

# Cita espacial *experimental*

MANUEL MONTES PALACIO

LAS TÉCNICAS DE LANZAMIENTO Y ENCUENTRO ORBITAL AUTOMÁTICO HAN ALCANZADO YA UN NIVEL DE MADUREZ MUY ELEVADO. NAVES DE SUMINISTROS DE VARIOS PAÍSES LLEVAN SUS CONTENIDOS RUTINARIAMENTE HASTA LAS ESTACIONES ESPACIALES, DE FORMA AUTÓNOMA. PERO SE TRATA DE VEHÍCULOS RELATIVAMENTE GRANDES Y COMPLEJOS. LOS INGENIEROS TRABAJAN DESDE HACE DÉCADAS PARA APLICAR ESA TECNOLOGÍA EN SATÉLITES MÁS PEQUEÑOS, QUE ASÍ SERÍAN CAPACES DE REALIZAR TAREAS TAN INTERESANTES COMO LA INSPECCIÓN Y LA REPARACIÓN DE OTROS INGENIOS.

**S**on varios ya los experimentos que se han llevado a cabo al respecto en el espacio, y varias las naciones que se han encargado de ello. Las ventajas de disponer de vehículos que puedan acercarse a otros que no han sido diseñados para interactuar con ellos son obvias. Un satélite de comunicaciones que ha llegado al final de sus días debido al agotamiento del combustible que mantiene a sus antenas dirigidas hacia la Tierra podría a pesar de todo tener sus equipos en perfectas condiciones, de manera que si pudiéramos recargar sus tanques sería posible prolongar su vida útil a un precio inferior al de la compra de un nuevo satélite. A los servicios militares, por su parte, les gustaría disponer de herramientas para acercarse a un vehículo rival y tener la capacidad de inhabilitarlo si es necesario, o espiar sus características.

La tecnología para efectuar encuentros automáticos en órbita terrestre se ha

venido utilizando desde hace décadas y se encuentra en una fase muy avanzada, por ejemplo en el programa tripulado, pero la idea ahora sería ponerla en práctica en todas esas otras aplicaciones que reclaman nuestra atención.

## ENSAYOS JAPONESES

Si hablamos de las primeras pruebas y proyectos al respecto, deberemos mencionar el programa japonés ETS-7. Aprovechando el lanzamiento de la misión científica TRMM, la agencia NASDA, que estaba trabajando en la tecnología necesaria para hacer viables a sus futuros vehículos HTV de envío de suministros hacia la estación espacial internacional, incluyó a bordo del cohete H-2 a dos satélites que conjuntamente se llamarían ETS-7, y que individualmente recibirían los nombres de Orihime y Hikoboshi.

Partieron desde Tanegashima el 27 de noviembre de 1997, y fueron colo-

*Concepto de la cita espacial del DART y el MUBLCOM. (Foto: Astrium).*

cados en una órbita baja de unos 550 Km. Ambos se separaron tras el despegue hasta unos 9 Km de distancia, para practicar el acercamiento. El Orihime, de unos 400 Kg de peso, actuaría como nave objetivo y se quedaría a la espera de la llegada de su compañero. Este último, con una masa de 2,5 toneladas, estaría equipado con un sistema de propulsión y sistemas de orientación con GPS y acercamiento. Su meta era acercarse al Orihime y acoplarse a él de forma automática. Además, transportaría un brazo robótico de dos metros de largo que permitiría operar sobre su objetivo.

Los inicios de la misión, sin embargo, fueron azarosos, por cuanto el Hikoboshi experimentó algunos problemas en el sistema de orientación, que por fortuna fueron superados y possibilitaron un acoplamiento exitoso el 7 de julio de 1998. Los ingenieros recogieron mucha información de la maniobra y del uso del brazo, que prometía futuras misiones aún más complejas.



*Despegue de la misión ANGELS. (Foto: OSC).*

### **EL PROGRAMA DE MICROSATÉLITES ESTADOUNIDENSE**

A la vez que despegaba hacia el espacio el ETS-7 japonés, el Air Force Research Laboratory iniciaba en 1997 un programa para el desarrollo de tecnología para microsátélites, con aplicaciones militares. Se trataba de obtener experiencia en el uso de satélites de pequeñas dimensiones, y por tanto más baratos que otros más grandes. La tecnología desarrollada para ello se probaría en misiones experimentales llamadas XSS (Experimental Small Satellite), las cuales usarían sus primeros viajes para poner en práctica tareas de inspección cercana de vehículos y asistencia logística. En otras palabras, con esa tecnología se podrían hacer operaciones de espionaje de otros vehículos, reparar los propios, etc.

Para lograr todo esto, los XSS debían ensayar múltiples algoritmos de operación, cámaras de alta resolución para mostrar los objetivos y trabajar con ellos, sistemas de propulsión adecuados para satisfacer la alta maniobrabilidad requerida... Todo esto debía probarse en un vehículo de menos de 100 Kg, es decir, un microsátélite. El primer satélite de la familia, el XSS-10, debía haber sido lanzado a bordo de la lanzadera espacial de la NASA, pero la agencia estadounidense decidió en 1998 que sus vuelos estarían a partir de entonces centrados en el desarrollo de la estación internacional, reduciendo



*Los NEXTSat y ASTRO, antes del despegue. (Foto: DARPA).*

do las oportunidades de vuelo hacia otro tipo de órbitas. Así pues, el XSS-10 fue trasladado a un cohete Delta, donde actuaría como carga secundaria durante una misión para enviar al espacio a un satélite GPS. El pequeño vehículo (81 por 38 cm) pesaría sólo 30 Kg y fue construido por Boeing. En esta ocasión, ensayaría conceptos tales como la cita espacial mediante maniobras inerciales, y utilizaría la etapa superior del cohete Delta como objetivo al que acercarse. Fue instalado junto a la sección de guiado del cohete.

El XSS-10 despegó desde Cabo Cañaveral el 29 de enero de 2003. Su misión sería muy corta, 24 horas, pues sólo estaba equipado con baterías. En primer lugar, fue eyectado de su punto de anclaje, operación que fue mostrada por

una cámara. Una vez a cierta distancia, el satélite se orientó correctamente y apuntó la suya propia hacia el objetivo. Ambos se hallaban en una órbita a unos 800 Km de altitud. El XSS-10 maniobró alrededor de la segunda etapa del cohete Delta-2, pasando por hasta cinco puntos predeterminados. Sus movimientos fueron transmitidos a las estaciones de seguimiento, e incluyeron mantenerse a distancias de 100 y 50 metros, y finalmente a 800 metros. Su navegación fue autónoma, y permitió informar de sus cambios de posición mediante el envío de una señal de video. La misión acabó con el agotamiento de sus baterías.

El siguiente experimento sería el XSS-11, un paso adelante importante en la complejidad del vehículo. Su objetivo sería mejorar lo hecho por su predecesor y ampliar el tiempo de operación de forma notable, ya que debería operar durante al menos un año y hacer diferentes inspecciones. El vehículo fue encargado a la compañía Lockheed-Martin en 2001 y pesó 145 Kg al despegue. Naturalmente, llevaba más reservas de combustible, y paneles solares para alimentar de forma indefinida sus sistemas.

Fue lanzado en un vuelo dedicado, a bordo de un cohete Minotaur-1, el 11 de abril de 2005, que lo dejó en una órbita de 839 por 875 Km, heliosincrónica. La misión del XSS-11 (USA-165), sin embargo, estaría clasificada. Tenía una lista de satélites operativos y desactivados a los que podría acercarse para inspeccionar, pero la US Air Force no dio detalles de sus actividades al respecto. Antes de eso el vehículo practicó el uso de sus sistemas con la etapa superior de su cohete, a la que se acercó inicialmente en tres o cuatro ocasiones, aparentemente con éxito. Alcanzó distancias mínimas de 500 metros, y se dedicó a dar vueltas alrededor del motor agotado, midiendo el gasto de combustible. Según los analistas independientes, el XSS-11 habría permanecido junto a la etapa Minotaur durante un año y medio. Podría no haber visitado ningún otro satélite.

## LA NASA TAMBIÉN LO INTENTA

A diferencia de lo logrado por otras organizaciones, la NASA siempre había llevado a cabo encuentros orbitales entre vehículos con la participación ac-

tiva de astronautas. Dado que en el futuro estaban previstas misiones sin hombres que requerirían ese tipo de habilidad, la agencia inició sus propias iniciativas enfocadas a probar tecnología para garantizar la máxima seguridad y precisión en ese campo. Una de esas iniciativas fue el programa DART (Demonstration of Autonomous Rendezvous Technology), que como su nombre indicaba buscaba ensayar tecnología para citas espaciales mediante sistemas automáticos. Los datos obtenidos se usarían más adelante para hipotéticos vehículos de suministros que tuvieran que acoplarse de forma autónoma a la estación espacial internacional, por ejemplo.

La NASA encargó a la compañía Orbital Sciences Corporation la construc-

ción de la nave DART, un satélite de 360 Kg, de 2 por 1 metro, equipado con un nuevo sensor específico de guía mediante video (AVGS), que sería probado en el espacio. La misión debía durar sólo un año e implicaría a la DART efectuando un encuentro con otro satélite ya en órbita, en este caso el MUBLCOM, un ingenio experimental de comunicaciones de la DARPA y también construido por OSC que se hallaba en el espacio desde mayo de 1999.

El satélite DART fue lanzado en un cohete Pegasus-XL, el 15 de abril de 2005, y enviado a una órbita circular compatible con la del MUBLCOM. El DART utilizó como sistema de propulsión una etapa HAPS, desarrollada como cuarta fase para los Pegasus. Debía usarla para corregir varias veces su trayectoria y finalmente encontrarse con el MUBLCOM, a unos 790 Km de altitud, demostrando incluso una maniobra para evitar una hipotética colisión. Todo lo debía hacer sin participación del personal de tierra.

La misión se desarrolló inicialmente bien, permitiendo que el DART se colocara a 100 metros de distancia del MUBLCOM, en órbita polar. Pero, durante el acercamiento definitivo, los dos satélites chocaron ligeramente (a una velocidad de 1,5 Km/s), sin dañarse, señalando que la maniobra no había resultado del todo acertada. El golpecito elevó un poco la órbita del MUBLCOM, pero se pudo restablecer el contacto con el vehículo. La investigación reveló que hubo diversos errores de navegación y de control del gasto de combustible, y que el sistema que debía evitar una colisión no actuó conforme a lo esperado. En concreto, su cámara AVGS





*El satélite Tango, en el espacio.  
(Foto: OHB-Sweden).*



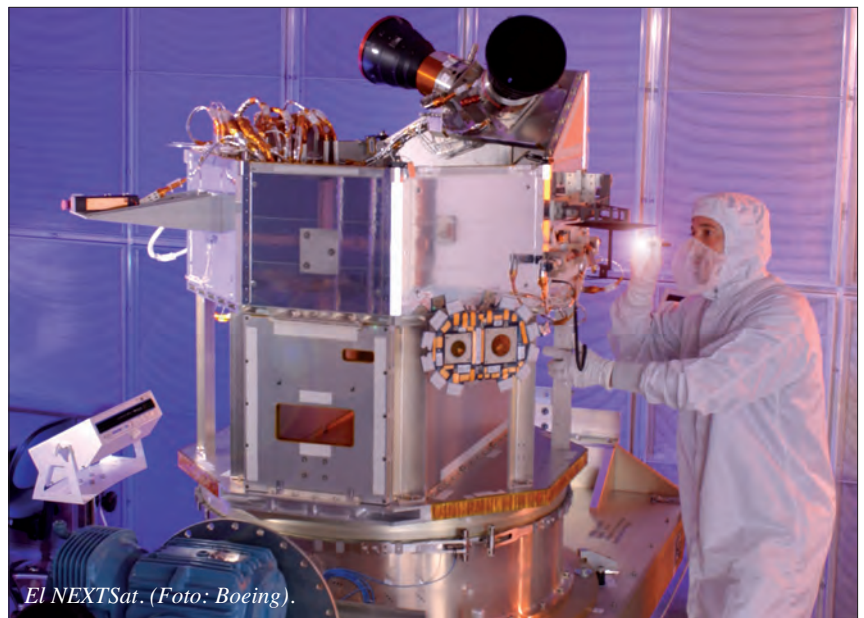
*El cohete en el que se lanzó al XSS-10.  
(Foto: Boeing).*

no operó bien a partir de los 200 metros de distancia, y sin esa información, el DART no pudo lograr los objetivos según las instrucciones preprogramadas. Una de las últimas era propiciar la inmediata reentrada del DART, pero se agotó el combustible antes de tiempo y sólo pudo reducir su órbita hasta los 390 por 470 Km, quedando a la espera de una reentrada natural.

## EL ORBITAL EXPRESS

La estadounidense DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), propietaria del MUBLCOM, tendría su propio programa experimental en este campo. Colaborando con el centro Marshall de la NASA, puso en marcha un programa llamado Orbital Express que trataría de probar, de nuevo, tecnología para futuros satélites autónomos. En su primera misión, se lanzarían dos vehículos, uno actuando como ingenio de mantenimiento (ASTRO), y el otro como satélite compatible para facilitar su reparación y asistencia (NEXTSat).

ASTRO fue construido por la compañía Boeing a partir de 2002, mientras que el NEXTSat lo sería por Ball Aerospace. La NASA aportó su sistema de cámaras AVGS, ya probado durante la misión DART. Dando un paso más adelante que esta última, ambos satélites deberían encontrarse, permitiendo



*El NEXTSat. (Foto: Boeing).*

que el primero transfiriera combustible (hidracina) al segundo, así como que sustituyera un elemento modular, en este caso una batería. Estas tecnologías permitirían prolongar la vida útil de los carísimos satélites militares, sobre todo los de reconocimiento, que operan a baja altitud y deben maniobrar a menudo.

Tanto el ASTRO, de 700 Kg, como el NEXTSat, de 224 Kg, fueron lanzados al mismo tiempo, el 8 de marzo de 2007, a bordo de un cohete Atlas-5, y colocados en una órbita circular de

unos 450 Km. Una vez separados entre sí, practicaron el acercamiento y finalmente se acoplaron, permitiendo el ensayo de las diversas técnicas para las que fueron diseñados. Se transfirieron con éxito tanto el combustible como los recambios, a lo largo de varios meses. El último acoplamiento se efectuó el 29 de junio, e incluyó la instalación de un ordenador suplementario mediante el brazo robótico del ASTRO. Por fin, ambos vehículos se separaron definitivamente, ensayando la capaci-

dad de su sensor a grandes distancias (400 Km) y efectuando un último encuentro que no debía culminar en una unión. Los dos fueron desactivados en julio. La misión Orbital Express se convirtió probablemente en la más exitosa hasta la fecha.

## PRUEBAS SUECAS

Con el objetivo no sólo de ensayar tecnología para vuelos de cita espacial autónoma, sino también vuelos en formación, el Swedish National Space Board aprobó una misión experimental a la que llamaría PRISMA (Prototype Research Instruments and Space Mission technology Advancement). Como en otros casos, estaría formada por dos satélites, llamados MANGO y TANGO, que fueron construidos por la compañía Swedish Space Corporation (OHB-Sweden) con colaboración alemana, francesa y danesa. El primero sería el principal y pesaría 140 Kg, y el segundo 40 Kg.

Ambos fueron embarcados juntos en un cohete Dnepr el 15 de junio de 2010, y situados en una órbita baja heliosincrónica de 600 Km. El 12 de agosto, se separaron entre sí e iniciaron su verdadera misión. MANGO, el único de los dos con capacidad de maniobra, usó su sensor óptico para localizar de nuevo a su compañero desde 500 Km de distancia y acercarse a él hasta unos 10 metros. También ensayó sus cámaras para tareas equivalentes a la inspección y la reparación. En general, se ensayaron sistemas de guiado y de propulsión avanzados, capaces de mantener la distancia entre los vehículos con gran precisión, tal como será necesario hacer con futuros proyectos, como el de la operación de múltiples telescopios en órbita, que conservarán dicha distancia para operar como uno solo.

## TRAS LOS XSS

Terminado prematuramente el programa XSS del U.S. Air Force Research Laboratory, la organización, aún interesada en avanzar en el uso de pequeños satélites para tareas de cita espacial, encargó a la compañía OSC en 2007 la construcción de un nuevo vehículo llamado ANGELS (Automated Navigation and Guidance Experiment

for Local Space). A diferencia de los XSS-10 y 11, sin embargo, el ANGELS, de 70 Kg, debería operar en la órbita geoestacionaria, donde se hallan satélites de gran interés militar.

ANGELS es la última misión hasta la fecha en este campo. Fue lanzada el 28 de julio de 2014, a bordo de un cohete Delta-4. Como el XSS-10, debía ser liberado desde la etapa superior de su cohete, y utilizar a esta última como objetivo para practicar encuentros y mantener la distancia, usando sus sistemas de guiado y, sobre todo, su sensor SSA. Algo que tendrá que hacer durante un año.

ANGELS (USA-255) no viajó solo. Lo hizo junto a dos satélites más, llamados GSSAP-1 y 2, de los cuales tenemos poca información, ya que sus

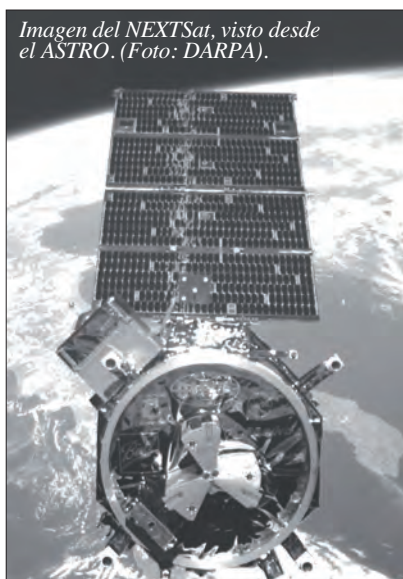
actividades están básicamente clasificadas. Los GSSAP (Geosynchronous Space Situational Awareness Program) también fueron construidos por la compañía OSC, en este caso para la US Air Force, y su objetivo será moverse por encima y por debajo de la órbita geoestacionaria (de aquí la inclusión de dos vehículos), y utilizar sensores para escrutar y espiar a los integrantes de dicha órbita crucial. Se trata pues de prototipos de ingenios capaces de investigar a otros vehículos, con capacidad de maniobra para acercarse a aquellos de los que sea necesario recabar información o saber exactamente dónde están. En 2016 podría lanzarse una segunda pareja.

Los GSSAP tienen probablemente como antecesores a otra pareja de satélites militares experimentales de la DARPA, llamados MITEx (Micro-Satellite Technology Experiment). Fueron lanzados a una órbita geoestacionaria el 21 de junio de 2006 en un cohete Delta-7925, que los colocó en una órbita de transferencia. Una etapa específica los trasladó hasta la altura final. Además de ensayar múltiples tecnologías a bordo, habrían realizado maniobras de forma autónoma para eventuales inspecciones en tales órbitas. Construidos por OSC y Lockheed Martin, respectivamente, los dos satélites de 225 Kg, MITEx-A y B, fueron dirigidos por separado hacia un satélite geoestacionario de alerta inmediata, el DSP-23, a finales de 2008, que había dejado de funcionar. Se desconocen los resultados de tales excursiones de inspección, pero dichos ensayos habrían servido para pulir las misiones de los nuevos GSSAP.

De otras misiones se sabe aún menos. La USAF ha lanzado en tres ocasiones su vehículo experimental X-37B (OTV), capaz de despegar en un cohete y aterrizar planeando para ser reutilizado. Equipado con una pequeña bodega para instrumentos, su capacidad de maniobra lo hace perfecto para labores de inspección de satélites.

## EL FUTURO

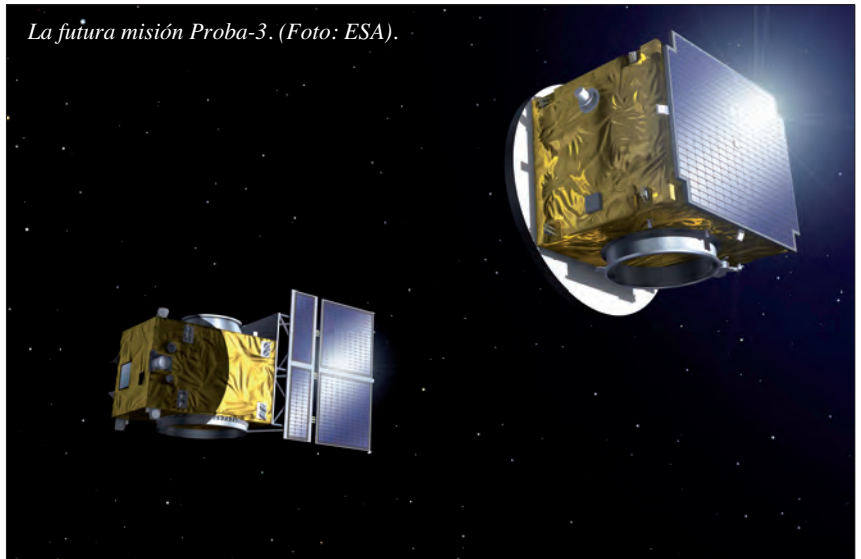
La ESA tiene entre manos una nueva misión que requerirá un control de navegación muy preciso entre dos vehículos. Se llama PROBA-3 (Project



for On-Board Autonomy) y su contrastista principal es la empresa española SENER. Podría volar en 2017. Consiste en dos vehículos que evaluarán, de forma práctica, el vuelo en formación. Para los ensayos, los dos satélites, de 475 y 245 Kg, serán colocados en una órbita muy elíptica (800 por 60.524 Km), desde donde maniobrarán periódicamente para trabajar de forma conjunta, mientras que el resto del tiempo lo harán en vuelo libre. La misión, que durará unos 2 años, no sólo practicará el vuelo en formación, sino que aplicará este método a un objetivo científico: Uno de los satélites tendrá un telescopio para observar el Sol, mientras el otro se situará frente a él, de forma ajustada, actuando como coronógrafo y ocultando el disco solar para la observación de la corona de nuestra estrella. Como se ha dicho, SENER actuará como contratista principal, pero la industria española tendrá una presencia igualmente amplia en el proyecto. Por ejemplo, Airbus Defence and Space construirá uno de los dos satélites, mientras que GMV aportará el subsistema de vuelo en formación. También participarán expertos de Bélgica, Canadá, Portugal, Reino Unido y Suecia.

La misión sueca Prisma permitió que sus dos satélites volasen en formación durante breves períodos de tiempo, a 10 metros de distancia y bajo una precisión de 10 centímetros. El Proba-3, en cambio, tendrá que mantener distancias mínimas de 150 metros con precisiones de milímetros, lo cual es todo un reto tecnológico. Sus dos componentes deberán lograr la hazaña de

La futura misión Proba-3. (Foto: ESA).



El satélite DART. (Foto: OSC).



forma autónoma, sin ayuda terrestre, como si formaran un único objeto rígido en órbita.

Hace varios años, la empresa Orbital Recovery Corporation propuso su vehículo ConeXpress-OLEV, el cual debía poder acercarse y unirse a satélites de comunicaciones que hubieran llegado al final de sus días, para prolongar su vida útil reparándolos y suministrando combustible adicional. Podría también llevar hasta su órbita correcta a aquellos que hubieran quedado en una altitud insuficiente debido a un problema en el lanzador. Por desgracia, ORC se disolvió en 2007. Sin embargo, se creó otra compañía, esta vez llamada Orbital Satellite Service, cuya nueva propuesta se llamó SMART-OLEV y estaría basada en la plataforma de la sonda SMART-1 de la ESA. No obstante, no está claro si este proyecto llegará a fructificar.

Por último, el DLR alemán está trabajando para lanzar la misión DEOS en 2018, específicamente para ensayar la realización de tareas de mantenimiento mediante dos satélites experimentales, uno que actuará como “mecánico” y el otro como receptor del servicio. Construidos por Astrium (Airbus), serán colocados a una altitud de unos 550 Km. Lo más relevante es que, al final de la misión, se practicará la retirada controlada del segundo satélite, lo cual podría tener que hacerse en el futuro con grandes vehículos agotados que amenazan con empeorar el problema de la chatarra espacial ■

Interpretación artística de los componentes de la misión ETS-7. (Foto: JAXA).

