

La Misión Ciencias de la Vida (Cooperación CNES / NASA)

ANTONIO CASTELLS BE,
Teniente Coronel Ingeniero Aeronáutico

EXISTE una opinión, desgraciadamente demasiado extendida, de que la investigación espacial, está exclusivamente dirigida hacia la guerra. En el nº 526 (Octubre de 1984), REVISTA DE AERONAUTICA Y ASTRONAUTICA, publicaba un dossier sobre esta cuestión, en el que exponían todos los campos en que la investigación espacial está contribuyendo enormemente al desarrollo humano. Efectivamente los últimos avances obtenidos en casi todas las ramas de la Ciencia y de la Tecnología, son en gran parte debidos a la investigación espacial. En esta línea se sitúa la misión 51 E (Ciencias de la Vida), que el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES), en colaboración con la Agencia Espacial Norteamericana, la conocida NASA, está desarrollando actualmente.

En realidad, la colaboración espacial franco-norteamericana empezó al principio de la década de los 60 y se desarrolló por la vía de intercambios entre científicos, lo que condujo rápidamente a la realización de campañas de lanzamientos de cohetes-sonda, y luego a la integración de experiencias francesas en misiones NASA. Se puede decir de una forma general que esta colaboración se ha ejercitado en los dominios de la Astronomía, de la exploración del sistema solar, de la Aeronomía (1), y de la

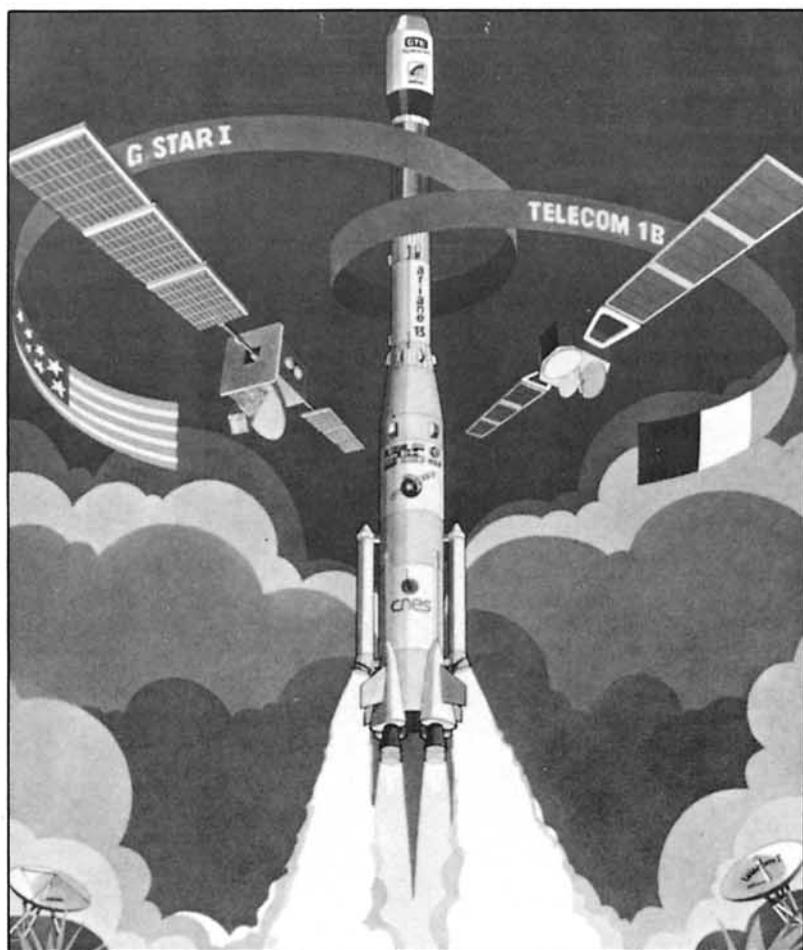
Meteorología. El primer programa de importancia se inició en 1961, y consistió en el lanzamiento del primer satélite francés, el FR-1, que fue puesto en órbita el 6 de diciembre de 1965, con objeto de estudiar la propagación de ondas de radio de muy baja frecuencia entre la superficie terrestre y la magnetosfera. Cabe también mencionar el sistema SARSAT-COSPAS, actualmente en funcionamiento.

Esta nueva colaboración, "la Misión Ciencias de la Vida" es quizá la más importante hasta la fecha. Una de las experiencias francesas, con-

siste en estudiar el efecto de la falta de gravedad sobre el cuerpo humano en tres dominios esenciales: el sistema dinámico, que comprende todo lo que circula en el cuerpo, como la sangre dentro del sistema cardiovascular; el sistema estático que comprende nuestro esqueleto; el sistema, que por analogía con la tecnología de las naves espaciales, se podría llamar "Sistema de guiado y navegación", y que engloba el equilibrio, la orientación, la coordinación de los movimientos y de la visión. Debido, a que por el momento no se puede disponer de una

misión de larga duración, las experiencias ligadas al estudio del sistema estático, y más específicamente las relacionadas con los huesos y su remodelación en microgravedad se limitan al estudio de la respuesta inmediata de la estructura de los tejidos óseos a la gravedad.

Dentro de este marco las experiencias francesas de la misión 51-E se pueden clasificar en dos clases: Ecografía y Postura (Equilibrio y vértigo). Ya en la misión franco-soviética Soyuz T6-Saliut 7, el astronauta francés Jean-Loup Chretien realizó una serie de observaciones en esos dos campos. Ecografía es bastante similar a la misión 51-E. En realidad el material, desarrollado y construido por MATRA ha sido simplemente adaptado al Space Shuttle americano, sobre



Ariane V13

todo respecto a los esfuerzos que aparecen en el lanzamiento. La experiencia sobre postura, ha sido profundamente modificada, lo mismo en lo que se refiere al equipo que respecto al programa experimental, que ha sido ampliado.

ECOGRAFIA (2)

En la ausencia de la gravedad, la desaparición de la presión hidrostática da lugar a una redistribución de la masa sanguínea en el organismo. Una masa de sangre importante se desplaza hacia la parte alta del cuerpo y la distribución de líquido extracelular se ve modificada. De ello se deriva una transferencia de líquido extracelular hacia el compartimento vascular y una variación importante de la presión venosa en casi todo el organismo. Ello produce una formación progresiva de un edema en la parte alta del cuerpo (cabeza y tronco), y probablemente un aumento del volumen de líquido extracelular en corazón y pulmón.

Se tienen por lo tanto unas fuertes perturbaciones que producen modificaciones masivas. La mayoría de los estudios efectuados, hasta ahora, sobre el sistema cardiovascular se basaban en medidas realizadas antes y después del vuelo. No se podían conseguir muchas observaciones durante el vuelo, a causa de la falta de medios adecuados. El

materias desarrollado para la operación 51-E utiliza la técnica de los ultrasonidos. Esto permite evaluar cualitativa y cuantitativamente la hemodinámica y la función cardiovascular, y los resultados adquiridos en el vuelo del Soyuz, así como los acumulados por los cosmonautas soviéticos, que han vivido desde 1982, en Saliut 7, han permitido confirmar la elección de partida.

El material de abordaje ha sido concebido a partir de un prototipo realizado en el Laboratorio de Biofísica Médica de la Facultad de Medicina de Tours. El equipo de vuelo es un producto de la Sociedad Matra-Interelec (Paris), pero los sensores de ultrasonidos han sido fabricados por la Sociedad Vermon, de Tours, bajo la dirección del CNES. Estos aparatos pesan un total de 80 kgs., y se agrupan en dos cajones. El primero contiene la parte electrónica, y el segundo un magnetoscopio que permite el almacenamiento de los datos, una pantalla video, los sensores y algunos accesorios.

Este material se puede utilizar de cuatro formas, que permiten estudiar la circulación superficial y realizar exámenes de corazón y abdomen. El cualquiera de las cuatro formas de funcionamiento siempre se recoge un electrocardiograma.

Las medidas realizadas durante el vuelo alcanzarán su pleno valor una vez que son comparadas con las medidas de antes y después del vuelo.

Inmediatamente después del vuelo se realizan una nueva serie de medidas, durante la fase llamada de "recuperación", pero se complementan con otras realizadas treinta días después de la vuelta a Tierra.

Las medidas realizadas antes y después del vuelo tratan sobre todo de la adaptación del sistema cardiovascular al estudiar la tolerancia a la posición de pie, y por otra parte a la capacidad para realizar esfuerzos. Estos datos se comparan con las modificaciones de la presión venosa central, y con las modificaciones hormonales producidas por la redistribución de los líquidos en el interior del cuerpo.

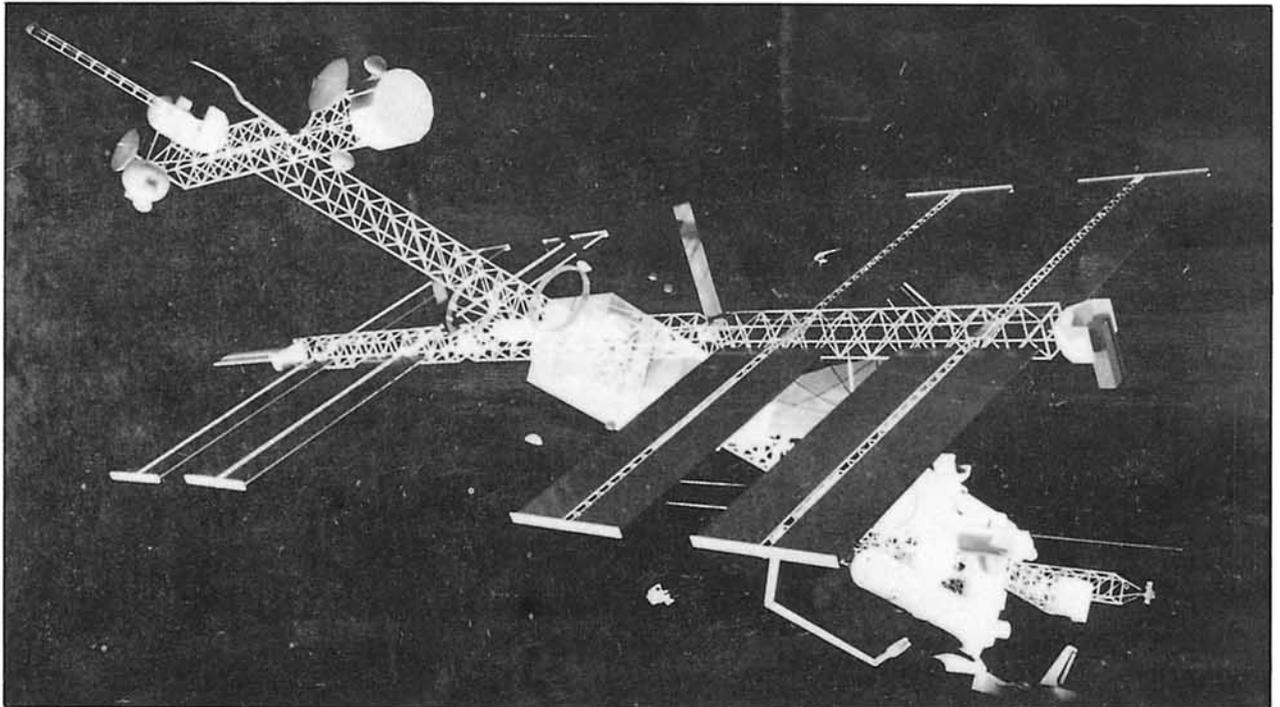
Con estas experiencias se podrá mejorar el conocimiento humano sobre las cuestiones siguientes:

Contribución al estudio de los mecanismos de regulación del conjunto de la función cardiovascular perturbada por la redistribución de la masa de líquidos y por la instalación de un nuevo gradiente de presión.

Evaluación del efecto de estas regulaciones sobre el corazón (dimensión, contractibilidad, fracción de eyección) y sobre los flujos locales (cerebro, miembros).

Estudio de la respuesta dinámica del corazón bajo microgravedad, cuando se modifica el gradiente de presión.

Comparación entre los datos obtenidos durante el vuelo con los



Modelo estación espacial propuesto por NASA, actualmente en estudio por parte de McDonnell Douglas.

medidos en el suelo sobre los mismos sujetos.

Estudio de la fase de readaptación a la gravedad terrestre normal después del vuelo.

De todas formas estas experiencias pueden repetirse muchas veces en el futuro, lo que nos dará la posibilidad de generalizar los resultados obtenidos.

Precisamente, para tratar de mejorar los resultados obtenidos, se están desarrollando nuevos equipos. Funcionarán sobre la base del mismo principio (ultrasonidos), pero permitirán, gracias a su precisión, acoplar los datos con dosificaciones hormonales asociadas durante el mismo vuelo. La próxima generación de ecografías espaciales es conocida con el nombre de "As de Corazón".

EQUILIBRIO Y VERTIGO

Estas experiencias han sido dirigidas por el Laboratorio de Fisiología Neurosensorial del Centro Nacional de la Investigación Científica (CNRS) francés.

Como es sabido en cuanto desaparece la gravedad, las actividades sensoriales motrices se ven muy perturbadas. El sistema de "guiado y navegación" interno se ve gravemente afectado, primero en el dominio de la estabilización y de la orientación de la postura, y también en el de los mecanismos reflejos que estabilizan la imagen, formada en la retina.

El resultado de estas perturbaciones es multiforme; para simplificar se puede decir que hay que volver a aprender a realizar cualquiera de los gestos que nos son habituales. De todas formas, lo que se ha observado hasta ahora, es que al principio del vuelo es la vista la que se hace cargo, casi totalmente, del control de la posición del cuerpo. Mientras tanto el sistema nervioso se ocupa de redistribuir (por cierto muy rápidamente) los nuevos datos que se derivan de la falta de gravedad, a todo el sistema muscular. Ello demuestra la extraordinaria capacidad de adaptación que posee el cuerpo humano.

Una vez que los nuevos datos han sido totalmente absorbidos, lo que ocurre unos días después de la iniciación del vuelo, tiene lugar una especie de sustitución de modo de funcionamiento del sistema muscular que se ha liberado, siendo reemplazada la actividad muscular terrestre (esfuerzo continuo) por una actividad impulsiva.

Estos resultados ya fueron confirmados durante el vuelo del Space-lab 1, realizado a finales de 1981.

Por ello se decidió ampliar las

experiencias, rediseñando el material de a bordo, con objeto de que ocupe menos espacio, fragmentándolo en pequeños módulos. Esto era totalmente necesario, ya que quedaba poco volumen disponible en los armarios del puente intermedio (middeck) del Challenger para el vuelo 51-E.

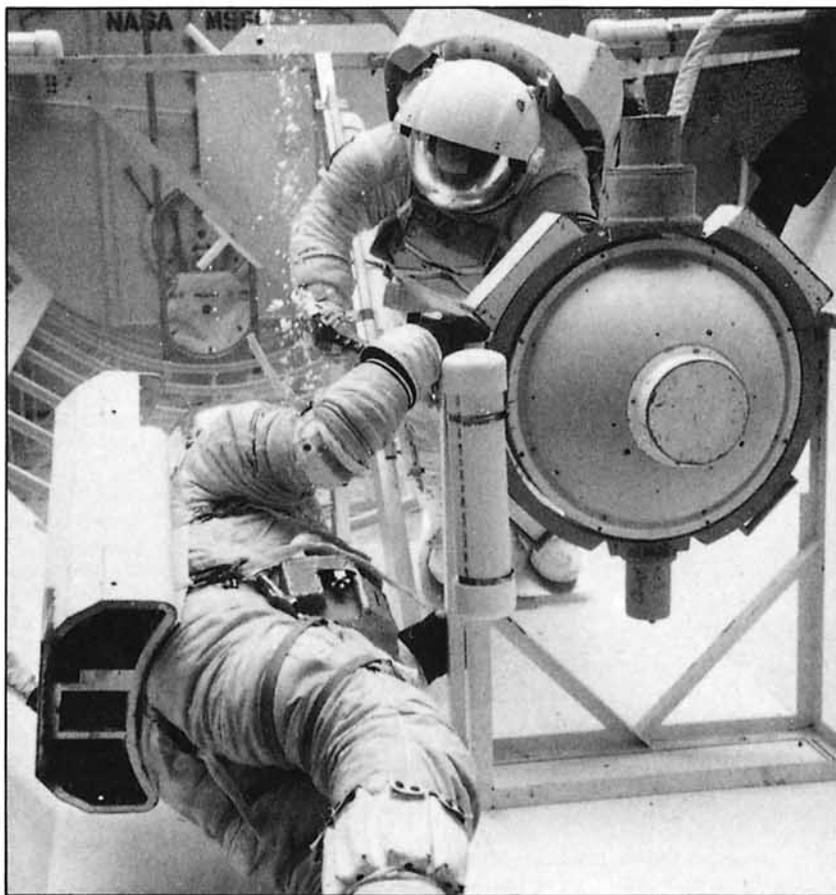
El material de "Equilibrio y Vértigo" ha sido bautizado "Pocket", con el fin de poner en evidencia lo compacto del conjunto, que cabe en una maleta de tipo attaché, y pesa aproximadamente 8 kgs. Comprende sensores que se aplican sobre la piel, que permiten registrar la actividad muscular y los movimientos de los ojos, su cableado, módulos que se llevan en la cintura y que aseguran la obtención y el control de los datos y su registro, la alimentación eléctrica del conjunto de los aparatos de medida (acelerómetro de pulsera, potenciómetro de tobillo y goniómetro de cabeza), una placa de apoyo para los pies, una visera/casco que permite las experiencias que requieren una visión ocultada o estimulada. El concepto lo dio el

Laboratorio de Fisiología Neurosensorial del CNRS, y los materiales de entrenamiento y de vuelo han sido contruidos por las sociedades Aeta (Velizy), Eremis (Balma) y Comat (Toulouse), y todas ellas dirigidas por el CNRS.

Este material va a permitir efectuar cuatro tipos de experiencias:

1. El papel de la visión en el control de posición, permitiendo determinar con precisión el periodo durante el cual la visión es predominante. Para ello, el astronauta deberá adoptar lo más precisamente posible, cierto número de actitudes simples; se variará el parámetro visual, pidiéndole al astronauta que mantenga estas posiciones en visión normal en la oscuridad y en visión estabilizada, utilizando en estos dos casos la visera.

2. Determinación de la fecha en la que los mecanismos de adaptación a plazo largo empiezan a intervenir. Para ello, el astronauta deberá efectuar movimientos voluntarios con el brazo. Si está sometido el síndrome de adaptación al espacio,



McDonnell Douglas presentó a la NASA un estudio sobre "el papel del hombre en el espacio". Entre los temas destaca la capacidad manual del hombre, tal como se aprecia en las pruebas submarinas de reparación de plataformas espaciales.

llamado "mal del espacio", es muy interesante correlacionar estas manifestaciones con las fases sucesivas del proceso de adaptación sensorial-motor.

3. Estudio de la influencia de la ausencia de gravedad sobre el reflejo vestibulo-ocular, que es esencial en el proceso de estabilización de la imagen en la retina, cuando se realizan movimientos de la cabeza, principalmente de arriba abajo o inversamente. Con gravedad normal, el movimiento de los ojos está controlado principalmente por los receptores vestibulares (canales semi-circulares y otolitos) situados en el oído interno.

Sin gravedad, estos receptores, sobre todo los otolitos se encuen-

móviles que percibimos en la retina.

Además de estas experiencias se puede realizar una quinta, que es muy simple, y que permite estudiar las perturbaciones de la representación mental de objetos bi y tridimensionales en ausencia de gravedad. Para ello, el astronauta realizará una serie de dibujos de objetos, como, por ejemplo, un plano del puente intermedio de la nave espacial. Para realizar ese dibujo, hace falta primero imaginarse mentalmente el espacio que deba representarse gráficamente, y ello depende mucho de las informaciones procedentes de los captadores del sistema vestibular.

Estando estos afectados por la

nes, que procura que no realicen misiones como la de "Equilibrio y Vértigo" que pueden dar lugar a los síntomas del "mal del espacio", tales como náuseas y vómitos, ya que esto podría perturbar el cumplimiento de las misiones prioritarias que le están encomendadas.

CONCLUSIONES

Según acabamos de ver las experiencias espaciales pueden ser muy útiles para el desarrollo de la Medicina. Además en este campo existe una colaboración muy estrecha entre países, como Francia, Rusia y Norteamérica, que en otros están muy enfrentados. No hay que insistir sobre los que existen entre Rusia y Norteamérica, pero también sabemos que en los campos económico, técnico y científico, Francia y Norteamérica tienen divergencias bastante profundas. Ultimamente Europa ha empezado a desarrollar una réplica al plan norteamericano IDE, vulgarmente conocido por "Guerra de las Galaxias". Esta réplica ha recibido el nombre de EUREKA, que por cierto no debe confundirse con la plataforma EUREKA, también de cooperación europea.

El CNES está convencido que los progresos a realizar en la conquista del Espacio, necesitan en gran medida de la presencia del hombre en él. A partir de 1980, el CNES seleccionó a dos astronautas, que han realizado vuelos en programas franceses, rusos y norteamericanos. Actualmente esta selección se ha aumentado hasta una decena de personas. Asimismo el CNES considera que los encuentros en órbita son muy necesarios para el desarrollo de las colaboraciones internacionales. En este camino el avión espacial HERMES desarrollado por Francia constituye un elemento importante para el proyecto de estación orbital habitada, propuesto por el Presidente Norteamericano Ronald Reagan. En efecto el HERMES permitirá optimizar la utilización de tal estación, en provecho del conjunto de los colaboradores, como medio de transporte de materiales y hombres.

También es sabido de todos la colaboración de España en la fabricación de los diferentes modelos de ARIANE, el transbordador espacial europeo, para lo que CASA está en estrecho contacto con la Agencia Espacial Europea (ESA). ■



El cosmonauta francés Jean Loup Chretien (izquierda) participante de la misión 51 E, antes de salir el 21 de junio de 1982 en la nave soviética Soyuz T 6.

tran fuertemente perturbados: estudiando los movimientos de los ojos durante los movimientos de cabeza, se puede obtener información sobre el desacoplamiento entre esos dos tipos de receptores, al faltar la gravedad. Este estudio permitirá profundizar el conocimiento sobre la influencia de los movimientos de la cabeza arriba-abajo-arriba en la aparición del síndrome de adaptación al espacio.

4. Estudio de la influencia de la ausencia de gravedad sobre el mecanismo reflejo opto-cinético, que permite al ojo seguir una escena en movimiento, y volver, luego, por sacudidas, a una posición centrada. El astronauta utiliza la visera, dentro de la cual desfilan escenas visuales, verticalmente y luego horizontalmente. Calculando la relación entre la velocidad de las fases lentas de los ojos, al seguir la escena y la de la escena visual, se puede determinar el papel de los otolitos sobre dicho mecanismo reflejo, que nos permite estabilizar las imágenes

ingravedez, es muy posible que la representación mental del espacio para el astronauta se vea modificada, y por lo tanto su dibujo deformado. Los esquemas se analizan en un ordenador después de la misión.

Todos los datos obtenidos durante el vuelo se comparan con los adquiridos antes del vuelo sobre uno de los astronautas y sobre una gran cantidad de ellos que no participan en la misión. Estas medidas se realizan 30 días y 5 días antes del vuelo. Se vuelve a hacer lo mismo después de la conclusión de la misión. Las pruebas realizadas en tierra se realizan principalmente en el Laboratorio de Neurofisiología del Centro Espacial Johnson de Houston (Texas).

Contrariamente a la experiencia "Ecografía", en la que participa un miembro norteamericano de la tripulación, en la "Equilibrio y Vértigo", sólo participan franceses. Ello es debido a la política de la NASA, sobre utilización de las tripulacio-

- (1) Aeronomía: estudio de los fenómenos físicos en la alta atmósfera.
- (2) Como es sabido, Ecografía es un método de diagnóstico médica que utiliza la reflexión de ultrasonidos.