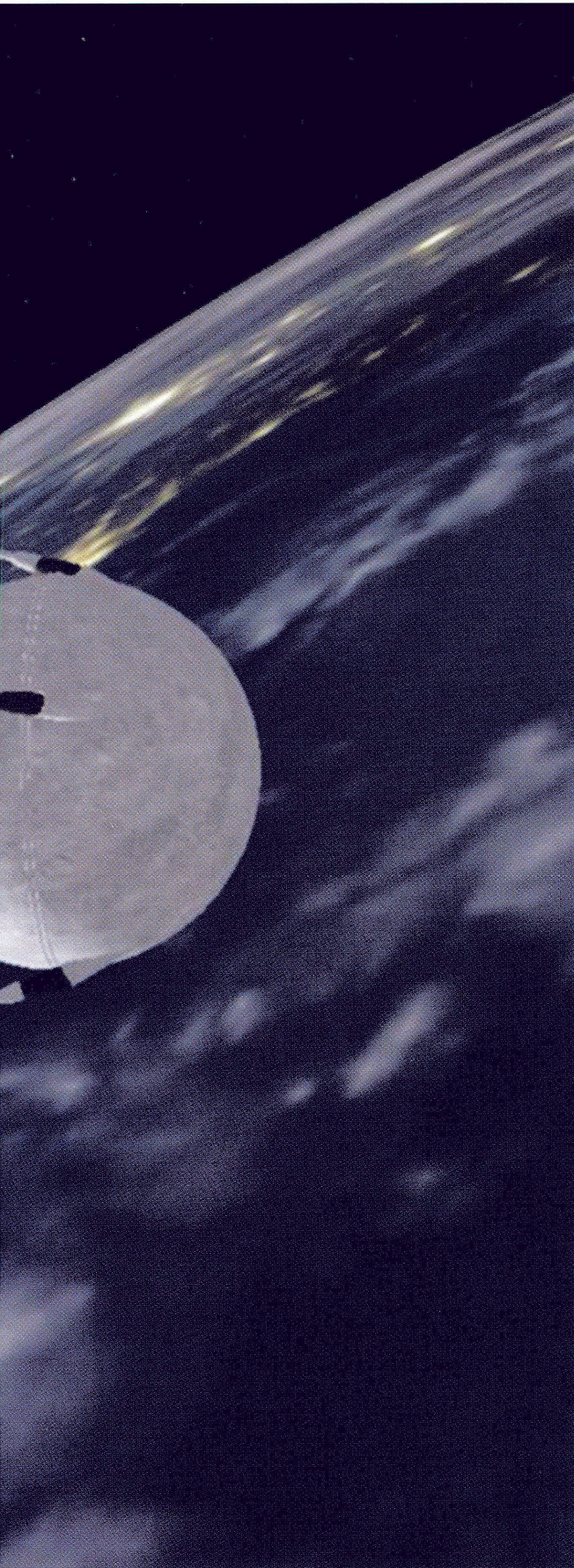


# LAS TICs Y LAS COMUNICACIONES SATELITALES EN MEDICINA

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 Vía Satélite "S.C.V.S" Angélica María Báez Báez, Oficial Fuerza Aérea Colombiana e Ingeniera en Telecomunicaciones integrante del grupo de investigación.



**E**l 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 si 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 si 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 (imagenología), lo anterior para hacer una evaluación constante de las condiciones del astronauta.

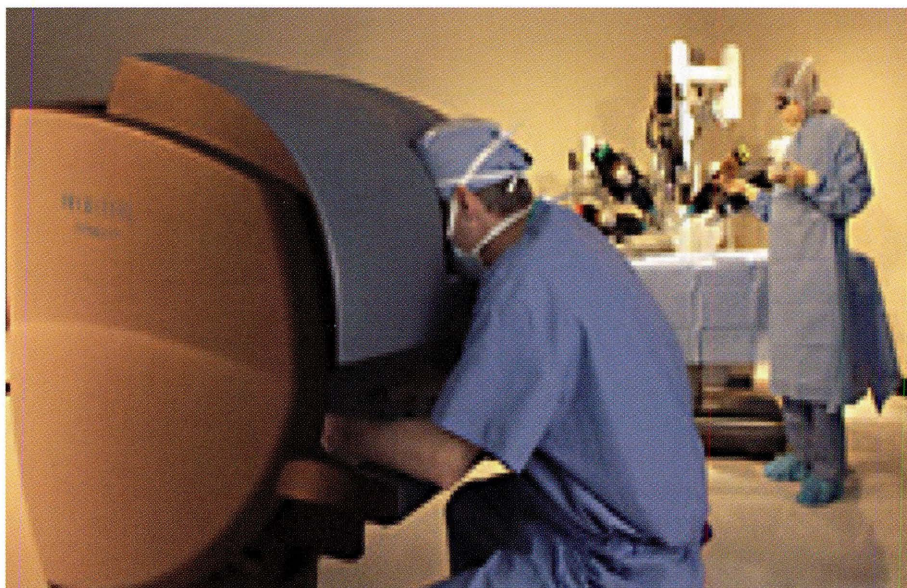
► **Tele-educación médica y paramédica;** emplea todos los recursos principalmente Internet para soportar grandes bases de datos que son el soporte de bibliotecas virtuales, igualmente para el uso de videoconferencias en diferentes áreas de la salud, tomando como soporte la transmisión vía satélite en 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"<sup>1</sup> y el "Zeus"<sup>2</sup>, 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](http://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.

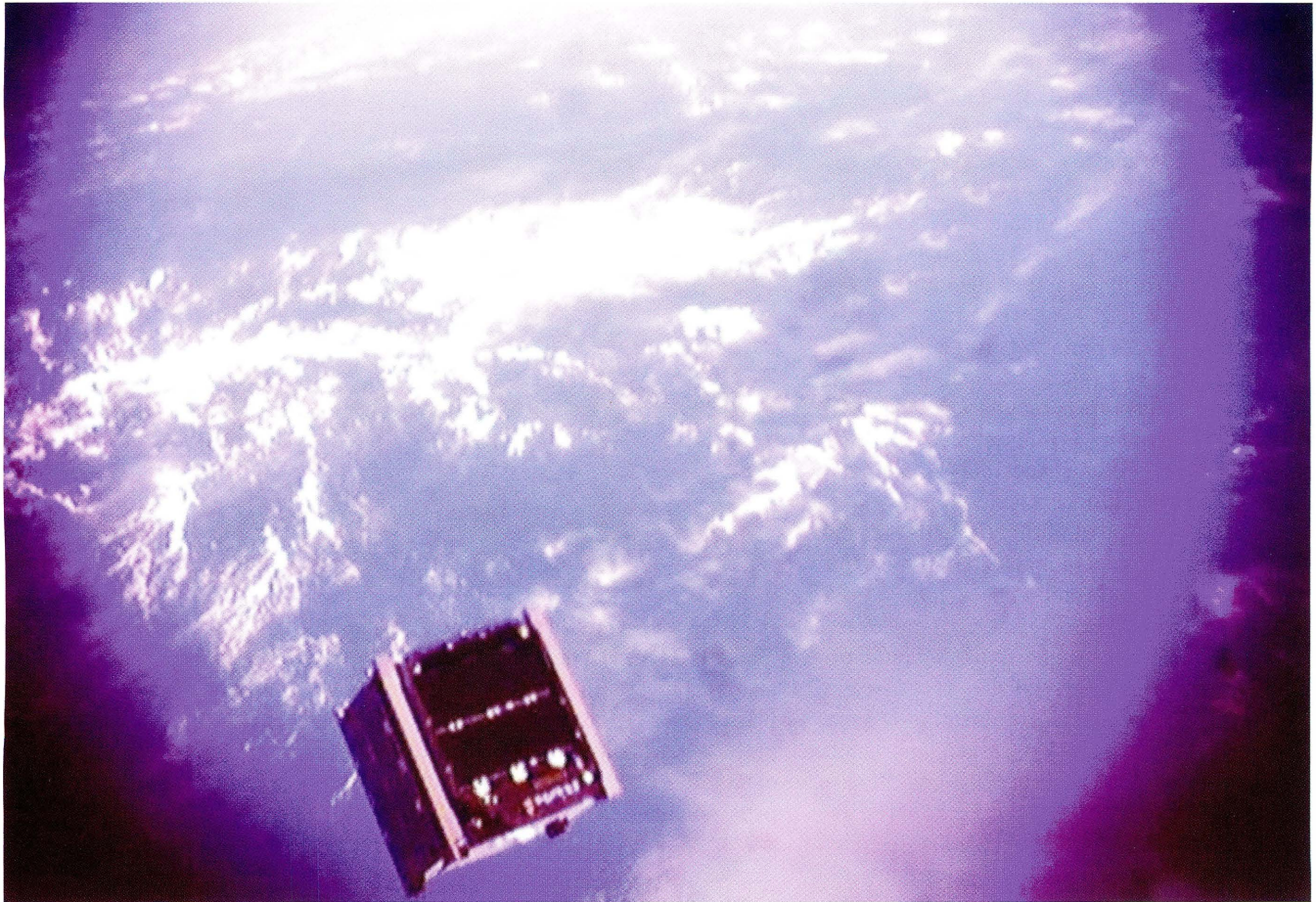
► **Sensores implantables;** son diminutos dispositivos. Un ejemplo de estos sensores es el "Veri Chip"<sup>3</sup>, su aplicación médica es muy precisa ya que en su memoria puede almacenar el número de identificación, formulación genética y el historial clínico del paciente, entre otros datos. Este 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.

<sup>1</sup> [www.intuitivesurgical.com](http://www.intuitivesurgical.com)

<sup>2</sup> [www.trueforce.com](http://www.trueforce.com)

<sup>3</sup> [www.verichipcorp.com](http://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 I"

**E**l 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 esta 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 Stanford, 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.

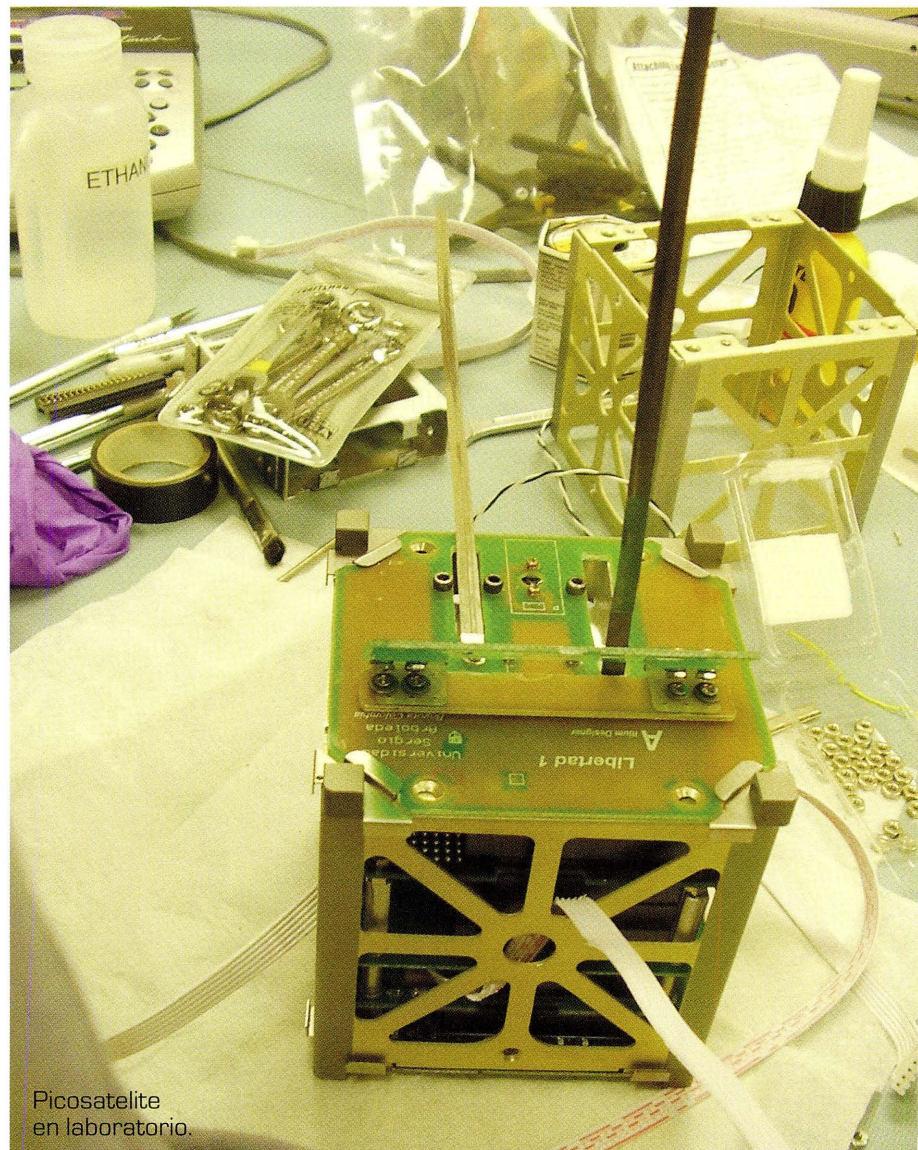
Por otra parte, Calpoly patentó el dispositivo P-Pod (Polipicosatellite orbital deployer) para el alojamiento de los Cubesats en los cohetes de lanzamiento. Esta institución también realiza las rigurosas pruebas técnicas para verificar y certificar que los satélites quedan aptos para ser lanzados. De 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 orbita, pues esta viene definida por la aplicación que tenga que desarrollar el satélite



Picosatellite  
en laboratorio.

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

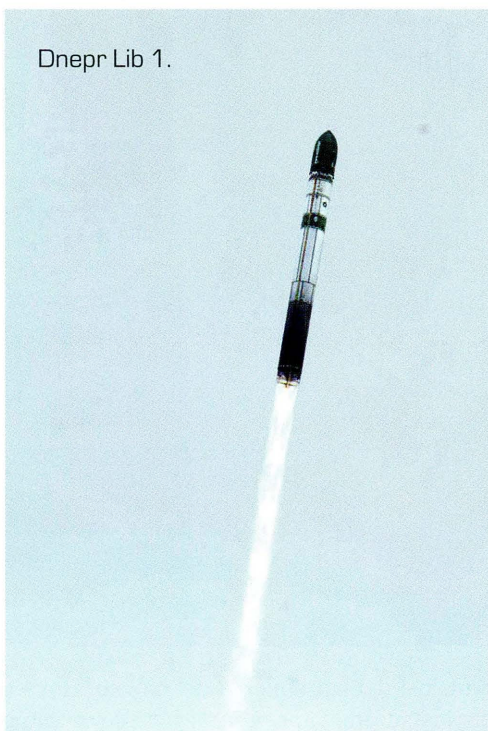
Seleccionamos la posibilidad de ir acompañando en un cohete al satélite BelKa, de Bielorusia, con una altura de solo 500 Km. (nuestros diseños los basamos para esta distancia), con fecha de despegue para mediados del 2006, pero fuimos avisados a mitad de nuestros desarrollos técnicos que otras instituciones estaban esperando su lanzamiento hacia el espacio por mas de un año, razón por la cual nos cambiaron a otro lanzamiento, con el satélite Egepsat 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, orbita que

Proyecto de investigación que involucra las áreas de las ciencias exactas de la Universidad: Ingenierías de Sistemas y Telecomunicaciones, Ingeniería 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	Egyptosat 1	Egypt	Sesoramiento 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 SSDL	Cubesat x 3	3 kg	SSO

Inf. 6 Satélites en el Cohete Dnepr 2



Dnepr Lib 1.



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 la 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 confirmaron 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 esta 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 mas 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.

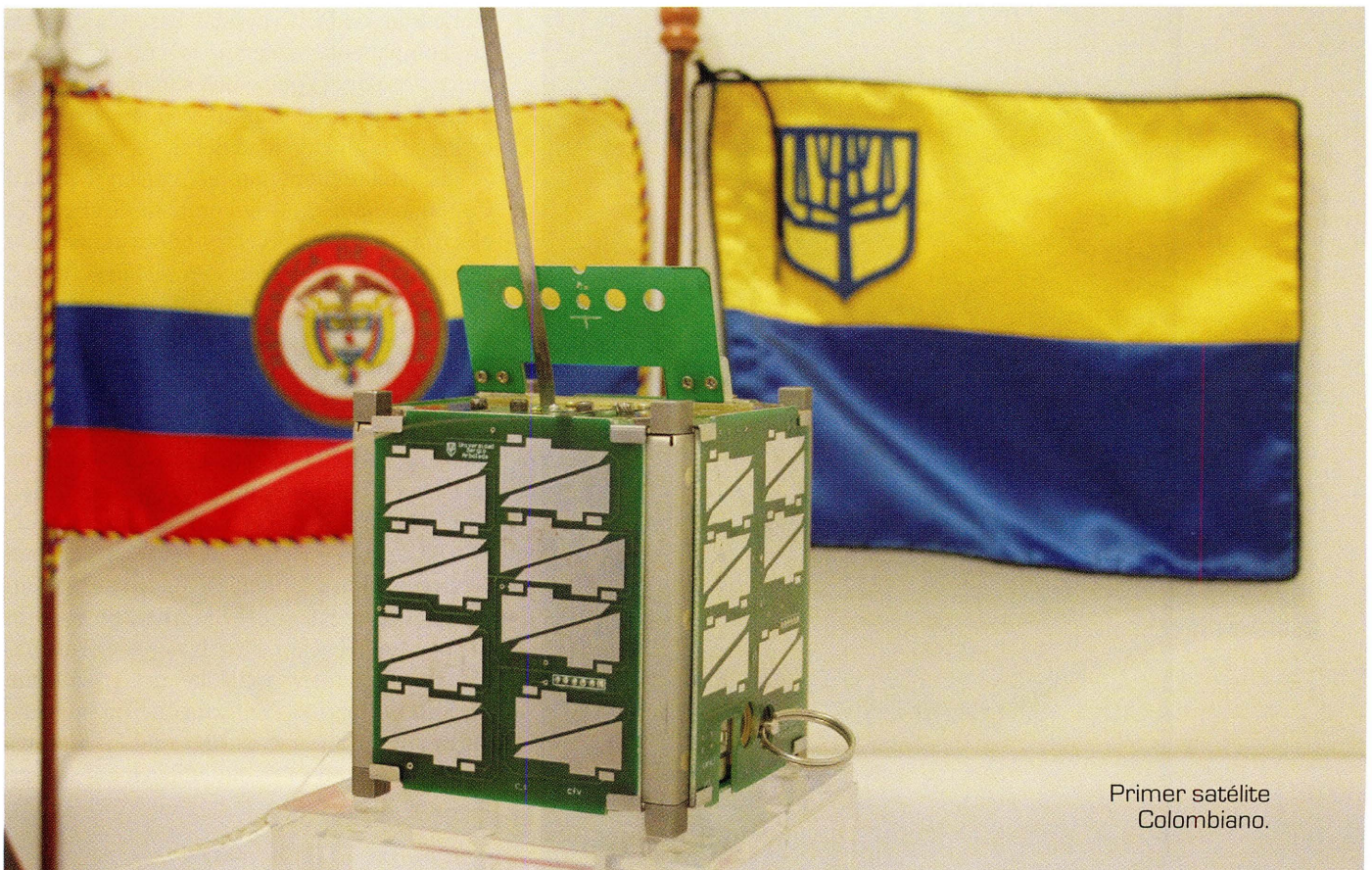
En el beacon viene comprimida la telemetría que contiene los datos técnicos para estudiar en el futuro. Para escuchar un ejemplo de esta señal, la cual es audible para el ser humano, puede visitar la página web del proyecto.

### La misión

De acuerdo a los parámetros de diseño que se dan para participar en un proyecto Cubesat, se programo 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.

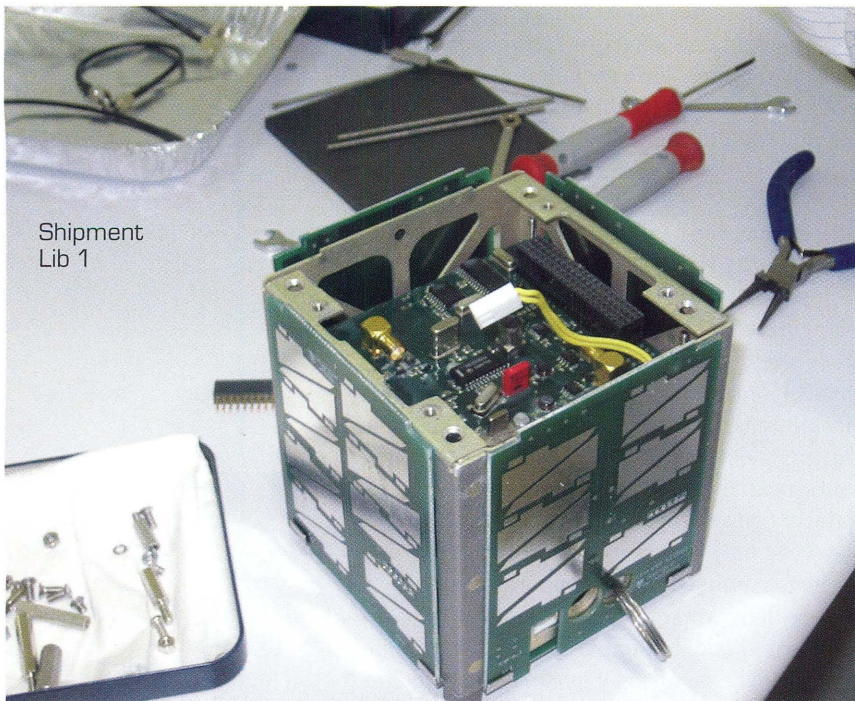
Se definió entonces que la emisión de señales desde el satélite cumpliría el objetivo mínimo propuesto de la misión y que el tiempo de operación se manejaría según la carga de energía que suministra el paquete de baterías instalado. A la fecha de escribir este artículo, el Libertad 1 continua emitiendo 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.*

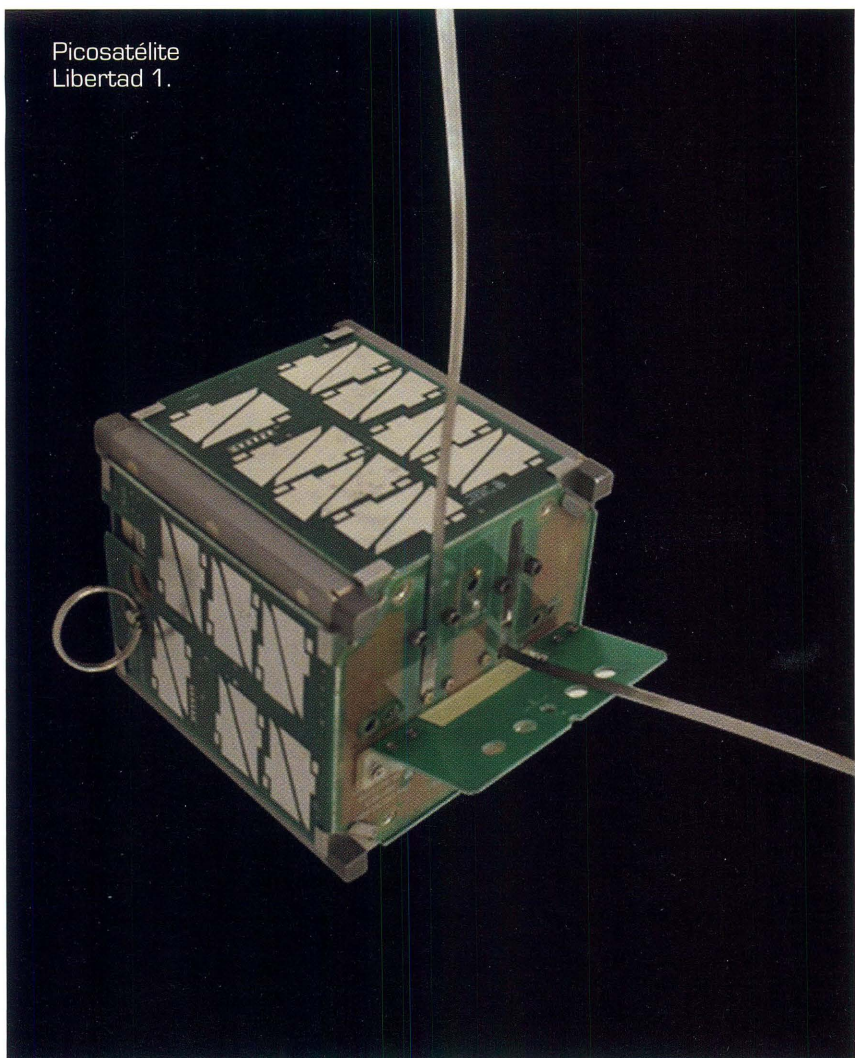


Primer satélite Colombiano.





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 micro-controlador, 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 diseño 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, diseño 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 I"

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 Directa 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 I"

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 Astrodinámica 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 LUNA 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 del 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 I". 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.