



Primer Taller Universitario de  
Investigación y Desarrollo Espacial  
*(La UNAM en el Espacio)*



TUIDE-2009

MEMORIAS

PRESENTE, PASADO y FUTURO  
Torre de Ingeniería 18 y 19 de junio de 2009

Cd. Universitaria, México, D.F.

**Dr. José Narro Robles**  
Rector

**Dr. Sergio M. Alcocer Martínez de Castro**  
Secretario General

**Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez**  
Academia Mexicana de Ciencias

**Dr. Octavio Agustín Rascón Chávez**  
Academia de Ingeniería



**PRIMER TALLER UNIVERSITARIO DE INVESTIGACION Y  
DESARROLLO ESPACIAL**  
*(La UNAM en el Espacio)*

**PRESENTE, PASADO Y FUTURO**

*Primera Edición: 2009*



## ÍNDICE

### CONFERENCIAS INVITADAS

	<b>Pág.</b>
1. Antecedentes de la Investigación Espacial en México. <i>Ing. Eugenio Méndez Docurro</i> .....	2
2. Algunas reflexiones sobre la creación de la Agencia Espacial Mexicana (más vale tarde que nunca). <i>Dr. Arcadio Poveda Ricalde</i> .....	7
3. La legislación sobre la Agencia Espacial Mexicana. <i>Sen. Francisco Javier Castellón Fonseca</i> .....	15
 <b>SESIONES</b>	
<b>SESION 1. Instrumentación</b> .....	<b>20</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>21</b>
1. La Misión espacial JEM – EUSO. <i>Gustavo Medina Tanco</i> .....	22
2. Vehículo explorador todo terreno controlado por USB. <i>Cesar Joaquín Rodríguez Cruz</i> .....	24
3. Aplicación del Método de Problemas Inversos Para el Análisis del Sistema de Control Térmico Pasivo en Naves Espaciales. <i>Vivaldo Muñoz González</i> .....	26
4. Nuevos Sensores Ópticos para medición de cantidad de combustible en tanques de propelente de satélites de comunicaciones. <i>Heidy Beatriz Mejía Del Puerto</i> .....	28
5. Microelectrónica. <i>Karina Rojas Arteaga</i> .....	30
6. Diseño de algoritmos de ubicación de equipo y de red de cableado a bordo de satélites y objetos móviles bajo criterios de compatibilidad Electromagnética. <i>Carlos Romo Fuentes</i> .....	31
7. Detector solar en el lejano Infrarrojo. <i>Alejandro Lara Sánchez</i> .....	33
8. Sistema de Simulación para Pruebas de Algoritmos de Orientación y Control de Satélites Pequeños. <i>Jorge A. Prado Molina</i> .....	34
9. Desarrollo de Sensores de Orientación para Satélites Pequeños. <i>Jorge A. Prado Molina</i> .....	36
 <b>SESION 2. Divulgación</b> .....	<b>38</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>39</b>
1. Proyecto de Divulgación Científica en la Agencia Espacial Mexicana. <i>Xochitl Blanco Cano</i> .....	41
2. Desarrollo de la Industria Aeroespacial en México. <i>Manuel Hernández Casillas</i> .....	42
3. Una Colaboración entre la Tierra y el Espacio, RATIR (The Reionization and Transients IR Camera). <i>Alejandro Farah Simón</i> .....	45
4. Análisis de la Iniciativa de Ley de la Agencia Espacial Mexicana. <i>Víctor Manuel Velasco Herrera</i> .....	46
 <b>SESION 3. Plataformas Satelitales</b> .....	<b>47</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>48</b>
1. Parámetros de diseño para un satélite de Percepción Remota. <i>Armando Peralta Higuera</i> .....	50

2.	Creación y Lanzamiento de un Satélite Pequeño para la Investigación de Precursores Ionosféricos de Terremotos y la Percepción Remota de la Tierra. <i>José Alberto Ramírez Aguilar</i> .....	52
3.	Desarrollo de satélites pequeños en universidades, el caso UNAMSAT. <i>José L. García García</i> .....	54
4.	Propuesta para Desarrollar el Primer Proyecto Nacional Enfocado Hacia la Creación del Centro de Desarrollo Satelital de la Agencia Espacial Mexicana. <i>Esaú Vicente Vivas</i> .....	55
<b>SESION 4. Educación.....</b>		57
<b>Resumen.....</b>		58
1.	Desarrollo de una microplataforma paralela como simuladores de vuelo. <i>Graciela Velasco Herrera</i> .....	59
2.	Programa para el desarrollo de la Ingeniería Espacial en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. <i>Saúl D. Santillán Gutiérrez</i> .....	60
3.	El Papel de las Agrupaciones Estudiantiles en el Fomento de la Exploración Espacial. <i>Alejandro Chavarri Rodríguez</i> .....	62
4.	Estación Terrena para Satélites de órbita Baja. <i>José L. García García</i> .....	63
5.	Percepción Remota y Educación a Distancia: La experiencia de la Maestría Profesionalizada en Ciencias de la Tierra. <i>Roberto Bonifaz Alfonzo</i> .....	65
6.	SATEDU, Satélite Educativo Universitario para Entrenamiento de Recursos Humanos en Tecnología Satelital. <i>Esaú Vicente Vivas</i> .....	67
<b>SESION 5. Percepción Remota.....</b>		69
<b>Resumen.....</b>		70
1.	Uso de datos satelitales de temperatura superficial del mar y clorofila para el estudio de la Variación estacional de la abundancia del calamar gigante ( <i>Dosidicus gigas</i> ) en el Golfo de California. <i>Carlos Robinson Mendoza</i> .....	73
2.	Base de datos de temperatura superficial de la mar obtenida a partir de los datos NOAA-AVHRR. <i>Olivia Salmerón García</i> .....	74
3.	Aplicaciones de la Percepción Remota. <i>Jorge Lira Chávez</i> .....	75
4.	La estación Receptora de Imágenes de satélite del Instituto de Geografía, UNAM. <i>Gabriela Gómez Rodríguez</i> .....	76
5.	Ánálisis de cambios de cobertura vegetal al sur y sureste de la Cd. de México de 1973 a 2002 utilizando técnicas de detección de cambio automático de imágenes satelitales. <i>Ma. Concepción García Aguirre</i> .....	77
<b>SESION 6. Campos de Oportunidad.....</b>		79
<b>Resumen.....</b>		80
1.	Localización de Objetos para su manipulación robótica en espacios cerrados utilizando visión artificial. <i>Mario Peña Cabrera</i> .....	82
2.	Monitoreo de Encuentros Cercanos en la Órbita Geoestacionaria. <i>Ing. Martín Walter Picazo</i> .....	83
3.	Búsqueda de cráteres de impacto en México. <i>Ma. Guadalupe Cordero Tercero</i> .....	84
4.	Aplicación de la espectroscopía Raman en la clasificación de meteoritas condriticas. <i>Karina E. Cervantes De La Cruz</i> .....	86
5.	Tecnología Espacial para la Salud. <i>Ramiro Iglesias Leal</i> .....	88

6. Promoción de la Investigación en Crio preservación en México. <i>Jaime Lagunés Otero</i> .....	90
7. Moléculas de importancia Prebiótica y la Radiación en el Espacio. <i>María Colín García</i> .....	91
8. Satélites de Monitoreo ambiental. <i>Mauro Valdez Barrón</i> .....	93
9. Exploración Geofísica Aeroespacial. <i>Víctor M. Velasco Herrera</i> .....	96
10. Experimento por realizar en Transbordadores de la NASA o en la EEI con Satélite Didáctico Universitario. <i>Esaú Vicente Vivas</i> .....	97
11. Hacia la creación de la Agencia Espacial Mexicana. <i>José Luis García García</i> .....	101
<b>Conclusiones Generales</b> .....	102
<b>ANEXO I. Fotos del Taller</b> .....	104



**CONFERENCIAS INVITADAS**



## Antecedentes de la Investigación Espacial en México

Eugenio Méndez Docurro\*

\*Instituto Politécnico Nacional, IPN México D.F.

La comunidad científica mexicana comenzó a interesarse en cuestión de actividades espaciales a partir de la puesta en órbita del primer satélite artificial de la tierra en Octubre de 1957 aunado al año Geofísico Internacional 1957 – 1958.

En noviembre de ese mismo año, bajo la dirección del Ing. Walter C. Buchanan, (*Subsecretario encargado del despacho de Comunicaciones y Obras Públicas durante el gobierno de Adolfo López Mateos*) se inicia el estudio y desarrollo de la cohetería en México.

Como resultado de estos estudios, se da origen al proyecto de diseño, construcción y lanzamiento de los primeros cohetes hechos en México conocidos como SCT-1 y SCT-2. Parecía un sueño inalcanzable, imposible para muchos, pero cierto día, ante el asombro de todos, se hizo realidad.

Fueron los primeros lanzamientos de cohetes en nuestro país.

En abril de 1960 se estableció un convenio entre los gobiernos de México y de los Estados Unidos de América para formar la Comisión México – Estados Unidos para observaciones en el espacio, cuyo objetivo fue estudiar el seguimiento de los programas Mercurio y Géminis para lo cual se estableció y operó una estación rastreadora en Empalme Guaymas Sonora. Dicha comisión fue integrada por representantes de las Secretarías de Relaciones Exteriores y de Comunicaciones de la UNAM y el IPN.

Con estos antecedentes, a iniciativa del ingeniero Buchanan, el Presidente López Mateos decretó el 31 de agosto de 1962 la creación de la Comisión Nacional del Espacio Exterior (CONEE), como organismo técnico especializado de la SCT con el encargo de fomentar la investigación, explotación y utilización con fines pacíficos del espacio exterior.

### PROGRAMAS EJECUTADOS



- **Programa de Investigación de la Alta Atmósfera**

Este programa tuvo como objetivo principal establecer plataformas de observación a diferentes altitudes, con sensores que permitieran determinar las características de la atmósfera superior. Dicho programa se dividió en tres subprogramas: Cohetes Sonda, Recepción de Señales Satelitales Meteorológicos y Globos Sonda. Así mismo, bajo los auspicios de la CONEE se continuaron los trabajos sobre investigación de propelentes sólidos de alta potencia, diseño estructural aerodinámico y la fabricación de los cohetes *Mitl* (flecha). El primero de ellos, lanzado en Cuajinicuilapa, Gro., en la costa del Pacífico, alcanzó una altitud de 50 kms. *Mitl II*, capaz de transportar cargas instrumentales hasta una altitud de 100 kms., para experimentos específicos. También se desarrolló *Hutl I* (jabalina) el cual se componía de dos etapas, una propulsada y un dardo.

- **Subprograma de Recepción de Señales de Satélites Meteorológicos**

El presente subprograma se originó a partir del Convenio de Cooperación Internacional entre México y los Estados Unidos (CONEE - NASA) de 1965 y se formalizó en 1968 para la preparación de personal mexicano en las técnicas de recepción y procesamiento de la información de los satélites meteorológicos y con la entrega a la CONEE de un equipo receptor de señales de satélites meteorológicos APT (Automatic Picture Transmitting).

Una vez comprobada la gran utilidad del sistema en el apoyo a las investigaciones meteorológicas y a la formulación de pronósticos de tiempo en el corto plazo, la CONEE adquirió dos estaciones profesionales de manufactura francesa. Las estaciones comenzaron a operar en 1971 y se mantuvo un servicio de gran interés para diversas dependencias, organismos de investigación y centros de difusión. A partir de 1974 se estableció un servicio de interpretación meteorológica preliminar del mosaico que se elaboraba diariamente. Dentro de este mismo programa, la CONEE participó activamente en la reunión de trabajo ONU - OMM (Organización de las Naciones Unidas – Organización Mundial Meteorológica), para tratar asuntos referentes al empleo de la Información de los Satélites Meteorológicos en Áreas Tropicales, dicha reunión se celebró en la Torre de Telecomunicaciones del 29 de noviembre al 8 de diciembre de 1972.

- **Subprograma de Globos Sonda**

En cuanto al *Subprograma de Globos Sonda* se tuvo el objetivo de establecer plataformas de observación instrumentadas en altitudes constantes hasta de 40 km. para cubrir la carencia de información del comportamiento atmosférico en esas zonas.

Se tenía el propósito de utilizar las plataformas en la realización de experimentos con misiones específicas en aeronomía, astronomía, biología, contaminación, física solar y percepción remota.

Se adquirieron globos de polietileno de 13 micrones de espesor y volumen de 2,832 m<sup>3</sup>, con la capacidad de transportar cargas de 36 kgs. Cada carga útil consistía del paquete de experimentos, el codificador, el emisor y la antena. Todos estos elementos estaban contenidos en una caja protectora de estireno, suspendida por los arreos del paracaídas para proteger la carga útil de temperaturas que pueden variar de -35°C a 45°C. La estación terrena receptora de telemetría se instaló en una unidad móvil capaz de recibir información y procesarla en el rango de frecuencias de la banda L.

Un lanzamiento experimental se llevó a cabo en las cercanías de la ciudad de San Luis Potosí, donde se obtuvieron resultados satisfactorios en las operaciones de recepción y procesamiento de la información enviada desde el globo, cuyo éxito se tradujo en la realización de registros de temperatura, presión, humedad y conteo de rayos cósmicos, tanto en el ascenso como en el descenso. Cabe mencionar que se tenía el propósito de establecer una base del lanzamiento del globo sonda en las inmediaciones de la estación Juan de la Granja, Estado de México.

- **Subprograma de Percepción Remota**

El Subprograma de Percepción Remota fue uno de los de mayor alcance de la CONEE. Su objetivo central fue apoyar a las instituciones nacionales en la aplicación de estas técnicas modernas en la caracterización cualitativa y cuantitativa de los recursos naturales, así como a problemas ambientales, mediante el uso de instrumentos perceptores remotos transportados por aviones o satélites.

En el Acuerdo de Cooperación CONEE - NASA mencionado anteriormente, se refería en forma específica a las técnicas llamadas de percepción remota. Las entidades nacionales participantes sugirieron diferentes sitios de prueba, la NASA comisionó a uno de sus aviones para levantar la información sobre los sitios seleccionados. Los instrumentos sensores consistían en cámaras métricas RC-8, un sistema multiespectral de cuatro cámaras KA62, un barredor óptico mecánico RS14 y un radar de vista lateral.

Para no depender de la nave de la NASA, la CONEE adquirió un avión Aerocommander 500 B especial, instrumentado con un radar *doppler*, brújula electrónica, altímetro de radar, sistema ILS de 20 canales, transpondedor, luces de señalamiento y altímetro barométrico. En esta nave se instalaron un conjunto multiespectral fotográfico de cuatro cámaras que podían usar películas en emulsiones pancromáticas, infrarrojo, blanco y negro, color y color infrarrojo; un barredor óptico mecánico o mapeador térmico (*scanner*), y un radiómetro de precisión.

Con el fin de participar en el uso del Satélite Tecnológico para Estudios de los Recursos de la Tierra (ERTS), se negoció una ampliación al Plan de Cooperación en junio de 1972.

Para ese programa la CONEE presentó a la NASA solicitudes que indicaban las áreas de interés para los investigadores mexicanos, así como los objetivos de las investigaciones. La NASA aceptó la solicitud y envió oportunamente la información obtenida.

- **Subprograma de Laboratorio Espacial Tripulado SKYLAB**

En lo que respecta al subprograma de Laboratorio Espacial Tripulado SKYLAB, varias solicitudes de investigadores mexicanos para participar se presentaron por conducto de la CONEE a la NASA.

El Programa de Percepción Remota coordinado por la CONEE obtuvo información profesional de cuatro fuentes principales: la adquirida por el avión de la NASA, por el avión instrumentado de la CONEE, la procedente de los satélites ERTS y la del laboratorio espacial SKYLAB. A raíz de esto, se creó un banco de datos administrado por la CONEE, abierto a las dependencias interesadas.

En diciembre de 1972 la Organización Europea de Investigación Espacial (ESRO) solicitó la colaboración del gobierno mexicano para instalar en nuestro territorio una estación telemétrica para obtener información del satélite científico TDIA.

Por conducto de la Secretaría de Relaciones Exteriores se firmó el Convenio de Colaboración entre la CONEE y la ESRO, lo que dio lugar a la instalación en los laboratorios de la CONEE una antena altamente direccional y una estación receptora de telemetrías denominadas MEX-314, proporcionadas por la ESRO. Dicha Agencia Europea envió una misión para entrenar al grupo de técnicos de la CONEE designados para la operación y mantenimiento de la estación.

El satélite fue diseñado para efectuar siete experimentos relacionados con la radiación estelar en varias bandas del espectro. La información transmitida a tierra se almacenó en cintas magnéticas

correspondientes a 1,100 órbitas que se enviaron a Darmstadt, Alemania para su procesamiento y análisis.

En el folleto que entregó en esta ocasión acerca de las labores realizadas por la CONEE durante 15 años, hay mayor información de la que se ha rendido cuenta. En especial, la lista de dependencias y organizaciones del Gobierno Federal que se interesaron y participaron en esas tareas, los trabajos e informaciones que solicitaron y los principales programas que se ejecutaron conforme a las solicitudes.

Finalmente en enero de 1977 en un prepotente arranque de despotismo ilustrado, el gobierno federal ordenó la disolución de la Comisión Nacional del Espacio Exterior.



## Algunas reflexiones sobre la participación de la UNAM en la Agencia Espacial Mexicana

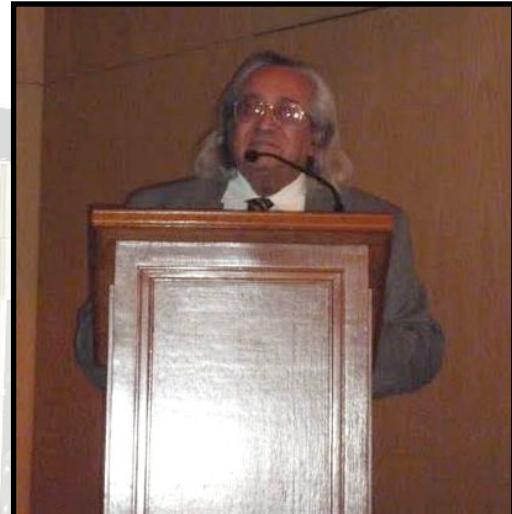
Arcadio Poveda Ricalde\*

\**Instituto de Astronomía de la UNAM, México D.F.*

E-mail: [poveda@astroscu.unam.mx](mailto:poveda@astroscu.unam.mx)

Deseo dedicar esta presentación a la memoria de Ruth Gall. Ella, una muy querida amiga, fue pionera en los esfuerzos para iniciar la investigación espacial en la UNAM. En la época en que se lanzó el primer Sputnik, recuerdo su emoción y su interés por iniciar alguna actividad relacionada con la era espacial; decía que no podíamos quedarnos sentados viendo pasar sobre nuestras cabezas satélite tras satélite.

Quiero también recordar que yo fui el primer director del Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial (PUIDE), sólo duré un año, el de 1990, durante el cual desarrollé una serie de ideas y propuestas. Aproximadamente al término de ese año, dio inicio un movimiento de varios directores del Subsistema de la Investigación Científica para convencerme de que me postulara para formar parte de la Junta de Gobierno de la UNAM, finalmente opté por aceptar esta distinción y por ello, a principios de 1991, renuncié a la Dirección del Programa. Me sucedió en la dirección el Dr. Alfonso Serrano.



El día de ayer, escuchamos del ingeniero Méndez Docurro la larga e interesante lista de logros en cohetería así como de las colaboraciones internacionales de la Comisión Nacional del Espacio Exterior. A pesar de que la comisión tuvo éxito lanzando varios cohetes, supimos cómo de la noche a la mañana, un decreto extinguió la existencia de tal comisión, desbandando a todo un equipo de ingenieros y técnicos, destruyendo experiencia, materiales y equipo acumulados durante 15 años. Podríamos llamar a esta historia “la primera piedra en el camino”.

Después, el Instituto Mexicano de Comunicación, que apoyaba el proyecto SATEX, contó con el apoyo de Ariane Space. Esta empresa había contratado con México el lanzamiento de los satélites de comunicación. Ariane Space había ofrecido lanzamientos gratuitos para SATEX en varias ventanas de oportunidad. Pero el proyecto SATEX no se logró y estas oportunidades se perdieron. Esta sería “la segunda piedra en el camino”.

Años después en la UNAM fue dibujándose la posibilidad de crear un Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial. Esto fue motivado por la inquietud mostrada por varios universitarios, de construir algunos microsatélites y adquirir experiencia en aspectos técnicos y experimentales. Se presentó incluso la oportunidad de que un miembro de la asociación norteamericana AMSAT también participara en este esfuerzo. Se trataba del físico David Liberman, una persona apasionada, fuera de serie, con una inmensa energía y un gran deseo de construir satélites. Además se contó con el interés del coordinador de la Investigación Científica, doctor Juan Ramón de la Fuente y del rector José Sarukhán.

En la UNAM se habían creado programas universitarios con el propósito de promover ciertas líneas de trabajo identificadas como de interés nacional con la intención de formar nuevos especialistas en estos campos, aprovechando los recursos que la institución tiene en cuanto a personal, laboratorios, talleres y capacidad de generación de estudiantes. Con base en esta experiencia se pensó que un Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial podía cuajar y producir resultados empleando, como ya mencioné, toda la rica infraestructura de recursos universitarios. De modo que, como dirían los astrólogos, en una conjunción afortunada se creó el Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial (PUIDE), el 29 de enero de 1990, por acuerdo del rector José Sarukhán.

Como parte inicial del PUIDE, pensamos en la conveniencia de crear cuatro *subprogramas iniciales*, que fueron los siguientes:

1. Investigación básica y aplicada, a cargo de la doctora Gloria Koenisberger.
2. Ingeniería aeroespacial a cargo del doctor Ricardo Peralta.
3. Docencia y difusión a cargo doctor Miguel Ángel Herrera.
4. Política espacial, relaciones internacionales y derecho ultraterrestre a cargo de la doctora Ruth Gall.

Uno de estos cuatro subprogramas, evidentemente muy atractivo, era el de la construcción de un satélite, pero nosotros no sabíamos cómo ni para qué construir uno. Deliberábamos sobre esta última pregunta: ¿para presumir?, ¿para aprender a hacer cosas?, ¿para mandar mensajes? Esto último, motivado por el *bip bip* del primer Sputnik o, como ocurrió, cuando entre los primeros satélites que Brasil construyó hubo uno hecho para decir “peace and love”. ¿Se trataba de realizar algún experimento de interés científico? Yo discutí mucho con David Liberman (quien poco tiempo después asumió la jefatura de Ingeniería Aeroespacial), dedicamos bastante tiempo a pensar, a proponer un programa válido científicamente que pudiera hacerse con un microsatélite de unos 10 kilos de peso. Imaginación no nos faltó y al final conseguimos elaborar un proyecto de investigación consistente en que el satélite tuviera un radar rigurosamente calibrado en frecuencia para escuchar el rebote de los pulsos de radio y determinar, por efecto Doppler, la velocidad radial de los meteoritos que inciden sobre la atmósfera. El satélite estaría monitoreando constantemente la llegada de meteoritos a la atmósfera terrestre. Este monitoreo nos permitiría establecer la función de distribución de velocidades heliocéntricas de los meteoritos y con ello poder descubrir la existencia de meteoritos interestelares que aparecerían claramente con velocidades hiperbólicas. Por supuesto que no esperaríamos más que unos cuantos, pero el monitoreo continuo (día y noche) sobre toda la superficie del planeta podría descubrir algunos de estos eventos después de varios meses de observación.

Por fortuna nos acercamos a AMSAT, asociación americana compuesta de ingenieros aeroespaciales jubilados, que tenía la misión y la vocación de construir satélites pequeños, de inducir la cultura de éstos y de propagar su construcción entre aquellos grupos que quisieran hacerlo. Ya que arrancamos desde cero, parecía un camino apropiado apoyarnos en este grupo. Encontramos toda la colaboración de la gente de AMSAT. Nos enviaron sus diseños y nos asesoraron a lo largo del proyecto. El diseño básico de AMSAT era un pequeño satélite con circuitos sencillos de telemetría sin embargo, rediseñarlo para el experimento que teníamos en mente lo volvió bastante más complicado. De manera paralela yo reorienté parcialmente mi línea de investigación hacia los meteoritos.

En el informe de 1995 se señala el tipo de proyectos que el PUIDE estaba desarrollando. El primero ciertamente era UNAMSAT, como llamamos a este pequeño satélite. En el mismo informe se explican todas las peripecias por las que tuvimos que pasar para lograr un lanzamiento barato. Al principio se pensó lanzarlo con el apoyo de China, pero este país había tenido un gran fracaso en su primera plataforma de lanzamiento, al explotar un cohete. Por ello la posibilidad de que los chinos lanzaran el UNAMSAT quedó abandonada. Con los rusos tuvimos más suerte. Junto con el Instituto Sternberg de la Universidad Lomonosov se lograron una serie de acuerdos, de tal manera que finalmente UNAMSAT-I fue lanzado con un cohete ruso. Sin embargo, como todos sabemos, estos lanzamientos suelen ser a veces fallidos, el nuestro fue uno de esos casos: el cohete lanzador explotó al salir de la plataforma.

*Otros proyectos que se mencionan en el informe de 1995 son:*

1. Diseño de cohetes sonda para estudios atmosféricos.
2. Construcción de un laboratorio de tecnología de microondas y de electrónica terrestre.
3. Construcción de estaciones terrestres para telemetría.
4. El proyecto Colibrí que era una red de microsatélites para telecomunicaciones.
5. Medicina Aeroespacial.
6. Laboratorio de alto vacío.
7. Laboratorio de deposición de películas delgadas.
8. Radiotelescopio para estudiar el medio interplanetario.

En la memoria del PUIDE de 1996 se advierte que ya estábamos pensando en el UNAMSAT-II, algunos le llamaron UNAMSAT-B. Por fortuna David Liberman tuvo la feliz idea de construir casi en paralelo dos satélites, de tal suerte que al fallar el primer satélite se tenía un segundo.

En el PUIDE se inició la investigación en el área meteorítica. Para ilustrar esto, deseo mencionar un artículo de David Liberman que se publicó en un simposio de AMSAT (*The AMSAT Space Symposium Proceedings*, p. 74-78, 1990), sobre el circuito electrónico para realizar el experimento radar-Doppler que ya mencioné. El diseño y construcción del radar requerido no fue sencillo. También yo publiqué dos artículos: uno, sobre la distribución de diámetros de los meteoritos cruzadores de la órbita terrestre (*Planetary & Space Science* 47,

679-685, 1999), el otro fue “La frecuencia esperada de colisiones con pequeños meteoritos con coches y aviones” (*Planetary & Space Science* 47, 715-719, 1999).

Pero viene “la tercera piedra en el camino”. Después de que el segundo lanzamiento del satélite UNAMSAT-II fracasó (pues si bien entró en órbita, no duró mucho la telemetría), se desencadena cierta presión para reorientar o cancelar la actividad del PUIDE, lo que finalmente ocurrió. El acuerdo por el cual se cancela el PUIDE tiene varios puntos interesantes que reproduczo a continuación.

...

4.-Considerando que el PUIDE ha venido realizando fundamentalmente un esfuerzo de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el área de instrumentación espacial, en particular en el diseño de satélites...

5.- Que en el propio Centro de Instrumentos el PUIDE tiene ya espacio asignado para estos fines...

6.- Que los programas universitarios, no deben tener personal académico propio realizando tareas de investigación y desarrollo...

7.- Que la Dirección, el Consejo Interno y el Comité Técnico del Centro de Instrumentos están de acuerdo con la propuesta de la Coordinación de la Investigación Científica de incorporar los esfuerzos de Investigación y Desarrollo Tecnológico que se llevan a cabo en el PUIDE en el Centro de Instrumentos, se toma el siguiente acuerdo:

Primero.- Se transfieren al Centro de Instrumentos los diferentes esfuerzos de formación de recursos humanos de investigación y desarrollo tecnológico y vinculación que se venían coordinando en y por el PUIDE.

Segundo.- Una parte de los recursos financieros asignados hasta ahora al PUIDE se canalizarán al Centro de Instrumentos, para así garantizar la continuidad de los esfuerzos académicos hasta ahora realizados. Otra parte será utilizada para el apoyo al Proyecto Universitario de Ciencias Espaciales y Planetarias este proyecto quedó centralizado en la Coordinación de la Investigación Científica.

En paralelo se publicó el acuerdo para la creación del *Proyecto Universitario de Ciencias Espaciales y Planetarias* (PUCEP), del cual transcribo algunos puntos:

- 1.- Se crea el Proyecto Universitario de Ciencias Espaciales y Planetarias (PUCEP).
- 2.- Este proyecto tendrá un Comité Directivo y Ejecutivo que estará integrado inicialmente por el coordinador de la Investigación Científica, quien lo presidirá, y por los directores de los Institutos de Astronomía, Geofísica, Geología, Geografía, del Centro de Ciencias de la Atmósfera y del Centro de Instrumentos. Uno de estos directores fungirá como Secretario Técnico del Proyecto y será designado por el propio Comité Directivo.

*Otro de los puntos del acuerdo fue:*

Los recursos que asigne la Universidad para desarrollar este proyecto se localizarán en la Coordinación de la Investigación Científica y serán asignados a aquellas acciones que el Comité Directivo considere pertinentes y que serán desarrolladas por las unidades académicas participantes.

*Es importante el segundo transitorio:*

Segundo: Los recursos que se asignen a ese proyecto provendrán de parte de los que originalmente se localizaron en el PUIDE.

Ambos acuerdos fueron firmados por el rector Francisco Barnés el 17 de noviembre de 1997. Hay además otra serie de consideraciones sobre las actividades que podía desarrollar el Proyecto Universitario.

Cuando se creó el PUCEP fungió como su director el doctor Bissiachi, quien hizo muchas maromas y gestiones para allegarse de recursos y seguir trabajando, recursos que estaban en el Centro de Instrumentos y en la Coordinación. La agonía duró un rato hasta que, finalmente, el PUCEP también se extinguío por falta de recursos.

En una parte de una entrevista que años después le hicieron a Bissiachi en *La Jornada (Lunes en la Ciencia, 26 noviembre 2000)*, titulada “El reto en la Tecnología”, él cuenta que parte de las condiciones que se le imponían como director del PUCEP era que consiguiera recursos de Conacyt y de alguna empresa en México que estuviera interesada en la construcción de satélites. Sin embargo, al acercarse a Conacyt le ocurrió lo siguiente: En 1998 el PUCEP recibió una invitación de España para participar en un proyecto internacional en materia de satélites. La mayor parte del financiamiento provenía de España pero, con base en los acuerdos de la Comunidad Económica Europea, se contemplaba la participación de otros

países latinoamericanos para fomentar su desarrollo y promover la tecnología. Los países participantes invitados fueron Argentina, Brasil y México, los cuales tenían que aportar una cantidad para el proyecto. A nuestro país le fue solicitado el menor monto, sin embargo no existían fondos para participar. A los investigadores participantes se les ocurrió que podían conseguir los fondos en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por lo que solicitaron una entrevista, la que al confirmarse fue tomada como un buen augurio. No obstante, durante la conversación los mandaron a hacer zapatos. En concreto, la prioridad en ese momento, para la institución encargada de proporcionar presupuesto, se centraba en fortalecer la industria del calzado. Para la construcción y desarrollo de tecnología espacial no había dinero, por tanto a los investigadores expertos en el área satelital se les pidió traer proyectos sobre zapatos para garantizarles el financiamiento. Esta es una de las anécdotas asociadas a los esfuerzos hechos para seguir haciendo actividad espacial.

¿Por qué hemos caído tres veces? Ciertamente hemos caído más de tres, pero en esta cuestión espacial por lo menos tres. ¿Qué han tenido en común los tres fracasos anteriores?

Lo que yo he pensado de toda esta experiencia y de todas estas frustraciones es que han sido proyectos “individuales”, esto es, de muy pocas personas, *no han sido resultado de una Política de Estado*. Por fortuna la Agencia Espacial que se está configurando va a ser una institución creada por ley como parte de una Política de Estado. Se están proponiendo estructuras que le garantizarán continuidad, que no generarán envidias y competencia por los recursos disponibles. Al final de cuentas lo que ocurrió con el PUCEP es que el Centro de Instrumentos dedicó indebidamente a otras prioridades los recursos que se le pasaron del PUIDE. No sabemos dónde fueron a parar los equipos y los instrumentos. El espacio físico asignado se uso para otras actividades. Lo mismo ocurrió en la Coordinación de la Investigación Científica, ahí desaparecieron los recursos que estaban explícitamente asignados al PUCEP por acuerdo del rector Barnés. Todo mundo se aprovechó de los pocos recursos que quedaron del PUIDE.

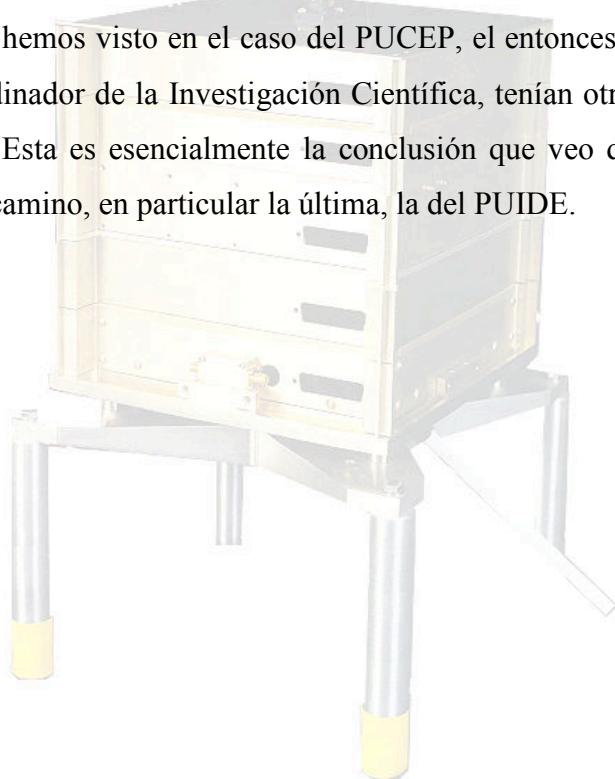
Es preocupante, por decir lo menos, que ni el director del Centro de Instrumentos ni el coordinador de la Investigación Científica hayan respetado los acuerdos del rector Barnés publicados en la Gaceta UNAM del 17 de noviembre de 1997. Las dependencias arriba citadas

están en deuda con la Investigación y Desarrollo Espacial a la cual deben devolver los recursos correspondientes.

La UNAM ha sido y es un semillero y una incubadora de talentos en casi todas las áreas en la que la Agencia Espacial tendría interés: desde ciencia básica hasta tecnología, pasando por aspectos de política y derecho ultraterrestre. Resulta así que es absolutamente necesario que exista una estrecha cooperación entre la Agencia Espacial y la UNAM.

He dedicado la mayor parte del tiempo a revisar y aprender de la experiencia del PUIDE, pues pienso que una estructura como ésta nos da la mejor herramienta para que la UNAM pueda coordinar y promover los esfuerzos de colaboración con la Agencia.

Finalmente, como conclusión quiero decir lo siguiente: Para el mejor éxito de la Agencia Espacial, la UNAM debe crear una estructura semejante al PUIDE, o mejor, un Centro Espacial. Resulta absolutamente indispensable que exista un *director comprometido con este proyecto* porque, como hemos visto en el caso del PUCEP, el entonces director del Centro de Instrumentos y el coordinador de la Investigación Científica, tenían otros compromisos, otras ideas, otros proyectos. Esta es esencialmente la conclusión que veo de esta experiencia, de estas tres piedras en el camino, en particular la última, la del PUIDE.



## Legislación sobre la Agencia Espacial Mexicana

Sen. Fco. Javier Castellón Fonseca\*

Presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología

\*Senado de la República

### ANTECEDENTES

El proceso legislativo arrancó el 25 de octubre de 2005, cuando el entonces Diputado Moisés Jiménez Sánchez presentó ante el pleno de la Cámara de Diputados iniciativa con proyecto de decreto que expide la Ley que crea la Agencia Espacial Mexicana siendo turnado para su análisis a la Comisión de Ciencia y Tecnología. Es en abril de 2006, casi al término de la LIX Legislatura, cuando se aprueba con 224 votos a favor, 83 en contra y 6 abstenciones y se envía a la Cámara de Senadores, donde al recibirse se turna a las Comisiones de Ciencia y Tecnología y de Estudios Legislativos Primera, tocando ya el análisis y dictamen a los integrantes de la LX Legislatura.

El propósito de esta Comisión desde el primer momento fue el de escuchar a todas las voces y sumarlos al proceso de convencimiento de los que presentaran las mayores resistencias. Es así que el 7 de noviembre de 2006 se realizó una reunión de trabajo con el grupo promotor de la Agencia Espacial, con lo que se constituyó un grupo de trabajo entre algunos de los promotores y asesores en el Senado para el estudio de la propuesta. Después de varias reuniones, en marzo de 2007 se entregó a las Secretarías Técnicas de las Comisiones dictaminadoras la propuesta con las modificaciones discutidas. A partir de ese momento y hasta septiembre del mismo año, se reciben diversas opiniones respecto del Dictamen, entre las que se cuentan las de CONACYT, Secretaría de Hacienda, Secretaría de Relaciones Exteriores y de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Además, el 14 de noviembre de 2007 se realizó una reunión con integrantes del Consejo Consultivo de Ciencias de la Presidencia de la República, integrado por científicos acreedores de los Premios Nacionales de Ciencias, para discutir el fondo del contenido de la Minuta,



recibiendo también valiosas aportaciones. Durante todo este tiempo, en la Comisión de Ciencia y Tecnología se recibieron múltiples comentarios y observaciones de particulares e instituciones nacionales y extranjeras.

### MODIFICACIONES A LA MINUTA

Producto de todo este proceso de consulta se determinó que a la Minuta recibida de la Cámara de Diputados habría que hacerle algunas modificaciones para fortalecerla. Dichas modificaciones se enumeran a continuación:

- Se estableció que la Agencia Espacial Mexicana formará parte del sector coordinado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y de igual manera específica que su domicilio legal será la ciudad de México, Distrito Federal, sin perjuicio de establecer oficinas y domicilios convencionales en cualquier parte del país.
- Se especificó y dio coherencia al conjunto de objetivos, por lo cual se les estableció un nuevo orden y se agregaron unos más, entre las que destacan:
  - La propuesta de definición de la Política Espacial de México a través de su Junta de Gobierno.
  - Promover las actividades espaciales a fin de ampliar las capacidades del país en las ramas educativa, industrial, científica y tecnológica en materia espacial.
  - La promoción de las actividades de cooperación internacional que permitan la integración activa de México en la comunidad espacial internacional.
  - Ser una institución que reciba de las entidades públicas, privadas y sociales, propuestas y observaciones en el área espacial para su estudio y consideración.
- Por lo que respecta a los instrumentos de la Política Espacial se consideró oportuno destacar el papel primordial de las investigaciones en materia espacial y la formación de recursos de alto nivel, así como la infraestructura necesaria para dicho fin como instrumentos indispensables de la política espacial nacional; de igual manera se destaca la importancia del intercambio científico, tecnológico y de colaboración con otras agencias espaciales.

- En lo referente a las áreas prioritarias de atención en la investigación espacial en México, contenidas en el artículo 4 de la Minuta en estudio, se consideró eliminar el listado a fin de no limitar por disposición de la propia ley las áreas respectivas, lo que se dejó a criterio del Programa Nacional de Actividades Espaciales.
- Se acordó también dar un nuevo orden y sistematización a las funciones que para el cumplimiento de su objeto desarrollará la Agencia, asimismo se incluyeron nuevas funciones de entre las que sobresalen:
  - La promoción de la agencia para lograr la vinculación y colaboración entre instituciones, organismos públicos y privados nacionales, extranjeros o internacionales, que se dediquen a estas actividades.
  - La promoción para la firma e interpretación de textos internacionales relativos a estas áreas.
  - El impulso para la formación de especialistas en materia espacial y sus disciplinas afines.
  - La formulación y realización de proyectos de difusión educativos en la materia.
  - La creación de un sistema de información y consulta en la materia.
- Se hicieron cambios también en las atribuciones de la Agencia, ya que se consideró oportuno incluir aquellas que den una mayor certeza al desarrollo de las actividades a realizar con el objeto de alcanzar los fines para los que se crea y evitar con ello la duplicación de funciones con otras instituciones gubernamentales.
- Con el fin de adecuar la Ley que crea la Agencia Espacial con lo dispuesto en la Ley Federal de las Entidades Paraestatales y en la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos se realizaron los siguientes cambios:
  - En el artículo 6º se propuso como Órgano de Gobierno una Junta de Gobierno y no una Junta Directiva como lo disponía la Minuta
  - Además, se crea un Órgano de Vigilancia (órgano de administración) encargado del buen funcionamiento y transparencia del organismo.

- Las disposiciones relativas a la composición de la Junta de Gobierno, fueron modificadas totalmente, a diferencia de la Minuta, se dispuso que sea presidida por el Titular de la SCT y no el Presidente de la República.
- Se estableció que los demás integrantes de la Junta de Gobierno que pertenezcan a las diferentes Secretarías de Estado, tengan el nivel de subsecretarios.
- Se integraron a la Junta de Gobierno a un representante de la SHCP, al Rector de la UNAM, al Director General del IPN, al Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias, al Presidente de la Academia Mexicana de Ingeniería y al Presidente de la Academia Nacional de Medicina.
- Se estableció la periodicidad de las sesiones de la Junta de Gobierno, así como la forma en que serán tomadas sus resoluciones, situación que no se encontraba prevista en la Minuta en estudio.
- Se adicionó el periodo para el cual será nombrado el Director General (cuatro años con posibilidad de un periodo adicional) y se establecen los requisitos que deberá cumplir quien sea designado.
- En los artículos transitorios se establecen los plazos en los cuales se deberá instalar la Junta de Gobierno, así como el nombramiento del Director General:
  - La Junta de Gobierno se instalará en un periodo no mayor a los cuarenta y cinco días naturales siguientes a la entrada en vigor de la Ley (artículo Segundo Transitorio).
  - En el artículo Tercero Transitorio se definen los plazos y el procedimiento a seguir para la discusión y formulación de las líneas generales de la Política Espacial Mexicana que será desarrollada por la Agencia Espacial Mexicana.
  - El Director General de la Agencia será nombrado en un periodo no mayor a los treinta días naturales siguientes a partir de la expedición de la convocatoria para dicho fin (artículo Cuarto Transitorio)
  - En el artículo Quinto Transitorio se señala que será el Director General de la agencia quien elaborará y presentará a la Junta de Gobierno el proyecto de

Programa Nacional de Actividades Espaciales, el proyecto de reglamento interno y el estatuto orgánico para su aprobación.

### **SITUACIÓN ACTUAL**

Gracias a este importante proceso de socialización de la minuta, al haber considerado la opinión de todos los sectores involucrados e interesados en el tema, fue posible sensibilizar a todos los Grupos Parlamentarios, de manera que el 4 de noviembre de 2008 fue aprobada por el pleno de la Cámara de Senadores el Dictamen que modifica la Minuta que contiene la Ley que crea la Agencia Espacial Mexicana, y fue turnada a la Cámara de Diputados, donde espera ser dictaminada. Fue así que se lograron vencer las resistencias y aquellas voces que argumentaban que en un país con tantas necesidades no se podía invertir en estos temas. Hasta este punto, hemos podido convencer de que es precisamente apostándole a la Ciencia y el Desarrollo Tecnológico como podremos mejorar las condiciones generales de nuestro país, sólo espero que esta visión podamos finalmente contagiarla en otras esferas y temas de nuestra vida nacional.





## Resumen

La instrumentación ha impulsado la tecnología en todos los ámbitos. En particular, la instrumentación ha permitido avanzar a pasos agigantados en la exploración espacial. El desarrollo tecnológico que se ha generado ha permeado en forma de beneficios sociales innumerables. En México existen grupos universitarios que están inmersos en este ámbito. Durante este primer Taller universitarios se realizaron 12 ponencias y dos sesiones de discusión. A continuación se resumen en forma de relatoría las intervenciones más relevantes de las mesas de discusión.

La iniciativa privada está interesada en participar en actividades espaciales, pues vislumbra dichas actividades como una inversión y como una necesidad motora del país. Ejemplos como motores, combustión, comunicación, antenas, robots, sistemas autómatas, sistemas de control, desarrollo de software, así como incentivos culturales fueron mencionados por las mesas de trabajo. Es necesaria la figura de “Gerente de Proyecto”, a fin de buscar ligas más estrechas con la iniciativa privada que logren incentivar su interés y un compromiso financiero.

La idea que surgió de las discusiones es la de realizar una convocatoria para Proyectos de Desarrollo Espacial, que incorpore la posibilidad de que la industria participe junto con las universidades. La participación industrial privada es fundamental. Para lograr algo diferente hay que hacer algo diferente con nuevos mecanismos y vías para trabajar con la industria.

La sensación general de los ponentes es que el potencial humano para desarrollar las tareas antes discutidas existe. Ahora está en nuestras manos lograr el financiamiento a través de la formación de grupos organizados particularmente en nuestra universidad.

Respecto a la formación de la Agencia Espacial Mexicana es necesario hacer más divulgación de los proyectos universitarios espaciales. Al mismo tiempo es menester crear grupos de trabajo formal y multidisciplinario que, al mismo tiempo que desarrollan experimentos, impulsen juntos la formación de la agencia.

## La Misión Espacial JEM-EUSO

Gustavo Medina Tanco\*

\*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM México D.F.

E-mail: [gmtanco@nucleares.unam.mx](mailto:gmtanco@nucleares.unam.mx)

### Resumen

JEM-EUSO es un colaboración internacional que involucra a 12 países, entre ellos México, y tiene por objetivo el diseño, construcción y operación del primer observatorio espacial de rayos cósmicos ultra-energéticos. El detector es un telescopio refractor de 2.65 m de diámetro, 4 m de altura y una masa de 2 toneladas. El detector será instalado en el "Japanese Experimental Facility" a bordo de la Estación Espacial Internacional. La misión es coordinada por el Instituto RIKEN y la agencia espacial JAXA de Japón. La misión está planeada inicialmente para 2015, con vuelo a bordo del cohete H2, en la bahía no presurizada del transbordador japonés HTV. La duración de la misión será de un mínimo de 5 años, sin contar posibles extensiones. El objetivo científico principal de la misión es abrir una ventana astronómica en partículas cargadas de altísimas energías, alcanzando un área efectiva de exposición instantánea aproximadamente 1000 veces mayor que el mayor observatorio ya construido sobre la superficie terrestre en su tipo. Otros objetivos exploratorios incluyen la observación de neutrino ultra-energéticos, la determinación de campos magnéticos extra galácticos y galácticos y evidencias de la posible existencia de violaciones de la invariancia de escala de Lorentz. Más allá de estos objetivos de física fundamental, JEM-EUSO obtendrá permanentemente imágenes en el infrarrojo y ultravioleta de la atmósfera, cuyos perfiles de aerosoles y vapor de agua también serán constantemente medidos a través de su sistema de LIDAR. En México participan de esta colaboración la UNAM, la BUAP y UMSNH. En la UNAM, los institutos de Ciencias Nucleares, Geofísica y el CCADET colaborarán con el proyecto. México realizará varios aportes a la misión: (1) diseñará y fabricará un sistema optomecánico para caracterización de la superficie focal, (2) diseñará y construirá todo el sistema de "housekeeping" del instrumento, (3) realizará la selección, caracterización e integración de más de 2000 sensores de corriente, voltaje, temperatura, presión, lumínicos y mecánicos. Además de esto, se procederá a la calificación espacial de todos los componentes de vuelo

que, además de los sensores mencionados, incluye más de 400 placas digitalizadoras y de control de sensores y 4 placas principales con FPGAs para el sistema central de control del housekeeping. Desde el punto de vista científico, el ICN colabora con la elaboración de los softwares de simulación del detector y de análisis de datos, está encargado del sistema de análisis de nubes y del desarrollo de algoritmos para su corrección, y dirige a un grupo formado por investigadores de otros 6 países en las tareas de simulación end-to-end y científicas de la misión. Administrativamente, México posee una de las seis posiciones del Comité Ejecutivo, máximo órgano gerencial de la misión, y es miembro del Comité de Objetivos Científicos de la misma.



## Vehículo Explorador Todo Terreno Controlado Por USB

Cesar Joaquín Rodríguez Cruz\*

\*Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM

E-mail: [controlydomotica@hotmail.com](mailto:controlydomotica@hotmail.com)

### Resumen

El proyecto comprende diversas etapas de electrónica para controlarlo y monitorear cambios de alguna variable como serían, temperatura, presencia de gas LP o butano, y el monitoreo de la carga de la batería principal que provee de energía a sus cuatro motores. Los motores juntos nos dan la posibilidad de desplazar hasta 25 kg de carga, siendo apenas 7 kg utilizados por las baterías, entre otras. Para el desarrollo de este proyecto se diseñó una interface de control digital por medio del puerto USB, la cual nos da 22 salidas digitales para la primera versión, siendo ésta plug & play, la interface gráfica del usuario. De igual manera se desarrolló específicamente para esta interface que nos permite controlar los motores del explorador, luces infrarrojas y luz blanca, todo esto mediante comunicación inalámbrica que para esta primer etapa tiene un alcance de 100 m a manera de probar diversos dispositivos de visión y telemetría. Posteriormente se piensan incorporar módulos de radiofrecuencia de 1600 metros de alcance para así poder hacer pruebas a mayor distancia y con diversos tipos de dispositivos. Con la necesidad de poder adquirir señales del vehículo hacia la estación de trabajo se diseñó la segunda versión de la interface de control por USB la cual incluye 8 entradas digitales, 8 salidas digitales, 8 salidas analógicas y 2 entradas analógicas, de esta manera se pueden incorporar a esta segunda versión los módulos receptores que reciben la información enviada por el vehículo explorador y así visualizarlos en la PC estación de trabajo. El vehículo contará además con un sensor de inclinación para la cámara inalámbrica ya que si queda en alguna posición que no sea totalmente horizontal debido a algún obstáculo, la imagen quedaría inclinada y al corregirse con el sensor nos permitiría ver el terreno de manera totalmente horizontal. También contará con una caja negra si se requiere solo llevar el explorador a una zona para descansar, la caja negra recoge los datos y posteriormente al regreso del explorador a la estación de trabajo, con sólo retirar la memoria SD y descargar los datos a la PC nos permita visualizarlos y exportarlos a gráficos y poder analizar las variables de nuestro interés.

De igual manera se llevaría la caja negra a un lugar de interés y se podría dejar ahí para posteriormente recogerla con el explorador. Las interfaces de control se diseñaron primeramente en encapsulado DIP y posteriormente se diseñaron con componentes de superficie (SMD) que permiten reducir notoriamente el tamaño de la tarjeta de la interface de control. El desarrollo de estas interfaces de control por USB nos permite expandir las entradas o salidas disponibles para una PC que con requerimientos mínimos puede operar este tipo de interface, y así tener una estación de trabajo muy completa para hacer telemetría o control de procesos, todo adquirido y controlado por el puerto USB que es hoy en día para las nuevas NETBOOK o LAPTOP, el único puerto que tenemos disponible.



## Aplicación del Método de Problemas Inversos para el análisis del sistema de control Térmico Pasivo en Naves Espaciales

Vivaldo Muños González\*

\*Facultad de Ingeniería de la UNAM, México D.F.

E-mail: [vivaldomg@yahoo.com.mx](mailto:vivaldomg@yahoo.com.mx)

### Resumen

En el diseño de sistemas en los cuales se tiene la dificultad de censar el correcto funcionamiento de los mismos o simplemente es inaccesible esta actividad, se tiene como resultado una alta deficiencia en cuanto al proceso de diseño se refiere, debido a los múltiples problemas que se pudieran presentar en el momento de entrar en operación dichos sistemas. En concreto una de las mayores áreas con estas características es sin duda la espacial. Por lo tanto, en sistemas de control, en particular los térmicos, utilizados en el área espacial, se tiene el gran inconveniente de no contar con los datos necesarios para diseñarlos correctamente, por lo que al comienzo del proceso de diseño se toman en cuenta tanto teorías como métodos para la protección de los equipos de abordo, que en muchos aspectos violan en demasía el comportamiento real de los mismos, así como de la tripulación, si ésta fuera del tipo tripulada. Estos sistemas en cuanto al sentido estricto se refiere, cumplen con el propósito para el cual fueron diseñados, pero con deficiencias importantes que repercuten tanto de manera operativa como económica. El comportamiento no lineal y no estacionario del fenómeno de transferencia de calor que se presenta bajo ciertas circunstancias en las condiciones térmicas de estructuras espaciales modernas y especialmente en sistemas de control térmico (TCS, por sus siglas en inglés), reducen considerablemente la posibilidad de utilizar muchos de los métodos teóricos y experimentales. Por lo que surge la necesidad de desarrollar nuevas aproximaciones en el campo de la Ingeniería Térmica. Entre éstas aproximaciones están los métodos basados en la solución de los problemas inversos, en los cuales es necesario, a través de mediciones dentro del sistema o de especificar una o varias de las características, cuáles causan este estado (en otras palabras, determinar las relaciones efectos-causas y no causas-efectos como en los problemas directos). La ventaja que representa el aplicar estos métodos es que se puede realizar estudios experimentales bajo condiciones muy similares a las pruebas a

escala total o en operación de los sistemas considerados, en particular en vuelos de prueba. En suma, la nueva información que se genera de estos estudios hace posible acelerar los métodos experimentales y reducir los costos. Esto es muy importante para la industria espacial, y se observa esta situación en el campo de las aplicaciones prácticas donde las primeras formulaciones y métodos de solución de los problemas inversos de transferencia de calor se han presentado. Los métodos experimentales aplicados en la solución de los coeficientes de los problemas inversos de transferencia de calor forman una intensa línea de desarrollo en el campo de estudio de estos procesos.



## Nuevos Sensores Ópticos Para Medición de Cantidad de Combustible en Tanques de Propelente de Satélites de Comunicaciones

Heidy Beatriz Mejía del Puerto\*

\*Facultad de Ingeniería de la UNAM, México D.F.

E-mail: [hbethinna@yahoo.com.mx](mailto:hbethinna@yahoo.com.mx)

### Resumen

En los últimos años, la tecnología satelital ha sido de gran importancia en las comunicaciones. Con base en las fallas de satélites registradas desde 1993 hasta la fecha, obtuvimos estadísticas sobre fallas parciales y totales y su fuente de origen, lo que nos reporta que los subsistemas más propensos a fallas totales son principalmente los de orientación y de propulsión. Por esto, el mejoramiento de los sistemas de orientación y de propulsión y, en particular, el monitoreo más eficiente de las cantidades de propelente usado y restante, son importantes para el aumento de la vida útil de los satélites y por consecuencia de las utilidades derivadas de éste. El tiempo útil en órbita de un satélite fluctúa entre 10 y 15 años y principalmente depende de la cantidad de combustible que puede tener a bordo. El combustible sirve al satélite para realizar correcciones y cambios de velocidad para controlar su orientación en el espacio y proporcionar el control adecuado de los parámetros de órbita. Los beneficios significativos, económicos y logísticos proceden de un sistema de medición de propelente más exacto. Sin embargo, las limitaciones en la masa de los satélites no permiten resolver este problema incrementando el número de sensores y otros equipos correspondientes. Durante la última década, los científicos de la Facultad de Ingeniería de la UNAM con el apoyo de la DGAPA-PAPIIT, del CONACYT, desarrollaron sensores de fibra óptica de tipo refractométrico que han presentado una mejor sensibilidad, exactitud, e inmunidad a las interferencias electromagnéticas. Estos sensores son compactos y livianos, por lo cual pueden ser de interés para su aplicación en sistemas satelitales de propulsión. Aún con las ventajas mencionadas de estos nuevos sensores contra sensores comunes, hasta la fecha no existe evidencia de que este tipo de sensor funcione con los propelentes líquidos utilizados en la tecnología espacial. El índice de refracción de los propelentes es variable, desde índices relativamente grandes (1.4...1.5) para la hidracina y algunos alcoholes hasta casi la unidad (1.106) para el hidrógeno

líquido (LH<sub>2</sub>). Desde el punto de vista de la refractometría, los medios ópticamente menos densos presentan mayor dificultad en las mediciones por medio de sensores refractométricos, por lo que el trabajo desarrollado se enfoca a propelentes de este tipo, en particular al hidrógeno líquido. En el trabajo desarrollado presentamos resultados de diseño y pruebas de un sensor de fibra óptica capaz de medir la interface entre el hidrógeno líquido y el gas encima de éste, en un tanque de propelente. Adicionalmente a las características de los sensores refractométricos mencionadas anteriormente, en este caso se analizaron los posibles materiales para el sensor considerando las condiciones ambientales a las que puede estar sometido en el espacio, principalmente a los cambios bruscos de temperatura por lo que se eligió el sílice fundido. Este sensor se puede utilizar en pares o en forma de un arreglo para mediciones de LH<sub>2</sub> y algunos otros propelentes, tanto en el espacio como en instalaciones terrestres.



## Microelectrónica

Karina Rojas Arteaga\*

\*Facultad de Ingeniería de la UNAM, México D.F.

E-mail: [bsbkari14@hotmail.com](mailto:bsbkari14@hotmail.com)

### Resumen

La microelectrónica es la aplicación de la ciencia electrónica a componentes y circuitos de dimensiones muy pequeñas, microscópicas y hasta de nivel molecular para producir dispositivos y equipos electrónicos de dimensiones reducidas pero altamente funcionales. El teléfono celular, el microprocesador de la CPU y la computadora tipo Palm son claros ejemplos de los alcances actuales de la Tecnología Microelectrónica. En los primeros años de la década de 1950 comenzó a desarrollarse la microelectrónica como efecto de la aparición del transistor en 1948. Sin embargo, la microelectrónica solo fue utilizada por el público en general hasta los años setenta, cuando los progresos en la tecnología de semiconductores, atribuible en parte a la intensidad de las investigaciones asociadas con la exploración del espacio, llevó al desarrollo del circuito integrado. El mayor potencial de esta tecnología se encontró en las comunicaciones, particularmente en satélites, cámaras de televisión y en la telefonía, aunque más tarde la microelectrónica se desarrolló con mayor rapidez en otros productos independientes como calculadoras de bolsillo, relojes digitales. Puede ser que al pasar el tiempo se puedan ir desarrollando más la microelectrónica para poder crear e innovar componentes que pueden ser utilizados en diversas áreas, como la espacial, biomedicina, etc.

Referencia: <http://es.wikipedia.org/wiki/Microelectr%C3%B3nica>

## Diseño de Algoritmos de Ubicación de Equipo y de Red de Cableado a bordo de Satélites y Objetos Móviles Bajo Criterios de Compatibilidad

### Electromagnética

Carlos Romo Fuentes\*

\*Facultad de Ingeniería de la UNAM, México D.F.

E-mail: [carlosrf2000@yahoo.com.mx](mailto:carlosrf2000@yahoo.com.mx)

#### Resumen

Trabajo de doctorado realizado en el Instituto de Aviación de Moscú durante el periodo 2005 – 2008 dentro del marco de cooperación científico - tecnológica para la realización de un satélite pequeño (CONDOR UNAM MAI) entre la Federación Rusa y los Estados Unidos Mexicanos bajo el acuerdo de cooperación entre la Universidad Estatal de Moscú, el Instituto de Aviación de Moscú y la Universidad Nacional Autónoma de México. Si durante la etapa de diseño y construcción de equipo electrónico no se toman medidas especiales, dirigidas a la disminución o supresión de ruido electromagnético, entonces, existe un riesgo de fallas o de total interrupción en el funcionamiento de los equipos durante la etapa de explotación de un satélite. Por esto, es importante investigar el medio electromagnético interno en un satélite y diseñar modelos y algoritmos para la colocación de la red de cableado, equipos e instrumentos dentro de un satélite bajo los criterios de compatibilidad electromagnética. Lo antes mencionado propone como objetivo principal del trabajo, desarrollar diferentes algoritmos para la ubicación del equipo y red de cableado que garanticen los criterios de compatibilidad electromagnética dentro de un satélite. Los algoritmos generados durante el trabajo de doctorado son: 1. Algoritmo de diseño de las trazas optimas para la colocación de la red de cableado a bordo de satélites considerando la compatibilidad electromagnética entre los cables. 2. Algoritmo para la búsqueda de la distribución óptima de equipo de abordo considerando los niveles de ruido electromagnético emitido. 3. Algoritmo para la definición de trazas para la colocación de la red de cableado considerando la interacción de ruido electromagnético emitido y generado por el equipo de abordo. Se propone una metodología para la determinación de los niveles de ruido electromagnético por conducción dentro de los cables de conexión entre los diferentes instrumentos de a bordo de satélites, basada en la

simulación del ambiente electromagnético dentro de las secciones del propio satélite. Los algoritmos y método propuestos para la distribución del equipo y la definición de trazas para la red de cableado bajo criterios de compatibilidad electromagnética permiten: 1. Evitar el deterioro de la calidad de funcionamiento de los equipos de abordo. 2. Garantizar la calidad solicitada de las señales analógicas y digitales transmitidas a través de la red de cableado. 3. Garantizan la protección de equipos e instrumentos a bordo, de los ruidos electromagnéticos por conducción o por emisión. 4. Mejorar el funcionamiento de equipos eléctricos y electrónicos de abordo. 5. Minimizar la longitud de la red de cableado de abordo.



## Detector Solar en el Lejano Infrarrojo

Alejandro Lara Sánchez\*

\*Instituto de Geofísica de la UNAM México D.F.

E-mail: [alara@geofisica.unam.mx](mailto:alara@geofisica.unam.mx)

### Resumen

Se presenta la propuesta de construcción de un detector satelital de la emisión solar en el lejano infrarrojo (LIR). La radiación solar en la banda espectral del LIR se produce en la parte alta de la fotosfera y/o la parte baja de la cromosfera. Durante periodos quietos el mecanismo relevante es emisión libre-libre térmica, además, durante ráfagas se produce también por emisión sincrotrón de los electrones energéticos producidos en la región de reconexión magnética. La observación y estudio de la emisión solar en la banda del LIR es fundamental para entender el transporte y deposición de energía en la atmósfera solar baja. Sin embargo, esta banda no ha sido explorada debido, entre otras cosas, a la gran absorción atmosférica de la radiación en estas longitudes de onda. Es por este motivo que se propone la construcción y puesta en órbita de un detector satelital, de tipo bolómetro, dedicado a la observación solar.



## Sistemas de Simulación para Pruebas de Algoritmos de Orientación y Control de Satélites Pequeños

Jorge Prado Molina\*

\*Instituto de Geografía de la UNAM, México D.F.

E-mail: [jprado@igg.unam.mx](mailto:jprado@igg.unam.mx)

### Resumen

Los satélites pequeños representan una oportunidad de desarrollo de equipo espacial a bajo costo y son una herramienta muy importante para explorar y examinar nuevos conceptos de diseño para futuras misiones espaciales. Los sistemas de control de orientación aumentan las capacidades operativas de estos satélites en órbita, sin embargo, para llevar a cabo el desarrollo y pruebas de funcionamiento de dichos sistemas de una manera realista, es necesario contar con un equipo que simule las condiciones ambientales del espacio exterior como son: vacío, temperaturas extremas, microgravedad, campo magnético y la falta de fricción, entre otras. Lo anterior, es imposible de lograr con un solo equipo, por lo que son necesarios diferentes simuladores para cumplir con este propósito. En este trabajo se presenta el diseño, manufactura, ensamble, calibración y pruebas de funcionamiento de un sistema llamado “SIMUSAT-II” en donde se simula la falta de fricción que un satélite experimenta en el espacio, siendo esta la principal característica desde el punto de vista de sistemas dinámicos. Este equipo se utiliza para probar de manera experimental el desempeño de componentes en desarrollo, como sensores, actuadores y algoritmos que serán incluidos en equipos espaciales. Además reproduce las características iniciales del satélite en estudio y hace las veces de plataforma estructural para la integración de sensores, actuadores, baterías y controladores. El sistema está integrado por: a) una plataforma circular suspendida sobre un cojinete neumático esférico donde se genera un medio sin fricción, b) una computadora en una sola tarjeta que ejecuta los algoritmos de balanceo y control, c) tres ruedas iniciales que conforman el grupo de actuadores primarios para control de orientación de la plataforma, d) tres bobinas magnéticas, localizadas en ejes mutuamente perpendiculares, que de-saturan las ruedas iniciales y además constituyen un sistema de control de respaldo, e) sensores de sol, tierra, un magnetómetro y una unidad de medición inercial; para determinar la orientación de la

plataforma, y f) una estación terrena desde donde se envían los comandos al simulador. Se presentan los modelos matemáticos que definen el comportamiento dinámico de la plataforma considerándola como cuerpo rígido y se describen los protocolos de balanceo, que a través de la re-localización de su centro de masa, permiten reducir al mínimo los pares gravitacionales. Un sistema de monitoreo inalámbrico transmite la orientación de la plataforma en tres ejes, durante las pruebas. Estos datos son desplegados y almacenados, permitiendo así la evaluación de sensores, actuadores y algoritmos; tanto en línea como en post-proceso. Se discuten los diseños de detalle, los aspectos principales de su construcción, así como los resultados de las pruebas experimentales de balanceo, oscilación simple y de orientación y control de estabilización.



## Desarrollo de Sensores de Orientación para Satélites Pequeños.

Jorge Prado Molina\*

\*Instituto de Geografía de la UNAM, México D.F.

E-mail: [jprado@igg.unam.mx](mailto:jprado@igg.unam.mx)

### Resumen

Los sensores de sol y los sistemas de navegación inercial son algunos de los elementos utilizables dentro del conjunto de dispositivos electrónicos que se emplean para determinar la orientación de satélites. Dos tipos diferentes de sensores de sol han sido desarrollados, el diseño del primero de ellos, está basado en la utilización de 4 celdas solares colocadas en forma de cruz sobre un chasis que sirve para albergar las fotoceldas y también hace las veces de ventana para variar la iluminación que incide sobre las mismas, dependiendo de la orientación que existe con respecto al sol. El segundo sensor, cuenta con dos arreglos lineales de fotodiodos de 256 elementos. Rendijas de 0.2 mm de ancho permiten el paso de la luz del sol, obteniéndose una salida de voltaje proporcional al número de elementos iluminados, que va en relación directa con la dirección del vector solar. La salida analógica de cada uno de los sensores es acondicionada y enviada a la computadora de a bordo, para determinar la desviación, con respecto a dos de los ejes de referencia fijos al cuerpo de la nave. Su resolución es de 0.18 grados con una cobertura o campo de vista de  $\pm 22.50$ . Se ha efectuado una calibración inicial utilizando una fuente de iluminación con potencia similar a la encontrada en órbita terrestre ( $1250 \text{ w/m}^2$ ), para determinar los niveles de ganancia adecuados para cada sensor. En el caso del arreglo lineal de fotodiodos, se ha colocado un filtro óptico que permite atenuar la intensidad del sol para evitar problemas de saturación en los detectores y la electrónica de acondicionamiento. Se ha desarrollado un sistema de navegación inercial, del tipo sujeto al vehículo, que provee una referencia de orientación en los ejes de cabeceo y guiñada. Es una alternativa muy económica, de bajo peso y volumen, y de suficiente precisión a lo largo del tiempo. Su diseño está basado en la utilización de tres giróscopos y dos acelerómetros en un esquema de filtrado complementario, donde los primeros proporcionan la orientación y los últimos corrigen la deriva. Un programa escrito en C+ lleva a cabo la resolución de las ecuaciones de Euler para cuerpo rígido y determina la orientación con

respecto a un sistema de ejes de referencia inerciales. Este sistema de referencia de la vertical, ha sido utilizado para estabilizar una plataforma aérea, cuyo propósito es el de obtener imágenes digitales de alta resolución. Su precisión es de  $\pm 1$  grado, sin embargo, tiene la particularidad de no presentar el fenómeno de deriva inherente a todos los sistemas de navegación inercial.





## Resumen

En esta sesión, se desarrolló una discusión sobre la necesidad de que exista una sección de divulgación en la Agencia Espacial Mexicana (AEM), en lograr la compatibilidad del contenido a divulgar con el público objetivo, Por lo que hay que desarrollar estrategias de divulgación efectivas. Se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) Se propuso la creación de una sección de divulgación dentro de la AEM.
- 2) Se discutió sobre la necesidad de divulgar en diferentes niveles y se concluyó que la divulgación sobre las actividades espaciales debiera estar dirigida a:
  - i) Estudiantes de licenciaturas afines al proyecto.
  - ii) Público en general.
  - iii) Niños. Este público es al que menos se destinan cuestiones científicas.
  - iv) Jóvenes.
- 3) Para hacer más eficiente la divulgación se sugirieron las siguientes acciones:
  - i) Usar ligas a páginas de la red ya preparadas por otras instituciones para profundizar en temas relacionados.
  - ii) Mercadotecnia. Es necesario diseñar estrategias para vender a la iniciativa privada temas. Esto a su vez permitirá financiar las actividades de divulgación.
  - iii) Hay que diferenciar entre difundir y divulgar. De modo tal que en la sección de divulgación se realicen ambas actividades en conjunto para decidir las mejores estrategias de impacto sobre el tema en la población.
  - iv) Desarrollar una liga en el que la parte histórica de la AEM se tome como un tema dentro del proyecto. Se puso el ejemplo de la Agencia Espacial Brasileña, que tiene tal liga.
  - v) Acercarse a los medios de difusión (radio, TV, prensa escrita, etc.) para sensibilizar al público sobre las bondades de un proyecto espacial mexicano. En particular contactar a radio y TV UNAM y a la Revista ¿Cómo ves? publicada por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia - UNAM.

- vi) Explorar la idea de incorporar la sección de divulgación de la AEM a una “comunidad de internet”, cuya finalidad sea el intercambio de ideas entre grupos sobre diferentes temas que puedan impactar al público.

Se presentaron también excelentes trabajos sobre el desarrollo tecnológico y la colaboración que lleva a cabo el Instituto de Astronomía de la UNAM y la NASA, a través del proyecto “The Reionization and Transients IR Camera “RATIR”. El cual es una muestra de que una articulación efectiva, se abren oportunidades de trabajo para los científicos mexicanos en proyectos internacionales de alto nivel científico y tecnológico.



## Proyecto de Divulgación Científica en la Agencia Espacial Mexicana

Xochitl Blanco Cano\*

\*Instituto de Geofísica de la UNAM, México D.F.

E-mail: [xbc@geofisica.unam.mx](mailto:xbc@geofisica.unam.mx)

### Resumen

Este proyecto está orientado a la divulgación científica como una herramienta que la Agencia Espacial Mexicana debe contemplar dentro de sus actividades en la búsqueda de espacios, empleando todos los medios a su alcance, que le permitan hacer difusión del conocimiento científico y tecnológico que de ella emane dirigido a la sociedad tanto a nivel nacional como internacional. En este contexto, se presentaron en el taller propuestas encaminadas a desarrollar dichos espacios, mismas que incluyen la elaboración de páginas web de difusión científica y tecnológica, medios informativos electrónicos e impresos, vinculación entre museos nacionales e internacionales, conferencias *webcast*, talleres para público en general, vinculación y retroalimentación en la parte divulgativa con agencias espaciales de otros países, etc. De esta forma, la Agencia Espacial Mexicana deberá buscar el fortalecimiento de la divulgación científica en conjunto con otras dependencias nacionales para que el servicio y bienestar que genera el desarrollo científico y tecnológico impacte de forma positiva y directa en nuestra sociedad.



## Desarrollo de La Industria Aeroespacial en México

Manuel Hernández Casillas\*

\*Facultad de Ingeniería de la UNAM, México D.F.

E-mail: [mahc2008@gmail.com](mailto:mahc2008@gmail.com)

### Resumen

El desarrollo de la industria aeroespacial en México es reciente, pero su crecimiento ha sido acelerado. *Empresas:* aproximadamente 186: 79% dedicados a la manufactura, 11% a reparación y mantenimiento y 10% a ingeniería y diseño. *Empleo:* 25,000 personas en 15 estados de la República Mexicana. *Exportaciones:* 2,029 millones USD en 2006 y 2,655 millones USD en 2007. Esperamos llegar a 3,400 millones USD de exportaciones en el 2008, con un crecimiento de 28% respecto al 2007. *Componentes Manufacturados.* México se ubica en el 10º lugar como proveedor de componentes para el mercado estadounidense. México se está posicionando como una plaza clave de proveeduría de la Industria Aeroespacial mundial. Partes para motor, Sistemas de Ingeniería, Componentes para sistemas de aterrizaje, Inyección de Plástico, Intercambiadores de calor, Maquinados de Precisión, Sistemas de Audio y Video, Componentes Electrónicos, Insulación de Fuselajes, MRO, Software para control de manufactura, etcétera. Las empresas extranjeras que han desarrollado proyectos con firmas mexicanas en los últimos 5 años han encontrado oportunidades de proveeduría en los siguientes componentes: - *Turbinas:* Anillos, Maquinados, Líneas de enfriamiento, Válvulas, Electrónicos Filtros, Transmisiones, Mantenimiento de turbinas. - *Componentes para tableros de avión:* Arneses, Circuitos impresos, Gabinetes. - *Otros componentes:* Dispositivos y tratamientos térmicos. - *Fuselajes:* Pinturas especiales, Asientos, Alfombras y otras partes. - *Procesos de Manufactura:* Forjados, Troquelados, Maquinados con 4 ó 5 ejes, Estampados, Inyección de plástico, etc. 3. Oportunidades y Requerimientos. - *Requerimientos Básicos:* Esquema de negocios de bajo volumen y alta mezcla. Inversiones en activos importantes y recuperación de inversión a largo plazo. Nivel de servicio alto (calidad y tiempo de entrega) Empresas que cuenten con soporte de ingeniería (se requiere soporte hasta para cotizar una parte). Sistema de calidad AS 9000 y NADCAP. Compromisos mutuos a largo plazo en alianzas estratégicas. – *Apoyos:* • Secretaría de Economía con el programa de desarrollo de

Pymes y Apoyos Estatales. Acelerador de negocios TECHBA. • PROGRAMA RENIECYT (desarrollo tecnológico). Apoyos Federales y Estatales a la certificación AS 9000. Apoyos de las empresas en: Compras y logística, Ingeniería y utilajes Capacitación en calidad • Interpretación de normas. OPORTUNIDADES – FABRICACION, Maquinados con tolerancias cerradas, Maquinados con aleaciones exóticas (base NiquelInconel, Titanium, etc.), Maquinados en Aluminios T6 y T3 para partes de avión, *Composites* para partes de estructura de avión, Adhesivos, pinturas, anodizados, soldaduras, Sheet metal, Fundición a la cera perdida, Forja cerrada Electroerosionados. – INGENIERIA: Servicio de ingeniería de diseño, *Drafting*, Paquetes de ensayos en fase de desarrollo • Pruebas e instrumentación OPORTUNIDADES – MRO, Reparación de componentes. • Rectificados de alta precisión (tipo cromo duro para grandes piezas). Utilaje. *Electronbeam welding*. Autoclave para *honeycom*. – SERVICIOS: Suministro materia prima (fundidos, fibras de carbono, resinas epoxicas, aluminios T6 y T3, cables de acuerdo a criterios IPC nivel 3, etc). • Herramienta de corte específica aeronáutica, Tratamientos térmicos de aluminio y aleaciones exóticas como titanio, etc. Tratamientos superficiales (anodizado crómico y sulfúrico, *shot peening*, *prime paint*, etc.). • Otros procesos especiales (ensayos no destructivos, soldaduras, etc.). 4. Papel de FEMIA. • Hacer que los asociados se interrelacionen y cooperen de manera productiva y tecnológicamente con el fin de lograr ser más competitivos. Establecer el Plan Nacional Estratégico Aeroespacial liderado por la Secretaría de Economía e incluyendo al mayor número de empresas del sector en el país, con las autoridades y entidades federales, estatales y locales. Ser consultor y actuar como especialista ante las autoridades en el establecimiento y modificaciones de las leyes actuales y nuevas leyes relacionadas con la industria aeroespacial. Desarrollar estrategias congruentes frente a proveedores de materiales primas, componentes, maquinaria y servicios, logrando el beneficio para nuestros socios. Trabajar con nuestros asociados en encontrar sus necesidades de personal y trabajar conjuntamente con el Consejo Mexicano de Educación Aeroespacial (COMEA), universidades y centros de educación técnica, para establecer los programas de capacitación apropiados que demanda este sector. Promover la certificación de todos los asociados con los procedimientos y las certificaciones internacionales reconocidas en el sector, tales como ISO9000, AS9000, NADCAP, DGAC,

FAA, EASA. • Apoyar a las empresas aeroespaciales ya establecidas en el país a incrementar sus inversiones, obtener los mejores incentivos y ser un contacto clave para empresas extranjeras del sector que desean establecerse en México. -Papel del Gobierno •Elaborando un plan estratégico aeronáutico nacional. Apoyando el Gobierno Federal a I+D+i. Creando un fondo aeronáutico multianual, un PROAERO que permita el desarrollo de proyectos de alto contenido tecnológico de largo plazo. Apoyos específicos a proyectos globales locales de los estados. Haciendo uso de los *offsets* o compensaciones industriales. Favorecer en las compras gubernamentales a las compañías nacionales. Creando una banca de desarrollo real. - Que se vislumbra Aumento de actividades de Ingeniería Inversa y PMAs, aumento de actividad de Aviación General y Simulación de Vuelo, aumento del peso de parte militar de la industria, Incremento de actividad de MRO, desarrollo como polo de servicios hacia Latinoamérica, ensamble de aviones y motores, integración de la cadena de valor (conceptualización, diseño, ensayos, validación, materia prima, prototipos, fabricación, ensamble y MRO), diseño, fabricación, y montaje de módulos completos de avión y motor Agradecimientos a la FEMIA por la información facilitada. Autores: Federación Mexicana de Industria Aeronáutica <http://www.femia.com.mx> M. en I. Manuel Hernández Casillas Estudiante de Doctorado de Ciencias y Artes para el Diseño, Universidad Autónoma.



## Una Colaboración entre la Tierra y el Espacio, RATIR (The Reionization and Transients IR Camera)

Alejandro Farah Simón\*

\*Instituto de Astronomía de la UNAM, México D.F.

E-mail: [farah@astroscu.unam.mx](mailto:farah@astroscu.unam.mx)

### Resumen

El proyecto RATIR tiene el objetivo principal de iniciar una colaboración entre la Universidad de Berkeley, el Centro de Vuelos Espaciales Goddard (NASA *Goddard Space Flight Center*) y la UNAM. Los objetivos científicos de este trabajo conjunto están enfocados al monitoreo de Explosiones de Rayos Gamma (GRB) en el espacio. Para esto es necesario el uso del satélite espacial SWIFT (actualmente en órbita que también monitorea este fenómeno con un campo de visión amplio) y de telescopios robóticos que le dan seguimiento desde la Tierra (obteniendo imágenes de mejor resolución). La participación mexicana consiste en robotizar el Telescopio de 1.5 m del Observatorio Astronómico Nacional en San Pedro Mártir (Méjico) y de diseñar la Cámara RATIR para dicho telescopio.

Esta cámara es de tecnología contemporánea y contempla el uso de 4 detectores especializados para diferentes longitudes de onda. Se podrá observar desde la luz visible hasta la luz infrarroja. Los sistemas ópticos utilizan 3 dicroicos y múltiples lentes para lograr su objetivo final; monitorear las explosiones más energéticas del universo conocido. Todo el sistema estará integrado y en operación durante el primer semestre del año 2011.

Es de vital importancia mencionar que los tiempos de desarrollo están acotados por el interés de la comunidad científica internacional. Proyectos de esta naturaleza se deben realizar en tiempo y forma para justificar y garantizar su impacto al conocimiento. El total de científicos e ingenieros involucrados en este proyecto involucra a más de 40 personas, 3 instituciones académicas y a la industria en general.

## Análisis de la Iniciativa de Ley de la Agencia Espacial Mexicana

Víctor M. Velasco Herrera\*

\**Instituto de Geofísica de la UNAM, México D.F.*

E-mail: [vmv@geofisica.unam.mx](mailto:vmv@geofisica.unam.mx)

### Resumen

Con el inicio de la era espacial en 1957, se hizo indispensable la elaboración de normas de derecho internacional sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre. En 1959 la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos como uno de sus órganos permanentes y los Estados Unidos Mexicanos han formado parte de ella desde su creación. Hay que recordar que en 1963, México presentó al Comité de Desarme de 18 Naciones (actualmente conocido como Conferencia de Desarme de Ginebra), un documento de trabajo que contenía un proyecto que prohíbe poner en órbita o estacionar en el espacio armas nucleares. Existen numerosas analogías y coincidencias entre el proyecto mexicano de 1963 y el tratado del espacio de 1967. La importancia y los beneficios de la actividad espacial se observan en el desarrollo de la economía e independencia científico-tecnológica del país participante. Para el desarrollo de la actividad espacial en nuestro país es necesario la creación de una Agencia Espacial que coordine, planifique y desarrolle ciencia y tecnología espacial y que, ante los nuevos retos de la era espacial, continúe con la misión pionera de los Estados Unidos Mexicanos en el ámbito internacional y aeroespacial. En este trabajo se analiza la iniciativa de ley de la Agencia Espacial Mexicana.



## Resumen

Uno de los objetivos del Taller debe reflejarse en el establecimiento de relaciones entre las instituciones de la UNAM, otras instituciones de educación superior, Centros de Investigación y Desarrollo, así como de organizaciones no gubernamentales (ONG's) para el mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. Una propuesta para lograr este fin es desarrollar una base de datos para la integración de expertos, líneas de investigación, infraestructura y las instituciones donde pertenecen. Así se puede integrar una red de expertos con rutas que promuevan la interacción, integración y sinergias para el desarrollo de proyectos de alto impacto.

### 1. Financiamiento

Se propone la importancia de establecer esquemas para buscar alternativas de financiamiento requerido para la investigación y el desarrollo tecnológico. Se hizo hincapié en desarrollar una visión que sustente en el análisis de estrategias de costo-beneficio y de una planeación adecuada de los proyectos, para poder atraer financiamiento internacional, gubernamental y de la iniciativa privada.

En este proceso es relevante considerar:

- La formación de recursos humanos especializados (i.e. considerando experiencias previas de convenios de colaboración internacional para la transferencia tecnológica y especialización).
- La experiencia de la investigación científica y del desarrollo tecnológico de la UNAM, otras instituciones de educación superior, centros de investigación, iniciativa privada y ONGs.

*En la búsqueda de alternativas de financiamiento se considera relevante generar en la UNAM un grupo que fomente la vinculación con el sector privado, gubernamental y agencias internacionales para apoyar la investigación y desarrollo espacial.*

### 2. Desarrollo Científico y Tecnológico

Se propuso enfocar el esfuerzo nacional a desarrollar satélites de amplia potencialidad (i.e. usuarios múltiples), estrategias de propulsión (i.e. combustibles alternativos) y de lanzamiento (i.e. zonas y plataformas de lanzamiento) que a la vez inciden en la reducción de costos. Se busca fortalecer a los grupos que exploten la experiencia científica y tecnológica actual, para poder ofrecer un potencial beneficio que tenga impacto social y en la iniciativa privada.

Otro planteamiento, fue aprovechar áreas de oportunidad como (i.e. aeronáutica, calentamiento global) para poder armar estrategias de desarrollo de proyectos con varias instituciones y en su caso, con apoyo internacional. Se mencionó como una potencial línea de desarrollo los diseños encaminados a estrategias de “recuperación/destrucción” de satélites de órbitas bajas (y/o experimentales).

Se plantea la relevancia de la interacción e integración de los grupos de expertos encaminados en última instancia al logro de la Agencia Espacial Mexicana, y que dichos grupos también participen en las políticas nacionales de regulación y desarrollo espacial.



## Parámetros de diseño para un satélite pequeño de percepción remota

Armando Peralta Higuera\*

\*Instituto de Geografía de la UNAM México D.F.

E-mail: [higuera@servidor.unam.mx](mailto:higuera@servidor.unam.mx)

### Resumen

Se revisa y actualiza una propuesta para la construcción de un sistema de adquisición de imágenes en color visible y en el infrarrojo cercano. El sistema fue concebido para colocarse a bordo de un satélite con un peso menor a los 200 kilogramos y un costo aproximado de \$5,000,000.00 USD. Proyecto que a pesar de contar con financiamiento inicial y con una sólida contraparte para su construcción, fue abandonado como consecuencia del interés coyuntural que se concede a los proyectos espaciales en México. La propuesta original se nutrió de una discusión en la que participaron especialistas, investigadores y funcionarios gubernamentales, de un proceso de diseño en el que se determinaron los principales criterios y parámetros, así como de un estudio sobre el uso de las imágenes de percepción remota en México a finales de los años 90. Estos trabajos mostraron la viabilidad técnica, financiera e incluso comercial, de un satélite relativamente pequeño de percepción remota, así como su utilidad inmediata en actividades científicas, gubernamentales y económicas. Con base en esta experiencia, se exploran las características de un proyecto actualizado a la luz de la nueva tecnología disponible, y ante una demanda de imágenes, cuya magnitud y motivaciones son muy diferentes de las que imperaban hace diez años. Como punto de partida para una primera misión, parece realista intentar obtener píxeles de 21 metros por medio de una óptica de 200 mm con abertura de f/2.8 ( $d=71.4$  mm) y un sensor comercial de 6000 x 4000 elementos, desde una altitud aproximada de 700 km en órbita heliosincrónica. El tiempo de exposición para lograr un desplazamiento aceptable del campo visual instantáneo ( $\approx 2$  metros) a una velocidad sobre el terreno de 7.5 km/s, es de 1/3000 s, que se encuentra dentro del intervalo de operación de los sensores CCD y CMOS, aplicando ganancias que resultan en una relación señal/ruido adecuada. El consumo de potencia por imagen en los sistemas digitales comercialmente disponibles, se estima del orden de 10 mW. Para determinar su viabilidad, se requiere identificar una envolvente de valores posibles para los aspectos técnico (resolución,

sensores, sistema óptico, órbitas, almacenamiento y transmisión de datos, masas, consumo de potencia), económico y de requerimientos de los usuarios. Su ejecución debe estar decididamente dirigida a la construcción de un sistema con aplicación real a mediano plazo. Para remontar los obstáculos técnicos y financieros, es imprescindible utilizar criterios de diseño innovadores y audaces, que por otra parte, son intrínsecos a las actividades espaciales.



## Creación, Lanzamiento y Operación de un Satélite Pequeño para la Investigación de Precursores Ionosféricos de Terremotos y la Percepción Remota de la Tierra

José Alberto Ramírez Aguilar\*

\*Facultad de Ingeniería de la UNAM México D.F.

E-mail: [albert09@unam.mx](mailto:albert09@unam.mx)

### Resumen

México está localizado en una zona de alta actividad sísmica, esta es la razón por la cual las investigaciones para determinar precursores sísmico-ionosféricos son de especial interés, y una razón más importante, es que la comprobación de esta teoría proporcionaría una herramienta invaluable para prevenir catástrofes. Existen antecedentes muy sólidos en la literatura científica internacional que describen una variedad de precursores eléctricos y electromagnéticos que aparecen en un período que va de cinco días a un día antes de un terremoto de gran intensidad. Las características de estos precursores permiten definir con buena aproximación el epicentro y la magnitud del futuro terremoto. Su monitoreo de forma organizada puede, por lo tanto, dar origen a un sistema de pronóstico de suficiente antelación como para permitir medidas preventivas importantes. Los precursores van desde la emisión de gas Radón, a la variación del Campo Eléctrico Atmosférico, a la emisión de Radiación Electromagnética en un amplio espectro de frecuencias, hasta una modificación importante del Contenido Total de Electrones en la Ionosfera. Estos indicadores pueden ser monitoreados desde tierra en su mayoría; sin embargo el radio de cobertura del monitoreo de un equipo terrestre es pequeño comparado con la región en la cual el futuro terremoto produce modificación en los parámetros antes mencionados. Por lo anterior, en el año 2002 México comienza a buscar colaboración en el desarrollo y construcción de un microsatélite en coordinación con especialistas de Rusia, lo cual da inicio con la puesta en marcha del Programa de *Cooperación Técnica y Científica* entre los *Estados Unidos Mexicanos* y la *Federación Rusa* y se formaliza dicha cooperación con la firma en el 2005 de un acuerdo para la ejecución del proyecto “Diseño y construcción de un microsatélite para el monitoreo de la atmósfera terrestre, con el objetivo de pronosticar terremotos” entre la UNAM y el Instituto de

Aviación de Moscú (MAI). Los principales objetivos de este proyecto son formar un grupo de trabajo multidisciplinario capaz de cubrir todos los aspectos tecnológicos y científicos claves que permitan el diseño y la construcción de satélites artificiales en México, contar con los conocimientos teóricos y prácticos en el diseño, integración, pruebas, lanzamiento y operación de pequeños satélites en órbita baja, ofrecer a la sociedad mexicana aplicaciones concretas de la tecnología satelital las cuales se manifiesten en beneficios palpables para la misma, aplicaciones tales como: Estudio de precursores sísmicos, percepción remota (*observación remota de la tierra*), mediante la obtención de fotografías del territorio nacional en tiempo real, etc.



## Desarrollo de satélites pequeños en Universidades, el caso UNAMSAT

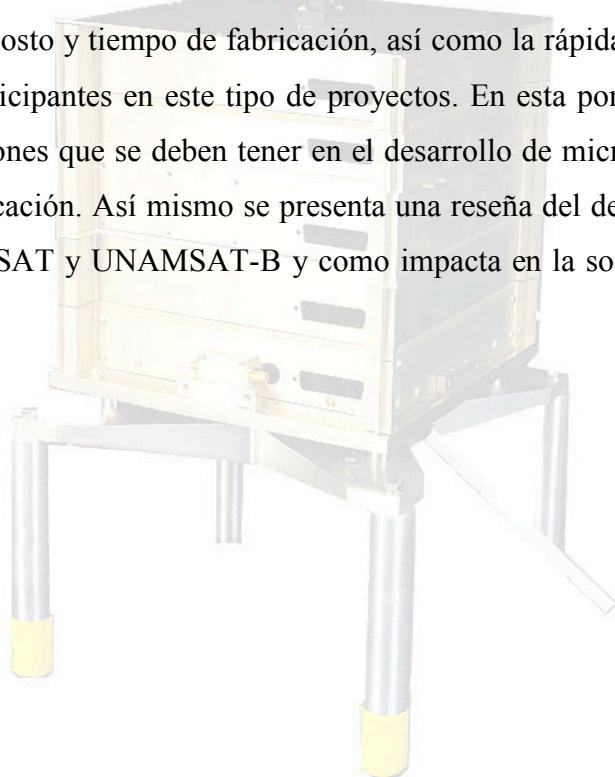
José Luis García García\*

\*Facultad de Ingeniería de la UNAM México D.F.

E-mail: [jlgarcia@fi-b.unam.mx](mailto:jlgarcia@fi-b.unam.mx)

### Resumen

Desde la década pasada, universidades de todo el mundo han incursionado en el desarrollo de satélites pequeños. La UNAM a través del extinto PUIDE (Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial) fabricó dos microsatélites llamados UNAMSAT y UNAMSAT-B. La tendencia actualmente es el desarrollo de nanosatélites, satélites de menos de 10 kg que son generalmente rápidos de construir y de aplicaciones diversas. Existen además los denominados picosatélites, satélites menores a 1Kg que han tenido una gran aceptación tanto en Universidades como en escuelas de educación media superior. Su principal ventaja es el costo y tiempo de fabricación, así como la rápida experiencia adquirida por los estudiantes participantes en este tipo de proyectos. En esta ponencia se presentan las principales consideraciones que se deben tener en el desarrollo de micro, nano y picosatélites en instituciones de educación. Así mismo se presenta una reseña del desarrollo y lanzamiento de los satélites UNAMSAT y UNAMSAT-B y como impacta en la sociedad el desarrollo de este tipo de proyectos.



**Propuesta para Desarrollar el Primer Proyecto Nanosatelital Nacional  
Enfocado Hacia la Creación del Centro de Desarrollo Satelital de la Agencia  
Espacial Mexicana**

Esaú Vicente Vivas\*

\**Instituto de Ingeniería de la UNAM México D.F.*

*E-mail:* [evv@unam.mx](mailto:evv@unam.mx)

**Resumen**

Esta presentación describe la propuesta para desarrollar el primer proyecto Nanosatelital nacional, que será realizado por una red de universidades de todo el país. De ellas, la más interesada en apoyar el proyecto orientado a crear primero el Laboratorio Nacional de Pequeños Satélites y después la gestación del Centro de Desarrollo Satelital (CEDESAT) de la Agencia Espacial Mexicana, concentrará la ejecución del proyecto en su campus. La ejecución del proyecto la realizará un equipo de expertos con experiencia de trabajo demostrada en el campo de los satélites pequeños.

Este equipo será extendido a su vez con personal de la red de trabajo participante para contribuir así a expandir las competencias espaciales a otros estados de la República Mexicana, así como a incrementar nuestro potencial nacional y emprender proyectos satelitales más ambiciosos que sean de mayores beneficios para el país; primero de Percepción Remota (órbita baja) y después de Comunicaciones (órbita geoestacionaria).

Cabe resaltar que el equipo de expertos desarrollará también la planeación y la logística del CEDESAT no solo para sus operaciones de inicio sino para su desempeño continuo (a nivel nacional e internacional). Todo ello de acuerdo con políticas nacionales de desarrollo del sector satelital mexicano que involucren a los sectores de gobierno, academia e industria. Adicionalmente, se describe la internacionalización de este proyecto por medio de la adhesión a un consorcio de trabajo para desarrollar la primera constelación de 8 Nanosatélites experimentales para demostrar su amplio potencial y ofrecer ayuda humanitaria (diagnóstico médico a distancia) a regiones aisladas del planeta, así como a contribuir al estudio del calentamiento global. Bajo esta perspectiva de proyecto, cada Nanosatélite será construido por

un país diferente. De ellos, el Nanosatélite de México será construido con tecnología completamente Mexicana. La presentación muestra los resultados que se han alcanzado hasta el momento en el proyecto, el cual se ha discutido ya con varias universidades Mexicanas.





## Resumen

Los esfuerzos de educación han seguido en el área espacial dentro de la UNAM, donde se tiene al posgrado en Ciencias de la Tierra. En esta sesión, se presentó un programa de posgrado (maestría) que utiliza las comunicaciones satelitales para poder realizarse a distancia. Por otra parte, se presunto el programa que lleva a cabo el Instituto de Ingeniería, donde de manera tradicional, se ha utilizado el desarrollo de un micro satélite para poder atraer estudiantes y en algunos casos ofrecer asignaturas dentro del plan de estudios de la Licenciatura en Ingeniería de telecomunicaciones en la Facultad e Ingeniería.

Además, se presentaron los esfuerzos que se han desarrollado para establecer una Estación Terrena para comunicaciones con satélites de órbita baja, como un esfuerzo por mantener actualizados a los alumnos de la carrera de telecomunicaciones y familiarizarlos con la comunicación y control de estos satélites.

Finalmente, se expuso la necesidad de desarrollar un posgrado en el área Aeronáutica Espacial, que permita la formación de recursos humanos de alto nivel y que articule a diferentes dependencias para su desarrollo. A nivel Licenciatura no es recomendable un campo de conocimiento nuevo en ingeniería aeroespacial, sino más bien una reestructuración de las ingenierías actuales para encaminar algunas opciones terminales hacia un posgrado.

Este programa de posgrado requiere para su aprobación, que se realice un estudio de mercado, para ver la demanda de profesionistas en el área y necesitará del apoyo de diversas instituciones, como son el Instituto de Ingeniería, el IIMAS, el CCACDET, los Institutos de Ingeniería, Geografía, Geofísica, el CCADET, el CFATA entre otros. La propuesta de desarrollo es de la Facultad de Ingeniería, apoyada en el grupo de Telecomunicaciones y el proyecto de formación del Centro de Alta Tecnología en Querétaro, donde se establecerá un laboratorio específico para esta área.

Finalmente las reflexiones apuntaron hacia el fomento de una vinculación efectiva entre academia-industria-investigación-financiamiento para que se establezca una política orientada a la solución de problemas sustantivos del país. Un punto importante que surgió es que el establecimiento de la Agencia Espacial, no resolverá por si solo las labores de articulación que requiere el país para hacer eficiente la investigación en el área espacial.

## Desarrollo de una Microplataforma Paralela como Simuladores de Vuelo

Graciela Velazco Herrera\*

\*Facultad de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.

E-mail: [graciela.velazco@ccadet.unam.mx](mailto:graciela.velazco@ccadet.unam.mx)

### Resumen

El objetivo fundamental de este trabajo es presentar un diseño de un micromanipulador paralelo que será base para simuladores de vuelo. En los últimos años, se presentó una revolución tecnológica en el campo de la Aeronáutica, existiendo simuladores de vuelo, sin embargo, cabe mencionar que hay una gran necesidad de simuladores educativos a bajo costo. Por lo anterior, se pretende un simulador de vuelo, fundamentado en el control adaptivo, ayudando a nuestro sistema a modificar sus trayectorias y hacerlas más deseables al usuario y al mismo simulador de vuelo, es decir, al entrenamiento a través del software. En este trabajo presentamos 1. Los fundamentos y bases que permitan sustentar y comprender los elementos para que ocurra el vuelo de un avión. 2. Definición de los parámetros que integrarán el sistema, representados a través de ecuaciones y ecuaciones diferenciales. 3. Análisis del sistema en su forma estática, es decir, las fuerzas que intervienen en el avión, así como en su forma dinámica, los momentos y durante el vuelo en el avión. 4. Diseño del sistema en diagramas de bloques, con los elementos que intervienen. 5. Intervención del control adaptivo como una forma de reducción y modificación de errores en el sistema y así lograr que el vuelo sea lo más deseable posible, un punto que es una aportación nueva a un simulador de software. 6. Diseño y desarrollo del simulador de vuelo a través de la programación en Vrealm Builder y Matlab, dos herramientas de software no solo matemáticas sino de modelado de gráficos.

## Programa para el Desarrollo de la Ingeniería Espacial en la Facultad de Ingeniería de la UNAM

Saúl D. Santillán Gutiérrez\*

\*Facultad de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.

E-mail: [saulsan@servidor.unam.mx](mailto:saulsan@servidor.unam.mx)

### Resumen

En los últimos 20 años la implementación de aplicaciones con ayuda de satélites artificiales en la industria militar, automotriz, espacial y aeronáutica ha sido de suma importancia para el desarrollo tecnológico de las naciones, pues ha llegado a tal grado que los países con atraso tecnológico en esta área se ven en la necesidad de importar esta tecnología a sus países por cantidades de dinero impresionante, y lo que es peor aún, sin una asimilación de dicha tecnología. Esto nos demuestra una vez más que es prioridad del país contar con especialistas mexicanos que se han formado en el área espacial en el extranjero, lo que se traducirá en un mediano y largo plazo en beneficios para México.

A partir del 2003 la Facultad de Ingeniería (FI) lleva a cabo un programa de formación de recursos humanos en Ingeniería Espacial, dentro del marco del “Programa de Cooperación Técnica y Científica entre México y Rusia”, lo que ayudará a la consolidación del área aeroespacial dentro del Centro de Alta Tecnología (CAT) de la FI en el campus Juriquilla. Además se trabaja en la generación del posgrado en Ingeniería Espacial en la UNAM que permita obtener egresados de calidad en esta área dentro de la FI de nuestra universidad. El Posgrado busca que los egresados además cuenten con el dominio de herramientas tecnológicas, propias de la tecnología espacial, las cuales puedan ser aplicadas en diversas áreas de la industria, donde se requiere resolver problemas para condiciones extremas de operación que demanden alta confiabilidad. Los primeros especialistas mexicanos que han concluido estudios de doctorado en las áreas espaciales dentro de la Federación Rusa se suman a la capacidad académica existente, lo que se resume en experiencia teórico práctica en el diseño, construcción, lanzamiento y operación de 3 proyectos satelitales CONDOR *UNAM-MAI* (proyecto en proceso), UNAMSAT-1 y UNAMSAT-B. Hasta este momento la FI cuenta ya con cuatro especialistas en el área espacial: el Dr. Saúl De La Rosa Nieves, Dr. José Alberto

Ramírez Aguilar, Dr. Carlos Romo Fuentes y el M. en I. Vivaldo Muñoz González. Entonces, se cuenta en estos momentos con estudios de Doctorado y capacitación en el área de ingeniería espacial en la Federación Rusa, país líder en el desarrollo espacial. Así mismo, el grupo de especialistas se fortalece con las relaciones de cooperación en el área de construcción de satélites con institutos científicos de la Unión Europea y la Federación Rusa.



## **El Papel de las Agrupaciones Estudiantiles en el Fomento de la Exploración Espacial**

Alejandro Chávarri Rodríguez\*

\**Facultad de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.*

E-mail: [alejandrochavarri@yahoo.com](mailto:alejandrochavarri@yahoo.com)

### **Resumen**

El trabajo consiste en una exposición de las contribuciones realizadas por las agrupaciones estudiantiles de la Facultad de Ingeniería para involucrar e interesar a la comunidad universitaria en las actividades espaciales. Se plantea en particular el papel desempeñado por la Sociedad de Ingeniería Aeronáutica y Aeroespacial - UNAM y la Sociedad Astronómica de la Facultad de Ingeniería. Esto se logra a través de un recorrido de las actividades que estas agrupaciones han fomentado en la vida universitaria y sus actividades con agrupaciones profesionales y de estudiantes en el mundo. Las relaciones de estas agrupaciones han sido con la Organización de Naciones Unidas, la Space Foundation, la Fundación México Estados Unidos para la Ciencia, el Space Generation Advisory Council, la Asociación de Ingenieros Universitarios Mecánico Electricistas, el American Institute of Aeronautics and Astronautics, el Mexican American Engineering Society, etc. El trabajo no sólo busca realizar un recorrido a través de estas experiencias, sino presentar el aprendizaje logrado a través de ellas y las aportaciones que se pueden realizar para formular un programa espacial mexicano.



## Estación Terrena para Satélites de órbita baja

José Luis García García\*

\*Facultad de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.

E-mail: [jlgarcia@fi-b.unam.mx](mailto:jlgarcia@fi-b.unam.mx)

### Resumen

El desarrollo e implementación de la Estación Terrena para satélites de órbita baja en el departamento de telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería permitirá que los estudiantes tengan un contacto real con las comunicaciones satelitales, ya que ésta servirá para que los alumnos apliquen de manera práctica algunos conocimientos que se les dan en el salón de clase. De esta manera realizarán para un satélite de órbita baja sus predicciones orbitales, seguimiento, sintonización, recepción de la señal, etc. Servirá para apoyar algunas prácticas de laboratorio o proyectos semestrales en materias tales como: Dispositivos de RF, Circuitos de RF, Transmisores, Receptores, Antenas, Medios de transmisión, Elementos de control, Comunicaciones digitales, Sistemas de radiocomunicaciones II. Una de las ventajas de realizar estas prácticas de enlaces con satélites de órbita baja es que no se requiere hacer el pago de segmento espacial como en el caso de los satélites geoestacionarios, ya que muchos de los satélites de órbita baja operan en la banda de radioaficionados. De igual manera dicha Estación Terrena permitirá hacer convenios con Universidades que tengan satélites en órbita y se logrará la participación de alumnos en proyectos internacionales de captura telemétrica, procesamiento de señales digitales, procesamiento de imágenes satelitales, etc. Con ello se reforzará la formación de los estudiantes en el desarrollo de habilidades y competencias para la globalización a la que se enfrentarán. Durante el proceso de implementación y operación de la Estación Terrena se pretende también automatizarla poco a poco de manera que los alumnos fabriquen los prototipos correspondientes para tal fin, de esta manera, los alumnos podrán aplicar los conocimientos adquiridos durante su formación principalmente de las materias antes mencionadas, para desarrollar los diversos mecanismos de control así como diversos algoritmos que permitan de manera eficiente la operación autónoma de la estación para los momentos en que no se tenga personal operándola (durante la noche, madrugada, fines de semana, vacaciones etc.). Así, la Estación Terrena podrá irse mejorando cada semestre con la

participación de los alumnos y la utilización de las nuevas tecnologías que puedan aplicarse en dicha estación. Esta es una forma innovadora de despertar el interés de los alumnos en el desarrollo y aplicación de tecnología para el área espacial usando y reforzando los conocimientos adquiridos en diversas asignaturas cursadas durante su formación así como la posibilidad de desarrollar proyectos de tesis en dicho campo.



## Percepción Remota y Educación a Distancia: La experiencia de la Maestría Profesionalizada en Ciencias de la Tierra

Roberto Bonifaz Alfonzo\*

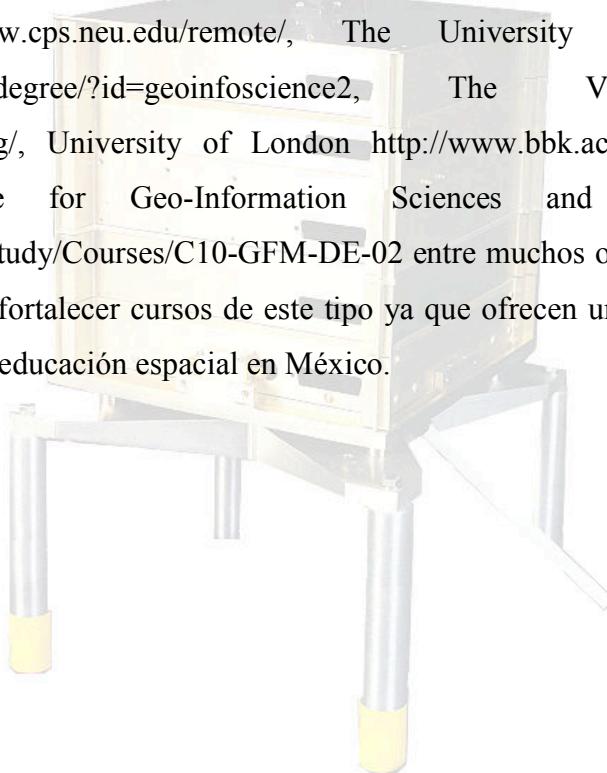
\*Instituto de Geofísica de la UNAM, México, D.F.

E-mail: [bonifaz@unam.mx](mailto:bonifaz@unam.mx)

### Resumen

La percepción remota es la tecnología que adquiere datos de un objeto sin que los instrumentos estén directamente en contacto con el mismo, es una herramienta con alto potencial en términos de información que no puede ser ignorada en ninguno de los niveles de estudio. A través de las imágenes de satélite, se genera una variedad de información que puede ser usada en diferentes disciplinas (Agricultura, Geología, Geografía, Biología, Arquitectura) o estudios interdisciplinarios y educación ambiental. Recientemente en México y en el mundo ha habido un crecimiento del uso de tecnologías de percepción remota y en el caso de nuestro país es la única actividad espacial que no solo se ha mantenido sino que ha crecido notablemente. La disponibilidad de recursos tanto de datos como de programas disponibles en Internet, contribuye a la demanda de capacitación en temas de percepción remota. En algunos lugares se ha tomado a la educación a distancia en temas de percepción remota como una alternativa real a las necesidades de capacitación (Florezano, T., et al. 2006, Murai, S. 2008, Nakano, et al. 2001). En México, la necesidad de seguir formando cuadros de especialistas se ha mantenido en cursos en varios niveles (Licenciatura, posgrado, diplomados, etc.) En el caso de los cursos que el Posgrado en Ciencias de la Tierra de la UNAM ofrece incluidos los de percepción remota, muchos de ellos requieren del uso de tecnologías de educación a distancia debido a que los alumnos se encuentran en diferentes sedes. Se cuenta con una sala de videoconferencia diseñada ex profeso con cámara, pizarrón electrónico, cámara de documentos, sistemas audiovisuales, etc., sin embargo para complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje, es posible utilizar apoyos como sitios de internet basados en el concepto de web-based-learning (Nakano, 2001). Este conjunto de tecnologías ofrece posibilidades reales de educación en temas como percepción remota pero también ofrece retos y oportunidades dadas las particularidades de la disciplina tales como

volumen y tipos de datos así como de programas y conceptos. Sitio de Apoyo se utiliza como apoyo un sitio en Internet <http://rayenari.geofisica.unam.mx/interact> que es un programa similar a otros orientados a e-learning (Moodle o ATutor) de fuente abierta modificado para las necesidades específicas del curso. Entre las ventajas que se pueden encontrar en sitios de este tipo, está el manejo de múltiples cursos, la posibilidad de tener un solo depósito para las presentaciones electrónicas, prácticas, datos, audiovisuales, foros de discusión generales o específicos, ligas a otros recursos disponibles en Internet, chat, calendario, exámenes en línea y entrega de tareas entre otros. Con herramientas sencillas, es posible mantener la interactividad, colaboración y cooperación del grupo de una manera eficiente, sin embargo es necesario desarrollar aplicaciones específicas que ayuden a entender mejor los conceptos. Existen un sinnúmero de materiales y recursos en percepción remota, de hecho existen varias universidades y centros que ofrecen cursos completamente en línea tales como la Northeastern University <http://www.cps.neu.edu/remote/>, The University of North Dakota <http://distance.und.edu/degree/?id=geoinfoscience2>, The Vespucci Initiative <http://www.vespucci.org/>, University of London [http://www.bbk.ac.uk/gisc/index\\_html](http://www.bbk.ac.uk/gisc/index_html) el International Institute for Geo-Information Sciences and Earth Observarion <http://www.itc.nl/Pub/Study/Courses/C10-GFM-DE-02> entre muchos otros. Es imprescindible para el futuro contar o fortalecer cursos de este tipo ya que ofrecen un nicho de oportunidad muy interesante para la educación espacial en México.



## SATEDU, Satélite Educativo Universitario para Entrenamiento de Recursos Humanos en Tecnología Satelital

Esaú Vicente Vivas\*

\*Instituto de Ingeniería de la UNAM, México, D.F.

E-mail: [evv@unam.mx](mailto:evv@unam.mx)

### Resumen

SATEDU es un Satélite Educativo, diseñado, fabricado y validado completamente en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, para ser empleado en laboratorios escolares, aulas de clases, Tecnológicos, Universidades, Posgrados y en Centros de Investigación. SATEDU permitirá entrenar y atraer a las jóvenes generaciones al mundo de la Ciencia y la Tecnología. También podrá emplearse para desarrollar y validar nuevos subsistemas satelitales, así como nuevas Tecnologías para Pequeños Satélites Reales. El Satélite Educativo tiene el tamaño de un contenedor de discos compactos, cuenta prácticamente con todos los subsistemas de un Satélite Comercial, sólo que en nuestro caso se tienen sistemas muy pequeños y portátiles, además de inteligentes, pues integran cada uno de ellos a procesadores digitales. Entre sus subsistemas se encuentran los siguientes: Estructura, Potencia, Computadora de Vuelo, Comunicaciones Inalámbricas, Sensores de Plataforma Satelital, Estabilización por Rueda Inercial y Sensores de Navegación Inercial. Adicionalmente cuenta con software distribuido en cada uno de sus subsistemas, con los cuales realiza tareas de alta complejidad. De igual forma su Computadora de Vuelo contiene el Software de Comunicaciones entre SATEDU y su Estación Terrena, que en este caso está constituida por Software que se ejecuta en una computadora personal (PC). En la PC que hace las veces de Estación Terrena, se tiene un Sofwtare de visualización 3D que permite hacer un seguimiento virtual, en tiempo real de los movimientos que experimenta el Satélite Educativo, este modo de visualización es muy amigable y permite que cualquier tipo de persona pueda entender de forma interactiva y sencilla los principios de operación de un satélite. Adicionalmente a la PC se le instala una pequeña tarjeta de Comunicaciones Inalámbricas (Vía puerto USB) para que se pueda comunicar inalámbricamente y de forma completamente portable con el Satélite Educativo. Otra de las principales características de SATEDU es su bajo costo, que en términos de costo

de partes oscila alrededor de los \$20,000 pesos MN. Este costo contrasta con el precio de adquisición del único sistema comercial que existe en el mundo y que fue desarrollado originalmente por la Fuerza Aérea Norteamericana, y que actualmente comercializa la compañía Colorado Satellite Services, EU, el cual es de aproximadamente \$120,000 pesos MN colocado en nuestro país. El satélite SATEDU ya le fue presentado al Astronauta de origen Mexicano José Hernández, junto con una propuesta para emplearlo de forma experimental en un vuelo de Transbordadores de la NASA. El Astronauta Hernández indicó la factibilidad de la propuesta y de igual forma recomendó que primeramente se realicen vuelos aeronáuticos de 0g con SATEDU para validar la ejecución del experimento de visualización operativa del satélite en condiciones de cero gravedad. Actualmente, el proyecto SATEDU busca financiamiento tanto para patentar el producto y para generar su versión final que incluirá prácticas satelitales a diferentes niveles, así como manuales técnicos y operativos detallados, como para realizar la versión de vuelo experimental en transbordadores de la NASA.





## Resumen

En esta sesión, se presentaron seis trabajos, donde se expusieron los resultados de experimentos científicos y se destacó la importancia de la percepción remota para el país. Junto a las telecomunicaciones, la percepción remota es una de las aplicaciones de la tecnología espacial que tienen mayor impacto en la vida cotidiana de las sociedades de todo el mundo. Desde las imágenes meteorológicas que nos permiten seguir la evolución de los huracanes, estimar la disponibilidad de agua para los cultivos, comprender los patrones climáticos o decidir qué ropa usaremos cada día, hasta las imágenes multiespectrales, que nos proporcionan información sobre el estado de los ecosistemas, la productividad de los océanos, el crecimiento urbano o el nivel de riesgo frente a desastres de origen natural. Los datos de percepción remota se utilizan todos los días para tomar el pulso al planeta, realizar decisiones críticas y mejorar nuestras vidas.

Entre los múltiples aspectos que determinan la capacidad de nuestro país para aprovechar esta tecnología, es posible identificar tres que son particularmente críticos:

- la existencia de una base de profesionistas capacitados en su manejo,
- la presencia de grupos de investigación dedicados al desarrollo de métodos y aplicaciones
- la disponibilidad de los datos de percepción remota.

En los tres temas ha habido avances significativos durante las últimas décadas, pero aún estamos lejos de aprovechar cabalmente esta tecnología en la toma de decisiones, especialmente al nivel municipal y local.

En esta sesión, los temas versaron sobre aplicaciones muy importantes de la percepción remota, relacionadas principalmente con el conocimiento de los ecosistemas y con la gestión ambiental, más que con el desarrollo de sistemas de PR.

El panel mostró que existen varios grupos de científicos universitarios trabajando sobre las aplicaciones ambientales y que existe una tradición de varias décadas. También hubo representación de trabajos sobre afectaciones ecológicas, concentraciones de clorofila en el mar y su relación con los bancos de calamares, entre otras. No estuvieron representados, sin

embargo, otros grupos importantes que trabajan temas urbanos, geofísicos, de ingeniería, transporte y sociales. En todo caso, las exposiciones demuestran de manera fehaciente la importancia de esta aplicación de la tecnología espacial para la sociedad, y su impacto en actividades concretas y cotidianas en México.

#### Discusión.

Se sugirió mejorar la transferencia de la información generada por la actividad de percepción remota, a los tomadores de decisión. Ejemplificando casos en los que esto ya ocurre, se mencionó la elaboración de la Carta Nacional Pesquera o el aprovechamiento de datos GPS en la pesca, además se mencionó el sistema SIBA/UNIGEO, como un esfuerzo para distribuir datos geoespaciales.

Se comentó que las entidades gubernamentales ya utilizan los datos y cuentan con las herramientas necesarias, pero que aún falta mucho en cuanto al cumplimiento de las normas por los algunos sectores de la población. También se comentó que los procesos de degradación han ocurrido durante mucho tiempo, pero sólo recientemente se han tomado en cuenta las advertencias de los científicos sobre su relación con el cambio climático y otros procesos.

¿Cuáles serían los beneficios si México contase con tecnología propia de percepción remota? Se aclaró que se requiere de imágenes de alta resolución, que los datos de PR no son sólo imágenes y que un satélite propio nos daría autonomía y oportunidad en la obtención de datos. Hubieron opiniones que no consideran indispensable contar con tecnología satelital propia en el segmento espacial, puesto que contamos con el sector terrestre de recepción y que lo realmente importante es contar con los expertos y la inteligencia para el procesamiento de los datos. Sin embargo, la discusión derivó en que se debe contar con la capacidad de tener los tres aspectos: espacial (satélite), terrestre (estaciones terrenas) y aprovechamiento (procesamiento), que deben crecer armónicamente.

Sobre el gasto de las imágenes, en relación con el costo de la infraestructura, y los países que las proveen, se mencionó que el principal es los Estados Unidos de Norteamérica, pero que hay alternativas rentables. Se comentó el caso de los satélites indios IRS, que fueron

concebidos para servicio doméstico, pero que tras la falla del Landsat 7, se convirtieron en los principales proveedores internacionales de imágenes pagadas.

Se comentó que los países que tienen satélites de PR son EUA, Canadá, Francia, Alemania, la Agencia Espacial Europea (ESA), la India y China. Que el costo de las imágenes va desde gratuito, hasta la Ikonos, que cuesta \$6.80 dólares americanos por kilómetro cuadrado: Aunque hay imágenes de radar de US\$1,500. Esto llevó a plantear que existen programas de oportunidad en Canadá y la ESA, que si se asignan a proyectos de investigación bien planteados pueden ser muy oportunos.

Se solicitó que a los investigadores mexicanos no se les cierre la puerta, o se desincentive el desarrollo de tecnología espacial propia. Es importante que los especialistas indiquen cuáles son sus necesidades, para guiar el desarrollo de proyectos tecnológicos y de una plataforma mexicana.



## **Uso de Datos Satelitales de Temperatura Superficial del Mar y Clorofila para el Estudio de la Variación Estacional de la Abundancia del Calamar Gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California**

Carlos Robinson Mendoza\*

\*Centro de Geociencias de la UNAM, Juriquilla

E-mail: [robmen@servidor.unam.mx](mailto:robmen@servidor.unam.mx)

### **Resumen**

Se presenta el proyecto de multidisciplinario de investigación que actualmente está desarrollado el Laboratorio de Ecología de Pesquerías del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) en colaboración con el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (IPN) y Centro de Investigaciones Biológicas AC (La Paz, BCS) en el Golfo de California. Se pretende conceptualizar los patrones de distribución y migración del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) mediante el uso de ecosondas científicas y datos de pesca en función de la distribución mensual de la temperatura superficial del mar (SST) (4 km de resolución) provenientes del Advanced Very High Resolution Radiometer (Pathfinder Version 5) y concentración de clorofila-a (9 km de resolución) del Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor con resolución de 9 km del Golfo de California. Se presenta el análisis de información satelital y distribución del calamar gigante obtenidos durante tres épocas contrastantes (Nov 2005, Ene y Jul. 2007 a bordo del B/O El Puma). Este es un ejemplo de la utilidad y aplicación de técnicas de percepción remota para generar información científica para la ordenación ecológica y manejo sustentable de los recursos pesqueros en el Golfo de California.

## Base de Datos de Temperatura Superficial del Mar Obtenida a partir de los Datos NOAA-AVHRR

Olivia Salmerón García\*

\*Instituto de Geografía de la UNAM, México D.F.

E-mail: [osg@igg.unam.mx](mailto:osg@igg.unam.mx)

### Resumen

Se cuenta con un acervo de datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) a partir de datos de los satélites NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Los datos han sido adquiridos en el Laboratorio de Análisis Geoespacial del Instituto de Geografía de la UNAM desde 1996, a través de la Estación Receptora de Imágenes de Satélite (ERISA) y el programa TeraScan® de SeaSpace Co. Actualmente ERISA recibe datos de los satélites NOAA17 y NOAA18. Para el cálculo de las TSM se utilizan los algoritmos MCSST (Multi-Channel Sea Surface Temperature,) propuestos por McClain et al (1985). La base cuenta con datos diarios, promedios quincenales y mensuales así como anomalías de TSM de los mares mexicanos, calculados mediante una media climatológica derivada de los datos satelitales. Esta información ha sido aplicada en investigaciones sobre la dinámica oceánica y su relación con los fenómenos El Niño-Oscilación del Sur, La Niña, la presencia de mareas rojas, regionalización del Golfo de México y recursos pesqueros y migraciones de tortugas. También se está realizando un análisis comparativo entre datos in situ obtenidos de una boya anclada cerca de Bahía Magdalena, B.C.S en febrero del 2008 dentro del programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) y los datos de TSM derivados de los sensores AVHRR

## Aplicaciones de la Percepción Remota

Jorge Lira Chávez\*

\*Instituto de Geofísica de la UNAM, México D.F.

E-mail: [lira@geofisica.unam.mx](mailto:lira@geofisica.unam.mx)

### Resumen

Las imágenes de radar y ópticas multi-espectrales disponibles actualmente proporcionan datos para muchas aplicaciones en geomática, modelación del medio ambiente, contaminación, urbanismo, desastres naturales, agricultura, silvicultura, geología, minería y prospección de hidrocarburos. Se presentan en esta conferencia diversas aplicaciones de la percepción remota que se encuentran en desarrollo en problemas de prospección y modelación de fenómenos terrestres que pueden ser estudiados y cuantificados en su origen y evolución; los temas a tratar son los siguientes: 1.- Análisis canónico: Caracterización de variables clave de la respuesta espectral de diversas clases de cobertura. 2.- Aplicaciones radar: Interferometría radar, cálculo de modelos digitales de elevación polarimetría radar, estimación de la sección diferencial de dispersión de diversas clases. 3.- Textura – rugosidad: Obtención de la rugosidad del terreno a partir de pares estereoscópicos de imágenes de satélite. 4.- Segmentación y morfología de masas forestales: Segmentación y morfología de masas forestales de la zona centro de México y su impacto en el cambio climático. 5.- Segmentación DF: Estimación del cambio morfológico de la ciudad de México en un lapso de 12 años. 6.- Segmentación cuerpos agua: Segmentación y morfología de cuerpos de agua empleando una variante de la descomposición en componentes principales. 8.- Bordes multi-espectrales: Cálculo de bordes partir del campo vectorial formado por una imagen multi-espectral. 9.- Textura multi-espectral: Estimación de la textura a partir del campo vectorial formado por una imagen multi-espectral. Se muestran ejemplos en detalle y se analizan las consecuencias y aplicaciones de cada modelo discutido.

## La Estación Receptora de Imágenes de Satélite del Instituto de Geografía, UNAM

Gabriela Gómez Rodríguez\*

\**Instituto de Geografía de la UNAM, México D.F.*

E-mail: [gabyg@igg.unam.mx](mailto:gabyg@igg.unam.mx)

### Resumen

A partir de enero de 1996, el Instituto de Geografía de la UNAM cuenta con una estación (ERISA) para la recepción, procesamiento y almacenaje de las imágenes de los satélites conocidos como meteorológicos. Cuenta con 2 antenas que le permiten captar la información tanto de satélites de órbita polar como geoestacionarios. A lo largo de estos años ha recibido información de diferentes satélites de la serie NOAA, desde NOAA-14 hasta NOAA-18 y en fechas próximas comenzará la recepción de NOAA-19. De esta serie continua se cuenta con un archivo de imágenes crudas y procesadas, que incluyen productos como los índices de vegetación (NDVI) o temperaturas superficiales del mar (SST), que son un insumo continuo a diversos proyectos en el Instituto de Geografía y otras dependencias dentro y fuera de la UNAM. Por un periodo de dos años se recibieron las imágenes del sensor SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field of view Sensor), que es un espectrorradiómetro montado en el satélite SeaStar y que fue diseñado para examinar los factores biogeoquímicos del océano que afectan ó influyen en el cambio global. La antena para recibir datos geoestacionarios recibe información proveniente de los satélites de la serie GOES. Hasta el 31 de marzo del 2003 recibió datos del satélite GOES 8, a partir de esa fecha fue reemplazado por el satélite GOES 12. Actualmente se procesan automáticamente las imágenes y envían al Instituto de Ingeniería donde se introducen en modelos de predicción atmosférica desarrollados por investigadores del Centro de Ciencias de la Atmosfera. A medida que crece este acervo su valor aumenta, ya que el contar con una base de datos tan extensa permite una gran variedad de estudios, lo cual en cierta medida ha sido explotado, pero cuyo potencial todavía puede ser mayor.

## Análisis de Cambios de Cobertura Vegetal al Sur y Sureste de la Ciudad de México de 1973 a 2002 Utilizando Técnicas de Detección de Cambio Automático de Imágenes Satelitales

Ma. Concepción García Aguirre\*

\*Facultad de Ciencias de la UNAM, México D.F.

E-mail: [galapagos@prodigy.net.mx](mailto:galapagos@prodigy.net.mx)

### Resumen

Los estudios de detección de cambio automático de imágenes de satélite, han alcanzado gran importancia desde la década de 1990, ya que proporcionan información fundamental para los análisis de cambio climático mundial. En la UNAM se han realizado varios estudios de clasificaciones de grandes regiones como son dos Inventarios Forestales (1994 y 2000) resultado de la cooperación del Instituto de Geografía, SARH y SEMARNAP. El año de 1997 se terminó el estudio de Cobertura de América del Norte correspondiente a México, con la participación del Instituto mencionado y la EPA (Environmental Protection Agency) de Estados Unidos. En esta ocasión se presentan los resultados de un estudio de detección de cambio a nivel local enfocado no solo a determinar el cambio en la cobertura vegetal sino también al impacto de estos cambios sobre la hidrología regional. Los bosques ubicados al sur y oeste de la Ciudad de México son muy importantes para la recarga de mantos acuíferos que suministran agua a los habitantes de esta ciudad, pero se encuentran afectados por tala, incendios forestales, plagas, enfermedades y urbanización. Se estimó el cambio de patrones de cobertura vegetal de la región para un periodo de ca. de 20 años (1973-2002) utilizando imágenes de satélite Landsat (MSS y ETM), con apoyo de cartografía existente, ortofotos y observaciones directas de campo. Se utilizó el método de detección de cambio de post clasificación que permite conocer la naturaleza de los cambios, así como el de diferencias de índices (NDVI). Se perdió el 17 % de bosque en 29 años, con tasas de deforestación anuales de 0.2 % en el periodo 1973-1985; 0.4 % en el periodo 1985-1989 y 0.3 % en el periodo 1989-2002. El análisis de índice de vegetación mostró que la transformación de cobertura vegetal ocurrió principalmente en las zonas bajas de la región, el cambio fue de cultivos y pastizales y, probablemente, bosque de encino a zonas urbanas. El daño inflingido al bosque en casi tres

décadas permite suponer un aumento de escurrimiento superficial que no está siendo capturado por el suelo y, por lo tanto, no llega a los mantos acuíferos lo cual tendrá consecuencias negativas tanto para la disponibilidad de agua para la ciudad como para el incremento de casos de inundación. Los resultados del presente estudio resaltan las bondades del uso de tecnología espacial para el estudio de pérdida de cobertura vegetal, así como para elaborar propuestas de mitigación, indicando que el método puede ser aplicado con ventaja a otras regiones. Palabras clave: Detección de cambio digital, procesamiento de imágenes satelitales, Post-clasificación, NDVI, bosques templados.





## Resumen

En estas sesiones se trataron diferentes aspectos. Fue muy rica en temática y se tuvo la participación de la iniciativa privada. En la discusión se vieron varios puntos interesantes:

La importancia del TUIDE es que nos da la oportunidad de conocer en qué podemos competir en las diferentes industrias, para que estemos preparados como país.

Es muy importante escuchar a los empresarios, ya que muchas veces las oportunidades se presentan en campos de trabajo que no necesariamente empatan con lo que queremos hacer en investigación. En el área de investigación y desarrollo espacial existen oportunidades de financiamientos privados e internacionales. Lo importante es articular las ideas y propuestas para que se generen las diferentes líneas de investigación. Ese es el objetivo del presente taller y debemos de aprovechar la dinámica del mismo para generar oportunidades concretas.

Uno de estos puntos, es la proliferación de basura espacial, que requiere de diferentes programas para eliminar de manera rentable las partículas que se han generado y flotan en la órbita satelital. Estas partículas adquieren mucha importancia porque afectan el trabajo de varios satélites y dispositivos de transporte. Otra área de gran interés es el desarrollo de nuevos combustibles para los cohetes, que eliminen la generación de partículas y basura espacial.

Se propuso que se desarrollen diferentes programas para el desarrollo de satélites de bajo costo, que permitan a los jóvenes involucrarse en el área. Es un error pretender pensar en un único polo o centro de desarrollo en el país, hay que desarrollar diferentes líneas de investigación para fortalecer ideas y competencias en los polos de ingeniería aeroespacial y aeronáutica y sobre todo, fomentar la colaboración entre los grupos de investigación para poder compartir

Se sugirió también incluir el desarrollo de nuevos materiales, como uno de las áreas de oportunidad de la UNAM; donde se tiene una masa crítica de investigadores con experiencia de transferencias tecnológica exitosas.

Una de las participaciones, fue del Dr. Sergio Camacho, quien señaló que desde hace 10 años se formó **Consejo Consultivo de la Generación del Espacio** (4 mil miembros) México-

América del Norte. Este consejo tiene representación y voto en la ONU. Se comprometió a entregar los datos para la integración al sistema por parte de la UNAM.

También se tuvieron participaciones en áreas de gran interés, como es la medicina y agricultura fomentadas con desarrollos espaciales.

Las sesiones fueron de gran interés y ayudaron a darnos una idea del impacto que tiene en la vida diaria la investigación espacial, que va de la investigación del origen de la vida, hasta el desarrollo de experimentos muy puntuales para desarrollar fármacos o materiales en condiciones especiales. En general, ayudaron a establecer un abanico de posibilidades para la investigación científica en la UNAM, señalando la importancia de acercarse a la industria, para generar proyectos de alta viabilidad.



## Localización de Objetos para su Manipulación Robótica en Espacios Cerrados Utilizando Visión Artificial

Mario Peña Cabrera\*

\*Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas UNAM, México D.F.

E-mail: [mario@leibniz.iimas.unam.mx](mailto:mario@leibniz.iimas.unam.mx)

### Resumen

El objetivo del artículo, es mostrar el diseño y la implementación de un sistema de visión artificial mediante el cual se pueda obtener, en tiempo real, la posición de un objeto dentro de un ambiente cerrado por medio del reconocimiento de marcas en las paredes. El sistema contiene una cámara digital con control de movimientos “pan-tilte”, que se integra al objeto móvil propio de la aplicación, el sistema es capaz de obtener por una observación visual, la posición de la cámara móvil dentro de su entorno. La cámara obtiene información con los parámetros suficientes para poder determinar su localización exacta, y mostrar una representación gráfica del entorno. El reconocimiento de patrones, es un área de investigación en visión por computadora muy explorada y con resultados excelentes en aplicaciones de automatización de procesos para inspección, clasificación o análisis de escenas. Los algoritmos de reconocimiento utilizados son, ocasionalmente imprácticos para aplicaciones en tiempo real, por lo que el desarrollo de un sistema de reconocimiento basado en una simbología descriptiva iconográfica y su interpretación en tiempo real, hace posible la integración de un lenguaje básico para generar la información de localización de un objeto observador móvil dentro de un entorno cerrado, dando como resultado un sistema para obtener el posicionamiento local de objetos móviles. Los símbolos utilizados, pueden representar movimientos y trayectorias en 3D y establecen la referencia a ciertas zonas del entorno cerrado, y así son captados por la cámara de video y posteriormente extraídos de la escena para su interpretación final. En aplicaciones para la utilización de manipuladores robóticos en el espacio, es necesario contar con referencias dentro del ambiente en el cual el manipulador se desempeña, así como obtener información de su entorno con la finalidad de mover piezas de trabajo o, inclusive, de conocer su estado presencial físico en un momento dado por medio de sensores de no-contacto como lo es un sistema de visión artificial.

## Monitoreo de Encuentros Cercanos en la Órbita Geoestacionaria

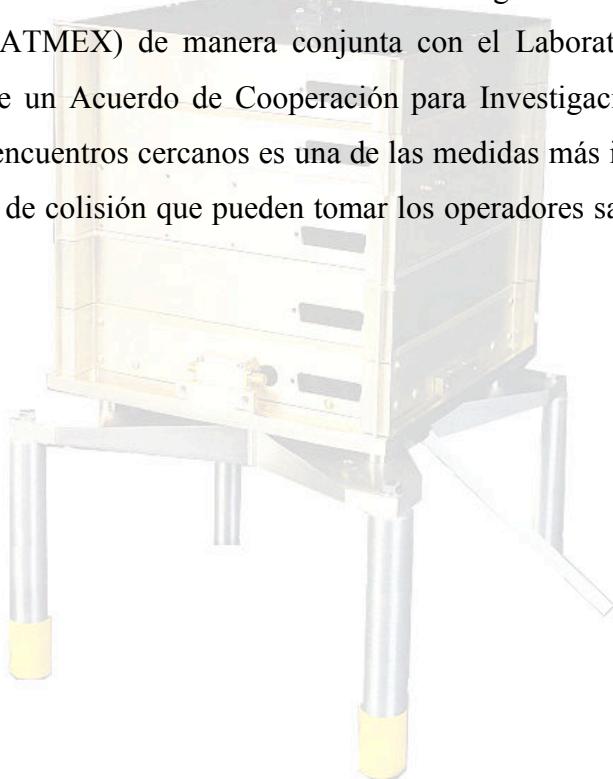
Martin Walter Picazo\*

\*Gerencia de Dinámica Orbital, SATMEX, México D.F.

E-mail: [martin.soria@satmex.mx](mailto:martin.soria@satmex.mx)

### Resumen

La reciente colisión del satélite activo Iridium 33 y del satélite inactivo Cosmos 2251 en febrero de 2009 hizo historia, al ser la primera colisión registrada entre dos satélites completos. Los fragmentos generados por la colisión serán sin duda una amenaza para otros satélites activos por varias décadas. Este evento ha reforzado el cuestionamiento de la UN COPUOS (Comité de las Naciones Unidas para el Uso Pacífico del Espacio) acerca de la sustentabilidad a largo plazo de las operaciones en el espacio. En la presentación se describen las actividades de monitoreo de encuentros cercanos en órbita geoestacionaria que lleva a cabo Satélites Mexicanos (SATMEX) de manera conjunta con el Laboratorio Lincoln del MIT mediante el ejercicio de un Acuerdo de Cooperación para Investigación y Desarrollo. A la fecha, el monitoreo de encuentros cercanos es una de las medidas más importantes y efectivas para mitigar los riesgos de colisión que pueden tomar los operadores satelitales comerciales y gubernamentales.



## Búsqueda de Cráteres de Impacto en México

Ma. Guadalupe Cordero\*

\*Instituto de Geofísica de la UNAM, México D.F.

E-mail: [gcordero@geofisica.unam.mx](mailto:gcordero@geofisica.unam.mx)

### Resumen

Del análisis de las imágenes enviadas por las astronaves durante las últimas cuatro décadas, los científicos planetarios se han dado cuenta de que el craterismo de impacto es el mayor modelador de las superficies planetarias. El proceso que origina un cráter de impacto cambia el paisaje en unos cuantos minutos, involucra energías de hasta cientos de megatones, presiones de Gigapascales y, dependiendo de la energía cinética del impactor, puede llegar a cambiar completamente el curso de la evolución biológica en la Tierra, como ya ha sucedido en el pasado. El estudio de la morfología y distribución de los cráteres de impacto nos proporciona información valiosísima sobre los materiales y capas de las cortezas planetarias, así como de su historia geológica. Recientemente se ha propuesto que los cráteres de impacto pudieron haber facilitado las condiciones para el surgimiento y/o desarrollo de la vida mediante la creación de sistemas hidrotermales. Los espacios porosos, producto de la fragmentación del material del blanco, pudieron haber proporcionado el espacio y los minerales necesarios para el desarrollo de microbios, mientras que las rocas chocadas, más translúcidas, beneficiaron a cierto tipo de microorganismos con propiedades fotosintéticas. Este nuevo punto de vista aumenta la importancia de entender el proceso de craterismo de impacto y su relación con la evolución y/o surgimiento de la vida. En la Tierra se han encontrado poco menos de 200 estructuras reconocidas como cráteres de impacto, la mayoría de ellas se ha identificado en los crátones de los países desarrollados. Este último hecho indica un par de cosas: la primera, que al igual como ocurre en los demás cuerpos del sistema solar con superficies sólidas observables, una mayor densidad de cráteres de impacto por kilómetro cuadrado implica una mayor edad de la corteza; la segunda, que existe un lamentable desinterés por buscar, reconocer y estudiar estas estructuras por parte de los países en desarrollo. En México existe el cráter de Chicxulub pero podría haber otros. Objetivos: Buscar cráteres de impacto en el territorio nacional y realizar estudios geofísicos completos para

entender la formación y las posibles implicaciones de la formación de los cráteres de impacto encontrados. Metodología: Utilizar imágenes de LANDSAT (Thematic Mapper) y de radar del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) para localizar posibles cráteres de impacto. De ser localizados, se procedería a realizar diversas campañas de trabajo de campo para caracterizarlos y determinar si son o no cráteres de impacto. Para llevar a cabo esto último se necesitaría recolectar y caracterizar las rocas circundantes con el fin de detectar brechas de impacto, cuarzo chocado; bordes invertidos, picos o anillos de picos centrales; etc. También se necesitaría realizar mediciones de anomalías gravimétricas o magnéticas, etc. En un futuro también se podrían utilizar las imágenes del microsatélite *CONDOR UNAM - MAI* o de otro satélite mexicano para llevar a cabo esta tarea.



## Aplicación de la Espectroscopia Raman en la Clasificación de Meteoritas Condriticas

Karina E. Cervantes de la Cruz\*

\*Instituto de Geología de la UNAM, México D.F.

E-mail: [kecervan@yahoo.com.mx](mailto:kecervan@yahoo.com.mx)

### Resumen

En el Sistema Solar temprano el campo gravitatorio de Júpiter impidió la formación de planetas en la región del Cinturón de Asteroides. Esto preservo intactos los primeros sólidos procesados en la nebulosa solar, que ahora yacen en los asteroides y llegan a la Tierra como meteoritas. Las condiciones fisicoquímicas de la formación y evolución del Sistema Solar son limitadas a partir del estudio del material meteorítico. Para el grupo de las condritas, uno de los criterios principales para la subclasificación en tipos petrologicos es el estado estructural del piroxeno pobre en calcio. Las técnicas que se utilizan para la identificación de estos polimorfos son la petrografía, difracción de rayos X (DRX) y difracción electrónica. La primera de estas técnicas es muy útil pero limitada, la DRX es destructiva y la tercera, muy precisa pero costosa, y que requiere de preparación especial de la muestra. Por otro lado, la espectroscopia Raman es una técnica no destructiva ni invasiva y tampoco requiere de preparación especial de la muestra. Por lo tanto, se puede aplicar utilizando secciones delgadas pulidas de las muestras, las cuales son utilizadas convencionalmente en el estudio de las meteoritas. Sin embargo, esta técnica todavía no ha sido completamente explotada para el estudio de material meteorítico. Actualmente nuestro grupo de colaboración ya ha puesto a prueba una metodología, utilizando la espectroscopia Raman, para condritas ordinarias tipo H. El resultado fue la identificación exitosa de los diferentes tipos termales en los que se subdividen estas meteoritas. Para explicar este comportamiento, se contrastaron los datos de química mineral y de geotermometria obtenidos por técnicas de microscopía electrónica. Las conclusiones de este primer estudio indican que las diferencias registradas por los espectros Raman, aunque sutiles, reflejan los cambios en temperatura, química y estructura de los minerales. Adicionalmente, en este trabajo se documentan las temperaturas de formación de estos minerales en condiciones nebulares y de reproceso termal posterior en cuerpos

parentales. Esta misma metodología puede ser utilizada para la caracterización de todas las clases de condritas y tal vez en otros grupos de meteoritas petreas. Hasta el momento no existen estudios similares a este, lo cual lo coloca como una aportación original a la ciencia. En consecuencia, el objetivo de nuestro proyecto es desarrollar un criterio complementario para la clasificación de meteoritas condriticas e implementar la técnica Raman.



## Tecnología Espacial para la Salud

Ramiro Iglesias Leal\*

\*Centro de Ciencias de la Atmosfera de la UNAM, México D.F.

E-mail: [riglesias@uat.edu.mx](mailto:riglesias@uat.edu.mx)

### Resumen

La investigación espacial ha generado numerosos avances para la ciencia y la tecnología, y la medicina ha sido particularmente beneficiada. La tecnología espacial es utilizada actualmente en las siguientes áreas: 1.- Atención Médica.- La telemedicina es útil para cubrir las necesidades de salud en pequeñas comunidades rurales aisladas y dispersas; ejemplo típicos de este enfoque de la atención médica son los programas de telemedicina en Alaska, en la Reserva Indígena Papago y en el norte de Australia. México tiene las necesidades creadas para implementar un sistema de salud de esta naturaleza. 2.-Docencia.-El sistema de telecomunicación satelital es utilizable para elevar la calidad de la enseñanza en las facultades de medicina, en las instituciones de salud del país y hacer posible la actualización profesional de los médicos rurales. Considerando que en el mundo se transportan por avión cerca de dos mil millones de pasajeros al año (en México son 50 millones anuales) y que 140 millones de seres humanos viven en regiones elevadas, la enseñanza formal de la medicina aeroespacial debe otorgarse a los médicos en formación. 3.-Investigación.-En la meseta central de la República Mexicana situada entre 1500 y 3000 m de altura, reside más de la mitad de la población del país, por otra parte, la actividad aeronáutica es intensa en México, por tanto la investigación aeromedica ofrece un vasto campo. En los programas futuros de la Agencia Espacial Mexicana deberá incluirse investigación biomédica espacial. Ejemplos de esto último serían a).- La producción en gravedad cero de medicamentos y vacunas de absoluta pureza. b).-La percepción remota satelital para el control de las enfermedades transmitidas por insectos, para la localización de zonas altamente contaminadas y para la identificación de lugares de alta radiactividad del subsuelo y sus posibles repercusiones en la población. c).-El estudio de los efectos en la vida humana (y en otras formas de vida) de las tormentas solares y los trastornos del campo magnético terrestre). d).-Propuestas de experimentos biomédicos para llevar al espacio. 4. Transferencia de Tecnología Espacial a la Medicina. La necesidad de

proteger la salud y la vida de los astronautas ha conducido a aportaciones diversas a la medicina en tierra. Ejemplos: a)el traje espacial para trabajadores expuestos a cambios extremos de temperatura; b)el casco espacial para aislar a los cirujanos del campo operatorio; c)los nuevos materiales de la industria espacial utilizados para prótesis medicas; d)sistema de reprogramación de satélites aplicado a prótesis electrónicas medicas; e)la técnica de alimentación espacial aplicada a la cocina hospitalaria, etc.



## Promoción de la Investigación en Criopreservación en México

Jaime Lagunéz Otero\*

\**Instituto de Química de la UNAM, México D.F.*

### Resumen

El estudio de la criopreservación de tejidos es sumamente importante en el área de salud pública y conservación de alimentos. En condiciones de gravedad cero es posible llevar a cabo investigaciones de interés en este campo. Asimismo el área de la criónica ha propuesto la suspensión animada para viajes espaciales. La NASA ha apoyado este tipo de investigación (e.g. [http://www.ia.spacegrant.org/RES\\_INF/VRR2001/UdaySEED.pdf](http://www.ia.spacegrant.org/RES_INF/VRR2001/UdaySEED.pdf)) y podría considerarse igualmente relevante en el contexto de la creación de la nueva agencia espacial en México.



## Moléculas de Importancia Prebiótica y la Radiación en el Espacio

Maria Colín García\*

\*Instituto de Geología de la UNAM, México D.F.

E-mail: [mcolin@nucleares.unam.mx](mailto:mcolin@nucleares.unam.mx)

### Resumen

El origen de la vida en la Tierra tiene muchos interrogantes aun; las condiciones que permitieron el surgimiento de la vida en el planeta son todavía desconocidas. Entre las variables más importantes se encuentra la composición de la atmósfera. El debate respecto a la composición atmosférica todavía es intenso. Los modelos han contemplado condiciones altamente reductoras, neutras y ligeramente oxidantes. Sin embargo, la síntesis de materia orgánica se ve favorecida por condiciones reductoras, y no con las condiciones ligeramente oxidantes que ahora se supone existían. Por ello, se postuló la idea de que el aporte externo de material orgánico proveniente de cometas y meteoritos fue muy importante para promover las reacciones químicas en la Tierra. La contribución de cometas y meteoritos al inventario de materia orgánica de la Tierra Primitiva descansa en la hipótesis de que estos cuerpos pudieron efectivamente depositar su contenido en la superficie. Por ello, creemos que es fundamental evaluar la tasa de descomposición de compuestos que pudieron funcionar como materia prima para la síntesis de materia orgánica, en condiciones extremas, tales como altas dosis de radiación (ionizante y ultravioleta) y bajas temperaturas. Evaluar la descomposición, por radiación, ayuda a entender no sólo que tan rápido se descomponen las moléculas, sino también que posibilidades existen de formarse nuevas moléculas a partir de estas. Por ello, realizamos experimentos que simulan aproximadamente las condiciones que prevalecen en el espacio para determinar la resistencia de compuestos tales como el ácido cianhídrico, el metanol, el formaldehido, etc. ante la acción de la radiación. Hasta el momento, hemos determinado que la naturaleza de los compuestos hace que su comportamiento frente a la radiación sea desigual, lo que se traduce en una descomposición también distinta. La molécula más lábil es el ácido cianhídrico y la más resistente el ácido fórmico. Esta diferencia fundamental hace que ciertas moléculas sean más o menos reactivas, lo que repercute indiscutiblemente en su capacidad para formar otras o, inclusive, material más complejo. Los

efectos de la radiación ionizante sobre las moléculas -presentes en la Tierra Primitiva o en el espacio (cometas, meteoritos, etc.)- debieron ser significativos. La irradiación de compuestos a bajas temperaturas reveló que la temperatura en los procesos modifica la tasa de descomposición, haciendo por ende que se restrinja la capacidad de recombinação y la posibilidad de formar nuevos enlaces. Creemos que la presencia de la radiación ionizante debió repercutir en los procesos de evolución química no sólo en la Tierra sino en: granos de polvo interestelar, cometas, meteoritos y otros cuerpos. Por ello, la demostración de que algunos de los compuestos que han sido detectados en los cometas siguen una dinámica compleja de formación-descomposición reafirma la importancia de este tipo de energía en el proceso que se está estudiando.



## Satélites de Monitoreo Ambiental

Mauro Valdez Barrón\*

\*Instituto de Geofísica de la UNAM, México D.F.

E-mail: [mauro@geofisica.unam.mx](mailto:mauro@geofisica.unam.mx)

### Resumen

Pareciera que hablar de la importancia que revisten los satélites meteorológicos y de monitoreo ambiental para nuestro país, es un tema demasiado estudiado y escrito. Nadie puede negar la importancia de conocer con antelación la llegada de un huracán, de un aguacero, nevada, viento o cualquier fenómeno meteorológico, sobre todo si se presenta con extrema intensidad. Pero ahora más que nunca es necesario replantear, hablar y escribir de la necesidad de contar con la gran variedad de información que proporcionan los satélites. ¿Pero por qué ahora hablar nuevamente del tema? México con casi sus 2 millones de kilómetros cuadrados y su topografía en momentos tan abrupta, representa un verdadero reto para conocer que sucede en su superficie. Ahora, imaginemos que deseamos conocer que sucede en su atmósfera y que además debemos de aumentar el área hacia nuestras aguas patrimoniales. Contar con una red de estaciones meteorológicas que nos den información de lo que está sucediendo en todo el país, es prácticamente imposible, ya que de acuerdo a la normatividad de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), deberían de existir mucho más de 1000 estaciones, y después debemos de pensar en los gastos de mantenimiento, calibración y operación, verdaderamente inaceptable para nuestra economía. Actualmente existe una red de 171 Estaciones meteorológicas Automáticas (EMA's) que mantiene el organismo oficial (Servicio Meteorológico Nacional), específicamente en el caso de los sensores de radiación solar, en condiciones que no son las adecuadas, solo cerca del 6% se encuentran calibrados y generando información confiable: y por si esto fuera poco, la información histórica no es procesada ni está disponible al público de manera eficiente (radiación solar): por otra parte es cierto que existen otras redes que navegan entre privadas y públicas, cuestión que nos tendría sin la mayor preocupación, pero cuando uno solicita la información simplemente al igual que el órgano oficial, no responden. El Observatorio de Radiación Solar (ORS), del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, ha realizado dos atlas a partir de

imágenes de satélites, uno sobre la Climatología Solar de nuestro país y otro sobre la Radiación Solar Ultravioleta Banda “B”, dichos trabajos por los resultados obtenidos podemos considerarlos como representativos de la realidad en cuanto al comportamiento espacial y temporal de dichos parámetros meteorológicos, pero al comparar la irradiancia reportada por el satélite con la medida directamente en superficie, escasamente contamos con dos puntos (Radiación Solar Global) y un punto (Radiación Solar Ultravioleta Banda “B”) que cumplen con los requerimientos de la OMM para ser considerados como generadores de información confiable, existen coincidencias que nos confirman la pertinencia de utilizar esta tecnología, pero también existen diferencias que hablan de revisar y modificar la metodología empleada. Un resultado del análisis de estos mapas y de la metodología empleada, fue que ésta última, se desarrolló en un país con otras condiciones ambientales diferentes al nuestro (clima, geología, topografía, vegetación, etc.), y que en los lugares donde los valores entre lo medido en superficie y lo medido por el satélite se correlacionan fuertemente, es porque son semejantes estas condiciones, pero en lugares donde las condiciones varían, el error del dato del satélite aumenta considerablemente. En otros proyectos que se desarrollan en este observatorio, donde se trata de conocer el comportamiento climático de los aerosoles, fundamental para entender la variabilidad y/o tendencias climáticas, se enfrenta uno al mismo problema, resultados aceptables en algunas zonas y errores que sobrepasan los límites aceptables. Indudablemente la solución es la modificación de dichas metodologías para nuestro país o la creación de nuestras propias metodologías, pero aún para esto, necesitamos de una infraestructura mínima que nos permita iniciar un trabajo en donde actualmente nos encontramos en un considerable atraso. En el ORS se está trabajando en la creación de información básica para la implementación de esta tecnología en nuestro trabajo diario, un mapa de albedo para todo el país es fundamental en la obtención de coeficientes que nos permitan reducir considerablemente el error y obtener una mejor visión de la realidad, por primera vez podríamos evaluar el recurso solar en nuestro país para planear e implementar el uso masivo de esta energía. Por otra parte en la velocidad de respuesta de toda nuestra maquinaria de producción, especialmente la agricultura, será fundamental para enfrentar las variaciones y/o tendencias climáticas a las que nos vemos expuestos, pero esto dependerá de que tan rápido

podamos informarnos de lo que está pasando y de los que podrá venir, información que no será suficiente si proviene de unas cuantas estaciones meteorológicas en superficie, por lo que es necesario desarrollar sistemas de información de carácter regional (nacional) y hasta global. Pero el desarrollo de estas metodologías es imposible si no se cuenta con una red de apoyo en superficie que nos permita calibrar y ajustar cada vez más los modelos a la realidad, de tal manera que puedan ser totalmente confiables. Mientras los organismos oficiales (SMN, INIFAP, etc.), no se olviden de la burocracia y exista una coordinación real con otras instituciones, para ver más allá de una simple red en superficie, no contaremos con un sistema de estaciones localizadas en puntos clave, que ayuden a referenciar las observaciones hechas por los diferentes satélites y podamos obtener información real, expedita y por lo tanto confiable para las grandes tomas de decisión que no se pueden retrasar más.



## Exploración Geofísica Espacial

Víctor M. Velasco Herrera\*

\*Centro de Ciencias de la Atmosfera de la UNAM, México D.F.

E-mail: [vmv@tonatiuh.igeofcu.unam.mx](mailto:vmv@tonatiuh.igeofcu.unam.mx)

### Resumen

Con el inicio de la era espacial en 1957, se hizo indispensable la elaboración de normas de derecho internacional sobre los principios que deben regir las actividades de los Estados en la exploración y utilización del espacio ultraterrestre. En 1959 la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos como uno de sus órganos permanentes y los Estados Unidos Mexicanos han formado parte de ella desde su creación. Hay que recordar que en 1963, México presentó al Comité de Desarme de 18 Naciones (actualmente conocido como Conferencia de Desarme de Ginebra), un documento de trabajo que contenía un proyecto que prohíbe poner en órbita o estacionar en el espacio armas nucleares. Existen numerosas analogías y coincidencias entre el proyecto mexicano de 1963 y el tratado del espacio de 1967. La importancia y los beneficios de la actividad espacial se observan en el desarrollo de la economía e independencia científico-tecnológica del país participante. Para el desarrollo de la actividad espacial en nuestro país es necesario la creación de una Agencia Espacial que coordine, planifique y desarrolle ciencia y tecnología espacial y que, ante los nuevos retos de la era espacial, continúe con la misión pionera de los Estados Unidos Mexicanos en el ámbito internacional y aeroespacial. En este trabajo se analiza la iniciativa de ley de la Agencia Espacial Mexicana.

## Experimento por realizar en Transbordadores de la NASA o en la EEI con Satélite Didáctico Universitario

Esaú Vicente Vivas\*

\*Instituto de Ingeniería de la UNAM, México D.F.

E-mail: [evv@unam.mx](mailto:evv@unam.mx)

### Resumen

Se presenta la propuesta de experimento por desarrollar en órbita espacial, en cabina de vuelo, durante un vuelo orbital, ya sea en transbordadores de la NASA o en la Estación Espacial Internacional. El experimento se realizará con el prototipo satelital educativo SATEDU (satélite educativo), el cual tiene una masa de 1 Kg y contiene subsistemas inteligentes basados en microcontroladores. Todos los subsistemas fueron completamente diseñados, construidos, depurados y validados en la UNAM, México. Los subsistemas de SATEDU son los siguientes:

- Estructura plástica y ligera.
- Subsistema de potencia basado en baterías de Li Ion y celdas solares comerciales.
- Computadora de vuelo y software de operaciones satelitales y comunicaciones hacia una Laptop que emula a una estación terrena de control satelital.
- Subsistema de comunicaciones de corto alcance (10 metros) en la banda de 2.4 GHz.
- Rueda inercial basada en motores comerciales pequeños de corriente directa, para demostraciones de estabilización y apuntamiento satelital.
- Sensores de navegación inercial (giróscopo en 3 ejes y acelerómetro en 3 ejes).

El sistema SATEDU cuenta con una estación terrestre, formada por software ejecutable en una PC que permite comandar al satélite, capturar su telemetría, así como realizar modos de seguimiento visual 3D en tiempo real. Este software interactúa con el software de la computadora de vuelo de SATEDU para ofrecer un sistema didáctico satelital completamente automatizado. Para que la laptop se comunique inalámbricamente con SATEDU se le conecta una pequeña tarjeta de comunicación inalámbrica también desarrollada completamente en la UNAM. La propuesta de experimento espacial contempla que un Astronauta lleve al espacio un satélite SATEDU que cuente con 3 ruedas iniciales, de tal modo que pueda realizar experimentos sumamente prácticos, sencillos y altamente visibles que demuestren la forma de controlar un satélite en el espacio, todo esto en un tiempo aproximado de 10 minutos. El control de SATEDU se realizará desde una Laptop para dar una

demostración tecnológica de operación y control satelital dirigido a motivar, acercar y encauzar a la JUVENTUD hacia el campo de la Ciencia y Tecnología en lo general y en lo particular a las Ciencias Espaciales. ¿Cómo se haría el experimento en cabina de vuelo?. En vuelo orbital y dentro de la cabina de vuelo las condiciones de ingravidez hacen que floten los cuerpos, por lo cual el Astronauta colocaría con las manos a SATEDU en el centro de su espacio de trabajo y lo dejaría flotando (sin energizarlo), este proceso será grabado por una cámara para la posterior repetición del experimento, así como para colocarlo en Internet y que esté disponible al público en general. Posteriormente, el Astronauta le aplicaría un golpecito (perturbación) a SATEDU con uno de sus dedos (observando a la cámara) y narraría porqué SATEDU experimenta un movimiento tanto de traslación como de rotación (producto de la perturbación). Después continúa una serie de procedimientos para validar esquemas de estabilización, desde el más sencillo, hasta la estabilización en tres ejes, la más compleja, la cual se describe a continuación. El Astronauta transmite un comando para que SATEDU opere con 3 ruedas iniciales. Posteriormente le aplica una nueva perturbación y explica el comportamiento de SATEDU, que experimentará un movimiento de traslación pero ahora se opondrá completamente a la rotación por efecto de la operación de las 3 ruedas iniciales. El Astronauta explicará que este efecto PERCIBIDO VISUALMENTE Y DE FORMA MUY SENCILLA lo emplean todo tipo de vehículos espaciales como satélites, sondas interplanetarias e incluso la misma estación espacial internacional. Por lo cual es uno de los principios de mayor éxito y utilidad en aplicaciones espaciales. Adicionalmente y durante las pruebas y explicaciones anteriores, el Astronauta mostrará a la cámara las animaciones virtuales 3D que genera EN TIEMPO REAL el software de Estación Terrestre (que ejecuta la Laptop). De tal modo que cada vez que SATEDU experimenta movimientos (sobre todo de rotación o giro) la visualización gráfica 3D que genera el software de la Laptop PERMITE SEGUIR LOS MOVIMIENTOS REALES QUE EXPERIMENTA EL SATÉLITE EDUCATIVO. Esto en particular constituye una experiencia de alta tecnología que los espectadores percibirán de forma cercana y más aun cuando se les explique que es un producto de alta tecnología generado por estudiantes de Licenciatura Mexicanos, de diversas áreas de la Ingeniería (Electrónica, Computación, Telecomunicaciones, Mecánica y Mecatrónica).

**VALOR AGREGADO DEL EXPERIMENTO.** Una vez que el Astronauta termine la sesión demostrativa anterior, realizará un último experimento como se detalla a continuación. Con el software de la Laptop (que será muy sencillo de manejar y seguir) ordena un Reset a SATEDU. Posteriormente coloca a SATEDU en el centro del espacio de trabajo y le envía el comando que hace que SATEDU realice Piruetas de estabilización de forma automatizada y completamente autónoma. Bajo este modo, SATEDU realiza un procedimiento de control de sus ruedas iniciales con las que genera una dinámica (piruetas) de pasos, la cual iría acompañada por música generada desde la Laptop. Este modo de trabajo ofrecerá con SATEDU una exhibición de movimientos análogos a los que se realizan en las competencias de nado sincronizado, pero en este caso en condiciones de INGRAVIDEZ. Esta rutina se podrá realizar una y otra vez de acuerdo con las necesidades del experimento. Para este modo de trabajo se elegirá música acorde con nuestra representación Nacional.

**TIEMPO NECESARIO PARA RELIZAR ESTE EXPERIMENTO** Un astronauta necesitará de 10 a 15 minutos de su tiempo en órbita para realizar en cabina el experimento señalado (falta incluir el tiempo necesario para desempacar y volver a empacar el equipo asociado al experimento). El tiempo final completo del experimento está por definirse, pero asociado a los tiempos y acciones indicados previamente. La ejecución del mismo quedará grabada tanto en video como en audio, para su posterior reproducción y difusión en medios internacionales pertinentes.

**EQUIPO REQUERIDO PARA REALIZAR EL EXPERIMENTO EN ÓRBITA**

El satélite educativo (SATEDU) con baterías cargadas al 100 %, una Laptop (con tarjeta de comunicación inalámbrica provista por nosotros la cual se conectará a la Laptop Vía puerto USB) y un cargador de baterías de SATEDU.

**DIMENSIONES DE SATEDU** Base circular de 14 cms y altura de 17 cms. El prototipo puede llevarse en un contenedor ligero con espuma al interior para abrazar y contener al equipo. Dimensiones y material final por definirse.

**LO QUE SE REQUIERE PARA TENER LISTA UNA VERSIÓN DE SATEDU QUE SE PUEDA EMPLEAR EN ÓRBITA ESPACIAL** Actualmente se tramita una carta preliminar de aceptación de esta propuesta, firmada por el Astronauta José Hernández. Con esta carta se gestionará en México el financiamiento indispensable (público o privado) para tener listo a la brevedad el prototipo final que se empleará en órbita espacial. Por su parte, COFETEL ha

prometido verbalmente patrocinio para certificar cada una de las piezas físicas de SATEDU para vuelo espacial en transbordadores. Esto se relaciona con aspectos de revisiones de diseño y seguridad que se imponen por la NASA para equipos de vuelo en cabina. El proyecto será terminado con la participación de estudiantes de Ingeniería Mexicanos, bajo la dirección y el liderazgo del Dr. Esaú Vicente Vivas, creador del sistema SATEDU, quien es académico del Instituto de Ingeniería



## Hacia la Creación de la Agencia Espacial Mexicana

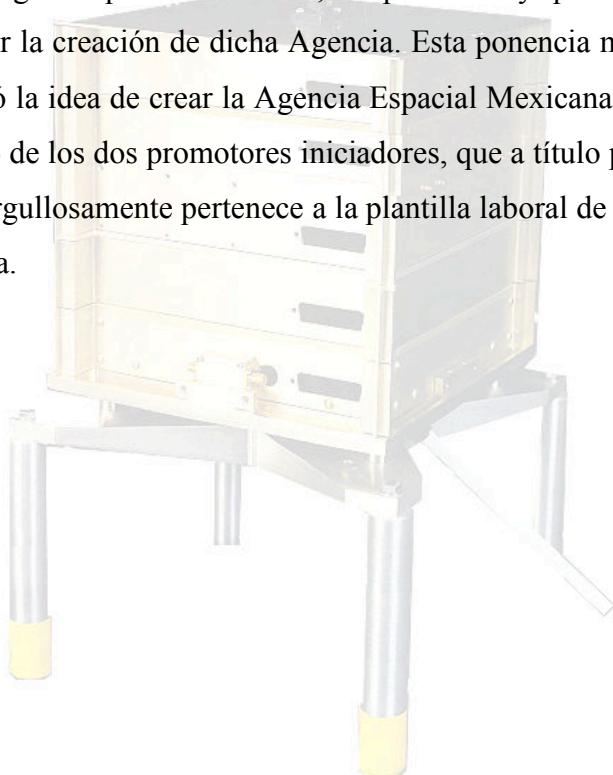
José Luis García García\*

\*Facultad de Ingeniería de la UNAM, México D.F.

E-mail: [jlgarcia@fi-b.unam.mx](mailto:jlgarcia@fi-b.unam.mx)

### Resumen

Desde el cierre de la Comisión Nacional del Espacio Exterior, han existido algunos esfuerzos por crear la Agencia Espacial Mexicana que no han tenido el éxito esperado. El 26 de abril de 2006 la Cámara de Senadores aprueba la iniciativa de Ley para la creación de la Agencia Espacial Mexicana. Dicha iniciativa fue el resultado del esfuerzo realizado entre dos jóvenes ingenieros que iniciaron la promoción de la Agencia desde el año 2004 y quienes buscaron el apoyo de personalidades e instituciones. Hoy en día existe un Grupo Promotor de la Agencia Espacial Mexicana integrado por académicos, empresarios y políticos que buscan unir esfuerzos para conseguir la creación de dicha Agencia. Esta ponencia mostrará cual ha sido el proceso desde que nació la idea de crear la Agencia Espacial Mexicana hasta su estado actual. Será presentada por uno de los dos promotores iniciadores, que a título personal ha participado en este proceso y que orgullosamente pertenece a la plantilla laboral de la U.N.A.M. adscrito a la Facultad de Ingeniería.



**CONCLUSIONES GENERALES**



## CONCLUSIONES GENERALES

1. Considerar la creación de una Red Universitaria de investigación y Desarrollo Espacial para la elaboración de proyectos que representen el interés universitario en la materia. (RUIDE).
2. Considerar la estructura de los posgrados en la UNAM, y los posgrados ya existentes para considerar un posgrado en actividades espaciales como parte constitutiva, y de esta manera considerar la opción más rápida para su aprobación.
3. Organizar concursos de diseño para atraer estudiante a los proyectos de estas áreas y realzar la importancia de la temática en el área espacial dentro de la comunidad. (tomando como ejemplo PUMAGUA).
4. Desarrollar un fondo para poder aportar capital semilla a iniciativas de proyectos de alto impacto en el área. Posteriormente se buscaría patrocinio de entidades gubernamentales e internacionales.
5. Orientar los esfuerzos de desarrollo a través de la red universitaria, a fin de que generen resultados en corto plazo y que la temática espacial se coloque en la vida universitaria.
6. Contar con Memorias del TUIDE.











**Dr. José Narro Robles**  
Rector  
**Dr. Sergio M. Alcocer Martínez de Castro**  
Secretario General  
**Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez**  
Academia Mexicana de Ciencias  
**Dr. Octavio Agustín Rascón Chávez**  
Academia de Ingeniería



#### COMITÉ EDITORIAL Y ORGANIZADOR



Facultad de Ingeniería  
**Mtro. José Gonzalo Guerrero Zepeda**  
**Dr. Saúl D. Santillán Gutiérrez**  
**Dr. José Alberto Ramírez Aguilar**  
**Dr. Francisco J. García Ugalde**

Instituto de Astronomía  
**Dr. Alejandro Farah Simón**

#### Instituto de Ciencias del Mar y Limnología



**Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta**  
**Dr. Carlos Robinson Mendoza**

Instituto de Geofísica  
**Dr. José Francisco Valdés Galicia**  
**Dra. Blanca Emma Mendoza Ortega**

Instituto de Geografía  
**Armando Peralta Higuera**

#### Senado de la República por la LX Legislatura

**Sen. Fco. Javier Castellón Fonseca**  
Presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología

