



***PROMOCIÓN DE LA TECNOLOGÍA ESPACIAL
MEDIANTE EL DESARROLLO DE SATÉLITES
PEQUEÑOS EN LAS UNIVERSIDADES***

ESPECIALIDAD: Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica

**José Luis García García
Maestro en Ingeniería**

4 de Noviembre de 2010

CONTENIDO

	Página
Resumen ejecutivo	3
1. Introducción	4
2. Tecnología Espacial	8
3. Satélites artificiales	15
4. Desarrollo de satélites en Universidades	21
5. Conclusiones	32
6. Bibliografía	33
7. Curriculum Vitae del candidato	35

RESUMEN EJECUTIVO

El desarrollo de Tecnología Espacial ha generado beneficios sociales y económicos. Particularmente el desarrollo de satélites artificiales, como parte de la Tecnología Espacial, genera beneficios de manera directa tales como el uso de imágenes tomadas desde el espacio para prevenir a poblaciones en riesgo por fenómenos naturales, las telecomunicaciones en prácticamente cualquier lugar del planeta vía satélite, el apoyo a la navegación usando sistemas de posicionamiento global (GPS). De manera indirecta los beneficios los encontramos en diversas aplicaciones tales como la Medicina, desarrollo de nuevos materiales, dispositivos electrónicos portátiles por mencionar algunas de ellas. Esto nos muestra que el desarrollo de Tecnología Espacial puede ser adaptado fácilmente para solucionar necesidades no necesariamente en el ámbito Espacial, lo que da un valor adicional a dicha tecnología sobre todo en países en desarrollo donde existe mayor necesidad de desarrollo social y económico.

En México han existido esfuerzos aislados y discontinuos en el desarrollo de la Tecnología Espacial, sin embargo la recién aprobada ley que crea a La Agencia Espacial Mexicana, que ha sido un logro de todos aquellos que han trabajado por impulsar el desarrollo de la Tecnología Espacial en México, abre la posibilidad de mantener un desarrollo Tecnológico Espacial de manera continua además de marcar una política espacial que marque las líneas a seguir para el Desarrollo Espacial en México.

Una componente muy importante para el Desarrollo Tecnológico son las Universidades, a través de ellas se consiguen el material humano y el conocimiento necesario para realizar Desarrollos Tecnológicos. El tener programas de desarrollo de satélites pequeños en las universidades permite involucrar a los alumnos y profesores en proyectos de Desarrollo Tecnológico Espacial de manera rápida y económica, acelerando la curva de aprendizaje en los alumnos a través de un modelo de aprendizaje a través de la práctica. Estos satélites pequeños tienen la ventaja de tener los mismos subsistemas que los satélites más grandes con la ventaja adicional de que el costo y tiempo de fabricación son menores al de dichos satélites.

Además de la formación de especialistas calificados en el desarrollo de satélites artificiales se abre la posibilidad de crear empresas de desarrollo de satélites pequeños que pueden atender a la demanda creciente que existe para satélites pequeños en aplicaciones científicas, aplicaciones de certificación de componentes espaciales que se pretendan usar en satélites más grandes, aplicaciones educativas, por mencionar algunas de ellas.

De esta manera se promueve la creación de la delta Universidad-Gobierno-Empresa en el desarrollo de Tecnología Espacial que en el largo plazo se reflejará en una mejor calidad de vida para la sociedad Mexicana.

Palabras clave: Tecnología Espacial, satélites, Espacio, Agencia Espacial Mexicana.

1. INTRODUCCIÓN

Por lo general, en la sociedad Mexicana, cuando se habla de Tecnología Espacial de inmediato la relacionan con Naves espaciales, Astronautas y proyectos muy costos. Esto es debido en gran parte a la poca difusión que se hace al respecto de la Tecnología Espacial. Sin embargo la Tecnología Espacial la encontramos presente hoy en día en la vida cotidiana, trayendo grandes beneficios a la sociedad y de esto poco se conoce.

Debemos empezar entonces por definir lo que es la Tecnología. Etimológicamente proviene de dos vocablos griegos: *tékhne* (técnica o arte) y *logos* (estudio o tratado de algo). Podemos entonces definir a la Tecnología como "La aplicación práctica del conocimiento para construir objetos que satisfacen necesidades humanas".

Dependiendo de la necesidad humana que se satisfaga la podemos llamar de distintas maneras tales como Tecnología Médica, Tecnología Automotriz, Tecnología Agrícola, Tecnología Espacial, etc.

Por lo que la Tecnología Espacial es la encargada de satisfacer primeramente las necesidades humanas referente a los aspectos relacionados con las actividades espaciales, es decir, la exploración y utilización de lo que definimos como espacio ultraterrestre, donde espacio ultraterrestre (o simplemente el Espacio) delimita la frontera entre las actividades terrestres y las actividades espaciales, dicha frontera se sitúa a 100Km de altura sobre el nivel medio del mar.

La pregunta entonces es ¿Por qué la Tecnología Espacial puede solucionar necesidades de la vida cotidiana que no es una actividad espacial? La respuesta podría ser tan extensa como este mismo documento, sin embargo resaltaremos que la actividad espacial requiere de dispositivos que operen en un ambiente muy hostil (el Espacio), que soporten las fuertes vibraciones a las que son sometidos al momento de viajar en un cohete para llegar al Espacio y por su propia operación en el Espacio mismo, donde se enfrentaran a situaciones como la falta de aire (Vacio), por lo que se tendrán cambios bruscos de temperatura cuando los dispositivos se encuentren expuestos y ocultos al sol, se verán sometidos a diversos tipos de radiaciones, viento solar, micro meteoritos y a diferencia de la mayor parte de los dispositivos terrestres, el acceso físico a estos dispositivos es muy complejo y prácticamente sin consideración. Motivo por el cual dichos dispositivos han sido desarrollados con una tecnología que busca reducir al mínimo la probabilidad de alguna falla. Para apreciar que tan complejo puede ser resolver un problema en el Espacio pensemos en un dispositivo terrestre que se calienta, puede ser el motor de un vehículo automotor o un transistor en un aparato electrónico. Para enfriarlos en condiciones "terrestres" basta con usar un ventilador y un radiador, el radiador absorberá el calor del dispositivo y este se enfriará con el flujo de aire generado por el ventilador. Algo tan simple como usar un abanico y moverlo frente a nosotros cuando tenemos calor. Sin embargo si quisiéramos enfriar el mismo transistor en el espacio, no podríamos utilizar el radiador y el ventilador ya que en el espacio no hay aire que empujar con el ventilador y la solución deberá ser más compleja de lo que fue resolverlo para la aplicación terrestre.

Esto hace que la Tecnología Espacial sea fácilmente adaptada a solucionar problemas terrestres sin embargo la tecnología empleada en soluciones terrestres no necesariamente son adaptadas fácilmente a resolver un problema Espacial. De ahí la gran ventaja de los desarrollos tecnológicos espaciales, que pueden ser adaptados para solucionar necesidades de la vida cotidiana de manera más simple.

Otro beneficio importante del desarrollo tecnológico espacial es su impacto económico. De acuerdo al reporte 2010 de la "Space Foundation", en el año 2009 la actividad de la industria espacial global reporto un incremento del 7% con respecto al año anterior en los ingresos y presupuestos gubernamentales en dicha industria llegando a \$261,610 millones de dólares. Tan solo el presupuesto del gobierno de Estados Unidos fue del 25% del total global, es decir \$64,420 millones de dólares.

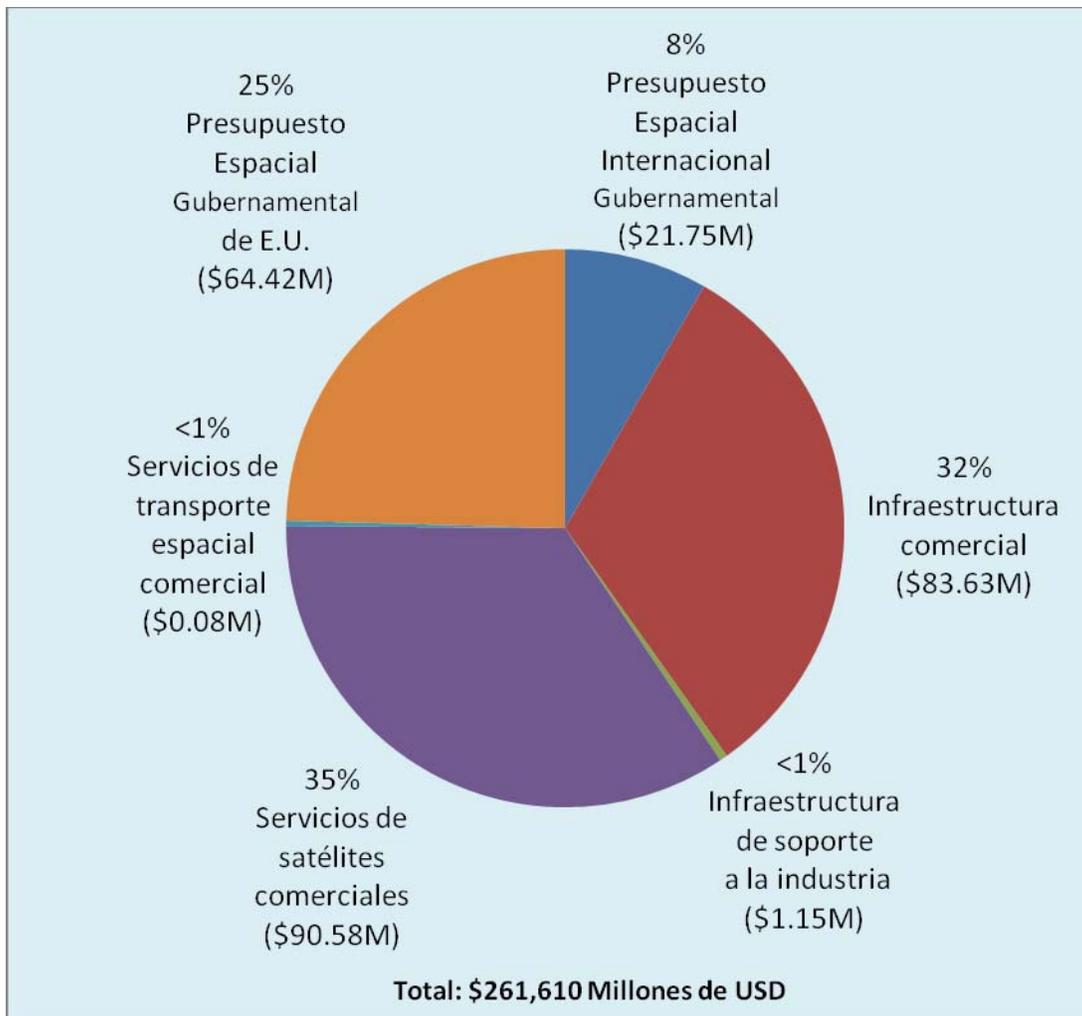


Tabla 1. Actividad Espacial global en 2009

El presupuesto gubernamental para el resto de los países es del 8% del total global, es decir \$21,750 millones de dólares, repartidos como se muestra en la tabla 2.

País/Agencia	Presupuesto (Millones de USD)	Fuente	Descripción
Actividad militar espacial (excluyendo China y EU)	\$2.18	Futron	Estimado, basado en Euroconsult 2008
Agencia Espacial Europea	\$5.16	Agencia Espacial Europea	Asignación 2009
Alemania	\$0.77	Gobierno de Alemania	Autorización 2009, excluyendo ESA
Argentina	\$0.07	Gobierno de Argentina	Presupuesto 2009
Brasil	\$0.19	Gobierno de Brasil	Autorización 2010
Canadá	\$0.33	Agencia Espacial Canadiense	Asignación 2009
Chile	\$0.001	Gobierno de Chile	Presupuesto 2009
China	\$1.79	Futron	Presupuesto estimado 2009
Corea del Sur	\$0.23	Instituto de Investigación Aeroespacial de Corea (KARI)	Asignación 2009
España	\$0.06	Gobierno de España	Presupuesto 2009 excluyendo ESA
Francia	\$1.06	Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES)	Asignación 2009, excluyendo ESA
India	\$1.06	Gobierno de India	Presupuesto 2009-2010
Israel	\$0.01	Futron	Presupuesto estimado 2009
Italia	\$0.47	Space News	Presupuesto 2009 excluyendo ESA
Japón	\$3.72	Japan Times	Asignación 2009
Nigeria	\$0.02	Gobierno de Nigeria	Presupuesto 2009
Reino Unido	\$0.10	Centro Espacial Nacional Brit	Presupuesto 2009 excluyendo ESA
Rusia	\$2.90	ERAWATCH	Asignación 2009
Sudáfrica	\$0.08	Gobierno de Sudáfrica	Asignación 2009
Unión Europea	\$1.56	Unión Europea	Asignación 2009
Total	\$21.75		

Tabla 2. Presupuesto espacial gubernamental para el resto de los países.

Para los estados miembros de la Agencia Espacial Europea la distribución de presupuesto de muestra en la Tabla 3.

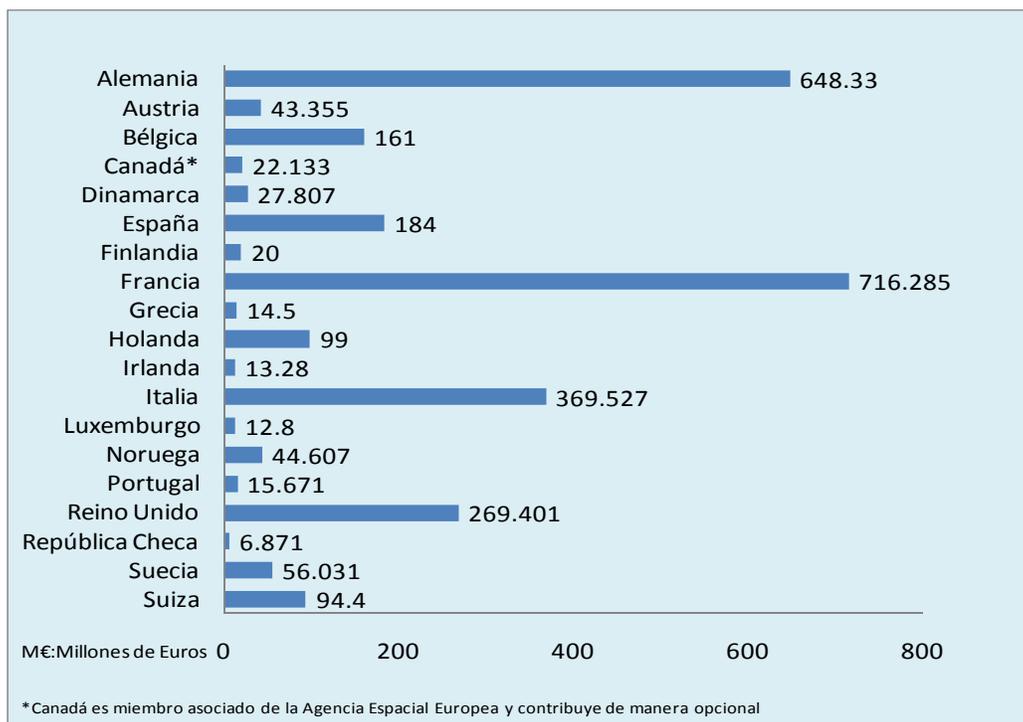


Tabla 3. Presupuestos Espaciales gubernamentales para la Agencia Espacial Europea.

Además existen países que incrementaron sus presupuestos espaciales gubernamentales de manera considerable, un país que llama la atención es la India con un incremento del 26% con respecto al año anterior.

País/Agencia	Moneda	Fondos 2008 (Mil millones)	Fondos 2009 (Mil millones)	Crecimiento
Agencia Espacial Europea	Euro	€ 3.03	€ 3.59	18.5%
Alemania*	Euro	€ 0.426	€ 0.537	26.0%
Brasil*	BRL(Reales)	BRL 0.294	BRL 0.298	1.4%
Canadá*	Dólar Canadiense	C\$0.317	C\$ 0.345	8.8%
China**	RMB(Yuan)	RMB 11.6	RMB 12.2	5.2%
Corea del Sur	KRW (Won)	KRW 287	KRW 267.9	-6.9%
Francia***	Euro	€ 0.691	€ 0.738	6.8%
India	Rupia	Rs 40.7	Rs 49.6	21.8%
Italia***	Euro	€ 0.31	€ 0.33	6.5%
Japón	Yen	¥314.0	¥344.8	9.8%
Reino Unido***	Libra	£0.06	£0.06	-
Rusia*	Rublo	R 45.02	R 87.9	95.2%

* Únicamente presupuesto espacial civil (Excluye las contribuciones de la Agencia Espacial Europea)

** Presupuesto estimado

*** Únicamente presupuesto nacional (Excluye las contribuciones de la Agencia Espacial Europea)

Tabla 4. Crecimiento en el presupuesto espacial en 2009 de algunos países.

2. TECNOLOGÍA ESPACIAL.

Para colocar algún artefacto en el Espacio se requiere lo que hoy conocemos como "Cohete". El principio de operación del cohete es el principio de acción y reacción (Tercera Ley de Newton), ya que definiremos al cohete como un dispositivo propulsado a reacción por la expulsión de los gases generados en una cámara de combustión (En la actualidad se investigan nuevos métodos de propulsión, sin embargo la realidad es que hasta el momento, el uso de dispositivos a reacción por la expulsión de gases es el que se usa). Este principio de acción y reacción fue conocido muchos años antes de que Isaac Newton lo postulara. Sin embargo los inicios del cohete no fueron inicialmente con fines Espaciales.

En el siglo I D.C., los chinos solían usar artefactos hechos con pólvora en sus festividades religiosas. Rellenaban pequeños carrizos de bambú con pólvora tapando sus extremos y dejando en uno de ellos una mecha. Al prender la mecha el artefacto explotaba generando un gran estruendo con el que pretendían ahuyentar a los malos espíritus. En ocasiones algunos carrizos no estaban bien sellados en sus extremos y en lugar de explotar salían a gran velocidad describiendo un movimiento irregular. No es hasta el siglo XI en que los chinos utilizan el fenómeno observado como un arma para defenderse de la invasión Mongólica a las que bautizan con el nombre de "flechas de fuego".



Figura 1. Primer uso bélico del cohete siglo XI.

En China se cuenta una leyenda acerca de un hombre llamado Wan Hu considerado como el primero que utilizó los cohetes para fines espaciales.

Wan Hu fue un oficial imperial de la Dinastía Ming, dice la leyenda que pasaba las noches observando el cielo desarrollando el sueño de algún día llegar a la luna. Para lograr su cometido ató 47 poderosos cohetes en una plataforma. Así también colocó en la plataforma dos cometas que creyó ayudarían a sostenerlo una vez que estuviera en

el aire. Finalmente puso sobre la plataforma una silla sobre la cual iría sentado el día del lanzamiento. El día del lanzamiento, Wan Hu pidió a sus sirvientes que encendieran los cohetes, para esto utilizaron largas antorchas y a lo lejos, con lo cual consiguieron estar seguros. Se dice que una vez que se encendieron los cohetes se produjo una gran explosión y durante varios minutos un intenso humo envolvió el lugar, una vez que se disipó el humo no había rastros ni de Wan Hu ni de la plataforma. Esto produjo una serie de rumores que iban desde quienes creían que la explosión había desintegrado por completo a Wan Hu y su dispositivo hasta quienes aseguraban que había cumplido su sueño.

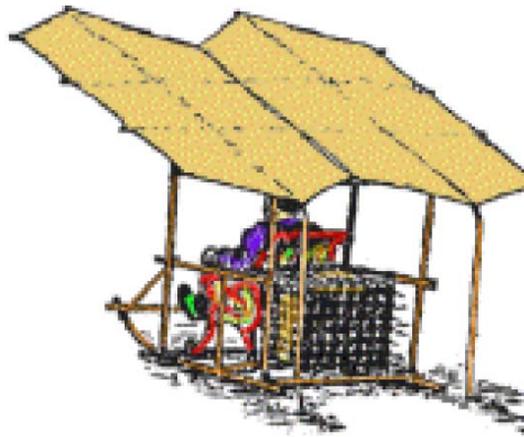


Figura 2. La leyenda de Wan Hu en la que utilizan cohetes para aplicación espacial.

El desarrollo de los cohetes para fines no espaciales continuó, años más adelante los mongoles que fueron los primeros en ser atacados con esta nueva arma, la utilizaron durante el siglo XIII en sus invasiones a Europa con lo que se esparce por distintos países. A partir de entonces, cada ejército modifica y perfecciona dicha arma, en Inglaterra Roger Bacon logra mejorar el rango, en Francia Jean Froissart inventa la bazuca, en Italia Joanes Fontana desarrolla el torpedo. De forma empírica van haciendo mejoras para lograr mayor alcance y precisión.

A finales del siglo XVII, la cohetería que hasta la fecha se había desarrollado de forma empírica se convierte en una ciencia. Isaac Newton forma "La fundación científica para la cohetería moderna". Usando las leyes que el propio Newton había postulado, estas explicaron cómo funciona el cohete lo cual representó un gran impacto en el diseño de cohetes. Al mismo tiempo, mostró que un cohete sería capaz de funcionar en el vacío por lo que podría operar en el espacio. Durante los siglos XVIII y XIX los cohetes se perfeccionaron y su principal aplicación fue como arma de los ejércitos de Europa, Asia y EU. Algunas aplicaciones no bélicas fueron desarrolladas como fueron los automóviles impulsados por cohetes, además de ello, las novelas de ciencia ficción empiezan a sugerir el uso de cohetes para ir al espacio.

En el año de 1898, un profesor ruso, Konstantin Tsiolkovsky (1857-1935), propone con argumentos científicos el uso de cohetes para la exploración espacial. Esta nueva

propuesta consideraba el uso de cohetes de combustible líquido para lograr alcanzar mayores distancias en lugar de los cohetes de combustible sólido y lo publica en 1903. Debido a sus investigaciones y gran visión, Tsiolkovsky ha sido llamado padre de la astronáutica moderna.

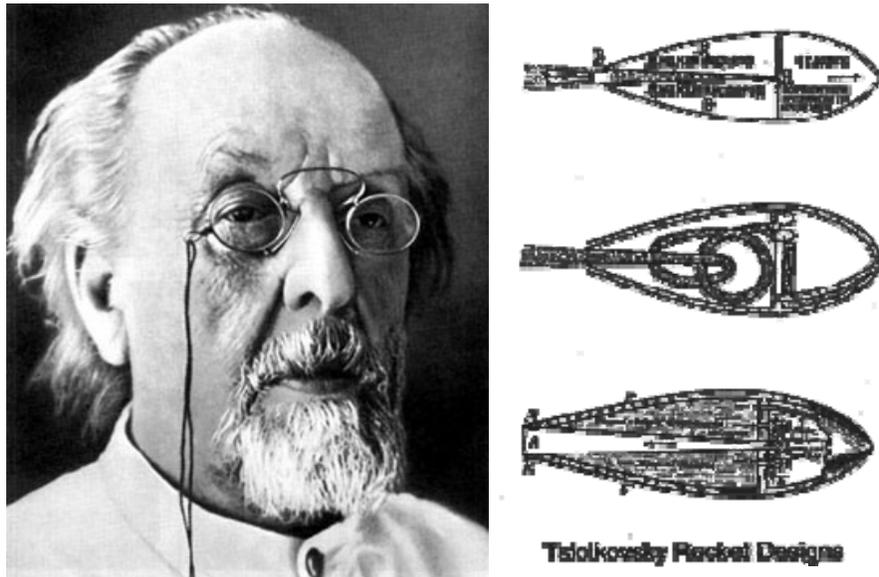


Figura 3. Konstantin Tsiolkovsky, Padre de la Astronáutica Moderna.

En Estados Unidos, a inicios del siglo XX Robert H Goddard (1882-1945) llevó a cabo experimentos en cohetería con el interés de lograr alcanzar alturas superiores a las que hasta ese momento habían sido alcanzadas por globos. En 1919 publicó un artículo titulado "Método para alcanzar grandes altitudes", este era un análisis matemático de lo que hoy conocemos como cohetes sonda meteorológicos. Mientras Goddard estudiaba la velocidad de escape de los cohetes de combustible sólido, se convenció que la forma más eficiente de operar de un cohete era con combustible líquido. Hasta el momento nadie había construido con éxito un cohete propulsado con combustible líquido. A pesar de los retos a los que se enfrentaba Goddard logró el primer vuelo exitoso de un cohete a combustible líquido el 16 de Marzo de 1926 utilizando oxígeno líquido y gasolina como combustibles. El cohete voló durante 2.5 segundos elevándose 12.5m. Los experimentos de Goddard con cohetes de combustible líquido continuaron por varios años, logrando desarrollar cohetes más robustos y alcanzar mayores alturas, desarrolló un sistema giroscópico para el control de vuelo, un compartimiento de carga útil para instrumentos científicos así como un sistema de paracaídas empleado para recuperar el cohete y sus instrumentos de forma segura. Por sus aportaciones ha sido llamado el padre de la cohetería moderna.

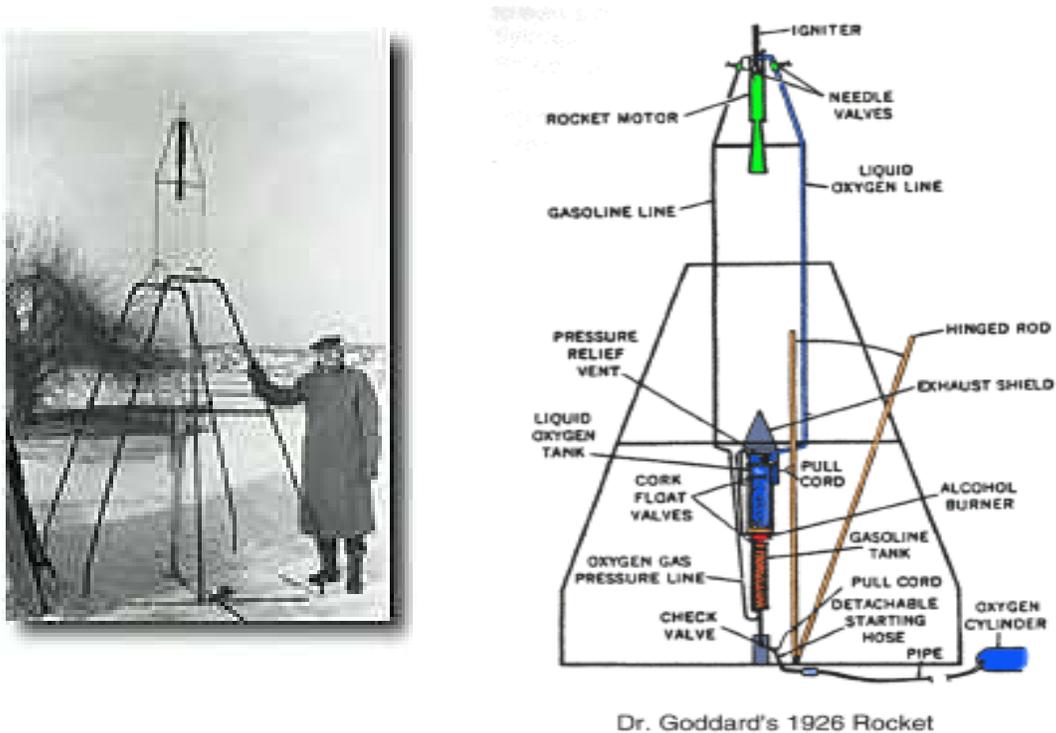


Figura 4. Robert H. Goddard Padre de la Astronáutica Moderna.

Otro personaje importante fue Herma Oberth (1894-1989) nacido en Transilvania quien murió en Nuremberg, Alemania. Oberth publicó un libro en 1923 acerca de "Cohetes viajando al espacio exterior". Esta publicación tuvo un efecto importante entre grupos de entusiastas por todo el mundo que formaron sociedades o clubes de cohería. En Alemania se formó la sociedad "Al espacio en cohete", de la cual siguieron muchos ingenieros y científicos como Wernher von Braun que fueron la base para el desarrollo del cohete V-2 arma utilizada por los alemanes para atacar Inglaterra durante la segunda guerra mundial.

Wernher von Braun (1912-1976), nació en Wirsitz, (entonces Alemania, hoy Polonia) y desde muy joven mostró un gran interés por el tema espacial. Gracias a sus conocimientos y habilidades fue quien dirigió el proyecto de cohería en Alemania hasta poco antes de que finalice la segunda guerra mundial entregándose al ejército Estadounidense quienes inmediatamente lo integran al equipo de trabajo del ejército Estadounidense en White Sands, Nuevo México, para trabajar en el desarrollo de cohetes. Wernher von Braun es llamado el padre del Saturno V, cohete que llevó al hombre a la luna.

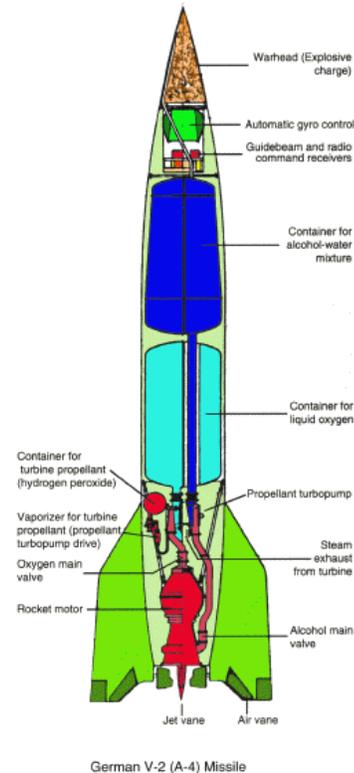


Figura 5. Wernher von Braun y la V-2

Al finalizar la segunda guerra mundial, los grandes aliados Estados Unidos y la entonces Unión Soviética inician una carrera por la conquista del espacio. A pesar de que Estados Unidos contaba con la guía de Wernher von Braun y varios de sus científicos cercanos en su programa espacial, la Unión Soviética tenía a un número mayor de científicos alemanes que trabaron con von Braun en Peenemünde (Lugar donde se desarrollo la V-2 en Alemania) y que fueron capturados por el ejército Rojo (ejército Soviético), los cuales fueron asignados al grupo de trabajo de Sergéi Pávlovich Koroliov (1907-1966), quien guió el programa espacial soviético.

Dicha carrera da la ventaja a los soviéticos el 4 de octubre de 1957 cuando es puesto en órbita exitosamente el primer satélite artificial llamado Sputnik-1, microsátélite de 84Kg (esfera de 60cm de diámetro) para uso científico y de órbita baja que operó por 21 días. A partir de este momento se desencadenan una serie de eventos, logros y tragedias por ambos que culminan con la llegada del hombre a la luna y que da el triunfo en esta carrera espacial a los Estados Unidos el 20 de julio de 1969 cuando Neil Armstrong y Edwin Aldrin caminan sobre la superficie lunar.

Sin embargo durante esta carrera espacial el desarrollo de Tecnología Espacial para lograr los objetivos planteados es la herencia que la sociedad ha recibido.

Es el desarrollo de los cohetes lo que permite colocar objetos en órbita desde un satélite hasta un ser humano, por ello el cohete es un desarrollo de tecnología Espacial muy importante más no el único.

2.1. La Tecnología Espacial beneficiando a la sociedad.

Muchos de los desarrollos con Tecnología Espacial están siendo usados por las sociedades a manera de solucionar necesidades de la vida diaria. Se calcula que son cerca de 30,000 los inventos que se han realizado desde hace más de 50 años que fue lanzado al espacio el primer satélite artificial y que han hecho posible que el hombre viaje al espacio, pero también que tengamos una mayor calidad de vida.

Se conoce como "spin off" de Tecnología Espacial a la utilización de la Tecnología Espacial en la industria no espacial. Cada año se realizan varios "spin off" de Tecnología Espacial que generan cambios importantes en la sociedad.

La "Space Foundation" en cooperación con la NASA, han conducido desde 1988 "El salón de la fama de Tecnología Espacial", en donde se reconoce a personas u organizaciones que han adaptado la Tecnología Espacial en tecnología que ayude a mejorar la calidad de vida en la Tierra.

Uno de los primeros retos que los viajes espaciales enfrentaron fueron los cambios fisiológicos que un astronauta experimenta en la ingravidez, éstos obligaron a la creación de instrumentos médicos y sensores cada vez más sensibles y exactos, de una precisión asombrosa para localizar debilidad muscular y descalcificación acelerada de los huesos, el Hospital de Niños de Stanford, en E.U. fue el primero en aprovechar la tecnología espacial para utilizar un sistema de telemetría, mediante un sensor inalámbrico para detectar la actividad muscular anormal, las señales emitidas por ese sensor las recibe una simple PC que las convierte en imágenes para el diagnóstico.

Siguiendo en el plano médico, la bicicleta estática que utilizan los astronautas de larga permanencia en las estaciones orbitales, posibilitó la creación del ergómetro, una bicicleta con la que una pierna pedalea más lenta que la otra con el objeto de estudiar la coordinación muscular de las piernas y diagnosticar anomalías de manera muy precoz.

La industria recibió el aporte de nuevos materiales, entre ellos nuevos vidrios y plásticos que no se rompen ni se rayan, que se utilizaron para los cascos de los astronautas y las cabinas de las naves tripuladas, estos materiales tienen una variada aplicación: vidrios de seguridad para bancos, cascos más livianos y resistentes, anteojos de sol irrompibles, lentes de contacto blandas pero resistentes a los rayones.

El tejido de los trajes espaciales para largas actividades extra vehiculares y el polvillo que transforma la orina en gel, que no irrita la piel, tuvo su inmediata aplicación en los pañales desechables para bebés y en las toallas femeninas, ambos con gran capacidad de absorción.

El termómetro infrarrojo, funciona bajo el mismo principio utilizado para medir la temperatura de cuerpos celestes, ahora se aplica en modernos termómetros que se introducen en el conducto auditivo e informa la temperatura corporal en menos de dos segundos.

La cardiología se benefició con la creación de un dispositivo, implantado en el cuerpo, consistente en cuatro electrodos, que corrige un amplio espectro de anomalías entre la taquicardia y la fibrilación ventricular, y un marcapasos de vanguardia que recibe señales desde un dispositivo externo, la misma tecnología usada para comunicar satélites con sus bases en la Tierra.

El no poder utilizar agua corriente en órbita dio origen a otros dos productos que ya se utilizan en la higiene cotidiana en la Tierra, las toallitas húmedas en una solución para limpiar manos y rostro.

Los bolígrafos utilizados por los astronautas, que escriben en cualquier dirección fueron posibles gracias a un pequeñísimo bombeador, el mismo principio se aplica en unos nuevos microinfusores para los diabéticos, asegurando un suministro de insulina continuo y parejo.

La tecnología espacial también se metió en la cocina, la técnica para irradiar alimentos para su conservación, el horno a microondas y las bolsas herméticas para conservar los alimentos en el refrigerador son claros ejemplos de ellos.

Los actuales corredores de Fórmula 1, los pilotos de aviones de combate y los bomberos utilizan un derivado del traje espacial lunar que asegura una refrigeración continua dentro del mismo.

El agua corriente de muchos centros urbanos es purificada y potabilizada siguiendo las modernas técnicas que se utilizan en las estaciones orbitales para reciclado, incluso a nivel doméstico.

Las herramientas inalámbricas (desarmadores, taladros, etc.) que hoy en día utilizamos de manera muy práctica fueron desarrolladas inicialmente para que los astronautas pudieran trabajar en el espacio sin la necesidad de utilizar cables para alimentarlos.

En la tecnología médica se tiene el TAC (tomografía axial computarizada). Se trata de una avanzada prueba de diagnóstico, que se utiliza, entre otras cosas, para detectar tumores. Esta tecnología fue utilizada por primera vez para encontrar imperfecciones en los componentes espaciales.

Alimentos deshidratados enriquecidos nutricionalmente, se idearon para proveer a los astronautas de víveres con un peso más reducido que el original, por lo que se puede acumular una mayor cantidad sin sacrificar su valor nutricional.

Colchones de espuma. Han tenido mucho éxito por su capacidad para adaptarse a la forma del cuerpo mientras dormimos y luego recuperar inmediatamente su forma original. Son los mismos que se utilizaron en los asientos de las naves espaciales para proteger a los astronautas de los golpes en los aterrizajes.

No son éstos los únicos ejemplos del aprovechamiento de la Tecnología Espacial en aplicaciones no espaciales, la lista se extiende a un largo etcétera que ha convertido la existencia en nuestra sociedad en algo más cómodo, que ha permitido avanzar en la lucha contra las enfermedades y que ha incrementado la seguridad.

En la actualidad, el "Space Foundation" clasifica las actividades espaciales en siete grupos que a su vez se dividen en actividades basadas en la tierra y actividades en el Espacio. Los grupos son los siguientes: viajes y entretenimiento; energía, recursos y medio ambiente; gobernabilidad, educación e infraestructura; ventas, finanzas y servicios corporativos; transportación, logística y manufactura; seguridad para el hogar, defensa y servicios de inteligencia; ciencia, biotecnología y cuidado de la salud.

3. SATÉLITES ARTIFICIALES

Desde la puesta en órbita con éxito del Sputnik-I primer satélite artificial en 1957, la humanidad ha utilizado diversos tipos de satélites para diversas aplicaciones, desde las comunicaciones hasta el espionaje. Sin embargo, para la mayoría de la gente, cuando escuchan hablar de satélites los relacionan primeramente con los costosos satélites geoestacionarios para telecomunicaciones y por eso relacionan que todo aquello relacionado con satélites es muy caro. Por ello es importante conocer las diferentes clasificaciones que se le pueden dar a un satélite.

El diseño y construcción de sistemas y subsistemas de un satélite así como el satélite en general requiere del uso de la Tecnología Espacial, como ya se mencionó esta es una tecnología de un grado de complejidad mayor a la usada comúnmente para diseñar y construir artefactos terrestres con los que estamos familiarizados. Esto se debe al entorno en el cual operarán dichos satélites, el Espacio. A nivel terrestre tenemos una atmósfera que nos protege de la hostilidad del espacio, además tenemos acceso más fácilmente al aparato que cuando éste se encuentra en el espacio.

Consideraciones tales como el consumo energético, el tipo de materiales empleados y el peso del aparato, se toman en cuenta con mayores restricciones cuando se trata de un aparato que irá al espacio.



Figura 6. Primer satélite artificial que funcionó en órbita el Sputnik-I

Un satélite artificial es un aparato fabricado por el hombre y lanzado al espacio para girar de forma útil al rededor de la tierra o algún otro cuerpo celeste. En 1945 el

escritor Inglés Arthur C. Clarke, publica en la revista *Wireless World* el artículo "Extra-terrestrial Relays" (Retransmisión extraterrestre). En dicho artículo proponía el uso de tres objetos en una órbita geoestacionaria para retransmitir señales provenientes de la tierra y conseguir con ello comunicaciones globales. Este artículo es el primero que propone el uso de objetos en el espacio para uso de telecomunicaciones. Por la aportación de Clarke hoy en día a la órbita geoestacionaria se le conoce también como órbita de Clarke.

Como se mencionó anteriormente el primer satélite artificial que operó en órbita terrestre de manera exitosa fue el Sputnik-I, satélite soviético de 84Kg, de forma esférica de 60cm de diámetro utilizado para la detección de impacto de micro meteoritos, que fue puesto en órbita el 4 de Octubre de 1957 y operó por 21 días enviando la información de sus mediciones a través de ondas de radio a las estaciones en tierra.

Desde entonces, el desarrollo de satélites ha crecido en varias direcciones para ser usados no solo en el campo de las comunicaciones y científicas, sino también en muchos otros campos como se mencionará más adelante.

3.1 Clasificación de los satélites

Los satélites pueden ser clasificados por tres características específicas que son, por el tipo órbita en la que operarán, su masa y su aplicación, podrían existir muchas más, pero en estas podemos englobar a cualquier satélite.

Por su tipo de órbita se puede resumir en tres aspectos importantes, su forma, inclinación y altura.

Respecto a su forma se puede decir que esta puede ser elíptica (también llamada excéntrica) o circular aunque estrictamente esta última es un caso particular de la elíptica donde su excentricidad es cero.

Otro aspecto es la inclinación de la órbita y esta se mide con respecto al plano perpendicular al eje de rotación del cuerpo celeste que orbite, es decir con respecto al ecuador de dicho cuerpo celeste. Si la órbita tiene una inclinación cercana a los 90° se considera una órbita polar, si esta cercana a los 0° se considera órbita ecuatorial y se le considera órbita inclinada cuando no es ni polar ni ecuatorial.

El último aspecto considerado en esta clasificación es la altura a la que se encuentra el satélite en órbita, este aspecto es considerado solo para los satélites que orbitan nuestro planeta y la altura es medida a partir del nivel medio del mar. Esta clasificación contempla las de órbitas baja, media y geoestacionaria. Podemos decir que los satélites de órbita baja son aquellos que se encuentran a una altura sobre el nivel medio del mar de alrededor de 1000Km, los de órbita media se encuentran alrededor de los 20,000Km y los de órbita geoestacionaria se encuentran (en términos prácticos) a 36,000Km. La órbita geoestacionaria tiene la característica de que cualquier cuerpo colocado en ésta, se moverá a la velocidad de rotación de la tierra, por tal motivo un cuerpo visto desde la tierra en esa órbita, parecerá inmóvil con respecto a la tierra. Por lo general los satélites que se utilizan en órbita baja son satélites que llevan algún tipo de cámara o radar para observar la tierra, así como

algún tipo de experimento que tenga que ver con mediciones de la atmósfera. Los satélites de órbita media generalmente se utilizan para aplicaciones de navegación como el sistema de posicionamiento global (GPS) y los satélites de órbita geoestacionaria para comunicaciones y meteorología.

La figura 7 muestra cada aspecto a considerar de acuerdo a la clasificación del satélite de acuerdo al tipo de órbita.

Forma

- Elíptica o excéntrica
- Circular

Inclinación

- Polar
- Ecuatorial
- Inclinada

Altura

- Órbita baja
- Órbita media
- Geoestacionarios 35,786Km

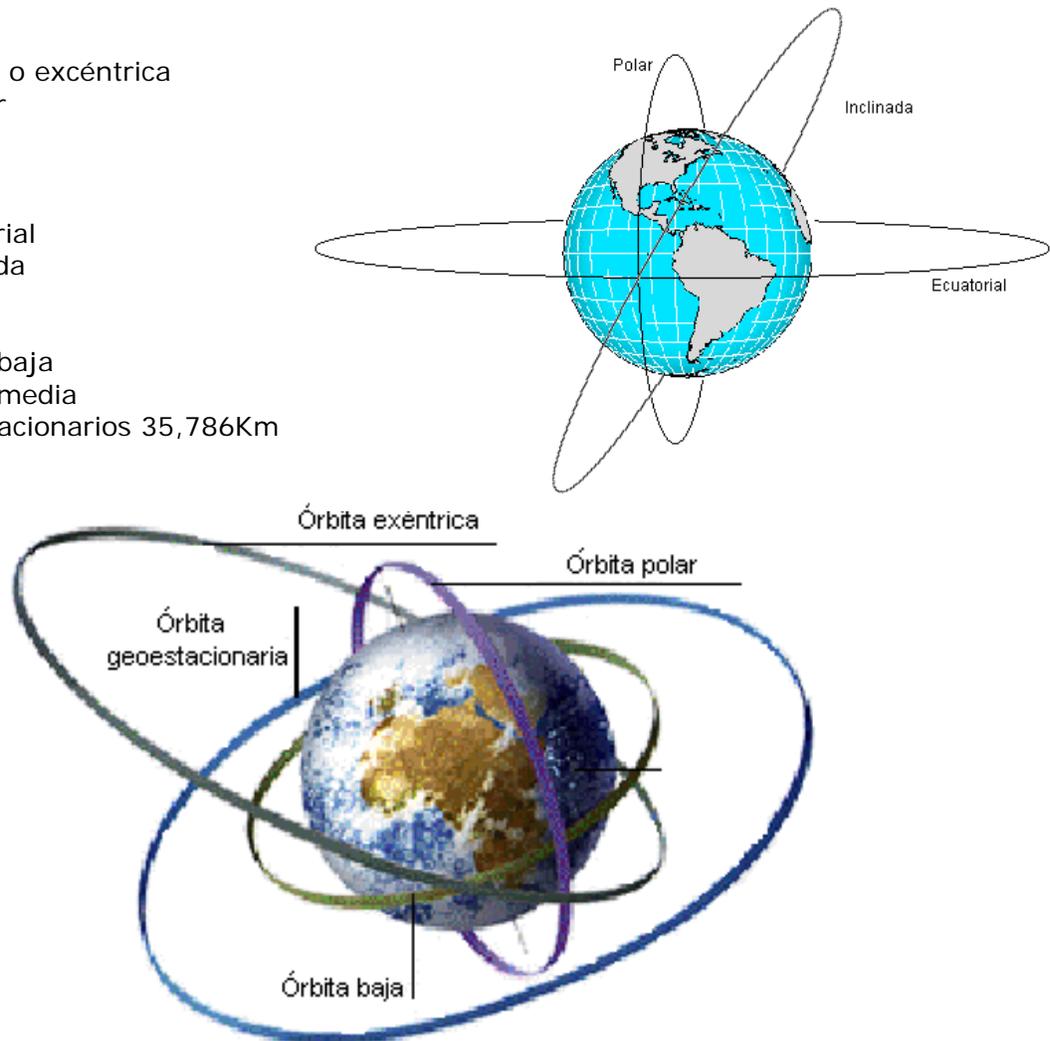


Figura 7. Tipos de órbitas

Por su masa podemos decir que existen picosatélites, satélites que pesan hasta 1 Kg. También existen los nanosatélites estos se encuentran entre 1 y 10 Kg, este tipo de satélite son en la actualidad los más adecuados para realizar misiones rápidas y económicas. Los microsátélites que se encuentran entre los 10 y 100Kg, minisatélites

de 100 a 500Kg, satélites medianos de 500 a 1,000Kg y macrosatélites que pueden ser de más de 1,000Kg.

Como ya se mencionó otra de las clasificaciones para los satélites es la que se hace con respecto a su aplicación. Por su aplicación podemos tener satélites científicos, de comunicaciones, meteorológicos, de exploración de recursos naturales, de navegación, militares, de investigación planetaria, de percepción remota, tecnológicos y cualquier otra aplicación que surja y no esté considerada en las anteriores.

Los satélites científicos se utilizan principalmente para llevar experimentos al espacio que por la característica de dicho experimento, no se podrían hacer más que en el espacio, además pueden llevar instrumentos para medir variables del entorno terrestre, estos satélites comúnmente se encuentran en órbita baja.

Los satélites de comunicaciones son los satélites más conocidos por la gente común, son los satélites que se utilizan para la retransmisión de T.V., para retransmisión de datos y voz, etc. Estos satélites se encuentran por lo general en la órbita geostacionaria sin embargo existen también constelaciones de satélites de órbita baja que tienen esta aplicación.

Los satélites meteorológicos llevan cámaras o alguna otra clase de dispositivos de percepción remota que permiten observar desde el espacio las características atmosféricas, con lo que pueden alertar a la población cuando se forma un huracán o una tormenta y cuál es el comportamiento de ésta, con lo que la población puede con gran anticipación evacuar la zona si fuera necesario.

Los satélites de exploración de recursos naturales llevan cámaras y/o radares en distintos espectros para poder analizar la superficie terrestre, de esta forma pueden detectar pozos petroleros, minas, cultivos, etc., además nos muestran el crecimiento de áreas urbanas, erosión, etc.

Los satélites de navegación son satélites que se conoce comúnmente como sistemas de posicionamiento global (GPS), estos satélites envían ciertas señales a la tierra las cuales pueden ser captadas por receptores y mostrar la latitud, longitud y altura con la que se determina la posición del receptor en tierra, comúnmente la utilizan las embarcaciones y ahora se están usando ampliamente en transportistas que recorran grandes distancias para que siempre se sepa la ubicación del vehículo transportista así como por la gente común en sus vehículos para que les indique la ruta a seguir a sitio determinado.

Los satélites militares son solo utilizados por los servicios de defensa del país que cuenten con estos y comúnmente sirven como satélites espías y de transmisiones especiales así como armamento estratégico.

Los satélites de investigación planetaria están destinados a llegar a órbita de otros planetas o cuerpos celestes como la luna, con el objetivo de conocer las características de éstos y de ésta forma conocer mejor dicho planeta y las condiciones que en este imperan.

Los satélites de percepción remota representan una importante aportación en la parte de seguridad, ya que estos están continuamente observando la tierra en distintos espectros y de esta forma nos pueden alertar de eventos que estén pasando y puedan poner en riesgo a alguna población específica.

Los satélites tecnológicos son aquellos que llevan experimentos al Espacio con el fin de desarrollar nuevos materiales o evaluar nuevos dispositivos que después son utilizados por otras misiones espaciales o en aplicaciones terrestres.



Figura 8. Diversos Satélites Artificiales

Existe una gran variedad de satélites servicios y aplicaciones, lo que los hace aparentemente distintos sin embargo todos cuentan con los mismos subsistemas, donde cada subsistema es encargado de alguna función en particular y dependiendo del tipo de satélite será tendrá una implementación particular dicho satélite. Es decir, si hacemos una analogía con los vehículos automotores tenemos que tienen un fin principal que es el transportar algo, pueden transportar personas, animales o cosas, sin embargo los distintos subsistemas cambiaran dependiendo de lo que transporten. Si transportan personas se puede tratar de pocas personas (un vehículo compacto) o de muchas personas (un camión), ambos vehículos tendrán los mismos subsistemas (llantas, volante, motor, faros, frenos, etc.) con la diferencia de que cada subsistema

estará desarrollado de acuerdo al tipo de vehículo, como es claro intuir que el motor de un camión será de mayor volumen y partencia que el del auto compacto.

Los principales subsistemas con los que cuentan los satélites artificiales son: estructura; energía eléctrica; control de posición y estabilización; control térmico; comando y telemetría; computadora principal; carga útil.

De acuerdo al reporte 2010 de la "Space Foundation" la fabricación de satélites para uso comercial representaron en 2009 ingresos por \$5,140 millones de dólares. Como lo muestra la tabla 5.

Categoría	Ingresos (Mil millones USD)	Fuente
Fabricación de satélites (comerciales)	\$5.14	Satellite Industry Association (SIA)/Análisis de Futron
Industria de lanzamientos (comerciales)	\$2.41	Federal Aviation Administration (FAA)
Estaciones terrenas y equipamiento	\$76.09	SIA/Análisis de Futron
Total	\$83.63	

Tabla 5. Ingresos por infraestructura espacial en 2009.

En la tabla 6 se muestran los distintos tipos de satélites que se tenían operando hasta octubre de 2009, donde destacan los satélites para servicios de transmisión de TV.

Tipo de Satélite	Número de Satélites
Servicios fijos por satélite y Televisión directa al hogar (DTH)	259
Servicios móviles por satélite	174
Aplicaciones militares	166
Percepción remota/Meteorología	92
Investigación científica	88
Posicionamiento, navegación y sincronía	53
Comunicaciones gubernamentales (no militares); misiones especializadas como búsqueda y rescate; radioaficionados	39
Desarrollo de Tecnología	37
Radio satelital	10

Fuente: Union of Concerned Scientist a octubre de 2009

Tabla 6. Tipo de satélites operacionales al 2009.

4.- DESARROLLO DE SATÉLITES EN UNIVERSIDADES

Los primeros satélites desarrollados fueron satélites pequeños, esto debido a las limitaciones que en un principio presentaban los lanzadores o cohetes. Conforme avanzó la tecnología los satélites se fueron desarrollando cada vez más robustos tanto en su funcionamiento como en su tamaño, se empezaron a crear las empresas fabricantes de satélites que empezaron a fabricar grandes satélites comerciales principalmente para aplicaciones de telecomunicaciones, meteorología y científicas.

El desarrollo de dichos satélites era costoso y de tiempos de desarrollo considerables lo que hacía poco práctico que una universidad pudiera aspirar a realizar algún experimento en dichos satélites y peor aún, universidades que no tuvieran presupuestos para desarrollos espaciales prácticamente era imposible pretender realizar experimentos en el espacio.

En los años 80's, gracias a nuevos desarrollos en microelectrónica y software, los investigadores universitarios empezaron a utilizar los dispositivos de estándar comercial o industrial para desarrollar proyectos espaciales. Apoyados también por organismos gubernamentales permitió que en las Universidades se empezaran a desarrollar en poco tiempo satélites de bajo costo capaces de desarrollar misiones de corta duración en el espacio lo que originó un rápido desarrollo de Tecnología Espacial en la Universidades y que estas iniciaran programas de desarrollo de satélites pequeños, donde se considera como satélites pequeños a los clasificados como mini, micro, nano y picosatélites, es decir, satélites que van desde 1Kg hasta 500Kg. Ya que para el desarrollo de satélites pequeños, se puede generar en las Universidades la infraestructura necesaria para ello.

La madurez tecnológica que se tenía en esos momentos permitía la fabricación de microsátélites de manera rápida y económica, comparada con los satélites grandes permitiendo a las Universidades desarrollar infraestructura y preparar profesionales en el desarrollo de Tecnología Espacial con los beneficios intrínsecos que esto conlleva.

En dichos proyectos participaban alumnos de Licenciatura y Posgrado así como profesores de la misma Universidad. Se empezaron a popularizar los lanzamientos de estos satélites como carga secundaria en el lanzamiento de satélites más grandes lo que reducía de manera considerable el costo de puesta en órbita. Además la posibilidad de lanzamientos múltiples permitió a países como Rusia y Ucrania, hacer modificaciones a los cohetes utilizados en un principio para fines militares y ser adaptados para uso espacial.

Conforme la tecnología avanzó se paso del desarrollo de microsátélites (10-100Kg) en los años 80's, al desarrollo de nanosatélites (1-10Kg) en los años 90's y actualmente al desarrollo de picosatélites (<1Kg).

4.1 El estándar Cubesat

A finales de los años 90's la Universidad de Stanford junto con la Universidad estatal Politécnica de California (CalPoly), propusieron un estándar para el desarrollo de

picosatélites con la idea de poder hacer lanzamientos múltiples de estos bajo una plataforma de separación que puede albergar hasta tres de estos satélites (o el volumen de tres de estos) como carga secundaria en un cohete, con lo que se lograría mejores precios en los lanzamientos de estos, dicho estándar es conocido como "CubeSat". Este estándar ha promovido que cientos de Universidades alrededor del mundo participen en el desarrollo de Tecnología Espacial de manera rápida y económica permitiendo que la formación de estudiantes en Tecnología Espacial. Las aplicaciones que este tipo de satélites pueden tener han permitido que se formen nuevas empresas encargadas del desarrollo de satélites pequeños que se han formado por los propios estudiantes que participaron en dichos proyectos. Este tipo de satélites son utilizados principalmente en la investigación científica, creación de constelaciones, demostración tecnológica, educación, entrenamiento y caracterización y pruebas de dispositivos para calificarlos de uso espacial.

Su pequeño tamaño, baja complejidad hacen que el CubeSat sea desarrollado de manera rápida y económica, permitiendo la incorporación de muchas universidades alrededor del mundo que están desarrollando este picosatélite como lo muestra la tabla 7.

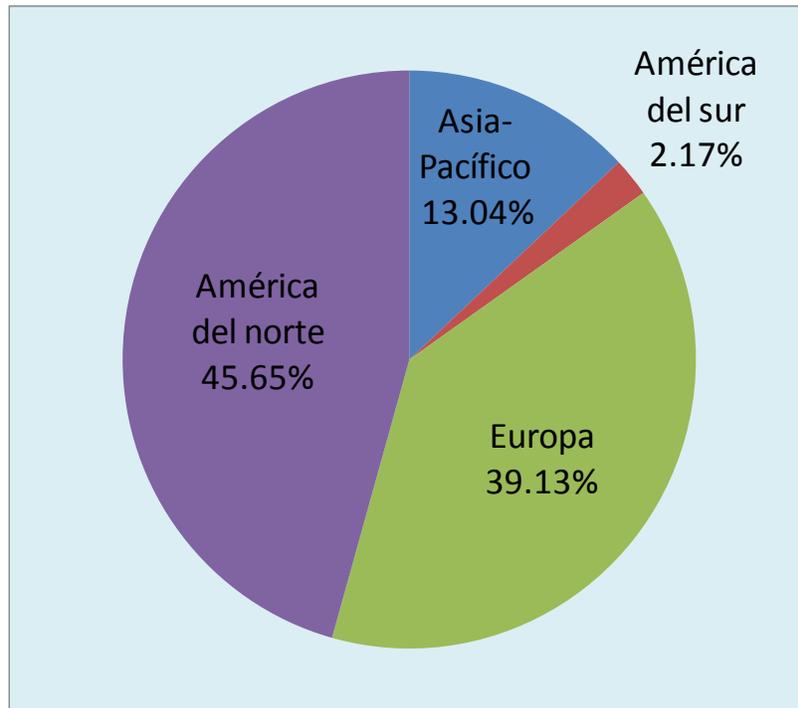


Tabla 7. Segmentación geográfica de participantes en el desarrollo de CubeSats.

La vida útil de un CubeSat por lo general oscila alrededor de 6 meses que es muy inferior comparada con la de un satélite geoestacionario para telecomunicaciones que es de más de 15 años. Sin embargo dicho satélite geoestacionario que pesa más de 5 toneladas puede costar más de \$250 millones de dólares comparado con el CubeSat que pesa 1Kg y cuesta alrededor de \$100,000 dólares. La figura 9 muestra algunos ejemplos de Cubesats.

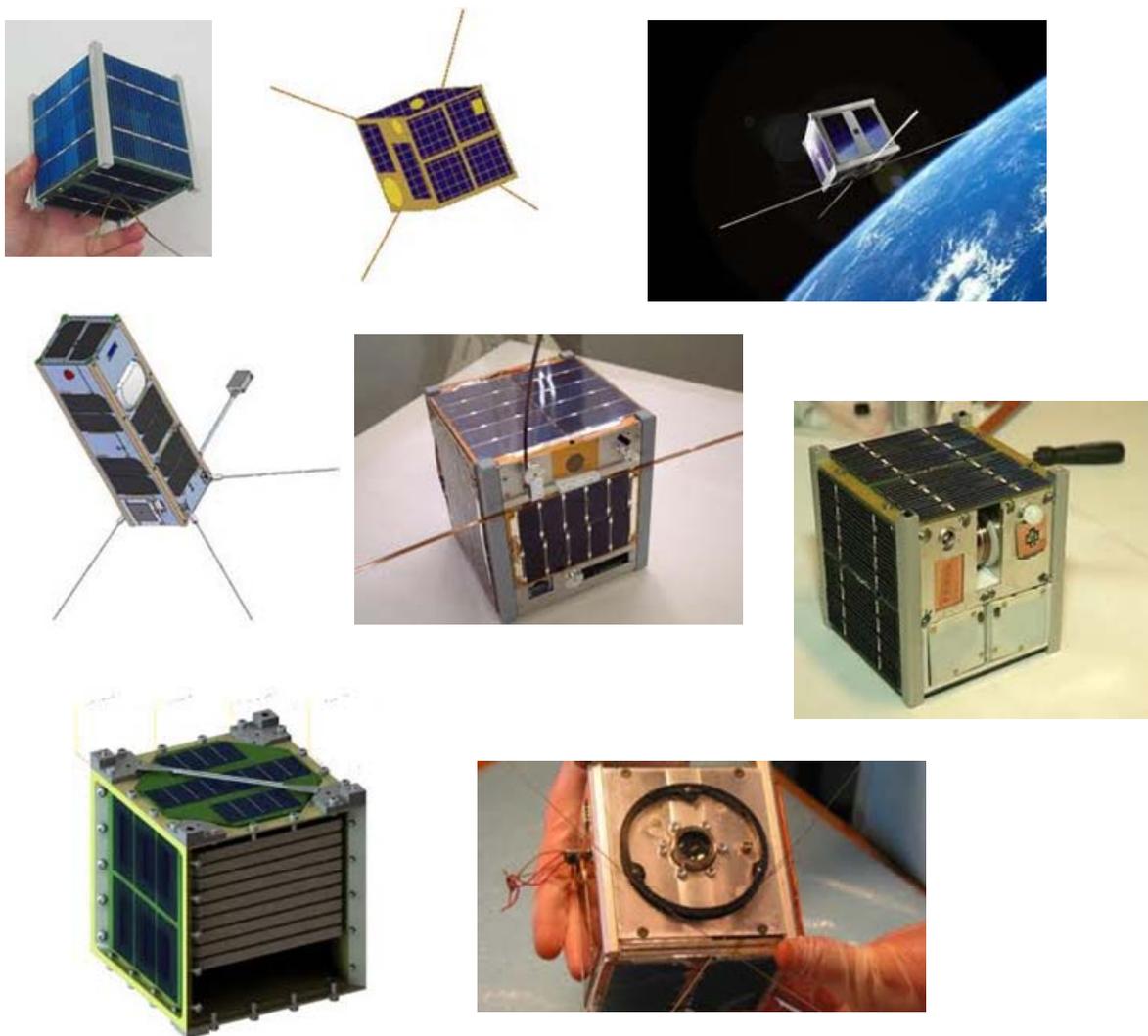


Figura 9. Ejemplos de Cubesats.

4.2. Casos de éxito en creación de empresas de desarrollo satelital a partir de programas universitarios son:

Uno de los beneficios que se obtiene del desarrollo tecnológico, es la activación económica a partir del desarrollo de empresas. A continuación se presentan algunos casos de éxito que se tienen en diversos países surgidos a partir de programas de desarrollo de pequeños satélites en Universidades.

4.2.1. Universidad de Surrey - Surrey Satellite Technology Limited (SSTL), 1985.

A mediados de los años 70's en el departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Surrey se formó un grupo de investigadores con habilidades en el área aeroespacial. En esos tiempos los proyectos espaciales era algo que solo desarrollaban los países con grandes presupuestos aeroespaciales como Estados Unidos y la entonces Unión Soviética. Sin embargo dicho grupo decide realizar proyectos espaciales con componentes estándares que son probados en las condiciones a las cuales se verán sometidos, condiciones tales como el vacío, cambios bruscos de temperatura y vibraciones. Esto les permite realizar dichos proyectos de manera rápida y económica comparado con los desarrollos espaciales convencionales. Así es como surge su primer satélite, UoSAT-1 puesto en órbita en 1981 con la ayuda de la NASA quien mostró un enorme interés en los trabajos de dicho grupo. Diseñado originalmente para operar tres años tuvo una vida útil de más de cinco años. Más importante aún fue que demostraron que se podían desarrollar satélites relativamente pequeños, económicos y en poco tiempo que podían ser considerados para misiones espaciales sofisticadas. Continúan desarrollando satélites microsátélites y en 1985 forman la empresa SSTL. Actualmente cuenta con más de 300 empleados y en el año 2008 abrió una subsidiaria en Estados Unidos con oficinas en Denver, Colorado. La figura 10 muestra los ingresos anuales de SSTL.

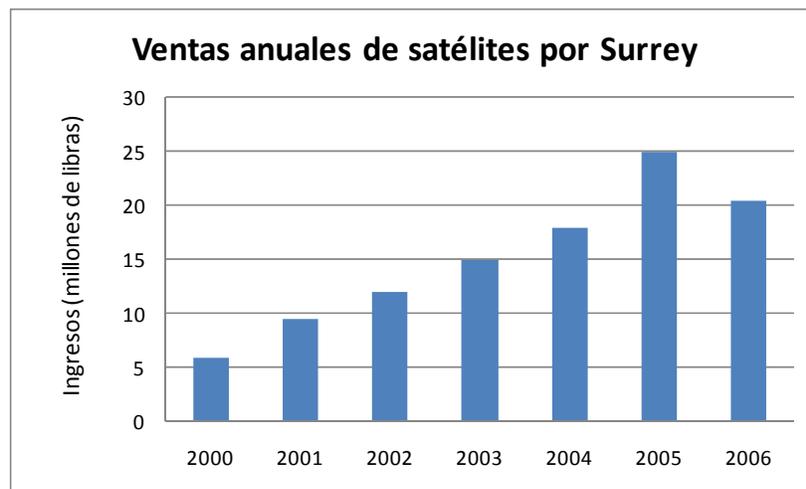


Figura 10. Ingresos anuales de SSTL

4.2.2. Universidad Técnica de Berlín (Technische Universität Berlin -TUB) - Berlin Space Technologies (BST), 1991.

BST es una compañía especializada en tecnologías y sistemas para satélites pequeños. Fue fundada por estudiantes graduados de la Universidad Técnica de Berlín en Alemania que participaron en la construcción del satélite universitario TUBSAT proyecto iniciado en la TUB en 1986.

4.2.3. Universidad de Stellenbosch, Sudáfrica – SunSpace, 1991.

SunSpace surge del equipo que trabajo en el programa de la Universidad de Stellenbosch denominado SunSat que fue el primer satélite sudafricano desarrollado en su totalidad por un equipo de ingenieros locales. La compañía es formada en 1991 con un grupo de investigación de posgrado en sistemas satelitales. Trabajando de manera conjunta con la Universidad han logrado formar más de 50 estudiantes con grados de Maestría y Doctorado.

4.2.4. Instituto Avanzado de Ciencia y Tecnología de Corea (KAIST) - Satrec Initiative (SI), 1999.

SI ofrece soluciones llave en mano en plataformas satelitales principalmente en Europa, Asia y el Medio Este. En la actualidad cuenta con más de 130 empleado y fue fundada en 1999 por ingenieros que participaron en el desarrollo del primer satélite Coreano Universitario en KAIST. SI es una compañía que cotiza en la bolsa de Corea (KOSDAQ) desde junio del 2008.

4.2.5. Universidad de Tecnología de Delft, Holanda - Innovative Solutions In Space (ISIS), 2006.

ISIS es una compañía privada fundada en el año 2006 por cinco estudiantes que participaron en el proyecto nanosatelital Delfi-C3 de la Universidad Tecnológica de Delf. Estos estudiantes ganaron en diciembre de 2005 la competencia "New Venture" y usaron el plan de negocios con el que ganaron para iniciar la compañía.

4.2.6. Universidad de Aalborg, Dinamarca – GomSpace, 2007

GomSpace es una compañía formada por emprendedores que participaron en el desarrollo del primer Cubesat Europeo llamado AAU-Cubesat que fue lanzado al Espacio en junio de 2003. Desarrollan electrónica y software enfocado a soluciones para pico y nanosatélites.

4.3 La experiencia Mexicana en desarrollo de pequeños satélites.

En México se tiene experiencia en el desarrollo de pequeños satélites. Existen y han existido varios proyectos en los que se desarrollan estos.

La primera experiencia inicia en la Universidad Nacional Autónoma de México. El 25 de julio de 1985 se crea el Grupo Interdisciplinario de Actividades Espaciales de la UNAM (GIAE), encargado de vincular especialistas en materia espacial, promover la Ciencia Espacial y una política de autosuficiencia en materia espacial para México.

A mediados de los años 80's, cuando México adquirió el sistema de satélites Morelos (para telecomunicaciones), que fueron puestos en órbita por el transbordador espacial, se incluyó en el costo un paquete con ciertos beneficios para el cliente directo, en este

caso la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), quien, con entusiasmo, abre una convocatoria nacional para la proposición, selección y conducción de experimentos espaciales, aprovechando una de las condiciones orbitales, la microgravedad y parte de otra, la visión directa, así como la presencia de un pasajero nacional, también como parte del paquete.

Es entonces cuando el GIAE de la UNAM propone buscar alternativas que no limiten la participación de experimentos que en ese momento se tiene de la convocatoria. Después de negociaciones con distintas estancias surge un proyecto paralelo al originalmente planteado por la convocatoria que cuenta con un financiamiento de \$271,000 USD y participan la UNAM, SCT y CONACyT con el objeto de mantener a largo plazo los esfuerzos realizados en materia espacial en México. Este proyecto cuenta con el apoyo de la Universidad Estatal de Utah que se compromete a colaborar con los especialistas de la UNAM en el proceso de preparación del proyecto. El proyecto se apoyaba en un programa de la NASA conocido por las siglas SSCP-GAS-CAN (por Small Self-Contained Payloads-Get Away Special-Canisters), el programa considera un contenedor con un espacio de 0.15 de metros cúbicos con capacidad hasta de 90 Kg, para alojar equipo y ser lanzado por el transbordador espacial. Los contenedores deben funcionar de manera automática a partir del accionamiento en órbita de un interruptor; también deben ser totalmente autónomos en cuanto a potencia, diseño térmico y registro de datos, por lo que pueden considerarse como estaciones experimentales automáticas lo que es casi un satélite artificial. El contenedor puede llevar una tapa que se abre estando en órbita o una que permanece hermética. Por razones de funcionamiento, los experimentos de la UNAM fueron divididos en dos contenedores, uno con tapa sellada y otro cuya tapa se abrirá en órbita para permitir observaciones y exposición del equipo al vacío y radiación. El grupo encargado de los experimentos de la UNAM llevó a cabo una selección de los mismos, según criterios de factibilidad, de premura (se debía aprovechar en este caso la coyuntura) y el de contar con la aprobación y el apoyo del instituto en cuestión. Al principio se planearon diez experimentos, pero la lista disminuyó durante las primeras etapas, según se fue adquiriendo experiencia.

Primero se preparó el contenedor sellado, por ser el más sencillo. Dentro del primer contenedor se incluyeron los siguientes experimentos y actividades:

Solidificación de Zinalco. El propósito fue el de diagnosticar la importancia de las impurezas y el efecto del crisol en la formación de la micro estructura. Experimentos de este tipo se han realizado anteriormente con otras aleaciones, obteniéndose resultados útiles a los metalurgistas interesados en micro- y ultraestructura.

Crecimiento epitaxial. Se espera que los resultados presenten información de utilidad para diversos campos, como podrían ser el de la microelectrónica, el de la física de superficies y la óptica.

Mediciones de vacío y de temperatura. Tanto los mencionados experimentos, como otros que se desarrollan actualmente, requieren del conocimiento de los valores de vacío que se pueden lograr en los contenedores y de la distribución de temperaturas en diversas estaciones de medición dentro del equipo. Por lo tanto, se incluye también equipo para medir ambas variables: el vacío, registrando sus valores durante buena parte del vuelo y las temperaturas mediante sensores de estado sólido colocados en diferentes lugares dentro del contenedor y cuyas medidas se utilizan para validar modelos térmicos y mejorar diseños posteriores.

El primer contenedor fabricado con la colaboración de los Centros mencionados fue enviado a la zona de lanzamiento en enero de 1986, con una probable fecha de despegue del 6 de marzo de ese año, pero, como sabemos, el vuelo anterior que terminó trágicamente puso retrasó los futuros lanzamientos de transbordadores por más de 2 años lo que provocó a la larga que nunca se pusiera en órbita dicho contenedor.

4.3.1. UNAMSAT

El 25 de Enero de 1990 la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM establece el Programa Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial (PUIDE). Dicho programa fue encargado de coordinar los recursos materiales y humanos en el campo de la Ciencia Espacial además estimular y orientar sus actividades hacia desarrollos científicos y tecnológicos de interés nacional. En este se construye el microsatélite UNAMSAT adicionalmente en el PUIDE se llevan a cabo otros proyectos espaciales como son Cohetes sonda, laboratorio de microondas, telescopio milimétrico (antena 60m \emptyset), radiotelescopio (48 dipolos), receptores GPS, procesamiento de imágenes satelitales y durante su existencia se coloca la primera piedra en presencia de representantes de la NASA, para la construcción del Laboratorio de Tecnología Espacial donde se pretendía fabricar una serie de satélites para la constelación "COLIBRI", proyecto financiado por la NASA.

La UNAM firma convenio con AMSAT (Organización de Radioaficionados) donde esta provee la tecnología básica para construir un satélite para radioaficionados, el cual es modificado y adaptado para llevar un experimento científico. Esta será la base tecnológica del UNAMSAT.

La construcción del UNAMSAT se inició en 1991 con un presupuesto de \$200,000 USD. El satélite inicia su construcción en las instalaciones del Centro de Instrumentos de la UNAM, hoy en día Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET). En el inicio de su construcción participan estudiantes de licenciatura principalmente en Ingeniería y Física y a partir del año 1992 se forma un grupo de 7 estudiantes de la Facultad de Ingeniería que participaran hasta el lanzamiento del satélite.

El UNAMSAT fue un microsatélite de órbita baja para aplicación científica. La aplicación científica consistía en realizar el conteo de meteoritos que se quemaran en la atmósfera provenientes de fuera del sistema solar así como los provenientes del propio sistema ya que con esos datos los astrónomos podrían tener una mejor aproximación del porcentaje de materia oscura que existe en el Universo. (La materia oscura en el Universo es toda aquella materia que está presente pero que no emite algún tipo de energía por lo que sabemos que existe únicamente por el efecto que esta provoca en otros cuerpos que sí emiten energía como pueden ser las estrellas).

El UNAMSAT tenía la forma de cubo, de 23 cm por lado con un peso de 10.7Kg. Contaba con un sistema de estabilización pasiva provisto por imanes permanentes en cuatro aristas del satélite que provocaban un posición en la que el satélite se alineaba con el campo magnético de la tierra así mismo contaba con un giro foto inducido debido a que sus antenas estaban pintadas de color blanco por un lado y color negro por el otro.

El subsistema de telecomunicaciones de transmisión estaba constituido por dos transmisores con modulación BPSK en UHF, donde uno operaba y el otro era su respaldo con una potencia que podía ser variable hasta 4W y que utilizaban un arreglo de antenas en polarización circular y el receptor contaba con cuatro canales en VHF que operaban a 1,200 bps con modulación FSK y código Manchester.

El subsistema de energía era alimentado por celdas solares de Arseniuro de Galio que alimentaban un banco de baterías de Níquel-Cadmio a través de un cargador/regulador que entregaba voltajes regulados de 10, 8.5 y 5V.

La computadora principal contaba con un microprocesador endurecido a la radiación V40 (similar al 8086 de Intel), una memoria RAM de 4MB y 256KB de memoria EDAC, con un consumo de 1W.

La carga útil consistía de un transmisor clase "E" que transmitía pulsos de 70W a 40.997MHz, contaba también con un receptor en la misma frecuencia encargado de captar el reflejo de la señal transmitida que el meteorito provoca al ionizar la atmosfera y por medio del efecto doppler determinar la velocidad de este para saber si venía de fuera del sistema solar o de dentro del mismo determinado por curvas de distribución normal de velocidades preestablecidas. Para esto se contaba con un microcontrolador HC05 que aplicaba una transformada rápida de Fourier para determinar la variación de frecuencia proporcional a la velocidad del meteorito. Dicha carga útil contaba también con una fuente conmutada de 40VDC para alimentar al transmisor clase "E".

Cada subsistema contaba con un monitoreo local que era enviado a la computadora principal a través de un bus común, de esta manera se tenía un total de 72 parámetros telemétricos entre temperaturas, voltajes, corrientes, contadores, apuntadores y sensores adicionales.



Figura 11. Satélite UNAMSAT en el cuarto limpio.

El 28 de marzo de 1995, desde el cosmódromo de Plesetsk en Rusia a bordo de un cohete Start (Conversión del RS-12M "Topol" o SS25 "Sickle") de cinco etapas de estado sólido, junto con otros dos satélites, EKA-2 Dummy (Eksperimental'niy Kosmicheskii Apparat), de la Universidad Estatal de Moscú, pesando 200kg y el Techsat-1 (Gurwin), del Technion Instituto de Tecnología de Israel, pesando 50Kg, despegó a las 9:00 GMT desde el complejo LC158. Se reportó que el cohete había fallado por lo que ningún satélite logro alcanzar la órbita.

Tras el fallido lanzamiento del UNAMSAT-1, se decide adecuar el modelo de ingeniería de dicho satélite a modelo de vuelo, con lo que surge el UNAMSAT-B que fue puesto en órbita de manera exitosa el 5 de septiembre de 1996 en una órbita baja con perigeo de 966Km, apogeo de 1,010Km, inclinación: 82.9°, en un cohete de dos etapas de combustible líquido Kosmos-3M junto con un satélite para navegación de 825Kg, (PARUS 86) en la misión Cosmos 2334 a las 12:47 GMT desde el complejo LC132/1 en Plesetsk, Rusia. Convirtiéndose en el primer satélite fabricado en México que logra operar desde el Espacio.

Cuando se trabajaba en el diseño del UNAMSAT-3, el PUIDE fue cancelado y con ello todos sus proyectos, esto sucedió el 17 de noviembre de 1997.

4.3.2. SATEX-1

El proyecto SATEX (Satélite Experimental) se crea en 1994 bajo el auspicio del Instituto Mexicano de Comunicaciones (IMC), con el objetivo de diseñar y construir microsatélites que permitieran a México introducirse en el mundo de la Tecnología Espacial. Muchos científicos mexicanos, que participaron en el diseño y supervisión de construcción de los Satélites Solidaridad (satélites comprados en el extranjero) permitieron que nacieron otros proyectos como el Satex-1, (microsatélite de 50Kg). En este proyecto participaron instituciones como el Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM), el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), el Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), el Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital (CITEDI) y otros que se integraron más adelante como la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). La tabla 8 muestra las responsabilidades en la plataforma satelital y estación terrena de acuerdo a la institución participante.

Institución	Responsabilidad
IPN	Estructura principal, integración final de satélite, bobinas para estabilización y posición, antenas para comunicaciones
II-UNAM	Computadora principal, sensores
CIMAT	Algoritmos de estabilización y posición
CITEDI	Subsistema de energía
CICESE	Subsistema de telemetría y control, estación terrena

Tabla 8. Responsabilidades en SATEX-1

SATEX-1 es el primer microsatélite de una serie de satélites experimentales que se tenían planeados, todo sobre una plataforma satelital diseñada y ensamblada en las instituciones Mexicanas participantes.

El satélite fue diseñado considerando las restricciones de diseño de una estructura auxiliar para carga útil en un cohete Ariane (ASAP), dichas restricciones consideraban un peso máximo del satélite y adaptador de lanzamiento de 50 Kg así como dimensiones máximas de 50x50x50cm.

Se planeó colocar al satélite en una órbita polar a 780Km de altura y contaría con un sistema de estabilización por gradiente gravitacional y par magnético. Los enlaces de subida y bajada para telemetría y control operarían en las bandas de VHF y UHF. La figura 12 muestra la imagen conceptual del SATEX-1.



Figura 12. Imagen conceptual del SATEX-1

Su carga útil originalmente estuvo definida por 3 partes principales, un enlace experimental de comunicaciones ópticas tierra-espacio, un sistema de enlace de subida en banda Ka y una cámara CCD.

La carga útil de comunicaciones ópticas SOP (SATEX Optical Payload) sería un experimento basado en la propuesta de JLP (Jet Propulsion Laboratory) con la intención de medir la atenuación y desempeño del BER (Bite Error Rate) en un enlace de comunicaciones con el satélite.

El subsistema de enlace de subida en banda Ka consideró la transmisión de una señal electromagnética modulada en la frecuencia de 23GHz desde la estación terrena hacia el satélite y medir su atenuación debido a la atmósfera.

La cámara CCD incluyó una cámara CCD de baja resolución colocada en el satélite con el fin de tomar imágenes del territorio nacional y determinar el desempeño de dicha aplicación en la plataforma satelital.

El proyecto SATEX-1 representó un esfuerzo por el gobierno Mexicano de incursionar en el desarrollo de Tecnología Espacial desarrollado de manera multi-institucional. Sin embargo uno de los mayores objetivos que el proyecto persiguió fue la formación de recursos humanos en Tecnología Espacial permitiendo que profesores y alumnos participaran de forma directa en dicho proyecto. De esta manera colocar las bases para futuros desarrollos en Tecnología Espacial.

Muchos factores han influido para evitar que este microsatélite se encuentre terminado, sin embargo la experiencia y la creación de varios grupos de trabajo han permitido realizar proyectos que se encuentran en desarrollo actualmente. Tal es el caso del proyecto del Instituto de Ingeniería de la UNAM y del CICESE que se mencionan a continuación.

4.3.3. SatEdu

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 tiene el tamaño de un contenedor de discos compactos. Cuenta con los subsistemas siguientes: estructura, potencia, computadora de vuelo, comunicaciones inalámbricas, sensores de plataforma satelital, estabilización por rueda inercial y sensores de navegación inercial.

La Estación Terrena es emulada por una computadora que contiene un programa que permite la visualización virtual del satélite en esta y en tiempo real. Esta recibe los datos desde una tarjeta que se conecta al puerto USB y que permite la comunicación inalámbrica con el satélite.

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. Es un proyecto que ha sido realizado con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

4.3.4. CONDOR UNAM-MAI

El proyecto del nonosatélite CONDOR UNAM-MAI tiene como objetivos principales formar un grupo de trabajo multidisciplinario capaz de cubrir los aspectos tecnológicos y científicos claves que permitan el diseño y la construcción de satélites artificiales en México, así como ofrecer a la comunidad científica la posibilidad de desarrollar aplicaciones concretas con beneficios para ellos y el país a través del uso de una plataforma satelital versátil.

El proyecto se desarrolla bajo el marco de cooperación para la transferencia tecnológica en el área aeroespacial entre México y la Federación Rusa, en el cual la

Facultad de Ingeniería es la institución colaboradora por parte de México y el Instituto de Aviación de Moscú por la parte rusa.

Dentro de este proyecto se tiene la participación de otras instituciones académicas de carácter internacionales como el Centro de Investigaciones Espaciales de la Academia de Ciencias de Polonia y la Universidad Nacional Central de Taiwán, así mismo, se cuenta con la participación del sector industrial ruso, la Compañía Mundo Transparente y la Asociación Científico Industrial Lavochkin. Estos participantes colaboran en el diseño y construcción de la instrumentación de la carga científica que se instalará dentro de la plataforma satelital.

La carga útil consiste en un sistema de percepción remota que consiste de un sistema opto-electrónico de 50m de resolución y un transmisor de banda ancha de 8GHz con velocidad de transmisión de datos de 64Mbps; además de una sonda Langmuir, un radio espectrómetro y un magnetómetro.

4.3.5. SENSAT (Self Explore Nano Satellite).

Proyecto de desarrollo de satélites pequeños educacionales para formación de recursos humanos en tecnología Aeroespacial. En este proyecto encabezado por CICESE, se está realizando la investigación, diseño, desarrollo y construcción de satélites pequeños educacionales, como instrumentos tecnológicos para la formación de recursos humanos especializados en tecnología aeronáutica y aeroespacial, tanto para la industria como en las instituciones de educación superior de la región.

Esto se está llevando a cabo, utilizando herramientas modernas de las tecnologías de la información para la formación a distancia, colaborativas, para la instrucción tanto teórica como experimental, aprovechando las posibilidades del Internet para operación y control a distancia de estos satélites por los participantes en la formación especializada. También se está trabajando en el desarrollo de los elementos de apoyo didáctico interactivo que permitan la capacitación y entrenamiento de alto nivel, con el objetivo de contribuir a incrementar la competitividad de la región, así como apoyar la generación de empleos cada vez de mayor nivel profesional.

Con este proyecto se busca fortalecer el sector aeronáutico y aeroespacial de la región noroeste, para aumentar su competitividad, a través de formación de recursos humanos especializados, en los estados de Baja California y Sonora quienes representan el primer y segundo lugar en industrias establecidas del sector a nivel nacional, acciones que forman parte de las estrategias de desarrollo estatales. Se busca también fortalecer el sector de educación superior universitario y tecnológico de la región, donde actualmente se incorporan cursos, actividades de investigación, e incluso carreras en el campo aeronáutico y aeroespacial. Así como la transferencia de la tecnología del proyecto, tanto en lo referente a los satélites, con su plataforma y cargas útiles, así como el concepto de formación especializada a través de medios Internet, a la industria regional. Se trata entonces de desarrollar satélites educativos, con buenas capacidades de plataforma con miras a soportar diversas cargas útiles modernas.

Este proyecto surge como propuesta para aplicar al Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECyT) que

maneja el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), donde también existen fondos para la creación de Redes Temáticas de Investigación del CONACYT.

4.4 Las Redes Temáticas Espaciales Mexicanas.

La realización de proyectos espaciales en México se ha tornado en una práctica multidisciplinaria y multi-institucional, motivo por el cual se están formando redes de colaboración e investigación en torno a los temas espaciales.

Conforme se avanza en los proyectos estas redes se han hecho cada vez más grandes lo que llevó a la decisión de formalizar dichas redes.

4.4.1. CICESE- FORDECyT

De las redes nacionales recientemente formadas destacan la red que encabeza el CICESE en la región Noroeste de México donde participan Instituciones Académicas y empresas de Baja California y Sonora principalmente entre los que se destacan: la Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería Campus Mexicali (UABC-FI), el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), el Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital del Instituto Politécnico Nacional (CITEDI-IPN), VIVETEL S. de R.L. de C.V. y el CICESE como institución responsable. Oficialmente esta red empieza a operar el 12 de diciembre de 2009 con recursos del FORDECyT que es un Fondo Institucional de Fomento Regional del CONACYT que tiene como marco el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y las líneas de acción que establece el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI 2008-2012), contempla una visión regional, focalizando problemáticas u oportunidades de desarrollo compartidas entre entidades federativas y/o municipios. Tiene como objetivo el promover acciones científicas, tecnológicas y de innovación, de alto impacto y la formación de recursos humanos especializados que contribuyan al desarrollo regional, a la colaboración e integración de las regiones del país y al fortalecimiento de los sistemas locales de ciencia, tecnología e innovación y va dirigido a instituciones, universidades públicas y/o particulares, centros, laboratorios, empresas públicas y privadas dedicadas a la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación que se encuentren inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECyT).

4.4.2. Red de Investigación Científica y Tecnología Espaciales

El 16 de agosto de 2010 el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) informa que como resultado del proceso de selección, descrito en los términos de la Convocatoria para la creación de nuevas Redes Temáticas CONACYT de Investigación 2009 fue aprobada la creación de la Red de Investigación Científica y Tecnología Espaciales en el cual participan más de 140 personas pertenecientes a Instituciones de Educación e Investigación, Empresas y Academias.

Las Redes Temáticas de Investigación del CONACYT buscan conjuntar en grupos de investigación a investigadores, tecnólogos y empresarios, con intereses en común y con la disposición para colaborar y aportar sus conocimientos, habilidades y capacidades para impulsar sinérgicamente soluciones a problemas y temas estratégicos para el desarrollo del país. Los objetivos de la Red son promover y fortalecer la construcción y desarrollo de redes científicas nacionales en temas estratégicos que respondan a problemas (científicos, tecnológicos y sociales) y procuren la vinculación entre la academia, el gobierno y la sociedad. Así mismo alcanzar soluciones articuladas con enfoque multidisciplinario y multi-institucional, y estructuradas de manera que contribuyan al desarrollo nacional y al bienestar de la población. Los integrantes de las Redes de Investigación podrán colaborar en la planeación, fortalecimiento y actividades de la Red Temática de la que sean parte; además contarán con el apoyo para proponer e integrarse creativamente a los proyectos que coadyuven al crecimiento y consolidación de la Red.

4.4.3. Red Universitaria del Espacio (RUE)

El 11 de octubre de 2010, el Rector de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Dr. José Narro Robles, expide el acuerdo por el que se crea la Red Universitaria del Espacio, que tendrá como objetivos:

- I. Funcionar como integradora efectiva de los recursos existentes, hoy dispersos en diversos grupos y dependencias de la UNAM;
- II. Promover la generación de una infraestructura mínima, crítica, en la UNAM para el desarrollo de tecnología espacial aplicada;
- III. Brindar el ambiente adecuado para la formación de científicos, ingenieros y técnicos especializados a nivel de posgrado en el área espacial;
- IV. Producir un impacto positivo en la industria y en aplicaciones de la vida cotidiana dentro de la realidad mexicana;
- V. Llevar a cabo estudios estratégicos para establecer la prospectiva de crecimiento nacional de las Ciencias y Tecnologías Espaciales, los cuales serán de utilidad para conformar, no sólo el plan universitario sino el nacional de desarrollo de las mismas;
- VI. Estudiar y desarrollar proyectos para satisfacer las necesidades que presentan sectores estratégicos del país que se benefician de la Ciencias y Tecnologías Espaciales, entre los que se encuentran protección civil, explotación de recursos naturales, demografía, telecomunicaciones y finanzas;
- VII. Generar información relevante que coadyuve para la elaboración del Plan Nacional Espacial que requerirá la Agencia Espacial Mexicana;
- VIII. Preparar a la UNAM, desde el punto de vista institucional y técnico, para una participación práctica y dinámica en las Ciencias y Tecnologías Espaciales, y
- IX. Difundir permanentemente a través de publicaciones y programas de difusión cultural, los resultados de sus actividades y proyectos.
- X. Gestionar la obtención de recursos adicionales para apoyar sus actividades de investigación, desarrollo tecnológico, docencia y difusión.

Con lo que se busca fortalecer el desarrollo de la Ciencias y Tecnologías Espaciales en la UNAM.

4.4.4. Programa AeroEspacial Politécnico (PAEP)

Aunque no es precisamente una Red Temática, el PAEP es un esfuerzo Institucional que busca integrar y fortalecer las actividades del Instituto Politécnico Nacional en materia Aeroespacial, con el fin de Coordinar y organizar las actividades que el IPN ha realizado, realiza y realizará en esta materia y apoyar la orientación y acciones que en representación institucional efectúe a través de su participación en la Agencia Espacial Mexicana (AEM).

Tiene como alcance coordinar, organizar y operar actividades y proyectos institucionales relacionados con las ciencias y las tecnologías aeroespaciales y sus campos afines; para aprovechar los conocimientos y resultados obtenidos, en la docencia, la investigación, el desarrollo tecnológico y la extensión, en beneficio de la sociedad y de su comunidad; así como proporcionar el soporte para orientar sus acciones institucionales en los ámbitos nacional y externo y en particular, para su intervención en la Junta de Gobierno de la AEM.

Los objetivos del programa son:

I. Diseñar, organizar y operar acciones de formación, capacitación y entrenamiento de recursos humanos en materia de ciencias y tecnologías aeroespaciales, incluyendo un programa internacional de Posgrado en la materia.

II. Fomentar, realizar y/o colaborar en programas, proyectos y acciones de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en materia aeroespacial.

III. Fomentar y/o participar en programas y proyectos de creación y reorientación industrial en la materia.

IV. Diseñar, organizar y realizar programas, acciones y eventos de difusión y divulgación.

V. Proponer, realizar y participar en estudios y proyectos en campos disciplinarios de regulación, normalización y apoyo.

VI. Gestionar y/o administrar la instancia operativa del programa.

Este programa finalmente realizará funciones que incluyen las de una Red Politécnica Espacial.

5. CONCLUSIONES

En los pasados 50 años más de 860 microsátélites, 680 nanosatélites y 38 picosatélites han sido puestos en órbita por países de todo el mundo. Los satélites pequeños han servido para obtener información en nuestro entorno terrestre y han ayudado el desarrollo de las ciencias espaciales. También han demostrado para probar varios subsistemas que disfrutamos en diversas áreas de la vida común. Los pequeños satélites han servido para desarrollar nuevas tecnologías espaciales así como han sido una herramienta muy importante en la educación basada en proyectos, sobre todo en países y universidades que no cuentan con presupuestos para desarrollos espaciales.

El costo de lanzamiento de estos satélites también es una gran ventaja, ya que no requieren contratar un costoso lanzamiento pues la forma de enviarlos a órbita es como carga secundaria de algún otro satélite más grande ya que siempre hay pequeños espacios en el cohete donde pueden llevar algunos kilos extra.

Todo ello convierte a los pequeños satélites en un medio accesible para el desarrollo de Tecnología Espacial.

Existe también un mercado potencial para vender pequeños satélites a países en desarrollo tanto de América Latina como de África, además también existe la posibilidad de que dichos satélites sean adquiridos por grandes empresas de proyectos espaciales que requieren probar, medir o caracterizar nuevos dispositivos o subsistemas que tienen planeado utilizar en sus grandes proyectos espaciales.

En México ha sido difícil promover el desarrollo de pequeños satélites en las Universidades debido a que no existe una Política Espacial Mexicana, la experiencia al momento muestra que el éxito de estos programas depende de la continuidad que se les de a los mismos, continuidad que en México no se ha logrado debido a la falta de una Política Espacial Mexicana.

La recién creada Agencia Espacial Mexicana, deberá proponer dentro de la Política Espacial Mexicana, la participación de las Universidades en proyectos Espaciales no solo nacionales sino también internacionales, con la enorme ventaja que al colaborar en proyectos internacionales la brecha tecnológica se reduce de manera significativa comparado con el desarrollo de proyectos solamente nacionales.

La Agencia Espacial Mexicana tendrá también que promover la participación de las empresas en dichos proyectos y facilitar e incentivar a estas y a la creación de nuevas empresas derivadas del "spin off" de Tecnología Espacial.

De esta manera se logrará tener el esquema que ha sido tan exitoso en países desarrollados y que es conocido como la delta Universidad-Gobierno-Empresa, de esta manera se aportará al beneficio de México y su sociedad.

La Academia de Ingeniería hoy cuenta con un lugar en la Junta de Gobierno de la Agencia Espacial Mexicana. La participación de la Academia de Ingeniería en la promoción de la Tecnología Espacial y en particular del desarrollo de satélites

pequeños será de gran utilidad, para ello se proponen acciones específicas que la Academia de Ingeniería puede llevar a cabo.

- Realizar foros de divulgación a nivel nacional donde se de a conocer a la sociedad mexicana la importancia del uso de los satélites artificiales y la importancia y beneficios de desarrollar dicha tecnología en México. Es importante que la sociedad Mexicana se sensibilice de la importancia que tiene el desarrollo tecnológico Espacial y que no es exclusivo de los países desarrollados.
- Organizar concursos nacionales de desarrollo de pequeños satélites en instituciones educativas que propongan solución a necesidades específicas regionales o del país, donde la Academia de Ingeniería convoque a la Industria a presentar las necesidades existentes y en base a estas se formulen dichos concursos.
- Trabajar de manera conjunta con otras Academias para presentar a la Secretaría de Educación Pública una propuesta que se incluya en los programas de educación básica sobre "Las Ciencias y Tecnologías Espaciales", para despertar el interés a temprana edad de estos temas en nuestra sociedad.
- Crear una Coordinación de Programa que podría titularse "Proyectos Espaciales", encargada de vincular las necesidades en la Industria con los desarrollos en las Universidades a través de la Política Espacial Mexicana (que será propuesta por la Agencia Espacial Mexicana y para la cual la Academia de Ingeniería colaboró como responsable de la organización del primer foro de consulta titulado "Desarrollo Industrial").
- Crear la Comisión de Especialidad "Espacial" que apoye de manera específica los aspectos relacionados con la Ingeniería en proyectos Espaciales y que pueda fungir como órgano de consulta para la Agencia Espacial Mexicana y vinculo de cooperación con Academias Internacionales.

6. BIBLIOGRAFÍA

Caprara Giovanni, "Enciclopedia ilustrada de los satélites espaciales", Ediciones Anaya, España 1986.

Couper H, et al, "Atlas visual del espacio", Editorial Diana, México 1993.

Gall Ruth, et al, Héctor Schmucler, José Castro, "Las actividades espaciales en México: Una revisión crítica", Fondo de cultura económica, México 1986.

Grupo interdisciplinario de actividades espaciales GIAE-UNAM, "Memoria del simposio: Evaluación y perspectivas de la era espacial en México", SEP, México 1986.

Long Mathew, et al, "A CubeSat Derived Design for a unique Academic Research Mission in Earthquake Signature Detection", 16th Annual/USU Conference on Small Satellites, 2002.

Longdon Norman, "Jornadas Euro-Mexicanas del asuntos espaciales", ESA Publication Division, Holanda 1990.

Padilla José Antonio, "Comisión Nacional del Espacio Exterior 1965-1970", Secretaría de comunicaciones y transportes, México 1970.

Penot Jean-Pierre, "El hombre y el espacio", RBA Editores, España 1994.

Peralta Ricardo, et al, "Experimentos espaciales: nuestras posibilidades y perspectivas", Revista Mexicana de Física, México, 1987.

"The Space report 2010", Space foundation, E.U., 2010.

<http://www.sstl.co.uk/?ref=logo>

<http://berlin-space-tech.com/index.php?id=17>

<http://www.tu-berlin.de/menue/home/parameter/en/>

<http://www.sun.ac.za/index.asp>

<http://www.sunspace.co.za/home/>

<http://www.kaist.edu/edu.html>

<http://www.satreci.com/eng/index.htm>

<http://home.tudelft.nl/index.php?id=92&L=1>

<http://www.isispace.nl/>

<http://en.aau.dk/>

<http://www.gomspace.com/>

<http://www.spacetechhalloffame.org/inductees.html>

<http://proyectos.iingen.unam.mx/satedu/Default.htm>

<http://mysensat.org/>

<http://www.nature.com/nature/journal/v444/n7121/full/444804a.html>

7. CURRICULUM VITAE DEL CANDIDATO

Nombre:

- José Luis García García

Estudios Profesionales:

- Ingeniería Mecánica Eléctrica, área Eléctrica-Electrónica; Facultad de Ingeniería de la UNAM, México, 1994.
- Maestría en Ingeniería Eléctrica; Facultad de Ingeniería de la UNAM, México, 1996.
- Estancia de Investigación, Space and Systems Development Laboratory; Aeronautics and Astronautics Department, Stanford University, EU, 1997.
- Diplomado en Gestión de proyectos tecnológicos y propiedad industrial; Facultad de Ingeniería de la UNAM, México, 2006.
- Diplomado en Docencia de la Ingeniería; Facultad de Ingeniería de la UNAM, México, 2008.

Distinciones:

- Destacada participación en el Primer concurso Nacional de Minirobótica, Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica, subsección Querétaro, México, 1996.
- Título honorario de Ingeniero Espacial, grupo Espacial del Cosmódromo de Plesetsk, Rusia, 1996.
- Participación en el desarrollo del microsatélite OPAL, Laboratorio de Desarrollo de Sistemas Espaciales, Departamento de Aeronáutica y Astronáutica, Universidad de Stanford, E.U., 1998.
- Participación en la construcción de los satélites UNAMSAT-B y UNAMSAT-1, PUIDE, UNAM, México, 1998.
- Participación en la promoción de la Agencia Espacial Mexicana, Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Senadores, México, 2007.
- Participación en el desarrollo de la carga útil del satélite UNAMSAT-MAI, Instituto Sueco de Física Espacial, Suecia, 2007.
- Participación en el proyecto nanosatelital UNAMSAT-MAI, Instituto de aviación de Moscú, Rusia, 2007.

Experiencia profesional:

- Instituto de Sistemas Electrónicos Avanzados, Profesor de asignatura, 1989.
- Constructora Domus Aurea, Administrador de proyectos, 1990-1992.

- PUIDE (Programa Universitario de Investigación y desarrollo Espacial), Asistente Investigador, 1993-1998.
- TELEREUNION S.A. de C.V., Sub Director de Tecnología, 1998-2004.
- Access Gate de México (Filial de TELEREUNION), Director de Tecnología, 2002-2004.
- Facultad de Ingeniería de la UNAM, Técnico Académico Titular "B", 2006-A la fecha.

Actividades relevantes:

- Participación en la propuesta a CONACYT para la creación de la Red de Ciencia y Tecnología Espacial, 2010.
- Colaboración en el desarrollo del proyecto "Botón de ayuda para personas de la tercera edad en riesgo de sufrir un accidente y no recibir atención en el lugar del evento." con el Instituto de Ciencia y Tecnología del D.F., 2009.
- Participación en el Segundo Taller Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial (TUIDE-2), UNAM., 2009.
- Participación en el 1er Taller Universitario de Investigación y Desarrollo Espacial (TUIDE), UNAM., 2009.
- Participación como miembro del grupo promotor de la Agencia Espacial Mexicana en reuniones de promoción con el Secretario de Telecomunicaciones y Transportes, Diputados de la comisión de Ciencia y Tecnología de la LX legislatura, Director General de CONACYT, entre otras, 2009.
- Participación como asesor técnico de la Auditoría Superior de la Federación en la auditoría 171 "Auditoría a las Acciones de Supervisión de la Operación del Sistema Satelital Mexicano", 2008.
- Coordinador del proyecto nanosatelital para el estudio de predicción de terremotos, proyecto conjunto entre la Facultad de Ingeniería de la UNAM y el Instituto de Aviación de Moscú (MAI), 2007.
- Participación como Promotor Inicial en las reuniones de trabajo con los asesores del Diputado Moisés Jiménez Sánchez para crear la iniciativa de ley de creación de la Agencia Espacial Mexicana, 2004.
- Asesor para CFE en el desarrollo del proyecto "Acceso de última milla utilizando la tecnología PLC (Power Line Communications)", realizando la ingeniería para sitios ubicados en Monterrey, Hermosillo y D.F. evaluando tecnología Israelí instalada en la ciudad de Mannheim, Alemania, 2002.
- Supervisión de la implementación del sistema satelital Equus, con Telepuerto en Puerto Rico y dos mil estaciones remotas en la zona del Caribe (República Dominicana, Panamá, Colombia y Puerto Rico), 2001.
- Evaluador del sistema de monitoreo y medición de fibra Wandel para redes ópticas en las ciudades de St. Etienne y Dijon, Francia, 2000.
- Diseño del sistema satelital Equus en las instalaciones del proveedor tecnológico (Gilat) en Tel-Aviv, Israel con el sistema Skystar Advantage, 2000.
- Diseño y supervisión de la implementación de la red de fibra óptica para Telecomunicaciones de TELEREUNION. Red de 4,063Km, 1998.

- Participación en las pruebas de ciclado térmico del satélite OPAL en las instalaciones de LORAL Space, Sunnyvale, California, EU, 1997.
- Participación en el diseño, construcción y pruebas de los satélites OPAL y SAPPHIRE en el Laboratorio de Desarrollo de Sistemas Espaciales del departamento de Aeronáutica y Astronáutica de la Universidad de Stanford, California, EU, 1997.
- Participación en la preparación y lanzamiento del Satélite UNAMSAT-B desde la base de lanzamiento de Plesetsk, Rusia, 1996.
- Participación en las pruebas de vibración del Satélite UNAMSAT-B en las instalaciones de Lavochkin Associates, Moscú, Rusia, 1996.
- Responsable de la Estación Terrena para monitoreo y control del Satélite UNAMSAT-B instalada en Plesetsk, Rusia, 1996.
- Participación en el diseño y construcción del Satélite UNAMSAT-B, 1996.
- Participación en la preparación, integración al cohete y lanzamiento del Satélite UNAMSAT-1 desde la base de lanzamiento de Plesetsk, Rusia, 1995.
- Participación en el diseño y construcción del Satélite UNAMSAT-1, 1995.
- Participación en el lanzamiento del primer cohete sonda desarrollado en PUIDE y lanzado desde el Valle de los Ciruelos, 1994.
- Diseño y construcción de sistemas de telemetría y comando para cohetes sondas y globos meteorológicos, 1994.
- Diseño y construcción del sistema de medición del banco estático para pruebas de motores en cohetes sonda, 1994.
- Preparación y control de la estación terrena en Ciudad Universitaria para la comunicación con los cosmonautas de la estación espacial Rusa MIR, 1993.
- Preparación y control de la estación terrena en Ciudad Universitaria para la comunicación con los astronautas del trasbordador espacial Endeavour dentro del programa SAREX, 1993.