

Ambiente de microgravedad: vuelos parabólicos

LUIS A. FERNANDEZ-CAVADA KING
Capitán de Aviación

LA Agencia Espacial Europea (ESA), a raíz de la resolución acordada en Roma en enero de 1985, decidió tomar los pasos necesarios para hacer realidad misiones espaciales tripuladas. Los programas de satélites científicos y de aplicación junto con el desarrollo de lanzadores comerciales completaban así los planes a largo plazo de la Agencia.

Fruto de ellos nacen los tres programas más ambicioso del proyecto espacial europeo: Hermes, Columbus y Ariane 5.

La europeización de un proyecto iniciado por el Centro Nacional de Estudios Espaciales francés, CNES, fue el origen del Hermes cuya misión básica es el transporte de personal y carga hasta órbitas bajas terrestres (LEO) y su recuperación.

El segundo engloba varios programas:

- El módulo europeo de la Estación Orbital Internacional (Pressurized Attached Module), que se une a los de Canadá y Japón en esta estructura cuyo principal promotor es la NASA.

- El laboratorio de vuelo libre en órbita (Columbus Free Flying Laboratory), que se encontraría temporalmente habitado.

- La plataforma en órbita polar que se dedicaría a estudiar todos los fenómenos que afectan a esta zona del entorno terrestre y que en algunos casos son de gran trascendencia (pensemos en la capa de ozono). Es-

ta estructura orbital se encontraría sin tripulación aunque periódicamente sería visitada por el Hermes para su servicio.

- Misiones preparatorias con la NASA a bordo del Shuttle, de las



que son un claro exponente las misiones Spacelab.

El tercero es el Lanzador que pondrá todas las cargas en órbita. Tendrá capacidad para poner 22.4 Tm. en órbita de transferencia con lo cual el Hermes dispondrá de hasta 3 Tm. de carga de pago.

Hermes y Columbus no son totalmente independientes ya que una de las misiones más importantes para el Hermes sería el servicio del Columbus. Pero además han encontrado un punto en común; la necesidad de experimentar en condiciones de microgravedad.

Las formas de conseguir la condición de microgravedad con la tecnología actual y sin estar en órbita son básicamente tres:

- Torres de Caída Libre en las que se consiguen periodos de ingravidez del orden de tres segundos.

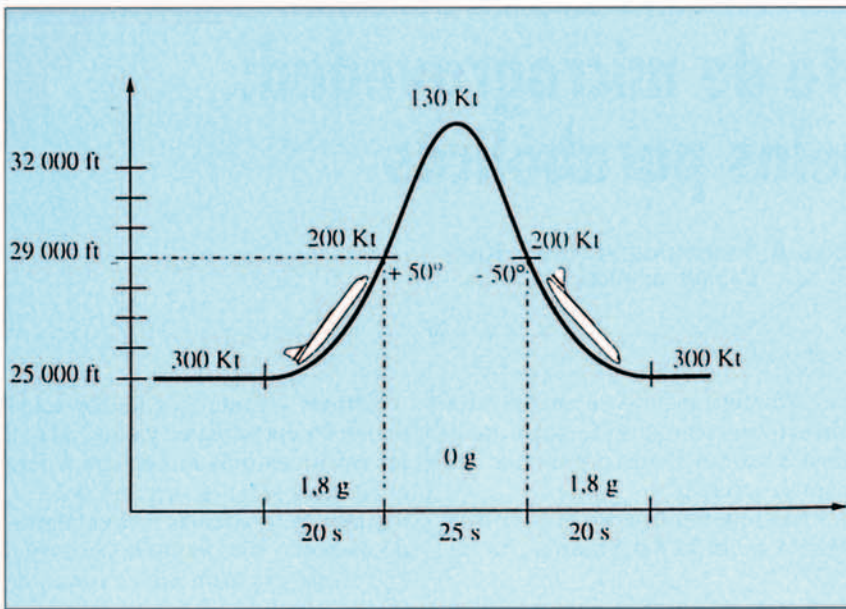
- Cámaras acuáticas en las que todos los objetos son dotados de una flotación cero. No es una verdadera microgravedad pero sirve para acostumbrar al astronauta al manejo de objetos sin peso.

- Vuelos Parabólicos.

Los trabajos diferentes del Hermes y Columbus en condiciones de gravedad cero se han llevado a cabo compartiendo los vuelos parabólicos dentro del mismo avión. Los científicos rechazan este término común de cero G's ya que ni en estas pruebas ni en órbita, se consigue reducir el vector aceleración a cero. De cualquier manera el orden de la magnitud de la

microgravedad en los vuelos parabólicos es de +/- 0.01 G que a efectos prácticos de actividad de las tripulaciones es idéntico a estar en órbita.

Con estos precedentes, el 9 de diciembre de 1991 los dos grupos de trabajo de Hermes y Columbus se



Anexo 1. Perfil de la parábola

reunían en un hangar del Centro de Ensayos de Vuelo (CEV) de Breigny, 40 kms. al sur de París.

El grupo de trabajo de Tripulación del Hermes (HCWG) dirigido por el Doctor Moe Khine de la ESA y compuesto por pilotos e ingenieros de ensayos, se ocupa actualmente de especificar, validar y aceptar los requisitos operativos que deberá tener el Hermes para el cumplimiento de su misión.

El comandante Jose Angel Corugedo y el autor de este reportaje, miembros de nuestro Ejército del Aire, forman parte de este grupo y por tanto estaban entre los 9 miembros del HCWG que han participado en la campaña de vuelos parabólicos en colaboración con los científicos de Columbus.

El CEV, dependiente del Ejército del Aire francés, ha puesto a disposición de la ESA su Caravelle Cero-g. Este viejo reactor que tan buen servicio dió en su día, ha encontrado una última oportunidad para volar realizando estas especiales trayectorias de vuelo. Reforzada su estructura, remotorizado y con la aviónica específica para tan particular cometido el avión cumplió con su misión durante los tres días de vuelos que tuvo la campaña.

El Caravelle "Cero-G", que exteriormente llama la atención por ca-

recer de matrícula, tiene una disposición interior característica. En la parte delantera hay equipos de medida para registrar todos los parámetros de vuelo durante la realización de la parábola y una cabina de vuelo convencional donde solo destaca por extraño un añadido a los cuernos del comandante que impide introducir mando de alabeo durante la parábola. Además se dispone de

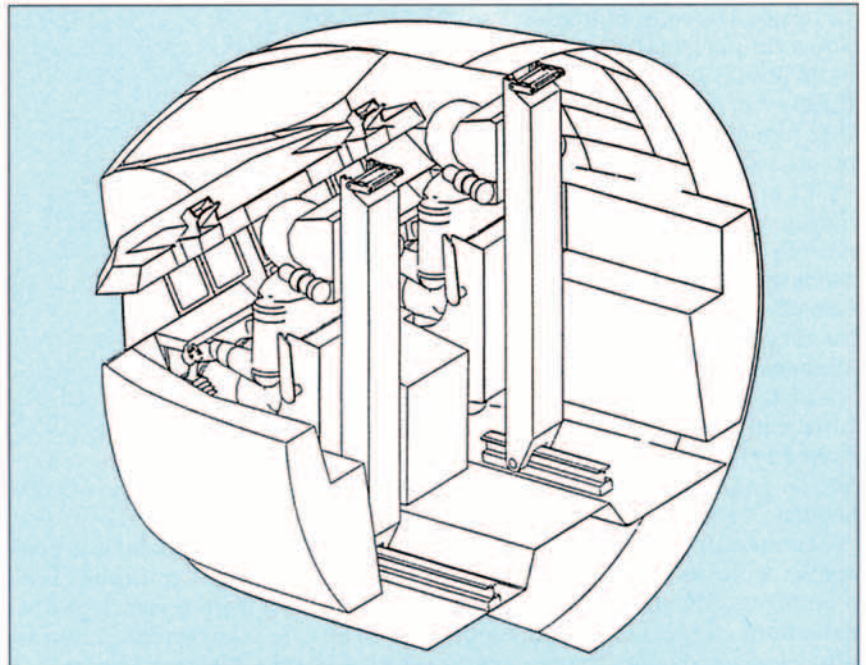
un acelerómetro muy gráfico y preciso para ajustar el mando de profundidad con precisión durante la trayectoria.

La parte central se encuentra despejada y acolchada para poder operar. El centro de gravedad del avión es la referencia para conseguir la microgravedad durante la parábola y es en su proximidad donde se sitúan los experimentos más sensibles. En esta campaña esta posición la ocupó una plataforma de Columbus encargada de inyectar burbujas en un fluido y analizar su comportamiento en microgravedad. En esta zona se dispuso un área totalmente libre para que las tripulaciones del Hermes pudieran entrenarse en este nuevo entorno.

La parte trasera dispone de unos asientos convencionales de pasaje para que sean ocupados durante las fases de despegue y aterrizaje. A modo anecdótico diremos que el único aseo a bordo estaba fuera de servicio.

Tras el preceptivo briefing de seguridad obligatorio para todos los tripulantes se iniciaron los vuelos.

La duración de los vuelos es de aproximadamente dos horas y la mayor dificultad operativa estriba en ajustarse a la reserva de espacio



Anexo 2. Maqueta a escala 1:1 de la cabina del Hermes



Los nueve integrantes del HCWG, grupo de trabajo de tripulación del Hermes, en un momento de descanso

aéreo para la realización de las parábolas. La media era de unas 30 parábolas por vuelo siendo el tiempo efectivo de ingravidez por parábola de entre 25 y 30 segundos.

La ejecución de la parábola es siempre igual. Con un comienzo a 25.000 pies se acelera el avión hasta su máxima velocidad, 300 nudos. Alcanzada esta velocidad, se inicia un tirón de 1.8 G's. Se anuncian 30 grados de morro alto, 40 ... e inyección cuando se alcanzan los 50.

Aquí el piloto cede palanca hasta conseguir cero G's y mantiene la presión necesaria durante toda la parábola para ajustar a +/- 0.01 G. Esto no siempre se consigue dada su dificultad y por depender estrictamente de la habilidad del piloto. Igualmente hay que tener en consideración las aceleraciones en los otros ejes. Ya hemos resaltado el sistema de los mandos de control que impide la interferencia que resultaría de introducir mandos de alabeo no deseados y que físicamente lo impide. El sistema de gases igualmente podría afectar la perfección de la maniobra introduciendo

aceleraciones en la dirección del eje longitudinal por lo que el mecánico de vuelo se encarga exclusivamente de este apartado durante la ejecución.

Los aproximadamente 25 segundos de parábola duran hasta que el avión se encuentra con 50 grados de morro bajo.

En la cresta la velocidad nominal es de 130 nudos pero en ocasiones esta velocidad baja de los 100.

Un Aspecto muy importante es la recogida tras la parábola. La transición entre los cero G's y los dos G's necesarios para sacar el picado ha de ser lo más suave posible. La tripulación que esté experimentando en la cabina puede encontrarse boca abajo dentro del avión y entraña riesgo el aterrizar con dos G's sobre la cabeza. De cualquier modo durante la última campaña no hubo ningún accidente trascendente y las recogidas fueron todas muy suaves. Además se anuncia igualmente la recogida con la llamada previa de los grados de morro bajo.

Las actividades realizadas durante parábolas por el HCWG han sido

muy variadas. La primera de familiarización con la ingravidez. Esta es la mayor diferencia que se encuentra al operar en órbita con respecto a las operaciones en tierra. La ausencia de peso no es igual a la ausencia de masa y la primera experiencia de esto se obtiene con la masa del propio cuerpo humano. Los movimientos deben realizarse en principio a cámara lenta. Cualquier intento de moverse rápido tendrá consecuencias inesperadas y se saldrá despedido por la propia fuerza del individuo. El segundo aspecto importante es la ausencia de un punto de apoyo similar al que en tierra nos es proporcionado por la gravedad al anclarnos hacia abajo. Esto en ingravidez se intenta solucionar mediante todo tipo de arneses, sistemas de ligadura o asientos específicos. Un sistema original que se experimentó durante esta campaña fue el de unos zapatos de succión que se adherían a la superficie.

Otro de los problemas que se estudió fue el acceso y salida de una maqueta a escala de la cabina del Hermes. El movimiento en condi-

ciones de ingravidez acaba resultando más fácil y se pudo constatar el acceso sin dificultades desde la parte posterior y la posibilidad de atarse el atalaje del asiento. Igualmente se analizó tanto el tiempo empleado en atarse como el empleado en desatarse y librar el asiento, factores críticos en caso de una emergencia.

Estas pruebas fueron realizadas con un traje igual al utilizado en el Mirage III para los vuelos a gran altitud para simular al traje IVA (Intra Vehicular Activities) con que contarán las tripulaciones del Hermes y las limitaciones de movimiento que

individuos. Es por este motivo que en la selección de astronautas se busque entre otras cualidades cierta resistencia al mareo. En los vuelos parabólicos se sufre el mismo efecto por lo que se proporciona a los tripulantes un compuesto, el scopdex, que es el mismo que se utiliza en los vuelos orbitales. De todas formas varios de los componentes del HCWG no tuvieron necesidad de usar este fármaco.

Conviene aclarar que determinadas actividades acentúan los efectos del mareo en la ingravidez como por ejemplo la toma de imágenes

La colaboración con el equipo de Columbus consistió en la prueba de ciertos sistemas que serán utilizados en misiones orbitales. Tenían básicamente un carácter práctico y podemos destacar la utilización de herramientas adecuadas al uso en microgravedad, diferentes sistemas de arneses y un panel con diferentes tipos de conexiones y válvulas que debían ser manipuladas con unos guantes similares a los que tienen los trajes EVA (Extra Vehicular Activities). El mayor inconveniente en todas estas pruebas consistía casi siempre en el punto de apoyo necesario para realizar cualquier esfuerzo de torsión.

Miembros del HCWG pudieron comparar los vuelos parabólicos ofrecidos por el CEV con los realizados por otras agencias ya que algunos de sus miembros han participado en otras campañas. Todos estaban de acuerdo en que las parábolas del centro de ensayos francés eran las más suaves (analizando la recogida). La NASA realiza estas experiencias a bordo de los KC-135 acondicionándolos específicamente para ello. Las parábolas se caracterizan por empalmarse unas con otras pudiendo realizar más de 50 en una sola misión. Las misiones en el Caravelle suelen promediar 30 parábolas por vuelo. La agencia espacial rusa realiza sus parábolas con el Ilyushin-76 aunque el número de éstas por misión suele ser solamente diez. La gran sección de su fuselaje puede añadir cierto riesgo si no se está bien situado en la recogida. No es lo mismo caer 5 metros con 1G que con dos.

Los vuelos parabólicos ofrecen la posibilidad de experimentar y validar sistemas y medios desde un punto de vista práctico recogiendo información que de otra manera solo se podría recoger en vuelos orbitales reales bastante menos asequibles. Las 125 parábolas realizadas durante esta campaña en cinco vuelos diferentes no llegan en total a una media hora de ingravidez. Pero los resultados deberán ser analizados en los meses siguientes y serán de un gran valor contribuyendo en el avance de la exploración espacial europea. ■



El comandante Corugedo durante uno de los ejercicios de la campaña de vuelos parabólicos, realizada en colaboración con los científicos de Columbus.

este presenta cuando se encuentra presurizado.

Cuatro miembros del HCWG de talla media, la única ofrecida de momento, fueron los sujetos de la prueba con el IVA. Se encontraron en todo momento asistidos por un equipo médico que monitorizaba las pruebas extremando las precauciones en las situaciones de presurización.

Todas las pruebas se registraron en vídeo, tanto las fijas que monta el avión en su interior, como con las videocámaras de uso general que todos los miembros, por turno, fueron utilizando. La ingravidez tiene normalmente un efecto sobre el sentido del equilibrio que acaba provocando mareo en un elevado porcentaje de

con la cámara de vídeo o la rotación inducida sobre el sujeto con los ojos cerrados alrededor de él mismo. Esta práctica se realiza para ejercitar el sentido de la orientación en condiciones de ingravidez y sin tener acceso a la información proporcionada por el sentido de la vista. Se puede comprobar que ésta dura muy poco, dos o tres vueltas, tras lo cual la desorientación es total. Es necesario acudir a la vista para orientarse. En todas las misiones orbitales se hace necesario proporcionar un arriba y un abajo incluso recurriendo a colores diferentes para el suelo y el techo que proporcionen las pistas necesarias para la noción de orientación que ya no es facilitada por el sentido del equilibrio.