución estelar, quien ahora trabaja en el Observatorio Lowell, en Estados Unidos. La Dra. Prato pasó los años de 1989 a 1991 en la Universidad Industrial de Santander (UIS), enseñando astronomía y participando en las actividades de Grupo Halley de Astronomía y Ciencias Aeroespaciales.

La diferencia entre la percepción de la Dra. Prato y la mía refleja los diferentes niveles a los que se hace astronomía en Colombia. Mientras que es verdad que en el país existe una comunidad astronómica muy entusiasta, la proyección internacional de ésta y su participación en la producción de conocimiento para ser incorporado al canon astronómico es casi nula. En términos astronómicos somos un país consumidor y no productor de conocimiento.

A nivel académico la astronomía colombiana ocurre dentro de grupos de trabajo. En la UIS, el Grupo Halley [2] acoge miembros que vienen de todos los departamentos y facultades, y los trabajos que se realizan mezclan divulgación con actividades más investigativas. El Halley fue fundado en 1984, lo que lo hace "venerable" en este tipo de grupos, pero como él hay varios. En Medellín existe el grupo Quasar de la EAFIT [3] y el de astrofísica computacional de la Universidad de Antioquia [4]. Astronomía se hace también en la Universidad de Los Andes (principalmente en instrumentación en espectroscopía estelar) y en el Observatorio Astronómico Nacional (OAN, principalmente en núcleos activos de galaxias), en Bogotá. Recientemente, la Universidad de Nariño inauguró las nuevas instalaciones de su Observatorio, en Pasto. Aficionados y profesionales de todas las inclinaciones están representados en la Red de Astronomía de Colombia (RAC) que cada año organiza un encuentro nacional muy concurrido.

La mayoría de estas actividades ocurre a nivel de pregrado. En principio, una persona que quiera hacer carrera en astronomía puede obtener una maestría o doctorado en física, y darle en énfasis que quiera. Sin embargo, ninguno de los programas de doctorado del país (y sólo un programa de maestría, el del OAN) está adaptado a las características de la astronomía. Esto significa que muchas de las cosas que el estudiante aprenderá le servirán de poco en su carrera de astrónomo y, a menos que cuente con la atención concentrada de algún profesor, no aprenderá lo que un astrónomo debe aprender. Por la conexión con los programas de fisi-

1 Desde entonces, y en parte gracias a aquellas observaciones, el consenso en la comunidad es que la mayoría de enanas marrón se forman de manera similar a las estrellas. Ver [1]

2 Antes de que mis colegas se molesten, debo reconocer que para ese entonces yo llevaba algunos años sin ir al país, y sabía poco de la comunidad astronómica colombiana.

La luna captada con telescopio de refracción de 70mm.

FOTO: LUIS ROMANO - FITZGERALD

En la primera noche entablé conversación con la astrónoma que estaba usando el otro telescopio. Al preguntarme de donde era, yo le respondí, "de Colombia". Y agregué, medio en chiste: "Yo soy el único astrónomo colombiano que conozco". En ese entonces, cada vez que iba a conferencias o a usar telescopios, mis colegas se sorprendían de ver a un colombiano pues estábamos casi completamente ausentes del campo internacional de la astronomía. Aquella vez en Keck, mi interlocutora me respondió "Pues yo conozco muchos!"²

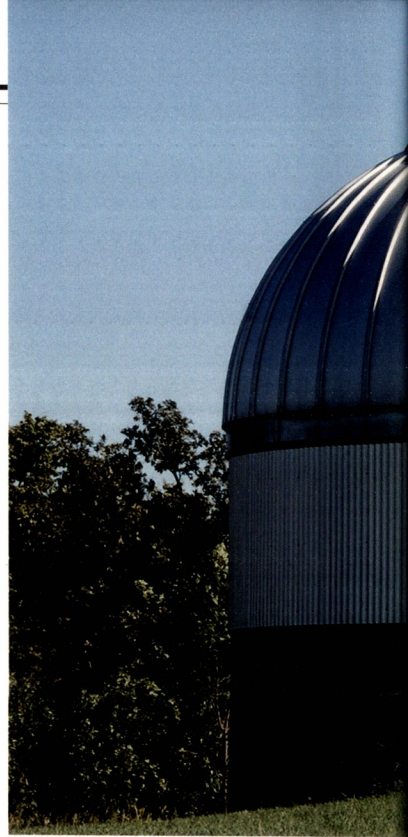
La creación de la Comisión Colombiana del Espacio (CCE) representa una oportunidad única para los interesados en las ciencias del espacio.

ca, las áreas de la astronomía más desarrolladas en el país son aquellas que tienen que ver con física fundamental: interacciones en el universo temprano, agujeros negros, etc. El énfasis en estos trabajos es principalmente teórico.

En otros lugares del mundo, los astrónomos jóvenes se forman desarrollando proyectos que involucran observaciones (noches de telescopio o acceso a archivos). El desarrollar el proyecto implica pensar en una idea, escribir una propuesta, obtener las observaciones, procesar y analizar los datos y escribir un artículo. Durante los años del postgrado, el estudiante ejecutará este ciclo varias veces. Aquellos con inclinaciones más teóricas hacen modelos de observaciones previas. Este concepto de formación, con el énfasis en la relación entre nuevas observaciones y modelos, está muy poco desarrollado en Colombia. Dado que así es como se hace la astronomía en el mundo, el resultado es la poca presencia de colombianos en conferencias internacionales. En las pocas ocasiones en que los astrónomos colombianos viajan a conferencias, lo hacen casi siempre como asistentes, algunas veces a presentar pósteres y casi nunca como conferencistas.

Un problema con la implementación de este modelo de formación es que Colombia no tiene acceso a telescopios terrestres grandes³ y la comunidad colombiana no tiene colaboraciones con países en los que el acceso existe (Chile, E.E.U.U., países europeos). Otro problema es que el único sitio en Colombia en el que se reciben las principales publicaciones de astrofísica en el mundo (el *Astrophysical Journal*, *Astronomy & Astrophysics*, etc) es la Universidad Nacional. Los astrónomos colombianos han atacado la falta de publicaciones y acceso a observaciones de maneras creativas, buscando artículos públicos en la Internet, reexaminando problemas astronómicos tradicionales con herramientas nuevas, estableciendo modestas colaboraciones internacionales o desarrollando programas para los cuales sólo se necesitan telescopios pequeños. Estas iniciativas constituyen el núcleo de la producción astronómica del país, pero por la falta de acceso a recursos de punta casi siempre resulta en resultados derivativos.

En este contexto, la creación de la Comisión Colombiana del Espacio (CCE) en el 2006 representa una oportunidad única para los interesados en las ciencias del espacio. Su objetivo es coordinar, entre diferentes partes del gobierno, todo lo que tiene que ver con poli-



ticas del espacio. Implícitamente, su objetivo es hacer que el país sea independiente en el tema del acceso al espacio.

Por su naturaleza intersectorial, la CCE no es una institución, sino un conjunto de instituciones, y difiere de organizaciones como la NASA o la ESA (la Agencia Espacial Europea). Sin embargo, comparte con ellas el carácter algo esquizofrénico de sus objetivos, debido a que el término "acceso al espacio" involucra elementos muy dispares, desde el control del espacio aéreo hasta el estudio de planetas alrededor de otras estrellas. El plan de acción de la CCE [5] hasta el 2010 va desde lo muy concreto y mundano (hacer que todas las entidades públicas tengan acceso de banda ancha a la Internet), hasta cosas más vagas y grandiosas (crear interés en la búsqueda de aplicaciones espaciales a la problemática nacional).

Qué papel jugarán los astrónomos dentro de la CCE, está por definirse. En otras agencias espaciales, la tensión entre el personal técnico

³ Los telescopios espaciales son internacionales y cualquier persona puede aplicar para usarlos.



FOTO: STROZKOPFF

(incluyendo ingenieros y científicos) y los objetivos políticos es continua. Por ejemplo, aunque para la mayoría de la gente las espectaculares imágenes del Hubble son la cara de la NASA, esta agencia dedica sólo el 30% de su presupuesto a investigación científica. Su misión no es hacer ciencia sino “explorar” (ir a Marte, ir a la Luna, etc) [6]. Y sin embargo es claro que el éxito de los programas espaciales descansa en los hombros no solamente de ingenieros y políticos sino también de científicos. El asunto del acceso al espacio es un problema difícil, que requiere buena formación técnica, flexibilidad, y cierta tenacidad que se adquiere al trabajar en ciencia. No es la única manera, pero ciertamente la gente que ha trabajado en investigación reconocerá estos elementos como parte de su quehacer diario.

El marco de trabajo de la CCE ocurre dentro de cinco estrategias generales: formulación de políticas, uso de tecnología, cooperación internacional, formación de talento humano

y fomento a la investigación. El plan general busca la creación de “diplomados” en astronomía y aeronáutica, la realización de campamentos espaciales y conferencias internacionales y la financiación de becas para estudios de percepción remota y astrofísica, entre otras.

En mi opinión, el énfasis en diplomados es incorrecto y sería mucho más productivo diversificar y flexibilizar los programas de maestría y doctorado que existen. De todas maneras el plan de la CCE representa una oportunidad para desarrollar la astronomía del país. Varias cosas son necesarias: establecer un portal electrónico que permita acceso a publicaciones a todas las instituciones del país, crear convenios internacionales (por ejemplo con Chile) que le permitan a los astrónomos colombianos usar telescopios grandes, financiar la creación de plazas universitarias en astrofísica, crear un fondo nacional de acceso rápido para conferencias y publicaciones, simplificar el acceso a dineros de investigación, realizar una conferencia internacional en archivos astronómicos, etc.

Supongamos que todas estas iniciativas funcionan y que de aquí a diez años tenemos una generación de jóvenes astrónomos bien capacitados. ¿En qué van a trabajar? En otros países, los astrónomos trabajan en la academia (dictando clase y/o haciendo investigación), en telescopios o instituciones gubernamentales (como es mi caso en Spitzer), en la industria (por ejemplo en el diseño de satélites, en procesamiento de imágenes, en problemas computacionales), o en museos de ciencia y planetarios. Una pequeña fracción trabaja por su cuenta, del salario devengado de proyectos de investigación. Aquí vale la pena recalcar la importancia en la flexibilidad de los problemas de formación, ya que las habilidades que necesita alguien que trabaja en un planetario son diferentes a las que necesita alguien que trabaja en la industria. Nuestro sistema educativo tiene que ser lo suficientemente flexible para entrenarlos bien a todos.

Es claro que invertir recursos humanos y económicos en el acceso al espacio es una excelente idea para el país. Más allá de los beneficios específicos, lo que estamos haciendo es crear una nueva industria, lo que genera empleo, disminuye nuestra dependencia de tecnologías importadas y crea oportunidades que no podemos predecir. ¡Quién sabe qué tipo de aplicaciones y soluciones inventará la nueva generación!

¿Y la respuesta al título? Ninguno: los astrónomos preferimos la oscuridad.

REFERENCIAS:


- [1] Jaywardhana, R. & Ardila, D.R. A Disk Census for Brown Dwarfs, 2003, *Astronomical Journal*, 126, 1515
- [2] <http://halley.uis.edu.co/>
- [3] <http://www.eafit.edu.co/quasar/>
- [4] <http://urania.udea.edu.co/facom/index.php>
- [5] Vicepresidencia de la República, Comisión Colombiana del Espacio, Plan de Acción 2007-2010, Version 1.0, Febrero 2007. http://www.cce.gov.co/8080/igac_web/UserFiles/File/pdf_cce/plan.pdf
- [6] *Science Magazine*, 2006, 313, 1032

¿En qué va a trabajar una generación de jóvenes astrónomos bien capacitados?

GRAVEDAD, MICROGRAVEDAD Y EXPERIMENTACIÓN

ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE LA GRAVEDAD

La fuerza de la gravedad y su influencia en la fisiología y la vida humana es expuesta como preámbulo de la explicación de experimentos efectuados en gravedad cero y microgravedad, creadas artificialmente en la tierra, concebidos con el objetivo de revelar fenómenos que no pueden observarse en condiciones normales. La participación de un científico colombiano en estos experimentos y las excelentes relaciones de cooperación internacional con Francia, abren las puertas a la posibilidad de cooperación entre investigadores de ambos países, para realizar campañas conjuntas en este tipo de experimentación.



Maucicio Hoyos, PhD., HDR.
Laboratoire de Physique
et Mécanique des Milieux
Hétérogènes
Ecole Supérieure de
Physique et Chimie
Industrielles
10 rue Vauquelin, 75231
Paris, France
hoyos@pmmh.espci.fr

La estabilidad mecánica del sistema solar, obedece a una interacción compleja entre las aceleraciones centrífuga y gravitacional. La estabilidad del cuerpo humano sobre la tierra, depende también de una interacción compleja entre el sistema cuerpo-tierra donde intervienen también, la rotación de la tierra, la presión y la temperatura. Nuestros cinco sentidos son utilizados cuando la materia se presenta bajo la forma de masa, teniendo en cuenta algunas excepciones como los objetos transparentes que pueden tener una gran masa pero la vista no nos permite detectarlos. Cuando la materia se presenta bajo la forma de energía, definida en forma convencional, por ejemplo de luz, de calor, etc., básicamente son la vista y el tacto quienes nos permiten identificar ese estado de la materia. Pero ¿cuál de los sentidos nos permite sentir lo que llamamos gravedad? Realmente es difícil de decir pues la fuerza gravitatoria es lo que llamamos en física una fuerza de volumen -existen fuerzas de superficie- o sea que todo el cuerpo es afectado. Podríamos decir, sin pretender plagiar a Ortega y Gasset, "yo soy yo y mi campo gravitatorio". La gravedad parece ser efectivamente la propiedad que posee la materia para atraerse. Esta propiedad, esta demostrado, depende de la cantidad de materia o sea de la masa. La fuerza gravitatoria es despreciable cuando las masas en interacción son del orden de magnitud de la de un ser humano, esto hace que no necesitemos hacer esfuerzos para alejarnos los unos de los otros y que la dependencia de la fuerza gravitatoria con el inverso del cuadrado de la distancia entre los dos cuerpos no es manifiesta en la vida cotidiana. La tierra sin embargo, tiene una masa suficiente para crear un campo gravitatorio de fuerza descomunal con respecto a la fuerza generada por el campo de un objeto de masa humana, esta situación nos hace pensar que solamente la tierra nos atrae y no nosotros a ella. Sobre la tierra, el peso y la fuerza gravitatoria tienen casi el mismo valor pues la aceleración centrífuga de la tierra es muy pequeña frente a la de la gravedad. La gravedad como propiedad de la materia nos sitúa al mismo nivel que cualquier objeto, nosotros para la tierra

FOTO: SHUTTERSTOCK

Planeta
Tierra
Oceania

somos objetos "semi-sueltos" cuyo destino es permanecer atados a ella.

La gravedad influye la mayoría de los procesos de la naturaleza como el crecimiento de las plantas, la circulación sanguínea, la lluvia, etc. Pesar los objetos hace parte de la vida cotidiana, también hace parte de la cotidianidad el utilizar nuestros músculos para mover objetos pesados sin estar concientes de que una parte de ese esfuerzo es utilizado para mover nuestros propios brazos, piernas y para mantener el cuerpo erguido. De esto estamos concientes solamente cuando estamos muy cansados o débiles, cuando sentimos el gran esfuerzo que debemos hacer para levantar el brazo y rascarnos la nariz.

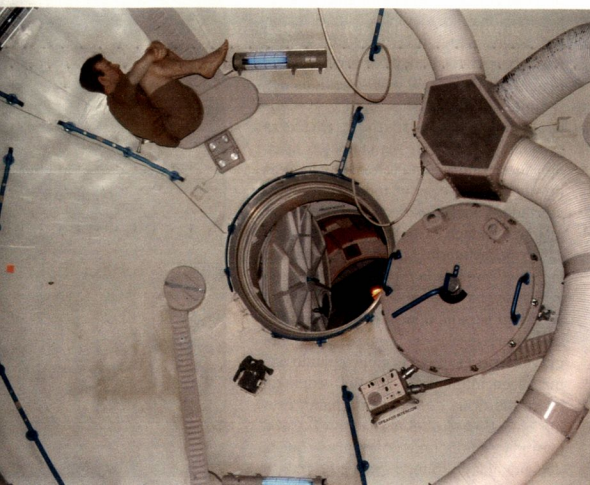


FOTO: ISTOCK/REMIT

lo. La única forma de eliminar la influencia de la gravedad durante largos períodos de tiempo es contrabalanceándola y eso se puede lograr solamente en el espacio girando alrededor de la tierra creando una aceleración centrífuga igual a la aceleración de la gravedad, como lo hacen la estación espacial internacional o los satélites artificiales. Para conservar su equilibrio, la velocidad de rotación del objeto debe estar calculada en función de su distancia a la tierra.

Para hacernos una idea, primero sobre lo que es la ingravidez y segundo sobre lo que podemos sentir en ingravidez, consideremos primero dos personas saltando de una cierta altura, las dos personas caen aproximadamente al mismo tiempo. Si ellas se miran cayendo, no hay desplazamiento relativo, los dos se ven flotando, están en ingravidez. El resto del cuerpo, los órganos internos, el cabello y aún lo que llevan puesto, collares por ejemplo, también caen con la misma aceleración, todo flota. En este ejemplo evidentemente tendríamos que considerar, rigurosamente hablando, la resistencia del aire que modifica la velocidad de caída de los cuerpos en función de su tamaño, en el vacío este ejemplo sería totalmente válido. Para evitar el problema del aire, imaginemos ahora la situación desafortunada de un ascensor en caída libre a causa de un pequeño defecto de fabricación. Los ocupantes caerían con la misma aceleración del ascensor y como se encuentran en un ambiente cerrado, el aire en el interior es arrastrado por el ascensor y la fricción sobre los cuerpos es nula ya que no hay desplazamiento relativo entre el aire y el cuerpo. Con respecto a los muros del ascensor los ocupantes flotarían y disfrutarían, por lo menos durante unos segundos en función de la altura del edificio, de la experiencia extraordinaria de la ingravidez.

Los medios de experimentación en microgravedad en la tierra son difíciles de realizar. Existen sin embargo dos dispositivos operacionales capaces de crear condiciones de microgravedad entre 10-2 y 10-4 veces el valor de la gravedad (-981 cm/s^2), pero no de ingravidez total: las torres de caída libre y los vuelos parabólicos. La ingravidez casi absoluta se obtiene saliendo de la tierra, es el caso de las estaciones espaciales cuya aceleración centrífuga equilibra la aceleración de la gravedad terrestre, si no fuera el caso, ella caería.

La Agencia Espacial Europea, ESA, y el Centro Francés de Estudios Espaciales, CNES, sin considerar la colaboración con las otras

¿Cómo crear la ingravidez en la tierra?

A diferencia de los campos eléctrico y magnético, el campo gravitatorio no puede ser ni neutralizado ni reducido en forma notable, ese campo es omnipresente, solamente podemos, por decirlo así, eclipsarlo. El vector aceleración de la gravedad tiene siempre la misma dirección hacia el centro de la tierra. En forma natural podemos solamente modificar el efecto de la gravedad sobre nuestro cuerpo cuando pasamos de la posición vertical a la posición horizontal o cuando nos inclinamos con un ángulo cualquiera, pero no podemos eliminar-



FOTO: SHOOTER

agencias en el mundo, utilizan básicamente cuatro dispositivos donde se puede experimentar en microgravedad: los dos ya mencionados, torres de caída libre y vuelos parabólicos, éste último lo presentaremos en forma más detallada, y dos que utilizan el espacio extra-terrestre: los cohetes sonda y las cápsulas fotón.

Existen varias torres de caída libre que permiten obtener condiciones de microgravedad entre 2 y 6 segundos. La torre de Bremen en Alemania tiene 145m y permite una caída libre de 109m correspondientes a 4.74s de microgravedad, con una precisión $\Delta a/a \leq 5 \times 10^{-12}$ donde Δa es la diferencia entre la aceleración de la gravedad y la del objeto. Para lograr esto, un vacío importante tiene que ser logrado en el interior de la torre. Experimentos impor-

tantes como la demostración del principio de equivalencia masa inercial-masa gravitacional han sido llevados a cabo. Los cohetes sonda, no habitados, tipo MASER o TEXUS por ejemplo, son utilizados para disponer de más tiempo de microgravedad ya que se puede alcanzar hasta 7 minutos, donde se pueden realizar alrededor de cinco experimentos diferentes. El cohete es enviado desde la base de lanzamientos de Esrange situada en Kiruna en Suecia y sale de la tierra para alcanzar unos 250 km. de altura. Experimentos que estudian la turbulencia interfacial en líquidos que se evaporan en microgravedad o la influencia de la microgravedad en el metabolismo celular, han sido llevados a cabo. En 2008, participaremos en un experimento que será realizado en el cohete MASER 11, donde

Transbordador
Espacial.



FOTO: SHOCKREPORT

La única forma habitada existente para experimentación en condiciones de gravedad reducida sin salir de la tierra, son los vuelos parabólicos.

estudiaremos los efectos mecánicos de un flujo de cizalladura sobre objetos biomiméticos, como las vesículas fosfolípidicas. Las cápsulas rusas Fotón, giran al rededor de la tierra hasta 15 días y pueden embarcar experimentos más grandes que los cohetes sonda.

Los vuelos parabólicos

La única forma habitada existente para experimentación en condiciones de gravedad reducida sin salir de la tierra, son los vuelos parabólicos. Se trata de mantener en caída libre el máximo tiempo posible un grupo de experimentadores con sus experiencias. La caída libre no implica solamente el hecho de caer, implica el hecho de estar libre de todo soporte, o sea que cuando lanzamos un objeto al aire, tanto en la subida como en la bajada él se encuentra en microgravedad. Cuando lanzamos una piedra en una dirección diferente a la vertical, la piedra hace un movimiento parabólico, durante toda la parábola, la piedra se encuentra en microgravedad. De igual manera, si un avión describe un movimiento parabólico, los pasajeros y todo lo que allí se encuentra estarán igualmente en microgravedad. El avión utilizado por en CNES en Francia, es un Airbus A300 que puede llevar entre 10 y 12 experimentos y al rededor de 40 pasajeros entre experimentadores y tripulación. Los motores originales tuvieron que ser modificados para poder realizar las difíciles maniobras que le permiten lograr una trayectoria parabólica de una duración de 25 segundos. Las condiciones de seguridad son extremas, los experimentos tiene que estar fuertemente atornillados al piso del avión y las estructuras donde están fijados los aparatos deben resistir nueve veces la gravedad. Cada dispositivo experimental tiene que ser pesado y su centro de gravedad conocido con el fin de distribuir los diferentes experimentos en forma equilibrada. Cuatro pilotos aseguran el buen desarrollo de las operaciones. Para lograr el movimiento parabólico y quedar en microgravedad, hay que contrabalancear todas la fuerzas existentes, así, a la gravedad la balancea la sustentación y a la resistencia del aire la balancea un empuje creado por los motores que deben funcionar casi al mínimo. Primero el avión vuela a 20 000 pies y luego se inclina hasta alcanzar un ángulo de 47° , en ese momento se reduce la potencia de los motores para vencer únicamente la resistencia del aire. Durante las fases de ascenso hasta una altura de 28 000 pies y de descenso, hasta cuando el avión logra una

Centro Espacial
Kennedy, Florida.





FOTO: STUDDORP/ART

inclinación de 45° en el otro sentido, los ocupantes del avión se encuentran en microgravedad; el piloto reactiva luego los motores y estabiliza el avión en posición horizontal. Dos periodos de algunos segundos de hipergravedad, 1.8 veces la gravedad, son experimentados cuando el avión comienza la fase de ascenso y cuando sale de la fase de descenso, las condiciones para el experimentador son incomfortables en estas dos fases. La campaña de vuelos dura tres días y cada día se realizan 31 parábolas.

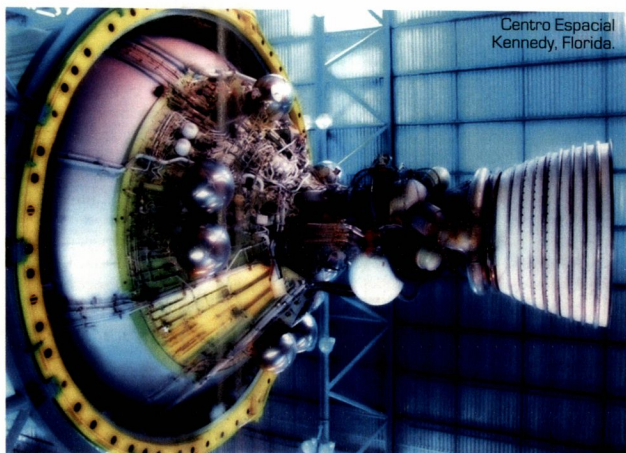
Concebir experimentos para ser realizados en un vuelo parabólico no es cosa fácil. Es necesario pensar en el tamaño del experimento, en la posibilidad de obtener informaciones científicamente válidas en 25 segundos y en la posibilidad de poder manipular los instrumentos en condiciones difíciles. La experiencia de estar en condiciones de microgravedad es fantástica pues la situación de tener masa pero no sentir el peso es desconcertante; caminar sobre el techo y no hacer esfuerzo para levantar los brazos o las piernas son situaciones nuevas a las que el cerebro tiene que responder sabiendo que la fisiología se modifica durante ese periodo. La sangre que normalmente es ayudada por la gravedad llega a los pies, necesita un esfuerzo suplementario del corazón para poder irrigar los miembros inferiores, además, un flujo anormal de sangre sube al cerebro durante unos segundos. Teniendo vivas todas estas sensaciones, el experimentador tiene al mismo tiempo que realizar sus estudios con la lucidez que se impone.

Veamos ahora dos experimentos que realizamos en diferentes campañas de vuelos parabólicos.

Mezcla de líquidos miscibles: el objetivo de ese experimento era el de observar cómo se mezclaban dos líquidos miscibles de densidad diferentes sin ayuda de la gravedad. Uno de los líquidos era una mezcla de agua con glicerol y el otro era agua pura coloreada con amarantha. El líquido coloreado es más denso que la mezcla de glicerol y en condiciones normales de gravedad, el efecto de mezcla únicamente por difusión molecular es eclipsado por la sedimentación. En microgravedad, el efecto difusivo es aislado y puede ser cuantificado. El experimento consistió en sí, en inyectar dentro de un pequeño frasco lleno de la mezcla de glicerol, una cantidad precisa de agua coloreada. El colorante es una macromolécula que tiene un coeficiente de difusión muy pequeño, es decir, para que el colorante difunda 1 mm

La situación de tener masa pero no sentir el peso es desconcertante.

La cooperación entre investigadores franceses y colombianos permitirá sin duda realizar campañas conjuntas.



en el interior de la mezcla de glicerol, se necesitan al rededor de 100 segundos. En el caso de líquidos inmiscibles, agua con aceite por ejemplo, cuando se inyecta un poco de uno en el otro, se forma una mezcla difísica en forma de gotas ya que existe una tensión interfacial que minimiza su energía formando un objeto esférico. ¿Qué pasa en el caso de los fluido miscibles donde no existe tensión interfacial? Solamente en microgravedad podemos obtener esta información ya que la sedimentación destruye toda posibilidad de encontrar una gota de colorante donde el tiempo largo de difusión permita determinar una tensión interfacial equivalente a la tensión en el caso inmiscible. Logramos obtener algunas gotas durante los vuelos parabólicos y pudimos a determinar dicha tensión, lo que ha aclarado mucho el concepto de miscibilidad. Las aplicaciones de este tipo de investigación es la mezcla de reactivos para la fabricación de medicamentos.

Estudio de fuerzas de sustentación en flujos: otro experimento que hemos realizado en varias ocasiones en el Airbus A300, está relacionado con el estudio de fuerzas de sustentación de partículas de silicio de talla micrométrica, al rededor de 5 micras, en suspensión fluyendo en un canal muy fino, de 200 micras de espesor. Una partícula de esta talla, el tamaño de un glóbulo rojo aproximadamente, transportada por un flujo

en la vecindad de una pared, sufre una fuerza que la aleja de dicha pared. Este efecto es uno de los responsables de que los glóbulos rojos migren hacia el centro de las arterias y que no se adhieran a la pared endotelial. El experimento necesitó de unos inyectores, unos detectores ultravioleta, de un microscopio holográfico digital y de un computador para almacenar los datos. El microscopio permitió observar in situ, la distribución tridimensional de partículas en el momento de atravesar el canal a una velocidad de 6 cm/s. Las imágenes obtenidas fueron analizadas y las diferentes distribuciones instantáneas de posición y velocidad de partículas determinadas. A fuerzas de sustentación fueron puestas en evidencia en este sistema y sus aplicaciones para las ciencias separativas y para la fisicoquímica han logrado avanzar gracias a estos estudios.

La microgravedad se presenta entonces como una oportunidad para revelar fenómenos que no pueden verse en condiciones normales. Desafortunadamente, la posibilidad de hacer estos experimentos es todavía muy reducida. Solamente los científicos que trabajan en programas específicos tienen acceso a esas facilidades y es aún mucha la demanda. La cooperación entre investigadores franceses y colombianos permitirá sin duda realizar campañas conjuntas para que en Colombia se hagan conocer este tipo de experimentación.

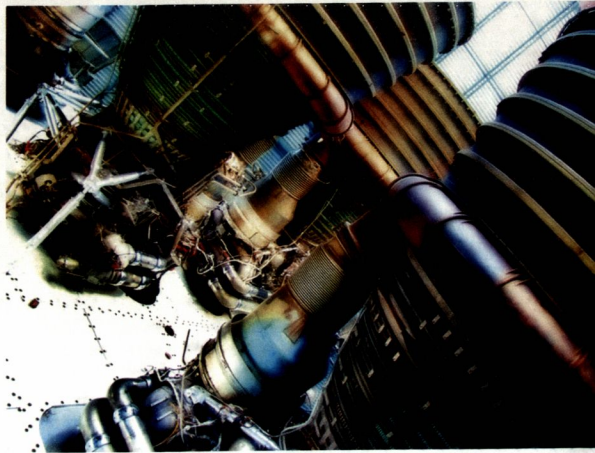


FOTO: STOCKSPREIT



LAS TICs Y LAS COMUNICACIONES SATELITALES EN MEDICINA

Las TICs fueron creadas por el hombre en beneficio de la humanidad. Las comunicaciones tuvieron un desarrollo significativo en la historia a partir del lanzamiento del primer satélite ruso llamado "Sputnik 1", el cual realizaba transmisiones de señales telemétricas a la tierra en cada paso orbital. Lo anterior en combinación con el descubrimiento del transistor por tres físicos de la Bell Telephone y el GPS (Global Position System), cambiaron el curso de las comunicaciones, dando como resultado las TICs (Tecnologías de la Información y Comunicación).

Doctor JORGE REYNOLDS POMBO

Director Grupo de investigación Seguimiento del Corazón Via Satélite "SCVS", Angelica Maria Báez Báez, Oficial Fuerza Aerea Colombiana e Ingeniera en Telecomunicaciones integrante del grupo de investigación



El creciente desarrollo de la tecnología en el mundo y la gran evolución de sus aplicaciones gracias al desarrollo electrónico y la era espacial, hace que el ser humano se adapte a nuevos estilos de vida, permitiendo que la novedad se convierta en la cotidianidad. Ante la exploración del espacio por parte del hombre surgen las comunicaciones satelitales en respuesta al desarrollo de nuevas tecnologías, dispuestas a suplir las necesidades del nuevo milenio, en relación a ello, hoy aparece un nuevo término dentro de la sociedad, el de "TICs", estas son una herramienta clave para el procesamiento eficiente de la información, son el producto de la convergencia ya que mezcla diferentes servicios para un fin en particular, sin olvidar que no van orientadas a una sola aplicación, por lo tanto las TICs resultan ser vitales en diferentes campos de acción. Una de las áreas más significativas en las que han incursionado las TICs es la medicina, haciendo uso de los medios de comunicaciones actuales como son los sistemas satelitales, siendo objeto de reflexión en el presente artículo, requieren de un sistema robusto y bien dotado para realizar la transmisión en tiempo real de voz, video, información clínica y protección de éstos con estándares de alta calidad.

Antes de profundizar en el tema de las TICs haciendo uso de las comunicaciones satelitales, su importancia y aplicación en medicina, es necesario navegar por el universo más incierto del que se posea información alguna "el pensamiento", ya que la posibilidad de sentar un precedente y realizar un cambio, es real sí y solo sí primero se concibe en la mente. Se trae a colación este concepto debido a que no es sencillo adoptar nuevos hábitos y mucho menos confiar en un proceso "virtual". Aunque pareciera imposible, hoy en día no es difícil encontrar a los coloquialmente llamados "dinosaurios", que sin importar que tengan en sus manos las facilidades tecnológicas del nuevo milenio siguen apoyando la guerra del papel, factura va factura viene, horas interminables en los bancos (porque sin el sello no están satisfechos), tiempo perdido para la obtención de una cita médica, otro poco más en una sala de espera para la entrega de un examen médico, en fin, prefieren complicarse la vida antes de aceptar las bondades que ofrecen los modernos sistemas de información y tramitación. Es imposible seguir sorprendidos ante los cambios que revolucionan el mundo, por ello nace la necesidad de crear conciencia

La posibilidad de sentar un precedente y realizar un cambio, es real sí y solo sí primero se concibe en la mente.

Para la incorporación de las TICs y el uso de los sistemas satelitales en la sociedad actual, se requiere básicamente de una infraestructura adecuada.

para la aceptación de los nuevos modelos en cuanto a tecnología se refiere para beneficio del hombre y actualizar en cada momento los niveles de seguridad. Así exista una resistencia al cambio, la sociedad misma se encargará de forzar la inclusión de novedosos sistemas de información en las diversas áreas de aplicación, asimismo, es imposible dejar de lado los beneficios que ofrecen los sistemas de comunicaciones satelitales ya que desde el espacio es posible proporcionar conectividad alrededor del planeta, donde el lugar más recóndito puede ser enlazado con la civilización, haciendo uso de un sistema más seguro en el cual se disminuyen costos de mantenimiento.

Para la incorporación de las TICs y el uso de los sistemas satelitales en la sociedad actual, se requiere básicamente de una infraestructura adecuada. Por ello es importante crear las bases y diseñar una muy buena red en cuanto a topología, capacidad, medios de transmisión y altos niveles de seguridad con posibilidad de actualización y crecimiento futuro, ya que para aplicaciones médicas, por ejemplo, está en riesgo la vida humana.

Un ejemplo del uso de las TICs y de los sistemas de comunicaciones satelitales son las investigaciones y desarrollos realizados por el Grupo de Investigación "S.C.V.S" en el seguimiento del corazón de las ballenas con el fin de estudiar la fisiología cardíaca en su medio natural, ya que realizar tales investigaciones en cautiverio es imposible por el enorme tamaño de estos mamíferos y su particular hábitat, los resultados obtenidos han sido de valiosa ayuda para entender el funcionamiento del corazón humano.

En medicina las TICs y los sistemas satelitales son el eslabón para realizar el monitoreo

remoto de Unidades de Cuidado Intensivo y otros usos de intercomunicación entre las diferentes áreas hospitalarias, médicos, pacientes e instituciones. Esta aplicación básica ha sufrido una expansión y hoy en día se cuenta con aplicaciones mucho más complejas que benefician de manera significativa a las comunicaciones, la evolución y cuidado del paciente disminuyendo su permanencia hospitalaria, así, medicina e ingenierías se conjugan para obtener como resultado avances tecnológicos significativos para la humanidad.

Dejando de lado la retórica y entrando en materia, se pueden concebir los siguientes campos de acción como ejemplo de la penetración de las TICs en la medicina haciendo usos de los sistemas de comunicaciones satelitales:

► **Tele-medicina;** tiene como objeto la transmisión y recepción de datos clínicos e imágenes diagnósticas, principalmente a través de sistemas de comunicaciones satelitales, desde pequeñas poblaciones de difícil acceso para ser comunicados con centros especializados de alto nivel. La telemedicina tiene su origen en la NASA (National Aeronautics and Space Administration) con el fin de realizar controles periódicos a los astronautas, se realizaron investigaciones y desarrollos para la transmisión espacio-tierra de exámenes de rutina tales como: electrocardiografía (ECG), capacidad pulmonar, frecuencia respiratoria, presión arterial, electroencefalografía (EEG), electromiografía (EMG), de química sanguínea y de rayos X (imaginología), lo anterior para hacer una evaluación constante de las condiciones del astronauta.

► **Tele-educación médica y paramédica;** emplea todos los recursos principalmente Internet para soportar grandes bases de datos que son el soporte de bibliotecas virtuales, igualmente para el uso de videoconferencias en diferentes áreas de la salud, tomando como soporte la transmisión vía satélite en centros de educación que no cuentan con una red cableada convencional.

► **Tele-asistencia;** es usada para el cuidado de pacientes que requieren monitoreo constante de sus signos vitales, externos al hospital. Por lo tanto es aceptada ante familias que desean cuidados paliativos para pacientes con enfermedades terminales, que solicitan a pesar de su enfermedad continuar en el calor del hogar. También la teleasistencia ha sido



implementada en hospitales de Norte América para evitar que los pacientes después de una cirugía ingresen a la Unidad de Cuidados Intensivos postoperatorios, para ello, al paciente se le asigna una habitación y desde allí puede ser monitoreado teleméricamente desde la sala de control de la Unidad de Cuidados Intensivos del hospital. Por otro lado, no se pueden olvidar los sistemas de comunicaciones que emplean los aviones ambulancia, los barcos ambulancia y las ambulancias terrestres, que ante cualquier urgencia pueden transmitir los signos vitales del paciente durante la movilización hacia el centro hospitalario, permitiendo así que los médicos especialistas realicen un diagnóstico facilitando la toma de decisiones antes de la llegada del paciente, también es de importancia el diseño de sistemas de comunicación versátiles para ser usados en caso de desastres. Asimismo, es empleada para pacientes que se encuentran en un centro hospitalario de primer nivel sin especialistas, en este caso los exámenes clínicos son transmitidos a un hospital de tercer nivel para la elaboración del diagnóstico por parte del especialista. En definitiva para poder llevar a cabo la Tele-asistencia es imprescindible el uso de los sistemas de comunicaciones satelitales especialmente con el GPS como soporte para la transmisión de los datos clínicos.

► **Cirugía robótica;** desde inicios de este milenio se ha utilizado y perfeccionado cada vez con mayor énfasis los sistemas de cirugía robótica, tomó impulso con la llegada del hombre al espacio con objeto de realizar cirugías vía satélite a astronautas ante alguna urgencia. Consiste en el empleo de un robot para realizar intervenciones quirúrgicas y cirugía endoscópica robótica a distancia, los más conocidos son el "Da Vinci"¹ y el "Zeus"², los cuales están provistos de un completo sistema que permite al médico realizar diversos tipos de cirugías. Consta de dos módulos básicos ubicados en la sala de cirugía, en un futuro el cirujano podrá hacer la manipulación del robot en área estéril sin necesidad de encontrarse en el quirófano. Uno de los módulos es similar a una cabina la cual está alejada del paciente, desde allí es manipulado el segundo módulo por parte del cirujano, el cual puede visualizar desde el monitor las imágenes que son transmitidas por televisión de alta resolución. Este segundo módulo consta de brazos electromecánicos los cuales realizan las incisiones con gran precisión. Además las cirugías son grabadas en tiem-



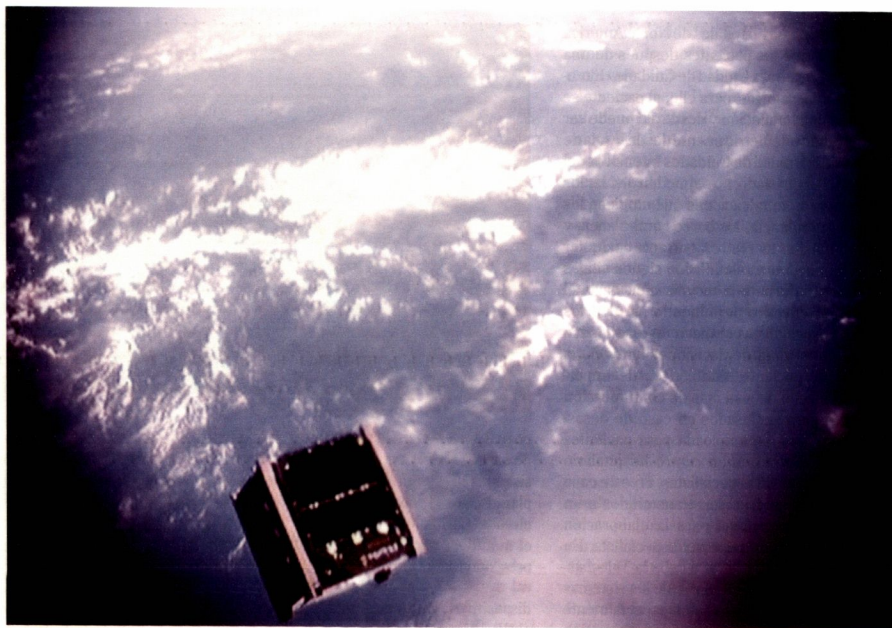
www.intuitivesurgical.com

po real para ser empleadas como herramienta de enseñanza. El empleo de estos modernos sistemas no significa que el cirujano sea desplazado, por el contrario, sus capacidades son elevadas al máximo potencial, ya que desde el módulo remoto son percibidos con gran precisión los movimientos de los dedos.

► **Sensores implantables;** son diminutos dispositivos. Un ejemplo de estos sensores es el "Veri Chip"³, su aplicación médica es muy precisa ya que en su memoria puede almacenar el número de identificación, formulación genética y el historial clínico del paciente, entre otros datos. Este dispositivo está provisto de sensores de química sanguínea para su transmisión al centro hospitalario, permitiendo así el monitoreo constante de los signos vitales electrofisiológicos a través de satélites como soporte en lugares que no cuentan con sistemas directos como celulares y telefonía convencional, convirtiéndose en una herramienta para la detección de signos de alerta temprana, su desarrollo aún se encuentra en prueba.

Existen más aplicaciones de las TICs en medicina que emplean las comunicaciones satelitales, pero las anteriores son las significativas en el momento. A diferencia de lo que piensa el común de las personas las TICs, y por ende la Telemedicina, tiene una mayor posibilidad de uso y mejoramiento de la asistencia social y una disminución de costos en países subdesarrollados y no, en países social y económicamente desarrollados, como muchas veces se cree.

1 www.intuitivesurgical.com
2 www.trueforce.com
3 www.verichipcorp.com



Desarrollo de nuevas tecnologías PRIMER SATÉLITE COLOMBIANO EN EL ESPACIO – LIBERTAD 1-

Teniendo en cuenta que el país nunca había tenido la experiencia de colocar un satélite en el espacio, el proyecto Libertad 1 implicó abordar temas mucho más allá de los científicos y técnicos, incluyendo los aspectos administrativos, jurídicos, tributarios, comerciales, aduaneros, de relaciones internacionales, temas de seguridad nacional, de defensa, de credibilidad y autoconfianza para los cuales existía casi cero capacidades o experiencias en Colombia y por supuesto recursos económicos.

RAÚL ANDRÉS JOYA OLARTE
Director del Proyecto Picosatélite "Libertad 1"

El grupo de investigadores de la Facultad de Ingeniería y del Observatorio Astronómico de la Universidad Sergio Arboleda, bajo la asesoría del Dr. Cesar Ocampo de la Universidad de Texas, en Austin, fue el actor del desarrollo de este proyecto y está en la tarea de realizar los respectivos análisis de datos ya recibidos y elaborar las investigaciones pertinentes. Se cumplieron con los objetivos de la misión como el de recibir telemetría, lo cual convalida nuestro producto enormemente. Deseo presentar al lector apartes de las etapas finales de lo que ha sido este logro.

El Proyecto Cubesat

La Universidad de Stanford y la Universidad de Calpoly crearon el concepto Cubesat hacia finales del siglo XX para

permitir a sus estudiantes trabajar, diseñar y realizar misiones reales en el campo aeroespacial, con el cual superaron notablemente los llamados diseños de escritorio.

El aporte del ingeniero aeroespacial Robert Twiggs, profesor de la Universidad de Standford, fue el diseño de un satélite cúbico cuyas dimensiones son 10cm x 10cm x 10 cm y con una masa no mayor a 1 Kg y que por su forma es denominado Cubesat.

Este tipo de proyecto permite desarrollar misiones que generan múltiples beneficios para la ciencia. En el mundo hay actualmente cerca de 40 instituciones que han desarrollado esta modalidad de "cubosatelites", e incluso algunas de ellas continúan realizando investigaciones relacionadas con el tema.

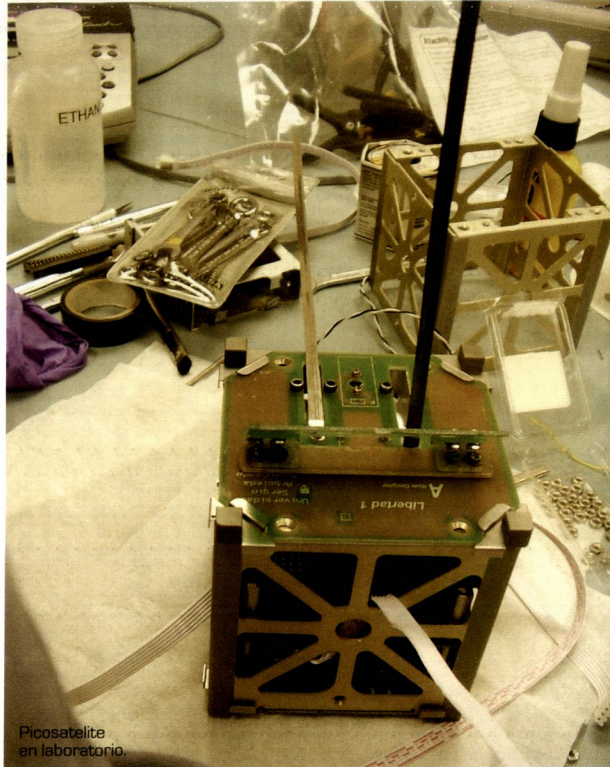
Por otra parte, Calpoly patentó el dispositivo P-Pod (Polipicosatellite orbital deployer) para el alojamiento de los Cubesats en los cohetes de lanzamiento. Esta institución también realiza las rigurosas pruebas técnicas para verificar y certificar que los satélites quedan aptos para ser lanzados. De igual forma, gestiona la puesta en órbita de los satélites con una agencia espacial, llamada Kosmotras.

¿Un Cubesat cumplía con las expectativas de la Universidad Sergio Arboleda?

Se buscaba un proyecto de investigación que involucrara todas las áreas de las ciencias exactas de la Universidad como: Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, Ingeniería Industrial, Matemáticas e Ingeniería Electrónica. No sólo se logró este objetivo, sino que incluso se involucró el Derecho, en el tema aeroespacial. Por otra parte, la Universidad Sergio Arboleda cuenta con el Observatorio Astronómico, inaugurado desde hace seis años como un departamento de investigación y desarrollo sobre Astronomía y Ciencias del Espacio. Esta fortaleza académica sirvió como punto de apoyo para materializar este importante proyecto.

La órbita para el Libertad 1

Para el caso de los cubesat el desarrollador del proyecto debe buscar la mejor opción de vehículo para ir al espacio, según los transportes que se ofrezcan en el mundo, ya que los costos no permiten darse el lujo de seleccionar una órbita, pues esta viene definida por la aplicación que tenga que desarrollar el satélite



principal del lanzamiento del cohete. Hoy en día, los lanzamientos en su mayoría llevan carga de varios países y con diferentes tareas.

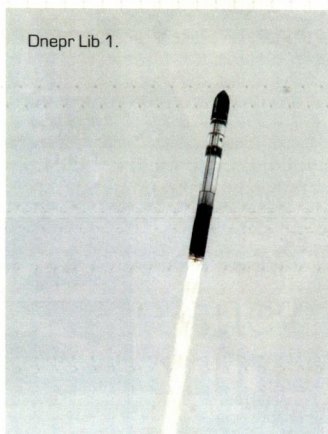
Seleccionamos la posibilidad de ir acompañando en un cohete al satélite BelKa, de Bielorusia, con una altura de solo 500 Km. (nuestros diseños los basamos para esta distancia), con fecha de despegue para mediados del 2006, pero fuimos avisados a mitad de nuestros desarrollos técnicos que otras instituciones estaban esperando su lanzamiento hacia el espacio por más de un año, razón por la cual nos cambiaron a otro lanzamiento, con el satélite Egypsat que estaba demorado en su fabricación. Para nuestro caso, este satélite de Egipto tiene una función de comunicaciones y requiere estar a una altura de 800 Km. y desplazarse a lo largo de su país, órbita que

Proyecto de investigación que involucra las áreas de las ciencias exactas de la Universidad: Ingenierías de Sistemas y Telecomunicaciones, Industrial y Electrónica, Matemáticas, y además Derecho.

Abril 17 de 2007 - Carga declarada del Cohete

Fecha	Lugar	Cohete	Carga	País	Misión	Operador	Propietario	Plataforma	Masa	Orbita
17	Baykonur	Dnepr 2	EgyptSAT 1	Egypt	Sesoremiento remoto	NARSSS	NPO Yuzhnoye	MS-1TK	100 kg	SSO
			SaudiSat 3	Saudi Arabia	Ciencia	RSRI	RSRI	-	35 kg	SSO
			SaudiComsat 3	Saudi Arabia	Comunicaciones	RSRI	RSRI	-	12 kg	SSO
			SaudiComsat 4	Saudi Arabia	Comunicaciones	RSRI	RSRI	-	12 kg	SSO
			SaudiComsat 5	Saudi Arabia	Comunicaciones	RSRI	RSRI	-	12 kg	SSO
			SaudiComsat 6	Saudi Arabia	Comunicaciones	RSRI	RSRI	-	12 kg	SSO
			SaudiComsat 7	Saudi Arabia	Comunicaciones	RSRI	RSRI	-	12 kg	SSO
			AKS-1	Russia	Tecnología	AeroSpace Syst.	AeroSpace Syst.	-	12 kg	SSO
			AKS-2	Russia	Tecnología	AeroSpace Syst.	AeroSpace Syst.	-	12 kg	SSO
		P-Pod-A	PolySat 4	U.S.	Tecnología	Cal Poly	Cal Poly	Cubesat	1 kg	SSO
		P-Pod-A	CAPE-1	U.S.	Tecnología	Un. Louisiana	Un. Louisiana	Cubesat	1 kg	SSO
		P-Pod-A	PolySat 3	U.S.	Tecnología	Cal Poly	Cal Poly	Cubesat	1 kg	SSO
		P-Pod-B	Libertad 1	Colombia	Tecnología	Un. S. Arboleda	Un. S. Arboleda	Cubesat	1 kg	SSO
		P-Pod-B	AeroCube 2	U.S.	Tecnología	AeroSpace Corp.	AeroSpace Corp.	Cubesat	1 kg	SSO
		P-Pod-B	CSTB-1	U.S.	Tecnología	Boeing	Boeing	Cubesat	1 kg	SSO
		P-Pod-C	MAST	U.S.	Tecnología	Tethers Unltd	Stanford SSOL	Cubesat x 3	3 kg	SSO

Inf. 6 Satélites en el Cohete Dnepr 2



nos convenía a pesar de que se nos había programado para otro cohete.

La suerte también cuenta en todo este proceso, ya que el satélite Belka junto a otros 15 picosatélites se fueron a tierra al presentarse fallas en la segunda etapa del cohete Dnepr 1.

El lanzamiento y captura de señales

Luego de más de 2 años de aplazamientos para poner en el espacio el satélite Egipcio, se anunció el envío para el 27 de marzo de 2007, pero dos días antes del lanzamiento del Dnepr, se detectó una falla en la tercera etapa de este cohete, causa para postergarlo algunas semanas más. El 17 de abril, a las 1:46 a.m. hora

colombiana, se efectuó con éxito el lanzamiento y puesta en órbita de toda la carga del cohete. El primer satélite colombiano ya estaba en órbita.

La agencia espacial Kosmotras encargada de realizar el lanzamiento, informó al mundo sobre los elementos orbitales (datos requeridos para definir la posición de los artefactos en el espacio) una vez confirmó que las etapas de despegue se efectuaron y la carga estaba en órbita con éxito. Esta información es ingresada en los equipos de rastreo y monitoreo de las estaciones terrenas del mundo para realizar el trabajo de toma de señales.

En cada circunnavegación del Libertad 1 a la Tierra, que dura aproximadamente 99 minutos, el satélite alcanza a emitir 9 veces un paquete de datos que se denomina beacon según la programación que se le realizó. Son 14,5 vueltas alrededor del planeta que efectúa el picosatélite en un día, con una órbita que se designa helio sincrónica, porque su plano está orientado hacia el sol y a medida que la Tierra se desplaza alrededor de nuestra estrella, este se mantiene. Como viaja en el espacio de norte a sur y viceversa sobre la Tierra, esta órbita se designa como del tipo polar, con una inclinación de 98 grados respecto al Ecuador terrestre (0 grados).

La primera señal fue captada en Nueva Zelanda por un radioaficionado que estuvo pendiente del lanzamiento del cohete Dnepr. Esta dificultosa tarea requiere poseer experiencia en el seguimiento de satélites, acompañado de un equipo de altas especificaciones técnicas para permitir captar las emisiones.

Después del lanzamiento del Libertad 1 al espacio, tenemos más de 100 reportes a nivel mundial incluido nuestro centro de monitoreo Rodrigo Noguera Laborde, donde recibimos el acoso del recibido de las señales emitidas por nuestro satélite.

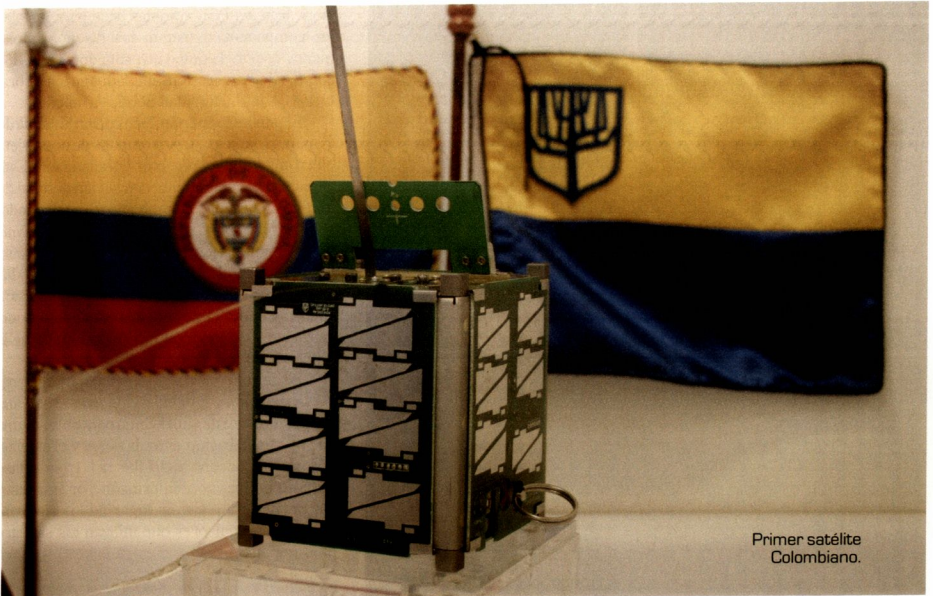
En el beacon viene comprimida la telemetría que contiene los datos técnicos para estudiar en el futuro. Para escuchar un ejemplo de esta señal, la cual es audible para el ser humano, puede visitar la página web del proyecto.

La misión

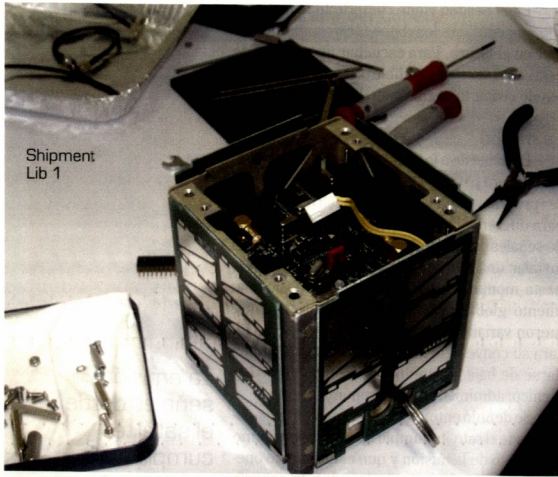
De acuerdo a los parámetros de diseño que se dan para participar en un proyecto Cubesat, se programó inicialmente nuestro artefacto para diferentes tareas, que iban desde el envío de señales de voltaje, temperatura, pasando por instalar una cámara para toma de imágenes, hasta montar un GPS (sistema de posicionamiento global). Los diseños posteriormente, fueron variando, lo que permitió que se analizara su conveniencia y por otra parte, algunos darse de baja por múltiples razones de orden técnico, administrativo y económico.

Se definió entonces que la emisión de señales desde el satélite cumpliría el objetivo mínimo propuesto de la misión y que el tiempo de operación se manejaría según la carga de energía que suministra el paquete de baterías instalado. A la fecha de escribir este artículo, el Libertad 1 continúa emitiendo señales y confirma el triunfo de la misión. Mas aun cuando algunos de los

La emisión de señales desde el satélite cumpliría el objetivo mínimo propuesto de la misión.



Primer satélite
Colombiano.



Shipment
Lib 1



Picosatélite
Libertad 1

otros picosatélites que viajaron con nosotros (ver grafica Carga Dnepr 2) ya no operaban por daños técnicos o nunca operaron.

Es así como ya contamos con valiosa información para comprobar todos nuestros diseños involucrados, pues se recibieron valores de la temperatura que se daban en diferentes partes del cubo: en las caras 1,2,3,4 y 5, y en el interior del mismo, mas exactamente en el microprocesador MSP430, pieza que se comprobaba por primera vez en el Espacio.

COMPONENTES PRINCIPALES DEL LIBERTAD 1

Sistema de Vuelo. Por medio de un microcontrolador, que cumple las funciones de cerebro del satélite, se programaron todas las tareas propias de un satélite, bajo el sistema operativo SALVO, que van desde el encendido y apagado, registro de datos, memoria, auto supervisiones, el despliegue de antenas, la captura y hasta el envío de información desde el Libertad 1, a la estación terrena. Además este sistema administra la energía.

Sistema Electrónico de Potencia. Se creó una tarjeta electrónica para poder regular y suministrar energía a todos los circuitos. Se fabricaron los PCB (tarjetas base para instalar los componentes), según los diseños implementados por el equipo investigador. Todos los componentes fueron ensamblados en los laboratorios de la Universidad Sergio Arboleda.

El satélite cuenta también con un Sistema de Comunicaciones, que se compone de una tarjeta electrónica con su receptor y transmisor. Esta se trabajó conjuntamente con la Universidad de Virginia. El Equipo colombiano de investigadores diseñó y construyó el conjunto de antenas e igualmente, desarrolló el sistema de despliegue, tanto mecánico como electrónico, de las mismas. Todo esto para lograr la transmisión de datos desde el satélite a la estación terrena ubicada en el Observatorio Astronómico de la Universidad.

Se calculó, diseñó y se instaló, un Sistema de Orientación y Estabilización para el satélite. Se requirió de este subsistema para obtener una mejor comunicación entre la tierra y el satélite. Debido al tamaño del Libertad 1, se utilizó un sistema pasivo conformado por imanes y barras de histéresis, en lugar de los sistemas de micro propulsores que utilizan los satélites más grandes.

EL EQUIPO HUMANO

Conformado por personas de la comunidad académica de la Universidad Sergio Arboleda. Se inscribió este grupo ante Colciencias como "Colombia en órbita" en diciembre de 2004.

▶ RAÚL ANDRÉS JOYA OLARTE
Director del Proyecto Picosatélite "Libertad 1"

Ingeniero Mecánico de la Universidad de América, Especialista en Astronomía de la Universidad Nacional de Colombia y en Docencia e Investigación Universitaria de la Universidad Sergio Arboleda. Actualmente cursa la Maestría en Docencia e Investigación, en la misma universidad. Fue Presidente de la Asociación de Astrónomos Autodidactas de Colombia - ASASAC y Presidente de la Red de Astronomía de Colombia - RAC. Cofundador de Grupos de Astronomía en Colegios y Universidades, fundador de varios grupos de astronomía aficionada y diseñador de observatorios astronómicos a nivel nacional.

Miembro de la Junta Directiva de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia - ACAC. Ha sido docente de la cátedra de Astronomía en reconocidas universidades colombianas. Conferencista nacional e internacional en temas de Astronomía y Ciencias del Espacio. Asesor de la Comisión Colombiana del Espacio. Desde hace 6 años es el Director del Observatorio Astronómico de la Universidad Sergio Arboleda.

Líder del Proyecto Picosatélite "Libertad 1", desde su concepción, a la fecha.

▶ CÉSAR OCAMPO
Asesor Científico del Proyecto Picosatélite "Libertad 1"

César Ocampo. Nació en Armenia, Quindío, hace 40 años, pero desde muy niño se fue a vivir a Nueva York. "Desde los cuatro años supe exactamente lo que quería cuando vi por televisión el lanzamiento de la misión Apolo 17...ser ingeniero espacial", comenta. Y así lo hizo. Realizó todos sus estudios en Estados Unidos y en el '90 recibió su Licenciatura en Ingeniería Aeroespacial en la Universidad de Kansas. En 1991 realizó un magister y en el '96 un doctorado, ambos en Astronáutica en la Universidad de Colorado.

Actualmente es Profesor Asociado de la Universidad de Texas, Austin y realiza investigaciones para esta Universidad y contratos de investigación con Nasa y otras entidades del tipo aerospacial.

▶ IVÁN RODRIGO LUÑA CASTRO
Ingeniero electrónico de la Universidad Distrital, Especialista en Matemáticas Aplicadas de la Universidad Sergio Arboleda. Ha sido profesor de Sistemas de Control en la Universidad Pedagógica. Participó como investigador en sistemas dinámicos, dirigió una investigación sobre sistemas de control difuso y otra en Robótica. Actualmente es profesor e investigador de la Universidad Sergio Arboleda y profesor de la Especialización en Matemáticas Aplicadas.

Como director técnico coordinó el desarrollo de cada uno de los subsistemas del Proyecto Picosatélite "Libertad 1", participó en las pruebas realizadas a "Libertad 1", tanto en Colombia como en los Estados Unidos, y fue el encargado de presentar ante los asesores internacionales los diseños implementados en Colombia.

▶ CÉSAR FERNANDO VALERO SEPÚLVEDA

Licenciado en Electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional, Co-autor del libro Fundamentos de Scilab y Aplicaciones. Investigador de la Universidad Sergio Arboleda, fundador y ex-coordinador del grupo de Linux de la Universidad Pedagógica Nacional. Miembro de la Liga Colombiana de Radioaficionados y Liga Radio Bogotá, conferencista nacional en el tema de construcción de la Estación Terrena para Seguimiento de Satélites. Diseñador y programador de dispositivos electrónicos con microcontroladores MSP430.

Participó en el diseño y construcción del sistema de adquisición de datos de Telemetría, antenas y despliegue de las mismas, para lograr la transmisión de datos desde el Picosatélite a tierra.

Modeló y diseñó en Solid Works la posición de cada uno de los componentes con sus características físicas, para verificar el centro de masa del Picosatélite exigido por Cal Poly.

Diseñó y programó el software de adquisición y procesamiento

de datos de la estación terrena, integrándolo al programa de seguimiento de satélites adquirido por la Universidad Sergio Arboleda. Participó en las pruebas realizadas a "Libertad 1", tanto en Colombia como en los Estados Unidos.

▶ ANDRÉS ALFONSO CARO

Licenciado en Electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional, Co-autor del libro Fundamentos de Scilab y Aplicaciones. Investigador de la Universidad Sergio Arboleda, fundador y ex-coordinador del grupo de Linux de la Universidad Pedagógica Nacional. Conferencista en el tema de Sistemas Embebidos.

Implementó el Sistema embebido, [combinación de software y hardware] Usando el sistema operativo de tiempo real "Salvo RTOS". Lenguaje C y estrategias de Programación combinadas con los recursos del MSP430 de Texas Instruments. construyó la estructura de manejo, procesamiento, distribución, recepción y envío de información entre los subsistemas que integran el satélite como sensores, radio, sistema de despliegue de antenas, entre otros. Participó en las pruebas realizadas a "Libertad 1", tanto en Colombia como en los Estados Unidos.

▶ MIGUEL ARIZA TRIVIÑO

Ingeniero Electrónico de la Universidad Distrital, profesor investigador de la Universidad Sergio Arboleda, en la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones. Especialista en Diseño de Circuitos Eléctricos, con certificaciones internacionales del IPC y Altium. Ha desarrollado talleres y entrenamiento en Diseño de Circuitos en México, Ecuador y República Dominicana.

Desarrolló el Sistema de Potencia del satélite, que es el encargado de suministrar la energía eléctrica necesaria para el adecuado funcionamiento de los otros sistemas. Y diseñó los circuitos electrónicos del Proyecto Picosatélite "Libertad 1".

▶ LIZA PINZÓN CADENA

Matemática de la Universidad Sergio Arboleda, con Especialización en Matemática Aplicada en Sistemas Dinámicos de la misma Universidad. Actualmente, cursa el MBA en La Sergio Arboleda. Está realizando una investigación

en Teoría de Números y una aplicación en la Ingeniería de Sistemas. Docente e investigadora del Departamento de Matemáticas de la Escuela Ingeniería de la Universidad Sergio Arboleda.

Realizó pruebas con celdas solares para el sistema de alimentación de potencia del Proyecto Picosatélite "Libertad 1". Investigación en orientación y estabilización del satélite por medio de imanes, realizó pruebas con adhesivos y pegantes y simulaciones del proceso de estabilización y orientación del satélite por medio del programa cubesim.

▶ JOSIPH TOSCANO CASADIEGO

Astrónomo Autodidacta, radioaficionado, miembro de la Liga Colombiana de Radioaficionados y de la Liga de Radio Bogotá, miembro de la Asociación de Astrónomos Autodidactas de Colombia y miembro de la Junta Directiva de la Red de Astronomía de Colombia. Operador del planetario en coordinación con los programas del Observatorio Astronómico de la Universidad Sergio Arboleda.

En el Proyecto Picosatélite "Libertad 1" diseñó y construyó el soporte de baterías de Libertad 1.

▶ PAÚL NÚÑEZ RODRÍGUEZ

Físico de la Universidad de los Andes. Es investigador del Observatorio Astronómico de la Universidad Sergio Arboleda y miembro del equipo que desarrolló el "Libertad 1". Sus intereses profesionales y académicos son principalmente la Astrofísica y la ciencia pura. Desarrolló una investigación en Astrofísica con el Dr. Marek Nowakowski de la Universidad de los Andes a finales del 2006. Estudiante aceptado para el doctorado en Astrofísica en la Universidad de Utah para el segundo semestre de 2007.

Su función dentro del Proyecto espacial Proyecto Picosatélite "Libertad 1", fue diseñar y construir un sistema de orientación y estabilización rotacional del satélite. Este sistema es importante para poder orientar la antena y así facilitar las comunicaciones del satélite. Adicionalmente participó en el diseño y construcción del sistema de despliegue de antenas.

SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL, GPS

TECNOLOGIA DE FRONTERA
DEL PRESENTE Y DEL FUTURO

ELIUDARIO GUTIERREZ - UNIVERSTY

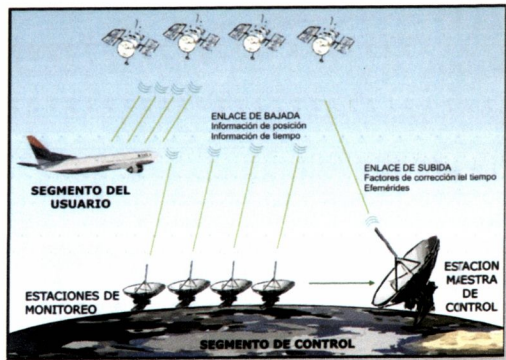
Satelite
Espacial

En el presente artículo se describe el principio de funcionamiento del conocido Sistema de Posicionamiento Global, GPS, también referido por algunos autores como sistema de posicionamiento geográfico, y se comenta acerca de sus bondades, limitaciones y evolución tecnológica. Se mencionan algunos de los principales campos donde, el sistema GPS, ha marcado desarrollos tecnológicos. Finalmente se ilustran dónde están algunos sectores de Colombia en este escenario de tecnología internacional, cuáles son los beneficios de aprovechar a tiempo estas tecnologías espaciales antes que se tornen obsoletas y qué oportunidades afloran al participar en la instauración y evolución de estos desarrollos científicos tecnológicos.

JAIME VILLALOBOS VELASCO, Grupo de investigación ARGOS. Departamento de Física, Laboratorio de Metrología y Física Espacial. Universidad Nacional de Colombia
Key words: GPS, GNSS, SBASS, GBAS, CSTB, Ionófera.

GENERALIDADES SOBRE INSTRUMENTOS GPS: Los instrumentos GPS se han convertido en líderes de la tecnología del presente y las perspectivas se perfilan en la dirección de afianzarse aún más en el futuro. Razones para esto son el alto grado de precisión que manejan y su capacidad de penetrar gran variedad de campos que impactan en nuestra vida cotidiana. Hace algún tiempo eran instrumentos exóticos hoy en día algunos modelos son oferta en vitrinas de sectores populares de casi cualquier ciudad. Se diseñan en gran variedad de formatos y es común confundir un receptor GPS típico con un teléfono celular.

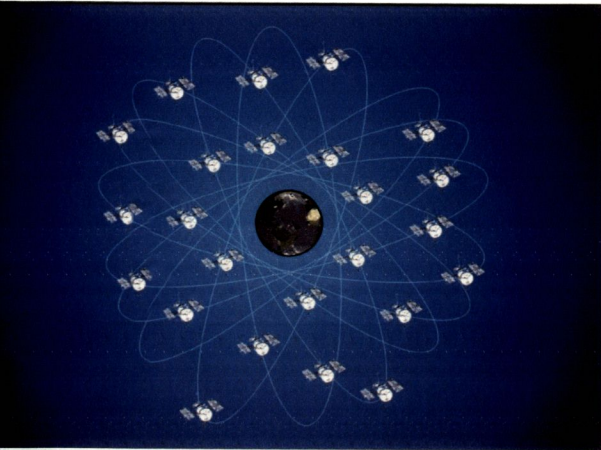
El concepto tecnológico del sistema GPS ha sido protagonista en el desarrollo de los programas espaciales de los países líderes en ciencia y tecnología. Ha desempeñado papeles notables en todas las áreas del transporte aéreo, marítimo, fluvial y terrestre. En este campo los instrumentos GPS han desplazado a la legendaria brújula a un lugar histórico y romántico. También en los amplios campos de la construcción, la ingeniería civil y la topografía los instrumentos de naturaleza GPS son de uso forzoso para demostrar competitividad. Han entrado en la aeronomía, geodesia, agricultura, la industria y la seguridad. Se han posicionado en nuestros hogares, deportes, etc. Un montañista que use una brújula toma riesgos innecesarios mientras que el que usa un GPS no enfrenta oportunidades de extraviarse siempre que tenga baterías en operación. La demanda de receptores GPS en el mercado ha sido tan grande que sus precios se han reducido desde varios miles de dólares a unos pocos miles de pesos. A principios del año 2000 un receptor GPS costaba alrededor de 15000 dólares y debía



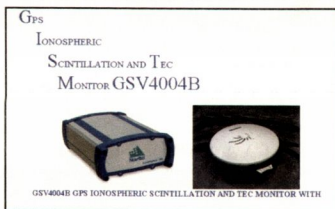
ser importado. En la actualidad a la vuelta de la esquina un receptor GPS se puede conseguir por precios en las vecindades de los 500,000 pesos. En el comercio chino hay modelos que al por mayor se ofrecen a 20 dólares la unidad. Nuestro personaje Dick Tracy fue el visionario de los celulares y la TV en la muñeca pero en la actualidad la tecnología ha superado esa ficción pues él no se imaginó el concepto de los GPS ni su amplia gama de aplicaciones.

Habiendo identificado, y desmitificado un poco estos peculiares instrumentos, se describen brevemente otros aspectos más técnicos relacionados con el principio de funcionamiento del Sistema. Lo que se conoce como GPS es realmente un sistema compuesto en tres partes ó segmentos. Un radio receptor en Tierra denominado Segmento del Usuario. Varias emisoras montadas en una constelación de satélites, denominado Segmento Espacial, que transmite señales electromagnéticas cuyos mensajes son captados simultáneamente por el

Líderes de la tecnología del presente, por el alto grado de precisión que manejan y su capacidad de penetrar gran variedad de campos que impactan en nuestra vida cotidiana.



La constelación
la componen
cerca de 30
satélites de
mediana altura.



receptor en Tierra. Finalmente la tercera parte es el Segmento de Control compuesto por una red de estaciones en Tierra. Con un poco más de detalle los tres segmentos se describen a continuación.

SEGMENTO DE CONTROL:

Esta etapa consiste de una red de estaciones rastreadoras, localizadas en varios lugares del planeta, orquestadas por un centro de control general en Boulder, Colorado, USA. La misión de estas estaciones es monitorear permanentemente la salud de cada uno de los satélites GPS. En particular, a cada satélite se le hace un seguimiento regular de su posición (efemérides) y frecuentemente según sea necesario se corrige su órbita. Otras actividades son monitorear los tiempos reportados por los relojes atómicos para corregirlos y armonizarlos a través de un procedimiento de intercomparación. Al tiempo se le hacen varias correcciones, una es la relativista pues aunque los satélites se mueven a mucho menos velocidad que la

de la luz, la corrección relativista viene a ser significativa puesto que el error se acumula con el tiempo. Otras correcciones se deben a las variaciones de los movimientos de la Tierra y a los valores de la gravedad en donde se mueven los satélites. Luego se difunde este tiempo a todos los lugares del planeta para que los relojes se sincronicen globalmente y se establezca una referencia de alta jerarquía metrológica. Así se define el tiempo. Esta sincronización es de importancia para las empresas operadoras de telefonía y radiodifusión entre otras.

SEGMENTO ESPACIAL.

Este segmento está compuesto por un grupo de satélites que constituyen la constelación satelital NAVSTAR (Estrellas Navegantes) más comúnmente conocida como GPS. Entre los instrumentos de cada satélite se encuentran un receptor para comunicarse con el Segmento de Control y un transmisor para comunicarse con los usuarios. Este sistema satelital fue construido por la Rockwell Internacional y es operado por la Fuerza Aérea Americana de Colorado Springs, el primer satélite fue puesto en órbita en 1979. La constelación la componen cerca de 30 satélites de mediana altura, alrededor de 3 radios terrestres cercanías de los 20200 km con un periodo de casi 12 horas alrededor de la Tierra. Normalmente 24 satélites operan permanentemente. El resto de satélites solamente están a disposición de los usuarios para cubrir la eventualidad de que algún satélite deje de operar por mantenimiento o por fallo. Los criterios y administración de estos cambios se definen del Segmento de Control. Los satélites giran en órbitas de tal manera que en cualquier punto de la Tierra siempre se puedan recibir simultáneamente señales de entre 9 y 12 satélites. Cada satélite GPS también está equipado con cuatro relojes de Cesio, que es el patrón del tiempo de más alta jerarquía metrológica. Esta clase de relojes manejan márgenes de error de uno en 1012 segundos esto significa que en 32000 años se puede atrasar o adelantar un segundo. Con estos recursos los satélites transmiten el tiempo haciéndolo disponible, de manera permanente, en cualquier punto de la Tierra, esto se conoce como diseminación del tiempo.

SEGMENTO DEL USUARIO:

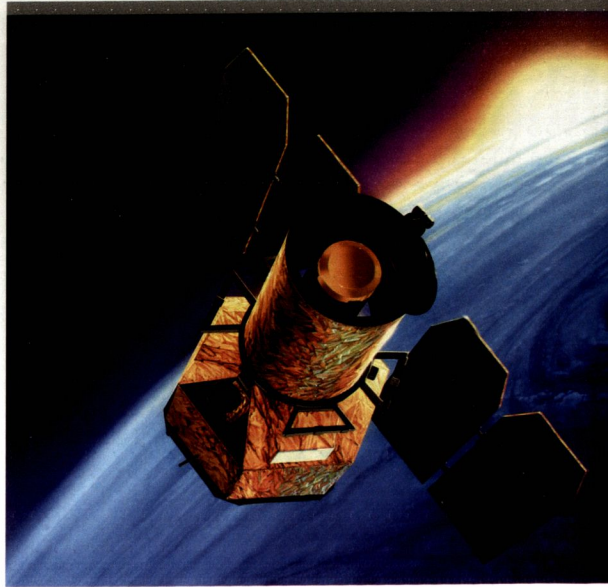
Este segmento consiste de una antena y un receptor GPS capaz de captar señales de microondas. El receptor puede estar en una

estación en Tierra ó en un avión ó barco ó en manos de un peatón. Hay dos tipos de receptores GPS, los que captan una sola frecuencia L1 y los de doble frecuencia, L1 y L2. La figura a la izquierda ilustra un ejemplar del segundo tipo con su respectiva antena. Aquí L1 es 1,2 GHz y L2 es 1.6 GHz. La información que provee el instrumento receptor es la posición de la antena en términos de Latitud, Longitud, Altura y Tiempo. Aunque las señales GPS en sus comienzos eran de uso restringido para aplicaciones militares, en marzo de 1996, debido a presiones comerciales de los mismos fabricantes de los equipos electrónicos GPS, el expresidente norteamericano Bill Clinton autorizó decodificarla para hacerla disponible de manera gratuita a usuarios con propósitos civiles, comerciales y científicos. Este escenario aumentó la producción de los fabricantes y la oferta de dispositivos receptores GPS, los precios bajaron y la demanda se incrementó notablemente. Esta fue una decisión política y de mercadeo que favoreció a muchos sectores de la sociedad. Sin embargo, el Pentágono se reservó el derecho de introducir errores en la señal para manipular la precisión de la información que llega a los receptores, esto se conoce como política de disponibilidad selectiva. En caso de una emergencia aeronáutica el error puede reducirse a la mínima expresión que permita el actual estado del conocimiento.

TRATAMIENTO DE LAS SEÑALES GPS.

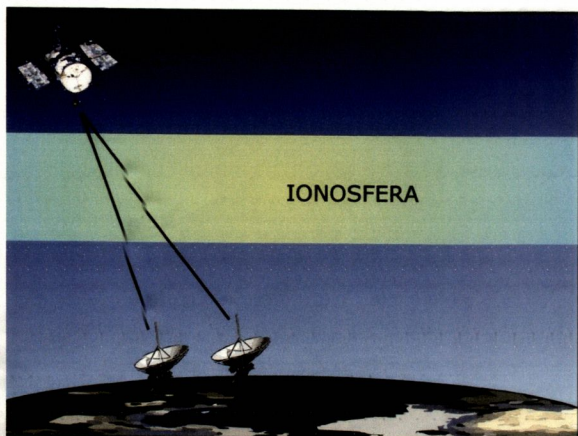
Cada una de las estaciones transmisoras instaladas en los satélites envía permanentemente un mensaje cuya información contiene su tiempo (de sus relojes atómicos) y su localización (efemérides). Cada receptor GPS en Tierra capta simultáneamente esa información de varios satélites, la procesa a través de un algoritmo programado en la memoria de su microprocesador interno y finalmente emite como resultado la ubicación geográfica del receptor. Aquí es donde radica la esencia innovadora de los sistemas GPS.

A manera de ilustración rápida considere que la señal electromagnética se origina en el satélite a la una, diez segundos y cero milisegundos y lleva codificado un mensaje que contiene información del tiempo de origen. La señal viaja a través de la ionosfera, la atmósfera y es captada por el receptor GPS en Tierra un tiempo después. El receptor, como primera



acción registra el tiempo en que recibe la señal, digamos la una, diez segundos y 66 milisegundos. La segunda acción del receptor es descifrar el mensaje codificado que contiene información del momento en que salió la señal del satélite ó tiempo origen. En la tercera acción el algoritmo calcula el tiempo de viaje de la señal (satélite-receptor) y luego multiplica este valor por la velocidad de la luz para obtener la distancia entre el receptor y cada satélite. En este ejemplo es fácil verificar que la distancia calculada es 19800 km. Si los relojes estuvieran fuera de sincronización por un segundo el error sería de 300000 km es decir catastrófico. La distancia así calculada se le denomina seudorangeo o seudo-distancia y tiene unidades de longitud. El prefijo seudo se usa porque la distancia calculada no es necesariamente la verdadera, un factor de error que contribuye se debe fundamentalmente a los efectos del índice de refracción del medio a través del cual viaja la señal, es decir la ionosfera. El mensaje que proviene de cada satélite contiene también los datos de su posición (efemérides) y con estos datos el algoritmo calcula los ángulos entre cada satélite, con el receptor en el vértice, y también calcula otros parámetros. Este proce-

En caso de una emergencia aeronáutica el error puede reducirse a la mínima expresión que permita el actual estado del conocimiento.



Esta es una de las estrategias que se adoptan como método de frontera en la ciencia moderna para estudiar la ionosfera.

dimiento, denominado triangulación, se ejecuta con la información que llega al receptor simultáneamente de por lo menos cuatro satélites. El resultado final es la posición del receptor GPS en Tierra con un rango de error determinado. El mayor error se presenta cuando el número de satélites que envían señales simultáneas es cuatro y puede alcanzar a varias decenas de metros. El error disminuye cuando el número de satélites aumenta. Dependiendo de las características del horizonte un receptor GPS puede captar y procesar señales simultáneamente de hasta doce satélites.

CAMPOS E INSTITUCIONES USUARIAS:

En un comienzo, además de los intereses militares, los objetivos científicos de la constelación NAVSTAR (GPS) eran estudiar con detalle los diferentes movimientos de nuestro planeta y definir universalmente el tiempo. Se debe anotar que los movimientos básicos de la Tierra son los de rotación y traslación pero existen alrededor de 9 modos adicionales de movimiento. Así el sistema satelital se dedica a proyectos relacionados con aplicaciones geodésicas como identificar coordenadas en la superficie de la Tierra. Como en toda medición siempre existe una incertidumbre, producto de diferentes causas de error, la presencia de la ionosfera, medio a través del cual viajan las señales satelitales, es la principal fuente de

error al medir posiciones sobre la superficie de la Tierra usando métodos satelitales. El reto en ese entonces era modelar la ionosfera para llevar a cabo las correcciones de los errores y así poder obtener con una mejor precisión la posición de un punto sobre la superficie terrestre. En la actualidad ya que con los avances logrados por la geodesia se puede identificar un punto en la superficie de la Tierra con precisión de milímetros entonces los científicos han optado por observar este problema de una manera inversa. Se ha tomado la posición donde se encuentra el receptor como un dato conocido, para así proponer modelos que describan la ionosfera, sus características y comportamiento cambiante. Esta es una de las estrategias que se adoptan como método de frontera en la ciencia moderna para estudiar la ionosfera.

Con un adecuado tratamiento de datos periódicamente recolectados, durante largos periodos de tiempo, los receptores GPS de doble frecuencia ofrecen una precisión de milímetros en la posición reportada. Instalando, sobre bases de concreto, una serie de estos receptores a lo largo y ancho del país se pueden monitorear y determinar vectores de



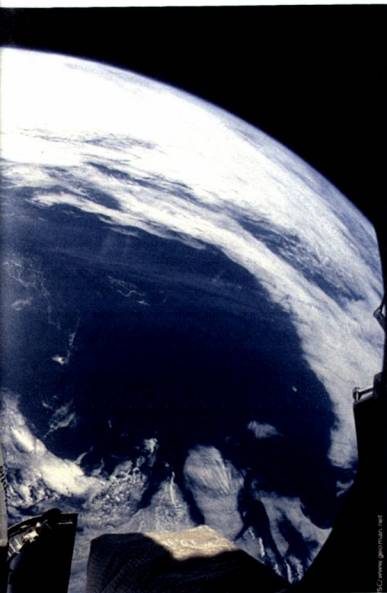
movimiento de diferentes secciones de nuestro territorio y hacer estimados de velocidades del orden de milímetros por año. Esto es de interés para instituciones que monitorean la geografía de nuestro territorio. Otras aplicaciones de los GPS pueden atraer la atención de instituciones interesadas en estudios sobre movimientos telúricos o investigaciones sobre comportamientos de fenómenos de origen vulcanológico. Con algunos aditamentos a los receptores GPS se puede estudiar la composición de humedad de la atmósfera. Esto puede ser de interés para instituciones que estudien el impacto que este parámetro ambiental presenta en las precipitaciones de aguas lluvias por ejemplo.

La aeronomía es el estudio de la alta atmósfera, allí se encuentra la ionosfera, región del espacio que rodea la Tierra en un rango que incluye principalmente desde los 90 hasta los 600 km. La ionosfera, por su composición rica en plasma (átomos ionizados) deteriora las señales que provienen de los satélites GPS y el monitoreo y estudio permanente de las variaciones de estas señales es la base para estudiar las características de la ionosfera colombiana, estas investigaciones se conducen

desde la Universidad Nacional de Colombia. Esto también puede ser de interés para instituciones relacionadas con la aeronáutica y telecomunicaciones. Pues la ionosfera en nuestro país por su posición ecuatorial en el planeta es diferente a la ionosfera de medias y altas latitudes. Esta circunstancia origina que los reportes de posiciones de los receptores GPS presenten una incertidumbre mayor en nuestro país. Los algoritmos de los receptores GPS han sido diseñados por los fabricantes para las características de la ionosfera de latitudes medias donde se concentra una mayor densidad de población como Estados Unidos, Unión Europea y Japón. Por ejemplo, incertidumbres de unos pocos metros de la posición de un avión en latitudes medias entregadas por un receptor GPS puede convertirse en varias decenas, o incluso centenas, de metros en latitudes ecuatoriales entregadas por el mismo receptor GPS. Como en la navegación aérea cada vez es mayor la dependencia de los instrumentos de naturaleza GPS este problema puede ser de interés para las instituciones relacionadas con el transporte aéreo. En Trieste, Italia diciembre 2006, en el marco del evento Workshop on the Future for Satellite Navigation and Positioning se reportaron pruebas de aterrizajes exitosos 100% controlados por el sistema de navegación GPS realizados en España.

La navegación marítima ha empleado sistemas denominados hiperbólicos, el sistema satelital TRANSIT y en la actualidad esta evolucionando al uso del sistema GPS. Las exigencias de precisión en los reportes de GPS son mucho menos cruciales que en el aéreo, puesto que no existe una dependencia de reportes de altitud.

En el campo del transporte terrestre aplicaciones relacionadas con el uso de un sistema de navegación global involucran una combinación de un sistema de recepción basado en tecnologías GPS con el uso de sistemas gráficos avanzados. Esta configuración puede proporcionar un sistema guiado desde un punto de una ciudad para evitar ó aliviar drásticamente congestiones caóticas de tránsito local o intermunicipal, para monitorear el transporte de un vehículo de carga de valores, etc. En Colombia el sistema de transporte público Transmilenio se administra usando tecnologías GPS pero el tráfico particular podría beneficiarse inmensamente si las adoptara como herramienta de guía, esto nos pondría en una situación de liderazgo en cuanto



En Colombia deben permanentemente establecerse alianzas, buscar participación en proyectos relacionados con ensayos, pruebas, investigaciones e involucrarse en actividades relacionadas con tecnologías espaciales.



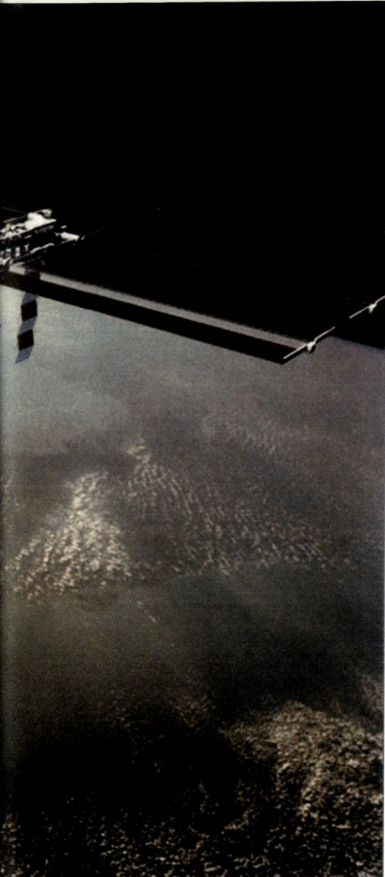
a administración de transporte municipal en Latinoamérica.

En el campo de la agricultura el concepto de manejo de sitio específico de los cultivos usando herramientas de Agricultura de Precisión ha planteado un nuevo sistema de manejo que depende del uso de sistemas satelitales de posicionamiento. Agregar una variable espacial a los datos, análisis y manejo de los cultivos implica agregar coordenadas de cada uno de los pasos llevados a cabo en el manejo del sitio específico. En este caso se realizan

aplicaciones de dosis de insumos controlados con sensores en tiempo real en puntos muy específicos graficando mapas de lecturas y mapas de aplicaciones para luego comparar rendimientos y calidades. Argentina es líder en la utilización de sistemas de posicionamiento satelital para administración y explotación de sus recursos agrícolas.

RETOS Y EVOLUCIÓN:

La dinámica de cambio de la ciencia y la tecnología es bastante agresiva y el campo del



La Unión Europea se ha aliado con la Agencia Espacial Europea para llevar a cabo esta aventura científica y tecnológica al estado del arte y ya se han realizado las primeras pruebas. Se han identificado debilidades en el sistema GPS pero esto lejos de demeritarlo lo que hace es obligar a evolucionarlo. Para esto han surgido nuevas aplicaciones y servicios involucrando enlaces de redes terrenas con satélites geoestacionarios. Se han diseñado los conceptos de aumentación de sistemas satelitales de navegación global, basados en Tierra, GBAS, y basados en el espacio, SBAS. En la evolución de estas iniciativas están participando muchos países alrededor del globo. El liderazgo es encabezado por los Estados Unidos con los sistemas LAAS y WAAS seguidos de la participación de la Unión Europea con el sistema EGNOS, el Japonés con el sistema MSAS, el sistema GAGAN de la India, el SNAS de la China y el sistema Caribe-Sur América Test Bed, CSTB. Todas estas iniciativas están motivadas a mejorar notablemente los reportes de precisión de las coordenadas de posición geográfica en sus respectivas regiones y representan posibilidades de participación para Colombia.


CONCLUSIONES

El uso de sistemas satelitales de navegación global como el sistema GPS impacta significativamente en la vida cotidiana, científica, tecnológica, seguridad, agricultura de precisión, construcción, sísmica, prevención de catástrofes, delimitación de áreas, transporte aéreo, etc, todos relacionados con la economía del país. En Colombia los sistemas de aeronavegación están bastante bien utilizados, pero no se debe esperar a que otros países desarrollen completamente nuevas tecnologías para luego comprarlas porque en ese entonces ya estarán surgiendo otras versiones más avanzadas y se correría el riesgo de adoptar tecnologías en vía de obsolescencia. Instituciones e Industrias en Colombia deben permanentemente establecer alianzas, buscar nuevas formas de participación en proyectos relacionados con ensayos, pruebas, investigaciones e involucrarse en actividades relacionadas con tecnologías espaciales porque estos métodos están diseñados para resolver problemas en Tierra con mucha eficacia y aunque las inversiones son apreciables no son excesivamente altas puesto que los sistemas han sido concebidos para ser económicamente eficientes y rentables a mediano y largo plazo.

sistema GPS está siendo muy asediado por las exigencias de la comunidad aeronáutica que cada vez plantean nuevos retos. Rusia aparece en la escena de desarrollos tecnológicos de frontera con su constelación de satélites GLONASS para compartir con Estados Unidos la hegemonía del poder de la información de posicionamiento geográfico, en 1982 lanzó su primer satélite. En respuesta a esta competencia surge el advenimiento del sistema GALILEO como un sistema satelital más moderno y concebido como un sistema GPS mejorado y manejado por instituciones civiles.

REFERENCIAS

1. Una Estrategia Mundial Para El Gns - La Perspectiva Europea, Undecima Conferencia De Navegación Aérea, Montreal, del 22 De Septiembre Al 3 De Octubre De 2003
2. El Futuro Del Sistema Gps Como Base Para La Agricultura De Precisión, Ing Agr Axel Von Martin, Proyecto Agricultura De Precisión - Inta Manfredi, 2002
3. Galileo: Iniciativa Europea Para Un Sistema De Navegación Global Por Satélite, Hélio Koiti Kuga, Inpe - Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais, 2006
4. Gns Augmentations For Civil Aviation, Patricia Doherty, Institute For Scientific Research, Boston College, 2006
5. Implementación Y Utilización De Sistemas Gns Como Medio De Navegación En El Espacio Aéreo Bajo Jurisdicción De Colombia, 2007
6. Critical Foundations, Reporte 1997
7. Soporte Proyecto Csb Y Evaluación De Niveles De Servicio De Servicio Aeronáutica Civil De Colombia, Mario Andrés Lizarazu Ferro, 2005
8. Ionospheric Effects On Near Equatorial Space Based Augmentation Systems (Sbas), P. Doherty, C.e Valladares, Isr, Boston College, 2007



LA INGENIERÍA COLOMBIANA EN EL ESPACIO

La aplicación de la tecnología espacial en Colombia de manera integrada y eficiente a través de la gestión de una organización nacional y su comparación con otros países en desarrollo se discute como una introducción a la presentación de ejemplos reales y prácticos que aterrizan el uso de esta tecnología en las diferentes disciplinas de la ingeniería en nuestro país.

Por: JORGE ENRIQUE FRANCO*
Miembro de la Comisión de Geomática,
de la Sociedad Colombiana de Ingenieros (SCI).

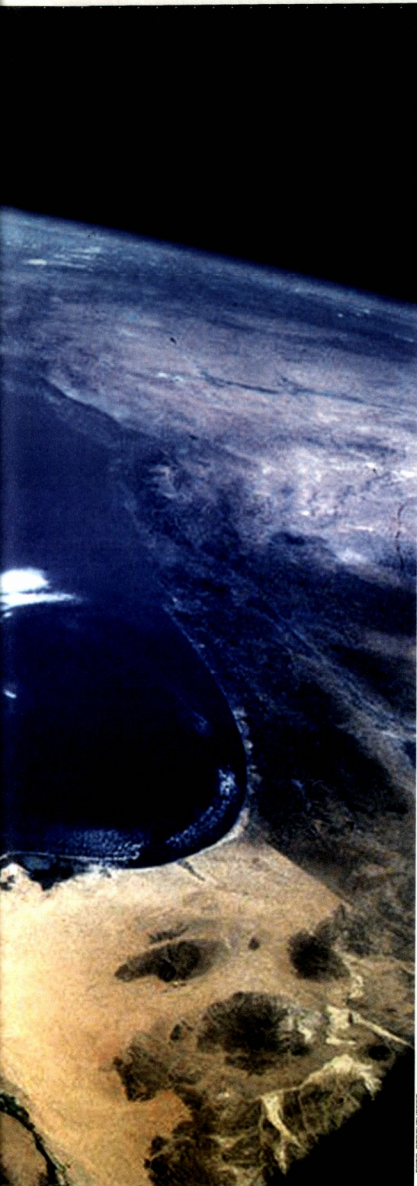


PHOTO: SHUTTERSTOCK

Se piensa que para la ingeniería colombiana son pocas las aplicaciones que puede tener para la vida práctica la creación de la Comisión Colombiana del Espacio. Al revés de lo que se piensa, la llegada de Colombia al espacio puede traer muchos cambios beneficiosos para la práctica de la Ingeniería que se practica en el país.

Muchos piensan, aún en entidades oficiales, que usar el espacio es tener una NASA pequeña que pueda mandar costosos cohetes al espacio para hacer investigación básica que no le trae ningún beneficio inmediato al país y a la Ingeniería. Nada más lejos de la realidad.

En reunión en Rionegro (Antioquia) en el año 2003, se planteó la necesidad de tener una agencia o comisión del espacio que juntara los esfuerzos de todas las entidades para el uso del espacio en aras del beneficio nacional. No era concebible que diferentes entidades oficiales compraran la misma fotografía satelital 21 veces, como lo puso de presente la AEROCIVIL. Todos los esfuerzos de las entidades gubernamentales se hacían en forma independiente en parte debido a los celos de cada entidad sobre sus funciones.

Los directores de las cuatro agencias latinoamericanas, Brasil, Argentina, Chile y Perú, mostraron los logros de sus agencias. Lo más interesante fue la experiencia del Brasil, que tomó la decisión de cometer sus propios errores en el desarrollo espacial y no solamente comprar la tecnología de los ya desarrollados y depender de ellos para siempre, ya que se piden los servicios y casi nunca se hace transferencia de tecnología. El Brasil ya tiene un portal de lanzamiento de satélites de uso tecnológico y tiene cuatro en el espacio para monitoreo de incendios forestales, inundaciones, deforestación y otros. Se aliaron con la China para el desarrollo del acceso al espacio.

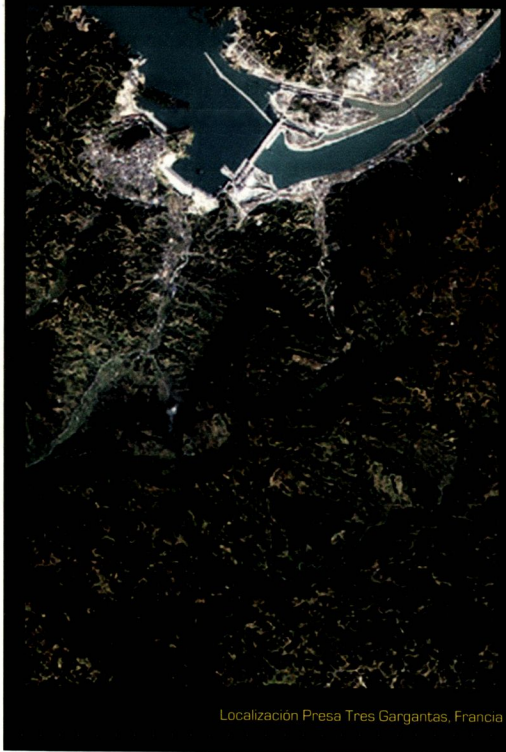
Quedó muy clara la necesidad de que los países trabajen en equipo para obtener mejores resultados conjuntos a través de una mayor inversión al sumar

Quedó muy clara la necesidad de que los países trabajen en equipo para obtener mejores resultados conjuntos.





Envisat satélite de ESA



Localización Presa Tres Gargantas, Francia



Deslizamientos en los Apeninos, Italia

los presupuestos locales. Se podría crear eventualmente una agencia o asociación como la ESA en la cual participan la mayoría de los países europeos y de la cual formarían parte todos los países de Latinoamérica.

Fue muy evidente en esa reunión y otras posteriores la necesidad de tener una entidad espacial en el país. El decreto 2442 de 2006 hizo realidad una situación que era urgente tomar para enfrentar el reto del espacio en el siglo XXI.

El siguiente problema para la Comisión del Espacio es como enfocar los problemas prácticos del país desde el espacio para venderle a Colombia la necesidad imprescindible de usar y desarrollar tecnologías espaciales para el desarrollo nacional.

Es bien sabido y está consignado en los planes de desarrollo del cuatrienio 2006-2010 y el plan a largo plazo del 2019, que el país está atrasado en por lo menos 25 años en el desarrollo de toda la infraestructura nacional.

Una gran contribución que podría hacer la Comisión Colombiana del Espacio al desarrollo de la ingeniería sería el de promover el uso de nuevas tecnologías de diseño de la infraestructura nacional. Se mencionan algunos que podrían tener un efecto importante a corto y mediano plazo. Algunas de estas aplicaciones todavía no están desarrolladas, pero ahí está el desafío para el país.



Caida de banca en carretera, Italia



Roboclimber, Italia

Fuente: ESA - Agencia Europea del Espacio.

En la Ingeniería Civil se puede emplear en el diseño de carreteras y ferrocarriles, para una mejor localización sobre el terreno de la vía y escapar a fallas geológicas de las cuales adolecen muchas de nuestras carreteras. También se pueden hacer los estudios de nivelación, ya que desde el espacio se puede obtener altimetría con precisión de 1 cm.

Se puede hacer monitoreo de carreteras y ferrocarriles para detección a tiempo de deslizamientos de tierra y calzadas como ya se está haciendo con el proyecto Arno en Italia. Es necesario buscar la transferencia de tecnologías de control espacial como el Roboclimber, máquina empleada en el control de deslizamiento de taludes, lo mismo en el control de máquinas de perforación de túneles para detectar rocas antes de que llegue la hoja de corte.

Otra aplicación es la localización de presas para embalses, para detectar fallas en geología y calcular dimensiones y costos de la obra. Igualmente, la localización del tendido de líneas de redes eléctricas desde el espacio. También la búsqueda de aguas subterráneas por medio de radar y fotografía multispectral. Se debe tener en cuenta que el radar de un satélite puede enviar y recibir el eco de cerca de 1800 ondas por segundo, para obtener promedios.

En la Ingeniería de Petróleos se pueden investigar superficies con infrarrojo, antes de usar ondas sonoras para localizar bolsas de

petróleo o gas. La localización de oleoductos y gasoductos en terrenos adecuados se puede hacer desde el espacio.

En Ingeniería Agrícola se tienen aplicaciones para agricultura de precisión para determinar sobre planos logrados desde el espacio de acuerdo a la clase de suelos, la cantidad matas a sembrar de la manera más económica. Ya se está aplicando en Argentina para el sembrado de trigo y en Brasil para el café. En Colombia se podría aplicar en sembrados de caña y palma africana para la producción de biocombustibles.

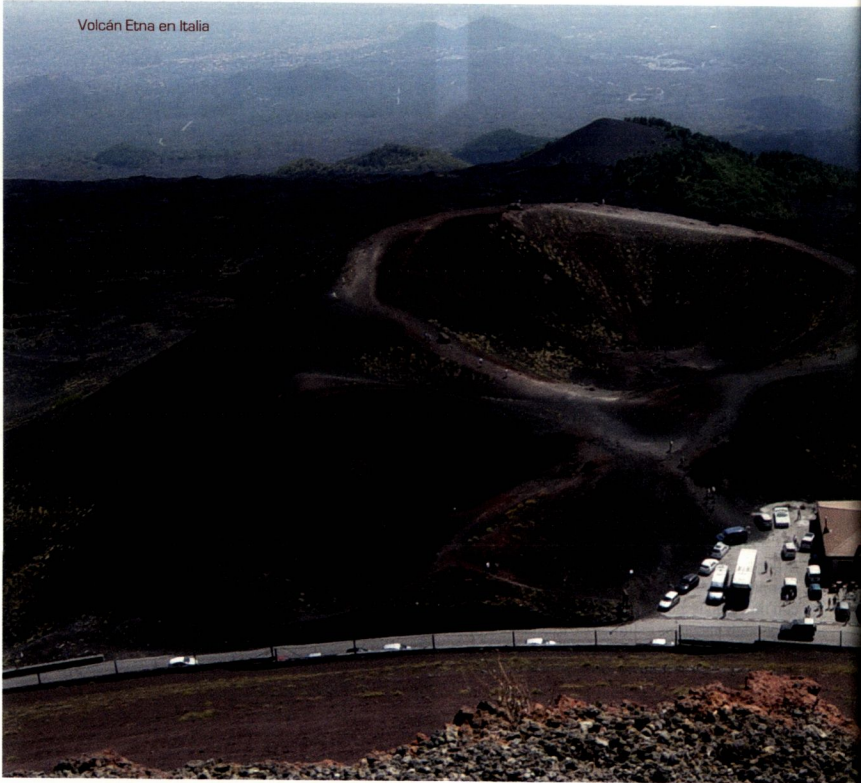
En Ingeniería de Tránsito hay varias aplicaciones tales como el control de vehículos, distribución de despachos y control de velocidades como se hace en TransMilenio. Esto se podría ampliar para los buses locales e intermunicipales.

El seguimiento por seguridad, de camiones de carga, lo mismo el control de estos en las colas de cargue y descargue en los puertos. El pago virtual de peajes en carreteras y ciudades como en el proyecto Armas de Portugal. En una ciudad se puede hacer el ruteo eficiente de vehículos de emergencia como los de bomberos y ambulancias. A los conductores de vehículos privados, con el equipo adecuado, se les puede avisar de accidentes y trancones para que cambien la ruta hacia su destino.

En ingeniería Ambiental las aplicaciones son múltiples. Desde el espacio se pueden

Es necesario
buscar la
transferencia
de tecnologías
de control
espacial.

Volcán Etna en Italia



Tala de árboles, España

monitorear los parques nacionales para prevenir desmonte, invasiones y sembrados ilegales, lo mismo en áreas boscosas y de conservación ambiental, por medio de la elaboración de mapas comparativos en diferentes épocas del año. En todo el territorio nacional se pueden detectar incendios forestales y planear el proceso de control del fuego (proyecto de camiones de cercanía). En el verano anterior fueron muchos y devastadores los incendios de bosques naturales y páramos.

El crecimiento de ríos para detectar y controlar inundaciones extemporáneas o estacionales, ya está empezando su aplicación en la amazonía brasilera. Es posible monitorear el crecimiento de islas para evitar invasiones y pérdida de territorio en zonas fronterizas o



en lugares como las Islas del Rosario. Monitoreo de volcanes, picos nevados y represas para evitar inundaciones y catástrofes como la del nevado del Ruiz en la tragedia de Armero (Tolima).

Se pueden detectar ondas sísmicas para alerta temprana de terremotos y también de posibles explosiones volcánicas como el proyecto del volcán Etna en Italia. Es bien importante la detección de gases de calentamiento global de efecto invernadero, como dióxido de carbono, metano y otros, que hace el satélite Envisat de la agencia europea ESA.

En Ingeniería de Comunicaciones, ya se tienen varias aplicaciones en telecomunicaciones, TV, Internet y teléfonos satelitales. Con un mejor desarrollo de estas tecnologías se habría

podido evitar proyectos como el de telefonía rural que quedó obsoleta con la llegada del celular.

En Planeación Urbana se puede monitorear el crecimiento de ciudades para evitar el crecimiento desbordado y la defensa de la herencia cultural como en Cartagena. El deterioro de algunas zonas del área urbana es detectable para tomar medidas de conservación o mejoramiento. Monitoreo de aeropuertos para evitar invasiones humanas y de basuras que pongan en peligro las actividades aéreas tal como sucede en Cartagena con los barrios de invasión y en Barranquilla con las aves carroñeras.

El campo educativo está abierto para crearle a los estudiantes el interés en los asuntos espaciales tal como sucedió con el lanzamiento del primer pico satélite colombiano tipo cubesat, el Libertad I de la Universidad Sergio Arboleda. Esta es una de las actividades que debe promover la Comisión del Espacio en las facultades de ingeniería de las universidades colombianas.

La unión de la ingeniería y la medicina se puede dar en programas de telemedicina en áreas lejanas, para evitar tragedias como la de los niños que murieron de inanición en el Chocó.

No todas las aplicaciones se hacen desde el espacio, algunas se pueden hacer a niveles más bajos desde aviones o helicópteros como lo hace el Instituto Geográfico para cartografía. Aunque desde el espacio se podría obtener más precisión y en tres dimensiones. Algún aficionado indicaba que diseño de carreteras se podría hacer desde parapentes.

De las posibles aplicaciones anteriores, la Comisión Colombiana del Espacio debe escoger por prioridades cuales son las de mayor interés para el desarrollo del país y de la ingeniería colombiana. Colciencias debe ayudar a financiar los proyectos que se determinen con las otras entidades de la Comisión para la aplicación práctica de las ciencias espaciales.

No se necesita inicialmente hacer costosas inversiones en cohetes y satélites, es mejor hacer uniones con los vecinos para conseguir un resultado conveniente para todos.

No hay que olvidar que país que no vaya al espacio en el siglo XXI está destinado para siempre a permanecer en el subdesarrollo.

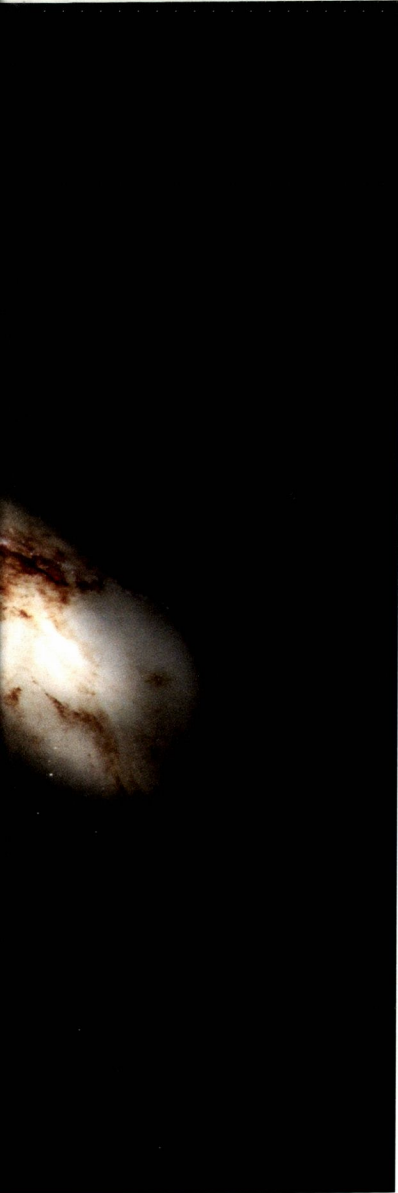
Para monitoreo de aeropuertos con el fin de evitar invasiones humanas y de basuras que pongan en peligro las actividades aéreas.

COLOMBIA CONQUISTA EL COSMOS

La creación de una Comisión Colombiana del Espacio, el lanzamiento de un satélite universitario y la presencia de académicos nacionales en la NASA y la Agencia Espacial Europea insertan al país en la conquista del universo.

Por: MABEL LOPEZ
Comunicadora Social.





Por décadas, Marte, la Luna, Júpiter y otros cuerpos celestes fueron considerados un objeto de estudio monopolio de las grandes potencias mundiales. Durante la Guerra Fría estuvieron en la mira de Estados Unidos y la Ex Unión Soviética, sin embargo, hoy son analizados en centros de investigación de todo el globo.

De cierta forma ello obedece a que años atrás se instalaron ambiciosas plataformas de observación en el espacio, que en la actualidad son usufructuadas por científicos de diversas latitudes, y a que existe una colaboración permanente entre los grupos de investigación y las diferentes agencias espaciales de Europa, Asia y América, por ejemplo.

En ese contexto, el sueño de que Colombia esté presente en la conquista del universo no es nada descabellado. Es más, desde hace años en las universidades nacionales se teoriza sobre la evolución de los planetas, los cúmulos estelares, hay proyectos de cohetes y satélites, y en el exterior cerca de diez científicos trabajan para la NASA y la Agencia Espacial Europea en geología planetaria, astrofísica y detección de planetas alrededor de las estrellas, por mencionar algunas áreas.

A dichos aportes se suma la consolidación de la Astronomía como gremio a partir de 1997, año en que se creó una red nacional que reúne anualmente a 21 instituciones entre universidades, centros de investigación, museos y grupos de aficionados, cuyos representantes exponen avances de investigación cada vez que hay encuentro.

Según el profesor Raúl Joya, expresidente de la Red Colombiana de Astronomía, el proyecto de estudiar el espacio ha movido desde instancias gubernamentales como la Fuerza Aérea, hasta universidades públicas y privadas como la Nacional, la Distrital, la Sergio Arboleda, la Pontificia Bolivariana de Medellín y la San Buenaventura de Bogotá.

En su opinión, aunque con sus investigaciones Colombia está contribuyendo a la astronomía (estudio de los cuerpos celestes) y la astronáutica (exploración del espacio fuera de la atmósfera terrestre), "hay que reconocer que como país estamos un poco rezagados, pues prácticamente salimos de últimos a la conquista del espacio". No obstante, los esfuerzos emprendidos en los últimos 18 meses, sin duda, darán mucho de qué hablar en el futuro.

Uno de los más visibles fue la creación en julio de 2006 de la Comisión Colombiana del

Desde hace años en las universidades nacionales se teoriza sobre la evolución de los planetas, los cúmulos estelares, hay proyectos de cohetes y satélites, entre otros.

El proyecto de estudiar el espacio ha movido desde instancias gubernamentales como la Fuerza Aérea, hasta universidades públicas y privadas.

Espacio, luego de dos años de intensas labores por parte de los ministerios de Relaciones Exteriores, de Defensa, del Interior, de Transporte, la Vicepresidencia de la República, la Fuerza Aérea, el Departamento de Planeación Nacional, Colciencias, el IDEAM y el Instituto Agustín Codazzi, entre otras entidades. A dicha iniciativa se sumaron algunas universidades del país para aportar los conocimientos de sus expertos.

Yesid Castro Forero, exfuncionario del Ministerio de Relaciones Exteriores, señala que la Comisión fue creada para fortalecer el manejo institucional de los asuntos espaciales en Colombia y estimular los proyectos en ese campo, dadas las múltiples aplicaciones en el ámbito científico, en la vigilancia ambiental, la seguridad nacional, la meteorología, el transporte, las telecomunicaciones, el aumento de la productividad agrícola y el desarrollo de la industria y los servicios.

El nuevo organismo, que se reunirá ordinariamente dos veces al año, tendrá como funciones coordinar las actividades espaciales nacionales; velar por la creación de estímulos a la participación de la iniciativa privada y universitaria; promover la cooperación nacional e internacional; orientar al Estado en los asuntos de carácter científico, tecnológico y jurídico relacionados con el uso, exploración y utilización con fines pacíficos del espacio ultraterrestre y analizar la conveniencia de suscribir tratados, convenios y acuerdos internacionales en asuntos espaciales.

Satélite made in Colombia

En el 2001, César Ocampo, colombiano que se desempeña como docente en la Universidad de Texas y que tiene a su cargo varios proyectos de la NASA, divulgó en un congreso de astronomía que se desarrollaba en la Universidad San Buenaventura de Bogotá el sueño de enviar el primer satélite colombiano al espacio. Pasaron tres años para que el país prestara atención a su idea y en el 2004 el Observatorio Astronómico de la Universidad Sergio Arboleda, bajo la dirección de Raúl Joya, decidió implementarlo con Ocampo como director científico.

Los ingenieros Iván Luna, César Valero, Andrés Alonso y Miguel Ariza se ocuparon de armar los módulos del satélite que cumplen las funciones de cerebro o CPU, comunicaciones, procesamiento de imágenes y suministro de energía. El satélite, cuyo cuerpo es un cubo de mil centímetros cúbicos, con un kilo de peso, es conocido como Libertad I, y desde abril de 2007, cuando fue puesto en órbita, realiza funciones



experimentales de telemetría (reporte de su funcionamiento interno) y transmite una señal de audio enviada desde la tierra.

Aunque en la práctica parecería tratarse de algo sumamente sencillo, "entrañó complejos procesos investigativos al interior del equipo científico de la Universidad Sergio Arboleda", señala el profesor Raúl Joya. Al cabo de año y medio de labores, diversas instituciones se sumaron al esfuerzo que implicó poner a Libertad I en órbita. El académico resalta a la Aeronáutica, la Fuerza Aérea, Ministerios, empresas de microcircuitos y software, la Liga de Radioaficionados de



Colombia y Bogotá y la Universidad de Stanford en Estados Unidos.


Se espera que el Cubesat o Picosatélite colombiano, como también se le denomina, abone el camino para el posterior diseño de innovaciones más sofisticadas, que le ofrezcan al país sus propios servicios de información climatológica, de comunicaciones, telemedicina y GPS.

Según César Ocampo, director científico del proyecto, el picosatélite exigirá entrenar a toda una generación de ingenieros que va a poder surtir el mercado de desarrollo de satélites. La página web ¹ creada para monitorear

la misión reporta que Libertad I ha realizado más de 2.320 transmisiones, completa más de 11.600 paquetes de datos y seguirá orbitando la tierra durante al menos seis años. Se incinerará en su reingreso a la tierra.

Libertad I fue lanzado desde el cosmódromo de Baikonur en Kazajstán, antigua Unión Soviética, a través de uno de los cohetes DNEPR de la empresa Kosmotras, que puso en órbita a otros 14 picosatélites durante el mismo vuelo. Luego de llegar a una altura de 600 kilómetros, el Cubesat dio vueltas alrededor de la tierra entre 90 y cien minutos, en una órbita de 97 grados, y dejó su huella colombiana en el espacio.

¹ http://www.usergioarboleda.edu.co/proyecto_espacial/



A pesar de que son poco conocidos en su país, desde hace mucho cerca de diez científicos colombianos protagonizan proyectos vitales para la NASA, la Agencia Espacial Europea y centros de investigación de naciones vecinas como Brasil.

Por: MABEL LÓPEZ,
Comunicadora Social.

ACADÉMICOS EN LA CARRERA ESPACIAL

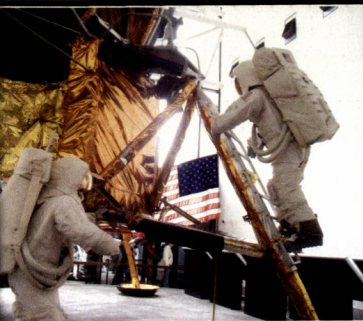
Ellos le han dado vida a materiales que soportan el calor del Sol y que serán implementados en las naves espaciales que explorarán Marte en el 2012; han facilitado el diseño de trayectorias espaciales para volver a la Luna; han reducido notablemente las fallas de ensamblaje de los trasbordadores antes de su lanzamiento; y han contribuido al descubrimiento de núcleos activos de galaxias, entre otros avances¹.

Maloka, el Coordinador de la Red de Astronomía de Colombia, Capitulo Bogotá, y Colciencias, entre otras entidades, se unieron para que tres de estos académicos visitaran el país en el marco del Encuentro Nacional de

Astronomía RAC 2006. Del 13 al 16 de octubre los asistentes se deleitaron con las experiencias de Adriana Ocampo, investigadora de la NASA desde 1973; Mauricio Hoyos, físico vinculado al Centro Nacional de Estudios Espaciales de Francia y a la Agencia Espacial Europea desde 1998; y David Ardila, astrónomo del telescopio espacial Spitzer e investigador del Hubble por parte de la Universidad John Hopkins, de los Estados Unidos.

El recorrido académico y los logros investigativos de estos colombianos han estado acompañados de grandes esfuerzos personales, económicos y afectivos. Luego de estar por años fuera de su patria bajo la máxima "también

1 Información tomada del periódico El Tiempo y la página skyscrapercity.com



podemos", dos de ellos se han convertido en especialistas mundiales en su área y el tercero es una joven promesa en el uso de un método empleado para detectar planetas alrededor de estrellas diferentes al Sol.

Ciencia sin fronteras

El doctor, la profesora, el futbolista, el bombero y el científico, por décadas fueron algunos de los referentes a partir de los cuales los niños latinos construyeron su vida. Sin embargo, después de los años 60 los sueños infantiles se vieron permeados por una figura, entonces se vieron permeados por una figura, entonces futurista, que les anunciaba la existencia de nuevos mundos: "el astronauta".

En medio de ese cambio de paradigmas en el juego creció la geóloga planetaria Adriana Ocampo, una barranquillera que desde muy niña salió de Colombia hacia Argentina y luego a Estados Unidos para cumplir una fantasía que solía representar con tapas de ollas en la terraza de su casa, mientras contemplaba la bóveda celeste.

Según Víctor Ocampo, su padre, todos los seres humanos vienen a la tierra con una misión, "y la de Adriana era contribuir a la conquista del espacio y de paso posicionar a las científicas latinoamericanas en el mundo". De no ser así ¿cómo se explica que haya logrado cartearse con la NASA cuando apenas era una niña, que en plena adolescencia terminara trabajando en el Centro de Excelencia para la Exploración del Sistema Solar en California, o que presenciara en exclusiva desde tierra las primeras imágenes que se conocieron de la superficie de Marte y sus lunas?

El papel de joven voluntaria en los laboratorios de propulsión a chorro de la NASA le permitió conocer de cerca a algunos de los científicos más importantes del mundo en la década del 70, mientras definía su especialidad. "En aquellos momentos yo estaba interesada en estudiar ingeniería aeroespacial, pero cuando en julio 20 de 1976 pude presenciar las imágenes del primer robot que amartizaba (Viking), quedé tan fascinada que me dije: tengo que entender la parte científica que hay detrás de todo esto. Apenas empezaba la carrera de ciencias planetarias y dentro de ellas yo me incliné por la geología planetaria", recuerda.

Ser una inmigrante en Estados Unidos, que se enfrentaba a un nuevo idioma, a una cultura diferente, a carencias económicas y a episodios de discriminación, no impidió que esta colombiana hiciera su Licenciatura en Ciencias Geológicas en la Universidad Estatal de California, desarrollara una Maestría en Ciencias Geológicas en la Universidad Estatal Northridge, y cursara un doctorado en la Universidad Vrier de los Países Bajos, que está a punto de culminar. "Creo que todo ello es producto de la persistencia que mis padres me inculcaron desde muy pequeña y el apoyo incondicional que le dieron a este sueño".

Muchos años después, entre sus logros profesionales se cuentan los cargos de ejecutiva de programa de la Oficina Directiva de la NASA en Washington D.C. y el de especialista en relaciones internacionales en ciencias espaciales

Espero haber inspirado a muchas niñas que, como yo, soñaron con conquistar el universo, pues ellas también lo pueden lograr.

de esa entidad. Pese a que nunca ha tripulado una nave espacial, desde la NASA fue responsable del desarrollo, integración, implementación y el presupuesto de múltiples misiones (MAP, INTEGRAL, ASTRO-E, XMM, SAC-C, etc.) que contaron con la participación de agencias espaciales de todo el mundo.

Como investigadora formó parte de los equipos científicos de misiones de exploración planetaria como Vikingo, Odisea y Mars Observer a Marte, Voyager a los planetas gigantes, y Galileo a Júpiter. Sus aportes también fueron notables cuando trabajó como investigadora para la Agencia Espacial Europea en las misiones Expreso a Marte (Mars Express) y Expreso a Venus (Venus Express).

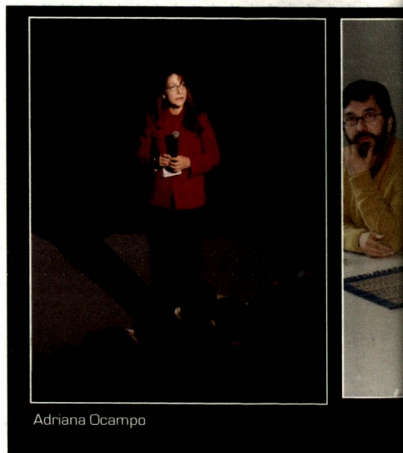
Sus triunfos parecen verdaderas quimeras para quienes apenas se inician en las ciencias espaciales, no obstante, Adriana Ocampo señala que lo realmente importante es ver que si ella lo logró, otros colombianos también pueden procurarse una carrera académica reconocida.

Ocampo fue la primera en identificar, via imágenes satelitales, el cráter de impacto Chicxulub, que hace 65 millones de años causó la extinción de más del 50% de las especies de la Tierra, incluyendo a los dinosaurios. También, dado su interés de divulgar y promover las ciencias espaciales, impartió en diversos puntos del globo cursos sobre ciencias planetarias, en conjunto con Naciones Unidas.

Cree fervientemente que la exploración espacial es patrimonio del planeta, por ello ayudó a desarrollar el concepto de la Conferencia Espacial de las Américas (CEA) desde 1990. La CEA pretende que el continente avance y se organice en torno a la temática para elevar el nivel y la calidad de vida de sus ciudadanos.

De sus galardones, quizás uno de los más estimulantes sea haber sido nombrada por la revista *Discovery* en el 2002 dentro de la lista de las 50 mujeres que más han contribuido a la ciencia en el mundo. "Ver que los años de sacrificio que requiere llevar a cabo la exploración y la investigación espacial fueran reconocidos me produjo un gran regocijo. Pero sobre todo, demostrar que la posibilidad de implementar sueños es real. Espero haber inspirado a muchas niñas que, como yo, soñaron con conquistar el universo, pues ellas también lo pueden lograr".

Es colombiana de nacimiento, argentina de crianza y estadounidense por elección, sin embargo, rechaza los patriotismos. Ella sim-



Adriana Ocampo

plemente se considera ciudadana del planeta y una científica que sueña con el día en que la humanidad se lance al descubrimiento del cosmos como unidad. En ese proyecto trabaja día y noche desde la NASA en Washington D.C., a la espera de la misión que desde tierra le permita llegar a un planeta distinto a la Luna, Marte, Júpiter o Mercurio. Siempre con las lecciones de su padre en mente, una de ellas: "no hay que pensar que otras personas alcanzaron el éxito porque tuvieron más posibilidades. Simplemente hay que luchar y seguir el camino".

Física a flote

Mauricio Hoyos nunca se planteó el reto de ser astronauta, a decir verdad el laboratorio en tierra le ofrecía todas las satisfacciones que un científico pudiera soñar. Sin embargo, la búsqueda de financiación para sus trabajos sobre suspensiones en flujo lo conectó directamente con el Centro Nacional de Estudios Espaciales de Francia y la Agencia Espacial Europea, de tal forma que cada cuando se ve realizando experimentos en un avión Airbus, que por ciclos de 20 segundos emula las condiciones de ingravidez sufridas por los cosmonautas en el espacio.

Su trabajo persigue el objetivo de separar compuestos a través de la hidrodinámica (manejo de flujos con bombas en diferentes caudales), un método más poderoso que la cromatografía o la electroforesis, que se apoyan en filtros y membranas. Su técnica emplea celdas de décimas de milímetro, a través de las cuales



Astrónomos

David Ardila

Mauricio Hoyos.

pasa un flujo que entra en contacto con campos transversales como el magnético, el eléctrico, el acústico o la gravedad, sedimentando las partículas que se requiere separar. El procedimiento ha demostrado ser exitoso cuando de estudiar células, bacterias y macromoléculas se trata, ello implica que tenga usos tanto en la industria como en el campo médico.

Cuando recién se graduó de bachiller, Mauricio Hoyos quería ser ingeniero mecánico, carrera a la que se matriculó en la Universidad Nacional. Pero el cierre de la institución durante un año en 1976 lo dejó por fuera de su camino y lo condujo directo a la Universidad Pedagógica, que le abrió las puertas de una disciplina que cambió su historia y ha influido notablemente en la de la humanidad: la Física.

Muchos lo conocen como astrofísico, radioastrónomo (análisis de ondas electromagnéticas) o incluso físico de partículas; estudió esas especialidades en Francia, pero con el tiempo se dedicó a la mecánica de fluidos, la transferencia de masa y calor, y la reología (investiga las propiedades mecánicas de gases, líquidos, plásticos, sustancias asfálticas y materiales cristalinos).

Salió de Colombia en 1981, en una verdadera aventura académica, acompañado de su esposa. Escogió Francia debido a que en ese país el estudio era prácticamente gratis, "lo que implicaba una ventaja". Trabajaba de noche y estudiaba de día, y aunque su maestría y doctorado se conjugaron con múltiples sacrificios,

"finalmente valió la pena". Al poco tiempo de haber terminado su doctorado logró una plaza en el Instituto Nacional de Petróleos para hacer un trabajo sobre acústica y medios dispersos y porosos. Se convirtió en ingeniero de investigaciones del Laboratorio de Ultrasonido y dio el primer paso hacia el postdoctorado.

En 1990 se le presentó la oportunidad de aplicar para un puesto en el Centro de Investigaciones Científicas de Francia, al que se habían presentado cientos de académicos de ese país. Se quedó con el cargo y con la certeza de que su vida intelectual estaría atada a Europa. Desde entonces es uno de los 12 mil especialistas mundiales del Centro, específicamente de la Escuela Superior de Física y Química Industrial, donde trabajaron Pierre y Marie Curie, y que para cuando él comenzó era dirigido por Pierre-Gilles de Gennes, el Nóbel de física de 1991.

Actualmente el profesor Hoyos lidera el tema de la separación de moléculas por hidrodinámica en Francia, formula sus propios proyectos, tiene a su cargo estudiantes y contratos de investigación. Precisamente esa responsabilidad fue la que lo conectó con el universo. "El Centro de Estudios Espaciales y la Agencia Espacial Europea apoyan los análisis que tengan que ver con su campo, además ofrecen el avión Airbus como laboratorio". Así que él formuló un proyecto para medir constantes fisicoquímicas en fluidos, algo que no se puede estudiar en tierra porque la gravedad las tapa.

Desde entonces es uno de los especialistas de la Escuela Superior de Física y Química Industrial, donde trabajaron Pierre y Marie Curie.

“Sentirse en ingravidez es fantástico, es una experiencia personal interesante y un desafío a la naturaleza que hace parte de las expectativas que tiene que tener todo investigador”, comenta. Sin proponérselo, mientras realiza sus mediciones con fluidos una y otra vez en el Airbus, ha presenciado avances científicos que le han dado la vuelta al mundo a través de los medios de comunicación. Por ejemplo, estuvo en el vuelo en el que se realizó la primera cirugía en condiciones de microgravedad en septiembre de este año. “Yo estaba trabajando en ese momento, así que no pude ver mayor cosa, lo que sí puedo decir que es un gran logro de los investigadores que la realizaron”.

En el mundo hay muy pocos grupos trabajando con las técnicas de separación que usa Mauricio Hoyos, que para él no sólo son únicas, sino atractivas por la interdisciplinariedad que implican. “La física te permite entender la hidrodinámica del sistema, pero a eso le tienes que agregar los métodos de la química analítica, y como una de las aplicaciones que se persigue es separar las células por tallas o especies, entonces también entra en juego la biología”.

Por esta última aplicación, el científico colombiano fue contactado por el Departamento de Ingeniería Biomédica de la Fundación Clínica de Cleveland, Ohio, en Estados Unidos. Sus investigaciones más recientes se han concentrado en separar células madre a partir de campos magnéticos. “El propósito es aislar y diagnosticar las células para reinyectarlas en los pacientes, de tal forma que se reconstruya su patrimonio inmunitario. Se quiere separar una gran cantidad de materia, objetivo que no es posible alcanzar mediante las otras técnicas”.

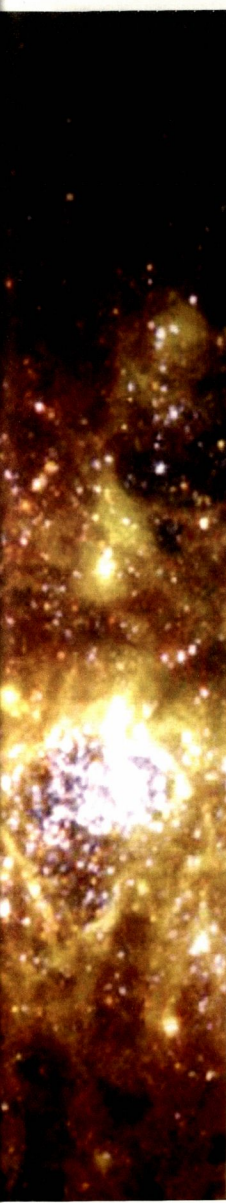
En la misma línea, apoya un proyecto entre Francia y Colombia para innovar con un método que permita separar las células sanas de las infectadas con el parásito tropical Leishmania. “Actualmente no hay técnicas válidas para eso, porque se utilizan filtros que no permiten recuperar el material necesario”. La idea es poder utilizar la técnica para filtrar también células cancerosas. Definitivamente, un aporte científico sin igual de un físico que ha puesto en alto el nombre de su país y que a través de intercambios académicos con la Universidad Nacional busca despertar el interés de los colombianos por un tema con inmenso potencial.

Nace un planeta

La exploración espacial no sólo ha implicado la puesta en órbita de satélites, el aterrizaje en otros planetas, viajes tripulados por humanos, o el montaje de estaciones científicas. Algunos de los pasos más grandes se han dado a través de telescopios, que una vez fuera de Tierra, han enviado imágenes de nuevas galaxias, agujeros negros y cuerpos celestes. Gracias a ello se han derrumbado viejas teorías astronómicas.

Dos de los telescopios espaciales más importantes que ha creado la comunidad científica mundial son el Hubble y el Spitzer, el tercer y cuarto proyecto dentro del programa de “Grandes Observatorios de la NASA”. Son verdaderos monstruos tecnológicos que se encuentran en manos de una élite científica.

Al grupo de los pocos que pueden administrarlos desde tierra pertenece un físico colombiano, formado en la Universidad de Los Andes, y que a los escasos 37 años es Ph.D. en Astrofísica de la



Universidad de California en Berkeley, y Magister en Física de la Universidad de Purdue. David Ardila está vinculado al Instituto de Tecnología de California, es el responsable de la calibración fotométrica del espectrógrafo infrarrojo del Spitzer, y es investigador del Hubble por parte de la Universidad John Hopkins de los Estados Unidos.

El astrofísico intenta observar el proceso de formación de los planetas alrededor de estrellas más jóvenes que el Sol. "Hasta hace 10 años sólo sabíamos de nuestro sistema y todas las teorías de formación de planetas partían de allí. Desde entonces se han descubierto cerca de 180 planetas alrededor de otras estrellas. Las características de éstos son completamente inesperadas, y han abierto las puertas a nuevas teorías", señala.

Su trabajo consiste en examinar el polvo que producen los choques de asteroides alrededor de las estrellas, pues ese es el principal indicio de la existencia de planetas y ayuda a determinar su origen y formación. Otro interrogante es si los planetas son más comunes alrededor de estrellas como el Sol, o alrededor de estrellas más frías o calientes.

La suya no es la historia del niño que quedó fascinado con las imágenes del hombre en la Luna o las películas de ficción sobre astronautas. Simplemente ingresó a estudiar Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Los Andes, en Bogotá, y se enamoró de la Física en su primer curso.

Los pasos iniciales los dio en torno a la física del estado sólido y en el postgrado migró a la física nuclear. Sus especializaciones comenzaron en Indiana, Estados Unidos, y las continuó en Berkeley, donde se enroló en la astronomía sin saber mucho del tema. "La idea era vincularme porque estaban pasando muchas cosas interesantes. El Hubble estaba siendo lanzado y cada día se escuchaban hallazgos sobre el espacio. Yo no quería ser un físico teórico, ni experimental, sino estar en la mitad de la teoría y la práctica y pensé que la astrofísica era eso".

Con el tiempo, Ardila ingresó a la Universidad John Hopkins para ahondar en los procesos de formación planetaria y luego de tres años de labores apareció la posibilidad de enrolarse en el Spitzer. "Acababa de ser lanzado y necesitaban una persona que tuviera experiencia con espectroscopía". Esta técnica de descomposición de la luz es empleada para saber de qué están hechas las estrellas, de qué tamaño son, y si tienen o no planetas a su alrededor.

Hoy es el ejemplo que inspira a muchos de los estudiantes de Física de la universidad que lo vio nacer como científico en Colombia. "Sali del país en 1993, pero cada que vengo intento establecer contactos académicos con estudiantes. Hace poco estuve dando un taller en la Universidad de Los Andes y gracias a ese intercambio ya hay estudiantes de maestría y pregrado trabajando dentro de proyectos de formación de planetas".

Una de sus frustraciones astronómicas es que el número de ideas de investigación es superior al tiempo que tiene para llevarlas a cabo. Por eso intenta sembrar semillas de conocimiento que espera florezcan en su patria, para demostrar que si él y otros como Adriana Ocampo y Mauricio Hoyos llegaron, muchos otros colombianos también podrán ponerle su impronta a la conquista espacial. "Es cuestión de mantener el entusiasmo, trabajar duro, y tener cierta ética en el trabajo".



Quando se empezó a hablar de los biocombustibles, la idea era aprovechar excedentes de alimentos y desechos de los procesos que convierten algunas plantas en sustancias comestibles, para que en cambio de arrojarlos como simple, incómoda basura, se los sometiera a procesos de los que salieran sustancias aprovechables como combustibles; allí se veía una nueva y poco convencional fuente de riqueza.



FOTO: VICTOR HUGO VILLANAZAR

¿BIOCOMBUSTIBLES Y NO ALIMENTOS?

Por: Juan Mendoza-Vega M.D.

Entre las preocupaciones graves que comparten, aunque no necesariamente por igual, los países grandes y desarrollados con los menos afortunados, está el de los combustibles que hoy forman parte inevitable y muy importante de la vida diaria, pues con ellos se mueven las máquinas que nos transportan, nos ayudan a recoger y preparar los alimentos, nos dan luz y calefacción a medida de las necesidades, entre otras muchas cosas.

Como los derivados del petróleo y del carbón mineral son cada día más escasos y se prevé su fin a plazo relativamente corto si los seguimos gastando en la cantidad que lo hacemos ahora, investigaciones muy importantes han permitido encontrar otras fuentes de energía, entre ellas algunas plantas con las cuales se pueden preparar los llamados "biocombustibles", sustancias que además tienen la ventaja de contaminar menos la atmósfera y así poner menos peligros en este inmenso barco espacial que es el planeta Tierra, único que por ahora posee la especie humana.

El asunto a primera vista no parecería tener discusión: nos conviene mucho promover el cultivo de esas plantas, en escala tan grande como sea posible, para que no cambien y mucho menos se acaben las comodidades de la civilización que dependen de los motores en marcha, al tiempo que cuidamos mejor el delicado equilibrio del ambiente.

Pero ya hay científicos preocupados por la posibilidad, bien real, de que los cultivos destinados a producir biocombustibles se vuelvan mucho más rentables y atractivos que otros cultivos, concretamente los que usamos como alimentos, hasta llegar al punto en que disminuya peligrosamente el suministro de lo que comemos y el hambre se vuelva amenaza cierta en medio de la abundancia



FOTO: VICTOR HUGO VILLANAZAR

de alcoholes y sustancias similares destinadas a mantener funcionando millones de motores.

Destruir hectáreas de selva amazónica para sembrar palmas cuyo aceite no es comestible pero sí base para combustible, sustituir plantaciones de yuca, plátano, maíz, trigo, por otras de uso industrial no humano, son actos peligrosos para nuestra especie y así debemos entenderlo todos, empezando por los líderes políticos y los magnates económicos en cuyas manos está de modo más directo la decisión en casi todos los casos.

Quando se empezó a hablar de los biocombustibles, la idea era aprovechar excedentes de alimentos y desechos de los procesos que convierten algunas plantas en sustancias comestibles, para que en cambio de arrojarlos como simple, incómoda basura, se los sometiera a procesos de los que salieran sustancias aprovechables como combustibles; allí se veía una nueva y poco convencional fuente de riqueza. Comprobada ya la posibilidad de ese aprovechamiento, se requiere ahora que no nos desborde el entusiasmo hasta hacernos cambiar combustibles por hambre masiva; una vez más se trata de que la ciencia y la tecnología sirvan a los seres humanos, contribuyan a mejorar la calidad de la vida, y no que todos resultemos esclavos maltratados por esa ciencia y sus desarrollos concretos.

La calceta, un material que puede ser multiusos

FIBRA DE PLÁTANO HASTA EN LAS SILLAS

Por: Bethsabé Castro Payán
NOTICyT - Cali

Las fibras extraídas de la penca del plátano ya no sólo son usadas para que los artesanos realicen bolsos, sombreros, esteras y hasta muñecas. Su uso se amplió y hoy tiene con mirada de asombro a más de un seguidor de las propuestas innovadoras. Estas fibras que son las capas que cubren el tallo del plátano y que se desprenden cada dos semanas, durante años han sido aprovechadas por acuciosos artesanos para hacer sus creaciones.

Ahora, encontraron en Palmira, ciudad ubicada en el centro del Valle, otra vida. Paula Andrea Puentes, estudiante de diseño industrial le apostó a la creatividad mediante la fusión de esta fibra con el cedro Caquetá para crear una obra de arte en la rama del mobiliario.

Sobre la calceta de plátano ya habían otras investigaciones y usos, pero ninguno tan arriesgado como para crear los muebles de una sala, por ejemplo. «En el momento que empecé a plantear mi trabajo de grado, con mi directora, me enteré de una alianza existente entre la Universidad

Nacional de Colombia, Sede Palmira, y la Fundación Progresamos para el mejoramiento de la mini cadena artesanal de la calceta de plátano. Desde ese punto de partida vi en este material una oportunidad para desarrollar un proyecto real y mucho interés para un acercamiento a un ejercicio profesional», afirmó la diseñadora.

La Fundación, encargada de manejar todo el proyecto de la calceta de plátano, se convirtió en un punto de partida para plasmar una idea diferente y acercar a las artesanas a otros proyectos realizables con esta fibra natural. En el desarrollo del proyecto, Paula Andrea encontró diferentes propiedades en el manejo de tejidos y técnicas utilizadas en la manipulación de la calceta: «me gustó el manejo de los tonos —se pueden obtener al menos tres diferentes permitiendo crear patrones de colores en los tejidos.

También observé que al usar la técnica de rollo, hay flexibilidad y maniobrabilidad, al igual que resistencia y firmeza de un tejido ya conformado de mayor área».

Esta fibra natural se puede aprovechar en todas sus dimensiones, sus tejidos ya son apetecidos en artesanías.

Mobiliario MODERNO

La estudiante propuso la realización de un sofá, un puff, una mesa auxiliar y una mesa central, todos elementos con la suficiente capacidad para que sean usados como implementos del mobiliario de cualquier casa colombiana.

Cada uno de estos artículos conquista por la estética y por la funcionalidad que le quiso dar la ingeniera industrial a los espacios. «Es una fusión de aspectos artesanales y contemporaneidad», afirmó. Cerca de mil metros de rollo de calceta de plátano tuvo que utilizar para la creación de esta novedosa propuesta y la inversión en materiales pasó los 200 mil pesos. «Es una propuesta que puede ser funcional y por supuesto comercial, con este trabajo de grado se hizo un primer acercamiento de mobiliario con la Fundación,

aún se hacen ciertos ajustes. Los 200 mil pesos tienen que ver con los costos productivos, si fueran a ser comercializados tendrían otro precio», expresó Paula Andrea Puentes. Con esta idea, seguramente, se podrán aprovechar mucho más las plataneras que son cortadas por los campesinos cada dos semanas.

Lo que para algunos serían desechos para los artesanos se convertiría en una fuente de materia prima. La ingeniera industrial indicó que la idea fue planteada para que pueda ser producida en serie.

«Cada uno de los elementos fue realizado bajo planos, las estructuras fueron realizadas en cedro Caquetá y en el proceso de tejido se estandarizaron las cantidades de rollo utilizadas en cada una de las par-

tes de los muebles». El Valle del Cauca y el sur occidente colombiano han sido regiones en donde por herencia la siembra del plátano es una constante. Con esta propuesta se podría generar otra alternativa para optimizar recursos y utilizar los cultivos. «La mini cadena artesanal es una buena solución, desde diversos puntos de vista.

Por ejemplo el social, en los municipios de Candelaria, Florida y Pradera se capacita para el desarrollo de los productos artesanales a las personas desplazadas. Otro tiene que ver con el aspecto ambiental, pues después de la cosecha de plátano se cortan las plantas, lo que se convierte en un desecho para los agricultores. Con el proyecto calceta se da solución a esta situación», concluyó Puentes.



FOTO: VICTOR HUICO VILLAMIZAR



Zonas de reserva FORESTALES

El caso expuesto por El Tiempo evidentemente muestra que si existe un control en cuanto a cuáles son las zonas de reserva forestal. La solución legislativa es un tema que les compete directamente a los responsables, ya que esta vez la omisión fue por parte de ellos y las autoridades competentes intervinieron para detener el proceso y terminación del predio. Sin embargo, la edificación, según el reporte del diario El Tiempo, alcanzó a devastar 300 metros de la reserva, lo cual hace pensar que aparte del permiso de construcción que se otorga en las curadurías, también debe realizarse una inspección histórica sobre el terreno en el cual se va a construir, ya que pudo haber sido nombrado reserva forestal desde varias décadas atrás. ¿Cuántos barrios en Bogotá estarán contruidos sobre lo que fue una gran zona forestal patrimonio? Lo realmente importante es evitar que esto siga ocurriendo, porque hoy fueron 300 metros, después serán mil y ¿luego?.

RESERVAS FORESTALES UN PATRIMONIO INVALUABLE

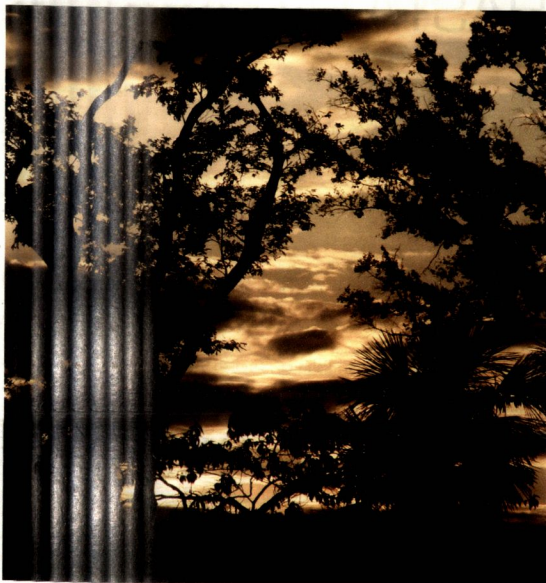


FOTO: VICTOR HUGO VILLANAZAR

Por: Carlos Barahona Uribe
Colaborador NOTICYT

A propósito de la denuncia hecha por el diario El Tiempo el pasado tres de septiembre, sobre la invasión y destrucción de una zona de reserva forestal por parte de una construcción de apartamentos en el Barrio Rosales de Bogotá, existen algunas consideraciones que se deben realizar sobre el cuidado de las reservas naturales en Colombia.

La Universidad del Tolima y su grupo de investigación llamado Biodiversidad y Dinámica de Ecosistemas Tropicales, ha realizado una serie de investigaciones sobre la importancia del cuidado de las zonas de reserva forestal y sus ecosistemas. Como es bien conocido, Colombia es uno de los países que

hacen parte del núcleo respiratorio de Sudamérica y del mundo, el cuidado de las zonas selváticas y de las reservas forestales está en constante vigilancia para no permitir la violación de las leyes forestales. La abogada Luz Marina Mesa, de la Universidad Externado de Colombia, comentó lo siguiente sobre el caso presentado en Bogotá y sobre el cuidado forestal: «Ciertamente se está violando la Ley No. 0106 del 30 de Diciembre de 1946, la cual se estableció para el fomento del cuidado forestal, en este caso, lo más prudente para la constructora sería conseguir un permiso especial y comprometerse a la recuperación o patrocinio de zonas forestales».

Por su parte, el ecologista Mario Carvajal, de la Universidad Javeriana,

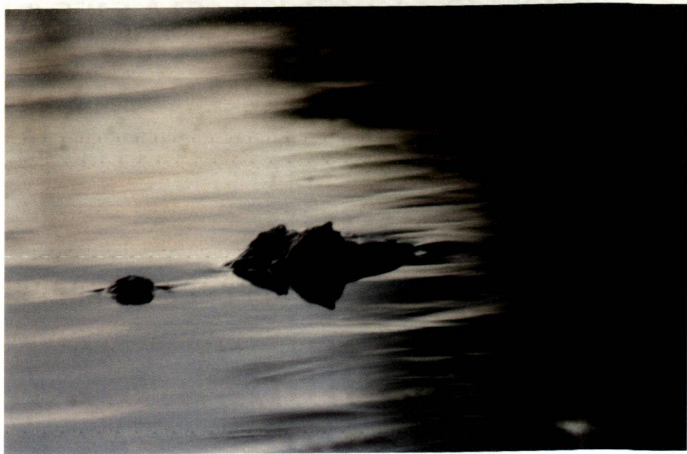


FOTO: VICTOR HUGO VILLAMIZAR

diciente de la abogada y argumenta lo siguiente: «Algunas constructoras no tienen la delicadeza de mirar dónde se puede construir, es cierto que muchas son responsables y tienen un debido proceso, pero en este caso es diferente, la violación de este espacio comenzó y muchas veces, aunque se comprometan a patrocinar o buscar un nuevo espacio para una nueva zona forestal, el daño es tanto que el ecosistema cambia y habrá que esperar por lo menos cincuenta años para que esa zona tenga la oxigenación que poseía el área afectada». Ante esta discusión los resultados de la investigación de la Universidad del Tolima muestran la importancia de la conservación de un ecosistema, ya que han encontrado que las especies se sienten más cómodas en espacios estables y lejos del alcance humano. Es decir, el cuidado de las zonas forestales fomenta la reproducción de algunas especies, oxigena constantemente su entorno y aparte se convierten en zonas exclusivas para la reconstrucción progresiva de los espacios boscosos dañados.

El investigador Libardo Arévalo comentó sobre su investigación que «el grupo se ha enfocado en buscar la biodiversidad de los ecosistemas y reservas en el Tolima, y hemos encontrado que algunos tipos de árboles tienen regeneración más rápida que otros y por lo tanto aportan a la socioeconomía, pero también siguen siendo parte fundamental para el cuidado». Al preguntarle sobre el caso específico de lo ocurrido en la ciudad de Bogotá y la invasión de la

constructora en el barrio Rosales añadió: «No se mucho de legislación, pero sé que el IDEAM tiene sus reglas, me parece que en ese caso los constructores se descuidaron y no se informaron bien, es precisamente lo que el grupo de investigación también busca, delimitar las zonas más importantes en cuanto a especies y reconstrucción inmediata, pero hay que ser cuidadosos y mirar cuáles zonas son idóneas para construir y cuáles no».

Recordemos que el Decreto 190 del 2004, prohíbe la construcción en zonas naturales y de reserva y precisamente el predio que se está construyendo se le revocó la licencia debido a que se encontraba cerca a una quebrada que había sido establecida como reserva desde los años setenta. Precisamente el estudio de zonas fluviales es uno de los logros del grupo de investigación tolimense, ya que han encontrado la gran riqueza en las cuencas del río Magdalena, el río Prado y la flora de las zonas aledañas al río Combeima, a unos minutos de Ibagué. «El estudio de las reservas forestales y las zonas fluviales nos ha dado un indicio de lo que se debe hacer en cuanto a la protección de los ecosistemas, evidentemente en el Tolima no se tiene una longitud de ciudad como sí la tiene Bogotá, pero las ciudades crecen y lo que se quiere evitar es precisamente que algún día no se tenga claro cuáles son las zonas en las que no se debe construir porque son sagradas para el mantenimiento del ecosistema del departamento», concluyó el investigador.

Ante esta discusión los resultados de la investigación de la Universidad del Tolima muestran la importancia de la conservación de un ecosistema, ya que han encontrado que las especies se sienten más cómodas en espacios estables y lejos del alcance humano.



El hallazgo de la PAPA CRIOLLA

El hallazgo se comenzó a implementar en algunas cosechas de papa con buenos resultados, según la bióloga Mosquera: "La medida ha sido adoptada lenta y progresivamente, pero hemos observado que los resultados han sido satisfactorios y al desarrollar esta papa resistente a la gota las cosechas han mejorado su productividad. Ha sido un poco complicado implementar esta medida en todos los cultivos, ya que por tradición indígena la papa criolla es un alimento sagrado y por lo tanto siempre se ha querido mantener puro y lejos de los avances tecnológicos". Sin embargo, la polémica por este descubrimiento ha levantado a los grupos indígenas que consideran que los alimentos que da la tierra no deben ser alterados por ninguna razón. Según la investigación de la Universidad Nacional y los gremios papicultor de Boyacá y Cundinamarca, la aplicación de esta medida podría beneficiar a más de 90 mil familias que viven de este producto y dependen, cada temporada, de una buena cosecha. Sin embargo, la comunidad indígena ha intentado por medios políticos defender el producto ya que consideran que su alteración es un cambio mismo a la naturaleza de la tierra.

El debate está abierto para que la intensificación de esta medida sea adoptada por todo el gremio de la "papa de oro". Sin duda, hasta ahora, los resultados parecen estar siendo recogidos con éxito. Acogerse a esta medida puede favorecer las plantaciones y la productividad misma del país, lo que si garantizará es que el ajiazo, el cuchuco y el asado no tendrán que estar incompletos, su amiga incondicional, la papa criolla, encontró la cura a sus males. Según Serrano-Gil, "la implementación de la silla de ruedas ayudaría a mejorar la calidad de vida de las personas con lesiones grandes como cuadraplejía o parálisis muscular general en la que no se tiene motricidad de miembros superiores, pues les permite una mayor independencia, pero si el paciente tiene cierto grado de movilidad es conveniente articular estos recursos con terapias adecuadas que le permitan un mayor desarrollo de sus capacidades motrices".

¡SE SALVÓ LA PAPIITA!



FOTO: PHOTODISC

Por: Carlos Barahona Uribe
Colaborador NOTICYT

¿Qué sería del ajiazo sin la papa criolla?. Seguramente el sabor, la textura y la composición de este plato, característico del interior de país, no sería lo mismo. Igual un cuchuco o un asado sin papa. Pero no hay que temer porque la papa ahora será más fuerte ya que gracias a la investigación en Colombia se ha descubierto el mapa genético de la papa criolla, un descubrimiento que sin duda beneficiará al sector papicultor en nuestro país.

La Universidad Nacional de Colombia, en asociación con varios gremios de la papa, comenzaron la investigación para luchar con la enfermedad que más pérdidas deja en el sector cada año, "la gota". Esta es una enfermedad que quema el follaje y progresivamente va deteriorando los cultivos, de igual manera es una de las razones por las cuales hay temporadas más bajas de producción de este alimento que ha sido orgullo de las sabanas colombianas.

La bióloga Teresa Mosquera, líder de la investigación, comentó sobre el descubrimiento que: "Hemos encontrado regiones del genoma que nos permitirán desarrollar una estrategia para que exista una resistencia contra

la enfermedad. Es decir, el mismo genoma nos ha dado la clave para que las papas sean alteradas genéticamente y crear una nueva generación, la cual será resistente a este problema. Sin duda, es un descubrimiento que ayudará a incrementar la productividad en este sector y nos dará pistas para incursionar en la investigación de otros alimentos y la cura de sus males".

La enfermedad de la gota ha cobrado un estimado de 30 millones de dólares, en los cuales están incluidos todos los tipos de papa como la criolla y la sabanera. "Esta situación siempre nos ha generado conflictos. Para el sector perder tanto dinero es catastrófico, ya que muchas familias como la mía viven de este mercado. Sin embargo, esta medida es sin duda una alternativa que puede aliviar un poco esta situación y si se aplica en todos los cultivos estenuoso tipo de papa, resistente a esta enfermedad, tendremos un problema menos del cual preocuparnos", manifestó Fernando Mora, empresario del aliplano cundiboyacense, una región que por su cercanía a la laguna de Guatavita ha sido considerada como la cuna de la papa criolla y donde este alimento es reconocido como un fruto de los dioses.

El extravío del derecho pensional

¿ESA PLATICA SE PERDIÓ?

Yino Castellanos Camacho
NOTICIA.

Parece común señalar que la nueva generación de trabajadores colombianos no se va a pensionar, o al menos, cierto escepticismo sobre la opción de alcanzar este derecho recorre como un fantasma el imaginario de los colombianos jóvenes. Razones para pensar así no faltan. A los reclamos que hizo el representante Alexander López al Ministro de Protección Social, Diego Palacio, acusándolo de impedirle gozar de este derecho en la Plenaria del Senado, se suman cifras que señalan lo costoso que es pensionarse en Colombia, pues mientras en Venezuela un trabajador debe destinar un 7,5% de su salario para este rubro, un argentino un 9% y un brasileño el 11%, un colombiano debe destinar el 15,5% para tal efecto.

Así mismo, se cuentan las críticas que han formulado analistas como Miguel Eduardo Cárdenas Rivera en su libro Justicia pensional y neoliberalismo. Un estudio de caso sobre la relación derecho y economía. En dicho trabajo, de acuerdo con el análisis que realizó sobre el mismo el profesor de la Universidad Nacional, Jorge Iván Bula, para la revista Cuadernos de Economía el autor plantea "cómo el proceso de la reforma pensional ha conducido a una mayor concentración de dichos recursos en los operadores

privados y los riesgos vigentes para la supervivencia del régimen de prima media".

Cabe anotar que, según la tesis doctoral de la profesora Decsi Arévalo, del Departamento de Historia de la Universidad de los Andes, el régimen de prima media se caracteriza por ser un bien público que obedece a un modelo de estado de bienestar universal, en el que los recursos son transferidos vía impuestos intergeneracional e interpersonalmente.

En este régimen deben aportar el empleador, el gobierno y el empleado. Es el modelo del que hacen parte los trabajadores "de planta". Este régimen el que, al decir de Bula, está en riesgo de desaparecer, contó otros factores por el incumplimiento del Gobierno Nacional en los aportes que está obligado a realizar, según ha documentado ampliamente el investigador Ricardo Bonilla de la Universidad Nacional.

Queda entonces el Régimen llamado de Ahorro Individual con Solidaridad, (RAI), o Sistema Privado de Pensiones, el mismo que según la Asociación Colombiana de Administradoras de Fondos de Pensiones y de Cesantías, Asofondos, contó con más de 6,9 millones de afiliados en el sólo grupo de las pensiones obligatorias en 2006, mientras, para el régimen de prima media, los afiliados eran 5,9 millones de acuerdo con cifras del Ministerio de Protección Social.

El riesgo de la FINANCIACION

Se supone que el régimen RAI tendría algunas ventajas sobre el de prima media según Arévalo. Entre otras, que mejoraría la mesada pensional, protegería contra el cambio demográfico, cumpliría con el principio de correspondencia entre aportes y beneficios, no distorsionaría el mercado laboral y desestimularía la jubilación temprana.

Sin embargo, según explicó la investigadora, para que estas probables ventajas se den sería necesario contar con un crecimiento económico que dependa menos de la volatilidad de los mercados internacionales, una mejor calidad del empleo, menos informalidad (cabe destacar que según un reciente estudio del Centro de Investigaciones para el Desarrollo (CID) de la Universidad Nacional, la industria no habría generado un solo empleo permanente en los últimos catorce años) y mayor industrialización.

De allí que los principales obstáculos para que el RAI cumpla con los propósitos de cobertura, equidad y sostenibilidad financiera sean estruc-

turales y tengan que ver con el conjunto de la economía nacional, especialmente, el llamado proceso de financiarización que ha sido definido por Arévalo como un régimen de acumulación basado en la expansión del sistema financiero, acompañado de la desindustrialización del sector productivo, el ascenso del sector servicios y el crecimiento de la informalidad.

Así mismo, la responsabilidad empresarial desaparece por que la afiliación ahora es particular. De tal forma, "el modelo RAI, quedó ligado con la expansión financiera, pero esta obedece a una cadena de especulación que no fortalecerá el crecimiento económico, pues los recursos así obtenidos (por especulación) no se invierten en el país", subrayó Arévalo.

En consecuencia, sin crecimiento del sector real no se generan más y mejores empleos y por lo tanto no habrá más cotizantes, quienes, de todos modos, en no pocos casos han visto reducidos sus ahorros consecuencia de la excesiva dependencia del proceso de financiarización

y de la volatilidad de los mercados, tal y como lo reseñó la Revista Cambio en su artículo "De capa caída". También el profesor Bula cuestionó el llamado proceso de financiarización, cuya tendencia es a globalizarse. Según escribió en el mencionado comentario en Cuadernos de Economía "las transformaciones que conducen cada vez más a abandonar el carácter solidario del sistema de seguridad social, responden efectivamente a los requerimientos de la lógica de la acumulación del capital en esa dinámica que algunos autores han denominado el proceso de financiarización, donde se espera que los fondos de pensiones privados contribuyan al desarrollo del mercado de capitales y financiero".

Y si además, como anotó la profesora Arévalo, la tendencia es a desmontar el régimen de prima media, en coincidencia con el profesor Bula, es posible pensar razonablemente que esa platica se perdió en los laberintos de la financiarización.



FOTO: PHOTODISC.



Los proyectos AMBENTALES

Para contribuir a la labor de la educación ambiental en la escuela se han diseñado los Proyectos Escolares Ambientales (PRAE), los cuales, de acuerdo al Programa de Educación Ambiental; son proyectos que incorporan la problemática ambiental local al quehacer de las instituciones educativas, teniendo en cuenta su dinámica natural socio-cultural de contexto. "Los PRAE son la estrategia por excelencia para incorporar la dimensión ambiental en los proyectos educativos institucionales, pro con un componente muy importante que es la proyección comunitaria en el marco de competencias científicas, lingüísticas, ciudadanas, éticas y estéticas entre otras, en el sector formal (pre-escolar, básica y media)", expresó Torres.

Aunque actualmente en todas las instituciones educativas deben implementarse los PRAE, se han presentado diversos obstáculos que han impedido el fortalecimiento de los mismos. Problemas de orden conceptual frente a la interdisciplinariedad de los PRAE por parte de docentes y administrativos que creen que lo científico sólo está presente en las ciencias naturales y no en las ciencias sociales.

Por estas razones y en busca de orientar el trabajo de estos proyectos, el Programa Colegios Amigos al Medio Ambiente (PCAMA), como propuesta integral formativa ambiental ofrece a las instituciones educativas, profesores y alumnos herramientas conceptuales y prácticas, junto con elementos de análisis para la correcta comprensión e implementación de los PRAE. Así mismo, se busca interpretar las características, el funcionamiento y la importancia del medio que los rodea para generar un actuar responsable y contribuir a la identificación de problemas ambientales locales y regionales, y sus posibles soluciones con base en una estrategia global.

Uno de los objetivos fundamentales de esta propuesta es contribuir en la formación de nuevos ciudadanos con una conciencia ambiental, pues en la medida en que cada colombiano reconozca que el ambiente es el resultado de la interacción naturaleza, sociedad y cultura se evidenciará un mejor cuidado del mundo natural.

Educación ambiental en Colombia

ESTRATEGIA PARA CONSERVAR EL MEDIO AMBIENTE

Por: Nathali J. Rátiva M.
NOTICYT

En las últimas décadas la problemática ambiental se ha convertido en un eje central de la agenda mundial. Temas como el calentamiento global, la desaparición de los glaciares y la destrucción de la capa de ozono son algunas de las más grandes preocupaciones frente a las cuales Colombia no es ajena.

Así, diversas estrategias se han puesto en marcha con el fin de incorporar reflexiones críticas y acciones concretas en las diferentes poblaciones y colectivos del país frente a la necesidad de hacer sostenible el ambiente, de conservar y disminuir aquella parte del planeta llena de vida, diversidad y colorido de la cual el hombre hace parte. Campañas en los medios de comunicación, jornadas ambientales, conferencias y charlas son algunos de los métodos más empleados para este propósito.

Sin embargo, dichos intentos parecerían no dar los resultados esperados, pues aún muchos ciudadanos siguen

ejecutando prácticas nocivas para la naturaleza, las cuales están instaladas en sus dinámicas socioculturales, por ejemplo, la compra de aerosoles y el uso de combustibles dañinos para el aire. ¿Pero cómo evitar la utilización de estas prácticas y comportamientos?. En Colombia la estrategia está en la relación educación y ambiente. Según la Política Nacional de Educación Ambiental, "desde 1991, en Colombia se ha venido desarrollando una propuesta nacional, cuyos esfuerzos fundamentales han estado orientados a la inclusión de la temática, tanto en el sector ambiental como en el sector educativo específicamente. Así, la Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación) define como uno de los fines primordiales de la educación la adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida, del uso racional de los recursos naturales y de la prevención de desastres dentro de una cultura ecológica..."

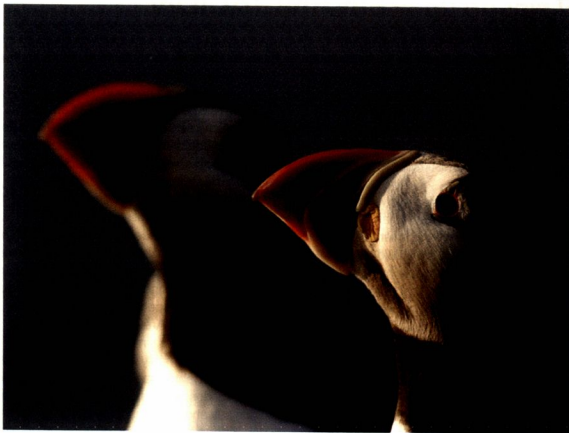


FOTO: PHOTODISC



FOTO: VICTOR HUGO VILLANAZAR

Los PCAMA, comprometidos con el medio ambiente, luchan por difundir la importancia de la educación ambiental y la implementación de los PRAE en las instituciones educativas ofreciéndose como instrumento de ayuda, con el fin contribuir en la formación de sujetos críticos y comprometidos con el ambiente.

Para Maritza Torres, coordinadora nacional del Programa de Educación Ambiental del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, la política de educación ambiental que rige para todo el país es importante porque fue el resultado de un proceso investigativo que buscaba identificar las dificultades conceptuales, metodológicas y de proyección que ha tenido el tema, esto encaminado a cambiar la cultura ambiental de los colombianos que está marcada por factores que llevan más a la degradación que a la recuperación o restablecimiento de lo que tenemos.

La escuela y su compromiso con la educación ambiental. Es necesario entender que la educación ambiental trasciende la siembra de árboles en un parque o las campañas de reciclaje en los colegios, su misión va dirigida a transformar la ecuación ambiente = naturaleza. Hoy es fundamental trabajar lo social con su contexto natural y lo natural con su contexto social buscando cualificar las interacciones naturaleza, sociedad y cultura.

Bajo este referente, las instituciones educativas poseen un papel fundamental en el buen desarrollo y aplicación de la educación ambiental, la cual es considerada como interdisciplinaria porque atraviesa todas las áreas del conocimiento y funciona como una perspectiva para compren-

der las realidades ambientales y preparar a los individuos frente a la toma de decisiones en torno a la gestión ambiental.

El reto de la escuela está encaminado a la coherente articulación de la perspectiva ambiental dentro de los planes de estudio y las demás propuestas curriculares, superando las barreras de la enseñanza atomizada y la acción encasillada en las cuatro paredes del edificio escolar a través de un planteamiento de formación integral que implica un pensamiento cíclico para la comprensión de las realidades ambientales.

La relación con el entorno y el trabajo comunitario deben ser elementos fundamentales dentro de esta nueva labor, en donde, recordando a Rodolfo Llinás, el contexto enriquece la capacidad de entender de cada uno de los estudiantes, pues al involucrar las problemáticas sociales y la cotidianidad de las comunidades en la escuela se generan nuevos espacios de diálogo y desarrollo individual y colectivo.

De esta manera, reconocer la necesidad de formar a los jóvenes ciudadanos en una nueva cultura ambiental debe ser el propósito de las instituciones educativas, las cuales están comprometidas con el diseño de proyectos que permitan incorporar esta dimensión olvidada por gran parte de la sociedad.



Fin de la CONTROVERSIA

Debido a que hasta ahora no se conocían fósiles de las orquídeas, había un debate científico muy intenso acerca de la edad de esta familia. "El hecho de que las orquídeas son la familia de plantas más diversa, tanto en forma

Primer fósil de esta flor registrado en el mundo, como en número de especies, sugirió que la familia es muy antigua, pues se necesita tiempo para acumular tantas especies y tantas adaptaciones", señaló Ramírez. De otro lado, el hecho de que las orquídeas sean tan especializadas en polinizadores, como la abeja en la que se encontró el fósil, sugería lo contrario, "pues la familia no podría ser más antigua que los polinizadores de los cuales depende para su reproducción. Utilizando el método del reloj molecular resolvimos esta controversia, y encontramos que las orquídeas son un grupo muy antiguo, que apareció en el Cretáceo tardío", concluyó el investigador.

Cabe agregar, que una especie de esta longeva familia (Orquídea trianae) fue declarada símbolo nacional, y que Colombia cuenta con 4.010 especies y 200 géneros aproximadamente de orquídeas, según Gabriela Páez, coordinadora del Tropicarium del Jardín Botánico de Bogotá.

De esta manera, la familia de las orquídeas cuenta con su primer fósil plenamente identificado, lo que contribuirá a componer el árbol genealógico de una de las especies vivas más diversas sobre la tierra. Un hallazgo que ha sido destacado en revistas tan prestigiosas como Nature, y que contó con la participación de un científico colombiano que hoy le aporta su granito de arena, o de polen, a la ciencia mundial.

Hallazgo mundial CIENTÍFICO COLOMBIANO DESCUBRE PRIMER FÓSIL DE UNA ORQUÍDEA

Yino Castellanos
NOTICYT

Contrario a la creencia popular, el ámbar no es un mineral sino una resina vegetal fosilizada, producto residual de algunos árboles prehistóricos. Justamente incrustado en un ámbar, el biólogo colombiano Santiago Ramírez, candidato a PHD en Biología Orgánica y Evolutiva de la Universidad de Harvard, encontró el primer fósil de una orquídea registrado en el mundo. El fósil, proveniente de las minas de ámbar de República Dominicana, fue facilitado por un coleccionista al Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard, donde actualmente trabaja Ramírez. Conocer su antigüedad y taxonomía fue posible gracias a la codificación de los caracteres morfológicos del polen y la comparación de éstos con los análisis filogenéticos del polen de orquídeas representativas de grupos actuales.

"La antigüedad del fósil (entre 15 y 20 millones de años) la sabemos gracias a análisis bioestratigráficos (estudios comparativos de material fósil en los estratos y sedimentos de las rocas) y paleogeográficos (reconstrucción y evolución de ambientes geológicos) que se han hecho anteriormente en las minas de ámbar de República Dominicana", señaló el investigador. Una vez obtenido el material, un grupo de especialistas de cinco países entre los que se cuentan botánicos, paleontólogos y biólogos evolutivos, incluido Rodríguez como autor principal de la investigación, se dio a la tarea de analizar la muestra y encontró, según le comentó a NOTICYT el biólogo colombiano, "el primer fósil irrefutable de un orquídeo Melorchis caribea del grupo Goodyerinae que se conoce hasta el momento y es, también, uno de los primeros casos que se documenta de polinización en el registro fósil".

Así, una de las claves para el hallazgo fue el análisis de los granos de polen



adheridos a la parte dorsal de la abeja extinta (problebleia dominicana). Tras determinar la morfología detallada de estos granos de polen compactos, también conocidos como polinarios, y que se forman debido a que las orquídeas conservan polen "empacado" en una unidad exclusiva llamada polinia, el grupo realizó los estudios filogenéticos (herencia genética de la flor) para determinar la posición del fósil dentro de las orquídeas modernas.

El paso siguiente fue determinar el tiempo de origen de la familia de las orquídeas, mediante la técnica de reloj molecular, que Ramírez definió como un método que combina la información genética de organismos modernos con la información contenida en la edad de los fósiles.

"En este estudio utilizamos secuencias de ADN de todos los linajes principales de las orquídeas modernas, las cuales combinamos con la edad del fósil que encontramos y otros fósiles que se conocían anteriormente de familias cercanas a las orquídeas", agregó el investigador.

De esta forma fue posible determinar que las orquídeas, la familia de plantas más diversa, con al menos 200.000 especies conocidas, tienen una edad de entre 76 y 86 millones de años, cuando se calculaba que tendría menos.

OBESIDAD, PROBLEMA INDIVIDUAL

Por: Juan Mendoza-Vega, M.D.
Especialista NOTICIA

En la primera sesión del período 2007-2008, el lunes 2 de Octubre, presentó a la Real Academia de Medicina de España su presidente, el médico Amador Schuler, un interesante y completo resumen sobre el tema de la obesidad, que tanto preocupa en todos los países y sobre todo en los más desarrollados.

La experiencia y autoridad del académico Schuler se apoya en muchos años de trabajo científico: sus primeras publicaciones sobre obesidad tienen ya más de cuarenta años; hizo en esta ocasión un resumen de cuanto se sabe sobre la clasificación del cuadro de exceso de peso corporal, los mecanismos y causas, pero también las investigaciones que al respecto se adelantan en diversos centros del mundo.

De su exposición y de los comentarios que otros académicos hicieron enseguida, queda claro en primer término algo que se repite en todas partes y debe tenerse muy en cuenta: lo que más obesidad produce, y la agrava cuando ya está instalada, es el exceso en el comer unido a la falta o escasez de actividad física.

La persona muy sedentaria, que toma el automóvil para ir a la esquina y volver, que además come sus tres comidas diarias abundantes y con muchas harinas y azúcares, que entre comidas "pica" bocaditos diversos y aún se levanta por la noche "a comer algo", es candidata segura para una obesidad que luego será casi imposible detener.

El problema de los niños obesos, tal vez más peligroso que el de los adultos, suele comenzar con

un hogar en el que hay padre y a veces, padre y madre obesos; no sólo por el ejemplo que dan sino por la extensión de los malos hábitos alimentarios a las criaturas desde que empiezan a dejar los teteros y papillas, o aún antes, porque se suele creer que niño sano equivale a niño gordito y entonces lo hacen comer más de lo que necesita.

La parte psicológica de la persona obesa debe estudiarse siempre con gran detalle porque allí se encuentra, muchas veces, la explicación primaria al impulso de comer en exceso. Angustias y tensiones diversas suelen llevar al deseo de "echarse algo a la boca", sobre todo bizcochos, dulces y copas de helado. Todo tratamiento para obesidad necesita, entonces, un concepto y vigilancia de psiquiatra.

Pero al hablar de tratamiento, tanto el médico Schuler como sus colegas insistieron en que, aquí más que en otras enfermedades, cada persona necesita estudio y prescripciones individualizadas, que las generalizaciones no sirven y aún son peligrosas en ciertos casos.

Los tratamientos de tipo multitudinario, el "tomen ustedes este que es el remedio infalible para la obesidad" o "baje de peso rápidamente con este sistema", son lo menos recomendable precisamente porque no se ajustan a cada persona y pretenden servir para todo el mundo, en contra de la realidad personalizada de la obesidad.

Aunque hay mucho campo para investigar en este asunto, lo que ya se sabe debería permitir que las personas y la sociedad pongan coto al exceso patológico de peso corporal sin caer en peligrosos extremos contrarios.

La persona muy sedentaria, que toma el automóvil para ir a la esquina y volver, que además come sus tres comidas diarias abundantes y con muchas harinas y azúcares, que entre comidas "pica" bocaditos diversos y aún se levanta por la noche "a comer algo", es candidata segura para una obesidad que luego será casi imposible detener.



FOTO: VICTOR HUGO VILANIZAR



Medio alternativo para el periodismo desmovilizado BLOG...LA REALIDAD CONTADA DE OTRA MANERA

vivencias

Trabajos a lo largo del tiempo

Bueno bienvenidos a todos los que entran en este blog, es una pequeña recopilación de trabajos que he venido haciendo a lo largo del tiempo, espero les guste y me comenten sobre este.

publicado por victor h en 18:25

0 comentarios:

Publicar un comentario en la entrada

Página principal

Suscribirse a: Enviar comentarios (Atom)

Comadres en Vía del mar

FOTO: VICTOR HUGO VILLANAZAR

Las cifras de LOS BLOGS

Actualmente existen millones de blogs donde la expresión del sentir es lo que más sobresale en ellos, se piensa que en el mañana los blogs serán fuentes obligadas de consulta como en Estados Unidos, pero así mismo se eliminarán otros tantos que, como comentó Victor Solano, son basura en la Internet, "muchos blogs son creados por aficionados, pero hay otros que sólo los crean por estar a la moda o por simple curiosidad sin dedicarle tiempo y sin tener audiencia lo que va creando saturación de espacios inservibles". El blogger crea la hojas de su propio cuaderno, ese que exhibe sin miedo, con el propósito de recrear su mundo a través de las herramientas que están a su alcance y de dibujar la realidad desde el ángulo en que la ve, "un blog es la verdadera representación de la democracia", resaltó Minorías Desinformadas.

Por: Diana Carolina Cruz
NOTICYT

Sumergidos en un antagonismo entre el bien y el mal, que hacen el pan de cada día, y atrapados en una urbe con miles de historias por contar en cada una sus esquinas, se ha ido descalificando la labor de los medios masivos de comunicación, se ha evidenciado que no alcanzan a cubrir el terreno de lo micro, muchos sucesos se quedan en el olvido o sencillamente parecieran nunca haber ocurrido porque no salen a la luz de un titular.

Es así como con este nuevo periodismo 3.0, donde el ciudadano es más participativo y cuenta el hecho a su manera captándolo en el momento indicado, se han logrado conocer acontecimientos que muestran la realidad escondida en el pavimento de la ciudad. Uno de estos casos fue cuando una persona con su teléfono celular, grabó a unos agentes de la policía golpeando

a un taxista, así mismo, se han descubierto "fantasmas y ovnis", porque como dice en su weblog el periodista y escritor chileno Rolando Gabrielli, "la gente le cree más al que improvisa desde la nada, la calle".

Éste a diferencia del periodismo 1.0 o 2.0, da más espacio a la voz del ciudadano, pues es ahora él quien está contando desde su perspectiva y con sus herramientas las noticias que los mismos ciudadanos quieren ver. Un blog a diferencia de un medio informativo, no contiene parámetros específicos de orden o de ética, además no se limita en su espacio y tiempo, "los blogs no se escriben para el placer sino por placer", afirmó Victor Solano, periodista-blogger, reconocido por ser uno de los mayores impulsores de este nuevo medio alternativo, además por ser amplio conocedor en el campo de la ciencia y la tecnología.

El llamado es a aprender a hacer

un periodismo más dinámico, intuitivo y menos formal. Con el incremento de los reporteros cívicos sin ningún cartón a la mano más que una cámara y la oportunidad de estar en el lugar preciso a la hora exacta, se está dando paso a un nuevo orden socio-informativo, donde los generadores de “primicias” ya no son exclusivos, ahora es el ciudadano el nuevo protagonista de la noticia.

Las nuevas tecnologías de la información, sin duda, han generado varios impactos en el ser humano, no sólo a nivel económico sino social, afectivo, educativo, etc. Las herramientas que se utilizan en la creación y manejo de un sitio web dan la idea de que es algo inalcanzable para aquellas personas que poco saben del tema de los computadores; sin embargo, los blogs han acercado el sitio web a los ciudadanos, ahora, es concebido como un medio de comunicación alternativo, un espacio para contar, mirar, exponer y compartir las diversas miradas que se tienen de la vida.

“Minorías desinformadas” como se hace llamar el autor del blog Reeligion, expresa que la función de este espacio virtual es formar opinión, abrir debate y crear conciencia. “el blog permite un espacio para hablar de cualquier tema sin ser juzgado más que por quienes visitan el sitio y están en desacuerdo con lo dicho por el autor, el blog es la verdadera expresión de la libertad de expresión”, comentó.

Así por ejemplo, como algo fantástico y al mismo tiempo asombroso es el caso de la blogger de mayor edad, doña María Emilia, una española que a sus 95 años es famosa por hacer parte de esta comunidad virtual. Según cuenta esta abuela internauta la experiencia ha sido gratificante “personas de todo el mundo me contactan, me hablan, pienso que el blog nos brinda la posibilidad de estar informados y de tener comunicación con el mundo entero cosa que no ocurre con los medios tradicionales”, y para citar otro caso mencionaremos “el blog de Victi”, el blogger colombiano más joven que ha obtenido un premio por hacer de la tecnología una nueva forma de comunicación que no hace distinción de edad, idioma, raza, estrato y fronteras.

Aunque aún los blogs no han tomado la importancia que deberían tener por parte de los medios de comunicación, sin duda ya existen algunos que han decidido darle más la palabra al ciudadano, porque se dieron cuenta de la

influencia que éste tiene en la popularidad de un hecho, además es evidente que el lector o televidente, como se diría en la jerga común “ya no traga entero”, el usuario ha comenzado a dudar de la información que brindan los medios y de su verdadera objetividad en el manejo de ciertos temas.

Los artículos de los blogs se han convertido en una conversación enriquecida considerada como nueva narrativa digital, “los usuarios van documentado lo que uno escribe y al mismo tiempo lo van actualizando, esto me parece de gran importancia porque se nota que es una comunidad entera la que ahora se interesa por opinar”, comentó Minorías Desinformadas, en este nuevo espacio se elimina el punto final para dejar el texto abierto logrando así que éste se vaya complementado con aportes de varias personas interesadas en practicar el nuevo periodismo 3.0.



FOTO: VICTOR HUGO VILLANAZAR



Las ALBARRADAS

Cabe anotar que estas terrazas son como grandes escalinatas construidas a los lados de los profundos valles andinos, separadas por tapias de piedra que permiten, tras ser rellenadas con tierra fértil, optimizar el aprovechamiento del agua de la lluvia; además evitan los deslizamientos de tierra.

Sin embargo, aunque gracias al uso de esta obra de ingeniería el imperio Inca logró alimentar al menos diez millones de personas y al esfuerzo de los gobiernos boliviano y peruano por recuperarlas desde los años setenta, para el profesor Herrera su recuperación ha sido un fracaso, en parte porque las motivaciones de recuperación son puramente económicas y no se entiende el valor antropológico y cultural de los proyectos, sentenció el investigador.

Caso distinto ha sido el de la recuperación de las albarradas en la península de Santa Helena, en la provincia del Guayas en el Ecuador. Las albarradas las define el profesor Herrera como reservorios artificiales de agua que fueron utilizadas en horticultura temprana por la cultura mantaña, y que hoy son aprovechadas para el rego de cultivos, e incluso para aseo personal.

Tecnologías indígenas:

APRENDIZAJE EN LA TIERRA ANCESTRAL



FOTO: VICTOR HUGO VILLANAZAR

Por: Yino Castellanos Camacho
NOTICYT

En toda cultura y civilización los relatos míticos siempre remiten a algún acto de construcción y de ordenamiento del entorno. La derrota del caos por parte de los héroes mitológicos refiere la necesidad de dar respuestas ingeniosas a los desafíos que el ambiente le plantea a los miembros de una comunidad, según se constata en la literatura especializada de autores como los antropólogos Borislav Malinowsky y Claude Levy Strauss. También lo reitera el investigador Ángel Ramírez en su artículo, "Problemas teóricos del conocimiento indígena" publicado en la Revista Yachaikuna: "Todos los pueblos y culturas, sin excepción, han tenido en el pasado, como lo tienen hoy, los conocimientos necesarios para subsistir y reproducirse. Todas las funciones humanas son posibles gracias al conocimiento que los humanos poseen".

Estos elementos teóricos los pudo evidenciar el antropólogo colombiano Alexander Herrera, investigador de la Universidad de los Andes, en su trabajo

sobre revisión de los proyectos de recuperación de las tecnologías indígenas en Sudamérica.

Para el profesor Herrera, es pertinente aclarar que el concepto de tecnología indígena estudiado por él no se refiere a objetos o artefactos como se suele pensar la tecnología en las culturas no indígenas, sino a "paisajes culturales que han sido transformados producto de la interacción del ser humano y su entorno, asociados con saberes locales, religiosos, conocimientos y prácticas que se dan en la realidad. En suma, me refiero a la tecnología indígena como un hecho total social", comentó el investigador.

En esta medida, Herrera pudo identificar que tecnologías en uso como las terrazas diseñadas en el Perú entre los siglos IV y VIII, son además motivo de orgullo e identidad de la población autóctona. "Aunque hoy algunas de ellas se encuentran en estado de fosilización y abandono", agregó.

Según datos del proyecto Albarradas de la Costa Ecuatoriana, hay más de 200 de estas construcciones de tierra sólo en

la península. "Un elemento importante de esta tecnología es que permite inferir los conocimientos de las capas geológicas y de la fluctuación de las precipitaciones de los indígenas manteños, así como la forma de aprovecharlos", comentó el profesor Herrera.

Hoy esta tecnología está siendo recuperada por iniciativa del gobierno ecuatoriano y algunas Organizaciones no Gubernamentales, aunque prioritariamente para satisfacer las demandas del sector turístico. No sucede lo mismo en el sur de Guayaquil donde el investigador pudo constatar el abandono de camellones o campos elevados en llanuras húmedas con canales de menor anchura que los sistemas hidráulicos propiamente dichos y que han sido disecados para drenar el exceso de agua, quedados convertidos en pantanos.

Esta tecnología ha permitido, desde tiempos prehispánicos, la agricultura a 3800 metros de altura sobre el nivel del mar en el altiplano peruano-boliviano, ya que al hacer las zanjias propias de los surcos del camellón se evita la incidencia de las heladas entre los 15 y 20 cm de altura donde las plantas son más sensibles, "lo que hace del camellón un excelente regulador micro climático", aseguró el investigador.

De acuerdo con Herrera, en relación con estos procesos de recuperación no se trata solamente de preparar estas tecnologías de aprovechamiento agrícola e hidráulico para gusto de los turistas y como curiosidad arqueológica, para el está recuperación significa proponer estrategias de desarrollo alternativo, y fortalecer las bases de la subsistencia campesina.

De igual forma piensa Francisco Valdez, editor del libro Agricultura Ancestral, Camellones y Albarradas. En su presentación el autor sostiene que "el bagaje de saberes ancestrales sigue vigente hoy como mecanismo para afrontar las necesidades comunitarias. De ellos sale la resistencia a los modelos foráneos que a menudo niegan el valor económico y simbólico de los sistemas tradicionales".

¿Y en Colombia?

El conflicto armado y la tenencia privada de grandes extensiones de tierra han conspirado con-

tra una investigación sobre la situación del patrimonio tecnológico indígena en el país, comentó el profesor Herrera.

"Algunas aproximaciones en territorio Zenú, en la costa norte colombiana, han permitido entrever preliminarmente el colapso de sistemas hidráulicos por la ganadería intensiva de la región", aseguró el investigador. En la zona amazónica existen compilaciones como la de la bióloga Elizabeth Bravo, registrada bajo el título "Ciencia y Tecnología de los pueblos amazónicos", publicada por la Red de Bioética Prodiversitas. En esta compilación, la autora refiere que "los pueblos indígenas de la Cuenca Amazónica, al igual aquellos que habitan en otras zonas tropicales del mundo, han utilizado, conocido, domesticado, cultivado, mejorado, seleccionado especies de plantas, animales y micro-organismos, convirtiéndolos en creadores de una sabiduría, ciencia y tecnología fuertemente ligada a la biodiversidad".

Según Bravo, el cultivo de 137 variedades de yuca entre los tukano de la selva colombiana, suponen un gran conocimiento para mantener tal diversificación. Así mismo, reservan las buenas tierras para el maíz, que son los suelos inundados, pues los rendimientos de maíz de zonas de depósito son mayores que en suelos no aluviales. Ejemplo similar de la capacidad de adaptación al entorno, a partir de su conocimiento y aprovechamiento, de las condiciones naturales, principios básicos de las tecnologías indígenas, es el ofrecido por la arquitectura de un grupo nómada como los Nukak Makú.

Según la arquitecta Elizabeth Clavijo, de la Universidad Nacional, los 80 campamentos que construyen al año los Nukak con hojas de seje y platanillo, son elaborados con estética envidiable sin descuidar conceptos básicos como dimensión, forma, función, luz o color.

De esta forma, la imaginación de los seres humanos seguirá redundando en beneficios para alcanzar un entorno óptimo. Los indígenas suramericanos dieron el primer paso hace varios siglos en una dirección que la civilización occidental ha comenzado a revalorar, "tal vez algo tarde", como concluyó el profesor Herrera.



FOTO: VICTOR HUGO VILLANAZAR

"Todos los pueblos y culturas, sin excepción, han tenido en el pasado, como lo tienen hoy, los conocimientos necesarios para subsistir y reproducirse. Todas las funciones humanas son posibles gracias al conocimiento que los humanos poseen".



TRABAJANDO POR LA PESCA ORNAMENTAL EN COLOMBIA

Por: Nathali J. Rátiva M.
NOTICYT

Según un informe de la WWF Colombia, cada año el comercio de peces ornamentales de agua dulce extrae cerca de 100 millones de individuos de unas 400 especies provenientes, principalmente, de las cuencas de los ríos Amazonas y Orinoco.

En Colombia, alrededor de 2.300 pescadores y sus familias obtienen sus ingresos de la pesca ornamental como labor principal, la cual se determinó como sostenible en la mayoría de las ocasiones, ya que no agota el recurso y contempla prácticas de captura sanas que garantizan la sobrevivencia del pez hasta su destino final, según se concluyó en el marco del taller "Aspectos socioeconómicos y de manejo sostenible del comercio internacional de peces ornamentales de agua dulce en el norte de Sudamérica: retos y perspectivas", realizado en el país en el año 2005.

En Colombia, alrededor de 2.300 pescadores y sus familias obtienen sus ingresos de la pesca ornamental como labor principal, la cual se determinó como sostenible en la mayoría de las ocasiones, ya que no agota el recurso y contempla prácticas de captura sanas que garantizan la sobrevivencia del pez hasta su destino final, según se concluyó en el marco del taller

Sin embargo, una de las problemáticas más relevantes que afronta esta actividad económica en Colombia es la poca y deficiente información básica sobre este recurso, lo cual impide que haya un manejo adecuado y sostenible del mismo, razón por la cual se pone en marcha el proyecto "Estudio Ecológico y Económico de la Actividad de Pesca Ornamental en el Municipio de Arauca", de la Universidad Nacional de Colombia, sede Orinoquia. Pescando en el municipio de Arauca

En Colombia la mayor parte de peces ornamentales para exportación salen de la región Orinoquia, la cual posee cinco centros de acopio: Inírida, Villavicencio, Puerto Gaitán, Puerto Carreño y Arauca, este último inició sus actividades de pesca ornamental en el año de 1987 y es el lugar en el que se desarrolla el proyecto de investigación.

El municipio de Arauca tiene una extensión de 584.125 km, gran parte de la planicie es inundable, presenta diques, vegas y vegones con desbordamientos aluviales activos.

El proyecto realizado en esta región por Myriam Lugo, Lucena Vásquez y Cristian Vayona, se propuso estudiar la riqueza y estructura de los peces ornamentales, las características del comercio y las técnicas usadas por los pescadores.

Durante 10 meses se llevó a cabo un monitoreo mensual en los caños Jesús, Ruano, Saya, Papayito, Matecaña y Agua Limón y así, con una unidad de esfuerzo pesquero compuesta por personal involucrado en la investigación y valiéndose de las sencillas artes pesqueras se puso en marcha la recolección de las especies en cada uno de los caños, esto con el fin de determinar su nombre científico y forma de alimentación, entre otras características.

Durante la pesca se capturaron más

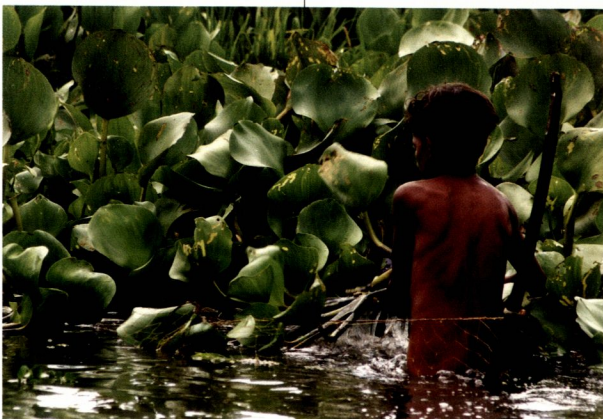


FOTO: NICOLAS SERRIERE



FOTO: PHOTODISC

El proyecto realizado en esta región por Myriam Lugo, Lucena Vásquez y Cristian Vayona, se propuso estudiar la riqueza y estructura de los peces ornamentales, las características del comercio y las técnicas usadas por los pescadores.

de 30 mil ejemplares, los cuales correspondieron a 105 especies, que se determinaron con las claves existentes y la ayuda de expertos en el tema, de éstas sólo 22 correspondieron a las especies comercializadas en la región, entre las que se pueden encontrar la Estrigata (*Thoracocharax stellatus*), la Otocinclus (*Otocinclus vittatus* y *Otocinclus affinis*) y la Coridoras (*Coridoras habrosus* y *C. aeneus* y C.

septentrionales), especies que representan el 50% de la participación comercial.

Otro de los resultados arrojados por la investigación es la disminución en los volúmenes de pesca comercializados en los últimos cuatro años, pero no precisamente por la sobre pesca sino por la situación de orden público y la contaminación causada por actividades antrópicas.

Técnicas PESQUERAS

En la región el proceso de pesca se realiza de una forma muy rudimentaria, elementos como un aro y tela de ajero son los usados por los pesqueros a la hora de la extracción. "Los pescadores van caminando en medio del agua y sacan las especies que necesitan, los meten en bolsas comunes con un poco de agua del medio y un poco de aire para darles oxígeno", explicó Myriam Lugo. La pesca en este lugar es muy selectiva, se hace por solicitud de los compradores (acopiadores mayoristas y exportadores), el objetivo es enviarlo a Bogotá en el menor tiempo posible, esto con el fin de disminuir gastos y no poner en riesgo la vida de la especie, pues después de sacarlos de su medio

natural son colocados en precarias pocetas hechas de un par de palos y bolsas gruesas, un pequeño centro de acopio que no cuenta con la estructura adecuada.

"Aunque el cuidado de los peces por parte de los pescadores es lo principal, les hacen falta recursos y técnicas que les permitan realizar un mejor trabajo", agregó Lugo. Un pescador gana de 150 a 1.700 pesos según la especie, valor que se duplica y deja el doble de ganancias para el acopiador de Bogotá, el cual cancela el valor total del pedido al pescador después de la entrega, pago que generalmente se demora. "Este grupo de pescadores es muy pequeño y su labor no ha tenido la atención que se merece a pesar

de que es de exportación y no hay apoyo suficiente por parte de las entidades del gobierno y centros de investigación, entre otros", expresó Lugo.

De esta región olvidada y muchas veces ignorada por el Estado, emergen un gran número de familias que con un pequeño aro o chinchorro sobreviven en medio de las grandes dificultades logísticas y técnicas; sin embargo, su persistencia y preferencia por los peces les permiten cumplir con los pedidos solicitados a pesar de las grandes dificultades técnicas que afrontan. De esta manera su actividad se convierte en alimento económico de este pequeño nivel de la economía colombiana, la pesca.



FOTO: PHOTODISC



Vista detallada del módulo Harmony arriba y el módulo ya conectado a la Estación Espacial Internacional.

COLOMBIA EN LA NASA



El Discovery ha puesto en orbita un modulo conectable para aumentar el espacio interior de la Estación Internacional Espacial.

La misión STS-120 llevó el Módulo Harmony, nombre escogido en un concurso escolar, que provee puntos de acople con los módulos japoneses (kibo) y europeo (Columbus), siendo similar al modulo hexagonal que une las secciones de estados Unidos y Rusia de la estación.

El modulo, construido en Italia por los Estados Unidos, que contiene equipo adicional de apoyo vital, es el primer componente presurizado desde el 2001.

La noticia importante para Colombia es que el piloto de la nave es hijo de Sofia Zamka ciudadana colombiana. George Zamka, está acompañado en la misión por, Douglas Wheelock, a la



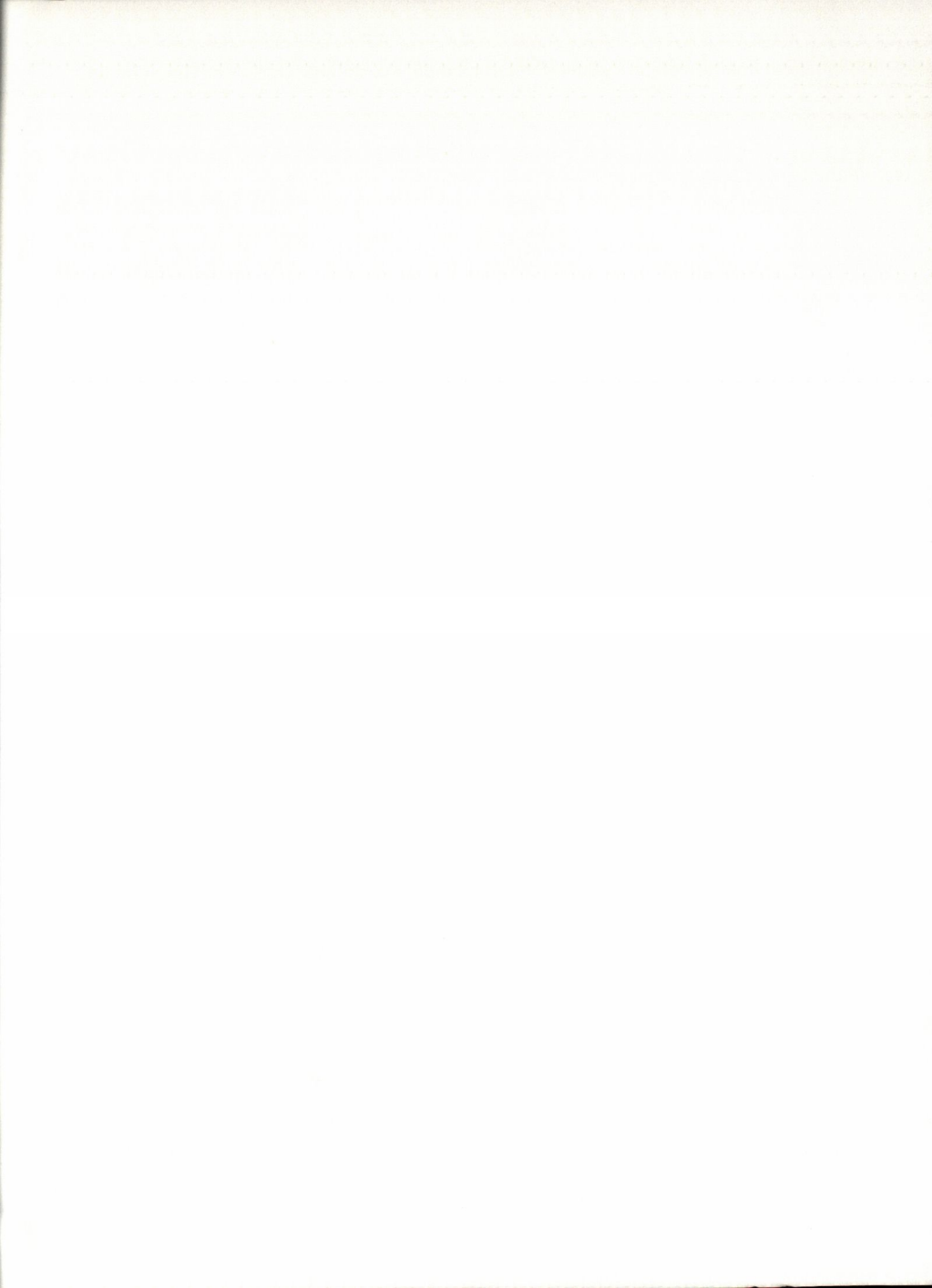
El coronel George D. Zamka, nació en 1962 en el estado de New Jersey, es casado y tiene dos hijos, fue seleccionado como piloto por la Nasa en junio de 1998.

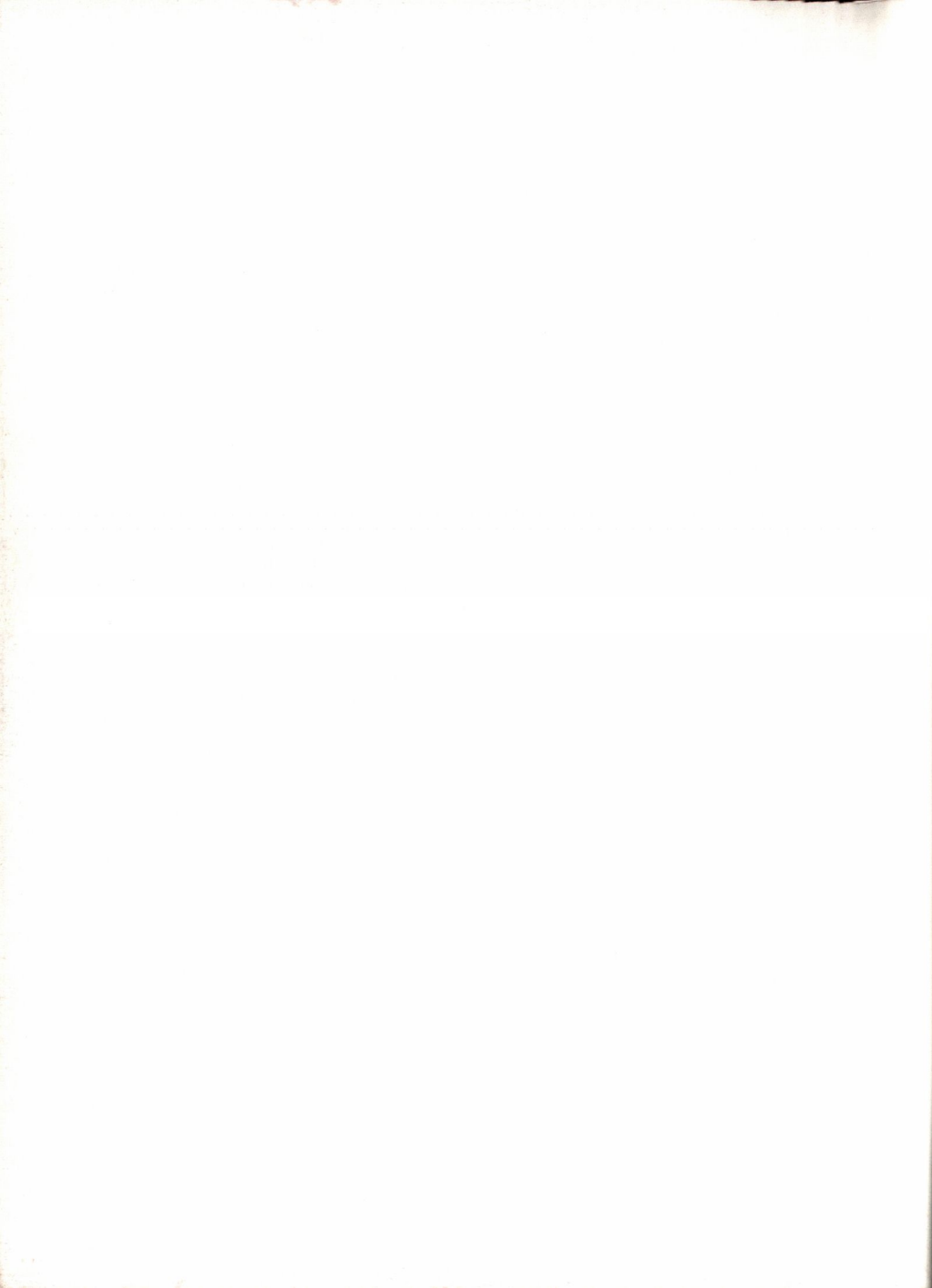
derecha Pamela A. Melroy (Comandante), Daniel Tani, Paolo Nespoli de la Agencia Espacial Europea y abajo Scott Parazynski, y Stephanie Wilson.

FOTOS: PAGINA WEB DE LA NASA



Miembros de la tripulación de misión STS-120 quienes llevaron el modulo Harmony





INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Colombia: Ciencia y Tecnología es la revista de carácter divulgativo de Colciencias. Es una publicación trimestral sobre la actividad científica y tecnológica de Colombia e instrumento de información y actualización para la comunidad de investigadores y público en general. Los temas seleccionados para cada edición son aprobados previamente por un Comité Editorial encargado de asegurar la calidad de la revista.

Ninguna publicación, nacional o foránea, podrá reproducir o traducir sus artículos o resúmenes, sin previa autorización escrita del editor.

La revista tiene un tiraje de 2.000 ejemplares y se distribuye por suscripción, canje o donación a miembros de la comunidad científica, sector académico, empresarios, bibliotecas, entidades gubernamentales, centros de investigación y público en general.

CONDICIONES PARA LA PUBLICACIÓN DE UN MATERIAL

1. Colombia: Ciencia y Tecnología publicará las siguientes categorías temáticas:

- Artículos originales: documentos inéditos derivados de una investigación científica y tecnológica que produce información nueva sobre aspectos específicos y contribuye de manera relevante al conocimiento y estructuración del movimiento científico del país.
- Estados del arte en un campo de estudios de interés estratégico para el país.
- Relaciones internacionales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y Colciencias.
- Dinámica de la investigación en el país: estudios sociales [historia, sociología, antropología, prospectiva] de CyT.
- Estrategias y políticas dentro del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y su desarrollo por Colciencias.
- Comentarios bibliográficos breves y críticos sobre libros recientemente publicados que, por su impacto, merecen ser explicados.
- Cartas al editor de los lectores solicitando aclaraciones o presentando comentarios sobre algún material publicado en la revista

2. Requisitos para la publicación de los artículos:

- Extensión: Siete cuartillas, tamaño carta (21.5x27.5 cm) a espacio y medio.
- Lenguaje de fácil comprensión para el lector no especializado.
- Definir todos los símbolos y abreviaturas la primera vez que sean usados dentro del texto.
- Entregar el material en disquete, con indicación del software empleado [preferiblemente en W/ord].
- Incluir propuesta del título del artículo, que sea atractivo y significativo.
- Incluir datos del autor con nombres, profesión, institución y cargo.
- Enviar el máximo número de diapositivas o ilustraciones en blanco y negro de excelente calidad para tener un margen de selección. Este material debe ser original o contar con la debida autorización del autor.
- Acompañar cada material gráfico con una breve leyenda evitando que esta contenga frases que ya están incluidas en el artículo.
- Limitar el uso de notas de pie de página.
- Incluir sólo las citas bibliográficas que tienen referencia en el texto. Estas citas deberán ser completas con autor, nombre del libro, editorial, fecha y página y no deben exceder las 10.

OBSERVACIONES GENERALES

El material recibido será evaluado por un experto externo a Colciencias. Esta evaluación es presentada ante el Comité Editorial de Colciencias para su estudio. Si el artículo es retenido para su publicación, el Comité sugerirá al autor las modificaciones que considere pertinentes y el número de ilustraciones y fotos que complementarán el texto en la revista. El autor deberá devolver la versión final una semana después de su remisión por el Comité Editorial.

Todo el material adicional al texto recibido por Colciencias, como disquetes, fotografías, dibujos ilustraciones, diapositivas será devuelto al autor después de la impresión de la revista, a la dirección que éste haya precisado.

La redacción del material deberá ser consecuente con el carácter divulgativo de la revista y la diversidad de sus lectores.



COLCIENCIAS
C O L O M B I A

Transversal 9A BIS No. 132-28
Teléfonos (091) 216 9800
Fax: 625 1788
www.colciencias.gov.co
Bogotá D.C., Colombia