

Sonda espacial "Fobos".

Fobos: la hora de las críticas

ALICIA RIVERA

FOBOS era el programa de las novedades. Los éxitos cosechados por los soviéticos tanto en astronáutica pilotada como automática, los buenos resultados de la misión VEHA, en Venus, y en el cometa Halley, habían dado confianza a ellos mismos, a especialistas de 11 países y a la Agencia Espacial Europea, que consideraron interesante embarcarse en este ambicioso proyecto. Para la ocasión se estrenó un nuevo tipo de sonda espacial, que según sus diseñadores iba a servir tanto en este viaje como en otros diferentes. Experimentos exóticos se alternaban con los convencionales. El objetivo mismo, el satélite Fobos del planeta Marte, es tremendamente atractivo por desconocido. Además, han tenido una

publicidad considerable, en comparación con la práctica hasta ahora de la URSS, la preparación del proyecto, el lanzamiento, el viaje... y el frustrante final.

Los problemas han desatado la polémica, ante todo entre los especialistas soviéticos, a la hora de hacer valoraciones. El programa de exploración de Marte, elaborado minuciosamente por la URSS con vistas a una expedición tripulada dentro de treinta años, puede verse afectado por estos acontecimientos.

El 7 y 12 de julio del año pasado dos cohetes Protón, desde la base de Baikonur, pusieron las estaciones interplanetarias Fobos-1 y Fobos-2 en trayectoria hacia Marte. En agosto empezó a recibirse información científica del programa de

investigaciones, que incluía el estudio del Sol y el espacio interplanetario. El 2 de septiembre, un operador envió un telecomando erróneo a Fobos-1, que perdió la orientación correcta y descargó sus fuentes de alimentación. Durante varias semanas se intentó, sin resultado positivo, restablecer la comunicación con la nave, hasta que se perdió toda esperanza. Puesto que Fobos-2 era más completa que su compañera, además de incluir casi todos sus equipos, se salvó la situación a pesar del mal trago, y continuó el plan previsto.

A finales de enero de 1989, después de recorrer 470 millones de kilómetros en siete meses, la Fobos-2 llegó a las inmediaciones de Marte, realizó las maniobras oportu-

EL ENIGMATICO FOBOS

FUE Kepler el primero en suponer que Marte tenía satélites, en 1610, pero transcurrieron más de dos siglos y medio antes de que se confirmase su idea. Las dos lunas marcianas fueron descubiertas en 1877 por el astrónomo estadounidense Jonathan Swift, y recibieron los nombres de Fobos y Deimos (miedo y horror en griego), los compañeros del dios de la guerra, pero durante mucho tiempo no se tuvo prácticamente información sobre ellas. Las observaciones desde la Tierra no permitían determinar siquiera la masa y dimensiones de estos pequeños cuerpos celestes. Sólo con la visita al lugar, con las naves espaciales, empezaron a conocerse sus características básicas.

Fobos tiene forma de patata, con unos 27 kilómetros de diámetro máximo. Su masa es aproximadamente $1,5 \times 10$ (elevado-8) respecto a la de Marte; su densidad, 2 gr./cm². Esto significa que no puede estar compuesto de rocas procedentes de procesos volcánicos, que son las que componen la corteza y el manto de los planetas del grupo terrestre. Es la densidad característica de los llamados asteroides C. Existen diversas teorías sobre cómo quedaron atrapados en torno a Marte (choques de cuerpos celestes, captura por la protoatmósfera de Marte, vuelo de los dos asteroides por perturbaciones en la Zona de Júpiter sobre el anillo de asteroides, etc.), pero este es aún uno de los interrogantes sobre el tema que esperan respuesta.

Los dos satélites marcianos describen órbitas sincrónicas respecto al planeta, ofreciendo siempre la misma cara hacia él. Debido al efecto gravitacional de Marte, Fobos se va acercando gradualmente a Marte y, según cálculos, deberá caer en él dentro de 30-70 millones de años. De cualquier modo, su situación se conocía hasta ahora con escasa precisión. El paisaje de Fobos es enigmático; su superficie está cubierta de cráteres de origen meteorítico, el más grande, Ickney, tiene un diámetro de 10 kilómetros, y parece estar originado por un fortísimo choque que provocó el agrietamiento de todo el satélite: multitud de surcos casi paralelos y rectos con anchura de 400-600 metros y profundidad de 60-90 metros.

El frustrado programa soviético pretendía aclarar muchas cuestiones pendientes de este curioso cuerpo solar. Estaba previsto realizar espectroscopias infrarroja y gamma: la primera para conocer las propiedades termofísicas y reflectoras de la superficie y composición mineralógica; la segunda para el análisis de elementos como hierro, silicio, aluminio, calcio, magnesio, etc., y de los radiactivos naturales (uranio, torio, potasio). Con el radar se iban a investigar el relieve de Fobos, su estructura interna y las características electrofísicas del suelo, aplicando el método de radiosondeo por impulsos.

Los módulos de descenso iban a permitir conocer la composición química y características físicas del suelo en los puntos de contacto, al tiempo que la cámara distinguiría en las imágenes la microestructura del terreno y los detalles de la superficie.

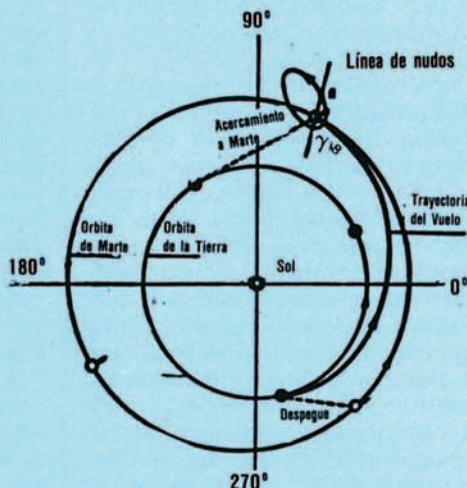
En mecánica celeste, y esta parte del programa se ha cumplido en cierta medida, se trataba de puntualizar la situación de Fobos, tanto en el sistema de coordenadas, relacionado con la Tierra, como en referencia a los cuasars, las radiofuentes más alejadas en el Universo. La estación de larga vida iba a trabajar en estas cuestiones durante todo un año. El sensor de la dirección exacta hacia el Sol proporcionaría información sobre las oscilaciones del satélite marciano respecto a su propio centro de masas.

"Debido a la compresión gravitacional y a la refundición radiactiva, los planetas masivos han sufrido cambios esenciales durante su evolución", explicaba las razones del interés del proyecto Fobos su director científico, Roald Sagdeev. "Pero desde la formación del Sistema Solar, los cuerpos pequeños (cometas y asteroides) no han sufrido transformaciones tan grandes. Se puede suponer que el material que compone estos cuerpos celestes es cercano al del estado primigenio. Los trabajos que se realizan en este campo ayudan a comprender mejor el carácter de la evolución no sólo en Marte, sino también en la Tierra".

ESQUEMA DEL VUELO DE LAS SONDAS INTERPLANETARIAS FOBOS (TIERRA - MARTE) 1988

En el dibujo se indica:

- Órbitas de la Tierra y Marte.
- Posición de los dos planetas en el momento del despegue del aparato y de su acercamiento a Marte.
- Trayectoria de vuelo desde la Tierra a Marte.
- La primera órbita del aparato junto a Marte.
- La línea de los nudos de la primera órbita.
- ⊕ Tierra.
- ♂ Marte.
- γ ☉ Punto del equinoccio primaveral marciano.
- Nudo ascendente de la primera órbita del aparato Fobos.



tunas y se colocó en una órbita ecuatorial de observación a una altura de 6.330 kilómetros, es decir, 350 kilómetros por encima de la del satélite natural Fobos. Se ha sabido después que hubo diversos problemas de comunicaciones con la sonda, pero todo se desarrolló según lo previsto, con la consiguiente euforia de los especialistas en balística, que acertaron a su objetivo con una precisión de filigrana.

En dos meses, Fobos-2 realizó diversos estudios de la fase marciana del programa y del Sol, al tiempo que tomó imágenes y mediciones para proceder a la maniobra de aproximación a Fobos. El 27 de marzo, en la primera comunicación del día con la nave, se enviaron telecomandos de giro y toma de mediciones adicionales del satélite de Marte a 214-371 kilómetros del mismo, necesarios para la aproximación y desarrollo de la fase culminante del programa: vuelo rasante sobre Fobos, experimentos de láser y cañón iónico y desprendimiento de los dos módulos de descenso. A las siete de la tarde (hora de Moscú) estaba prevista la segunda comunicación de la jornada, pero la sonda permaneció muda. Trece minutos más tarde se recibió una leve señal pero volvió a callar. Al cabo de una semana en que se hicieron todos los intentos imaginables para recuperar el contacto, la Fobos-2 se consideró perdida.

Los soviéticos tardaron varios días en analizar lo sucedido y dar aclaraciones. En una rueda de prensa en Moscú, se explicó el desgraciado final y salieron a la luz los problemas que se habían venido arrastrando entre los responsables de la parte técnica del programa y los de la parte científica. Las valoraciones son diferentes, para unos el fracaso ha sido casi total, para otros relativo. Ha habido resultados muy positivos, la mayor parte de los investigadores europeos están satisfechos porque sus experimentos correspondían a la fase de viaje. La URSS ha sufrido el primer descalabro espacial en varios años, y Fobos ha costado más de 34 mil millones de pesetas.

MULTIETAPAS - MULTIPROPOSITO

En enero de 1988, tres altos responsables del diseño de las naves

Fobos explicaban en la revista de la Academia de Ciencias de la URSS, cómo era su ingenio y las ventajas de una configuración que le hacían apto para misiones espaciales diferentes. En la rueda de prensa en Moscú después del desastre, Viacheslav Kovtunenko, jefe técnico del proyecto, comentó que en 1980 se decidió iniciar estudios integrales de la Luna, Venus, Marte y los asteroides. "Para ello, dijo, hubo que decidir entre crear un aparato para cada tarea concreta o diseñar un modelo único modificable. Como la segunda variante era más barata, se optó por ella".

Por primera vez los soviéticos han utilizado un sistema de varias etapas en el diseño de una sonda planetaria. En la primera etapa funcionó el grupo propulsor autónomo (GMA), con el que se realizó la corrección en la ruta Tierra-Marte, el frenado al ponerse en la órbita intermedia marciana y las maniobras para pasar a la órbita de observación. En ese punto el GMA se separó de Fobos, que utilizó en las siguientes operaciones dinámicas el grupo motopropulsor de orientación y estabilización. La estructura de múltiples depósitos de combustible está ideada para optimizar la cantidad de combustible necesaria en cada misión y reducir el peso.

La estructura de la nave es la siguiente: el compartimento instrumental es el elemento de fuerza al que se acoplan, por abajo el grupo propulsor y sus depósitos de combustible y, por arriba, el compartimento de los instrumentos científicos. Después de separarse el GMA se queda "al descubierto" la parte inferior del aparato que lleva los equipos de servicio y científicos necesarios para la aproximación a Fobos y los experimentos. En la parte superior se encuentran los aparatos de investigación solar. Al compartimento instrumental se fijan también el grupo motopropulsor de orientación y estabilización y los captadores del sistema de orientación. Encima está instalada la antena.

Esta composición debe permitir variar, también en la parte superior, los complejos de servicio y experimentales e instalar módulos de descenso o sistemas de acoplamiento con otros aparatos.

El segundo factor para reducir el peso ha sido la utilización de siste-

mas de a bordo de pequeñas dimensiones y bajo consumo energético. El ordenador de a bordo realiza funciones de tres sistemas: de control, orientación y automático. El equipo de orientación, pequeño, muy sensible y de alta precisión, ha sido capaz de orientar la nave espacial tanto por estrellas de débil luminosidad como por Fobos brillantemente iluminado.

casi media hora, el ordenador de la nave tiene que tomar a menudo decisiones sobre la marcha. En el caso de Fobos-2, este sistema ha sido insuficiente", ha dicho Arnold Selivanov, doctor en ciencias técnicas.

Bruce Murray, del Instituto de Tecnología de California (EE.UU.), ha comentado que Fobos es la primera sonda espacial construida por los soviéticos para investigacio-



Montaje del aparato Fobos en el Instituto de Investigaciones Cósicas, Moscú.

Con los computadores instalados en Fobos-2, el control del aparato y las sesiones de comunicación no se han sometido a esquemas rígidos prefijados de antemano, sino que se han ido llevando a cabo con programas flexibles, teniendo en cuenta las condiciones reales de vuelo. "Puesto que la señal de radio tarda de la Tierra a Marte y regreso,

nes interplanetarias en 18 años. Un tipo de nave anterior, que cumplió muy satisfactoriamente la misión de Halley, había fallado en siete ocasiones en misiones en Marte, en la década de los 70. "Lograron al final una sonda espacial fiable. Su estilo ha venido siendo el desarrollo con ensayos de vuelo, pero no han tenido «glasnost» hasta ahora".

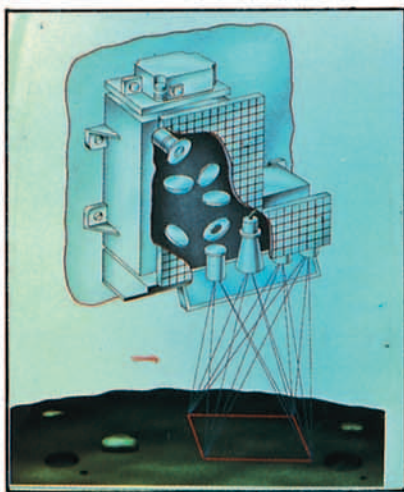
METEORITO O AVERIAS

"Por el momento no podemos decir definitivamente cuál ha sido la causa última que inutilizó Fobos-2", declaró en Moscú Roald Kremniov, uno de los directores del programa. "Según los últimos datos de telemetría, parece que el aparato estaba girando y no tenía la debida orientación. Tal vez se hayan inutilizado uno, dos o tres sistemas, o cuerpos pequeños que gravitan alrededor del satélite natural de Marte causaron daños. El captador estelar registró un cuerpo, no sabemos si era una pieza que se desprendió del vehículo o un trozo de asteroides. Son hipótesis, el análisis a fondo de los datos de telemetría nos permitirán determinar las causas con mayor precisión".

Viacheslav Kovtuchenko, reconociendo que había habido una serie de fallos técnicos y de diseño en el funcionamiento de aparatos, afirmó "que son inevitables en proyectos tan complicados como éste, pero que pueden subsanarse en futuras expediciones". Los encargados de la parte técnica de Fobos (por primera vez en la astronáutica soviética la responsabilidad científica y técnica han estado separadas en este programa) afirman que los objetivos centrales se han cumplido.

"Son los científicos quienes deben evaluar los equipos", contestó Roald Sagdeev, jefe científico. "En este sentido no estoy de acuerdo con las conclusiones de Kovtuchenko. El objetivo principal era el estudio de Fobos y, esta parte, que comprendía las ideas y desarrollos científicos y técnicos más interesantes, no se ha cumplido".

De no haberse perdido Fobos-2, el 9 de abril la nave habría pasado a una órbita sincrónica con Fobos y después a una distancia de 35 kilómetros sobre su superficie. Desde ahí se habría acercado hasta una altura de 50 metros y habría iniciado, suspendida a esa altura, un paseo de 25 minutos a baja velocidad. En esta fase del vuelo, el más sobrecargado de experimentos, los equipos de la Fobos-2 habrían comandado autónomamente la nave adaptando su trayectoria a los accidentes del terreno. Por primera vez se habría estudiado la composición del suelo de un cuerpo celeste mediante láser. Durante el vuelo raso, entraría en funcionamiento un experimento elaborado en la



Compuesto videoespectral.

República Federal Alemana, por el que un rayo láser con energía de casi un julio, enfocado en la superficie a un milímetro de diámetro, provocaría la ionización y vaporización explosiva de las rocas. Los aparatos de la nave captarían y registrarían los iones. De esta forma se iba a analizar la composición del suelo en unos cien puntos diferentes.

Otro experimento de sondeo, ideado y construido por científicos franceses, era una especie de cañón de plasma que, disparando iones de criptón acelerados, arrancarían de la superficie del terreno los iones secundarios. Estos serían registrados a bordo del aparato espacial por un espectrómetro de masas. Para completar las mediciones una cámara de TV iba a tomar imágenes en color con detalle de pocos centímetros.

Al final del sobrevuelo, Fobos-2 habría dejado caer dos módulos de descenso. Uno era una estación de larga duración que se habría anclado a la superficie de Fobos (la gravedad allí es mil veces menor a la terrestre, por lo que era necesario fijar mecánicamente la estación al suelo para que conservase la posición correcta) y habría recogido y enviado a la Tierra información sobre el satélite. Además, este aparato, calculado para trabajar durante un año, se habría utilizado para hacer mediciones exactas en mecánica celeste, como por ejemplo, precisar la magnitud de la unidad astronómica (distancia promedio entre la Tierra y el Sol, unos 149.6 millones de kilómetros). La misión del otro módulo era también obte-

ner información sobre la composición química y las características físicas del suelo, pero en diversos puntos, saltando de uno a otro una vez finalizado en cada uno el ciclo de recogida de datos.

Problemas con los ordenadores de a bordo, software insuficiente, transmisiones, sistemas de orientación de la antena..., se han apuntado diversas hipótesis sobre los fallos de la misión, a la espera de una conclusión definitiva. Bruce Murray ha señalado que posiblemente los ingenieros han adaptado su diseño para este programa con el fin de probarlo en condiciones de vuelo. "Cuando ocurrió el fallo, ha dicho el experto estadounidense, se estarían tomando imágenes de la superficie de Fobos, pero como la nave no tenía una plataforma especial para la cámara, toda ella tenía que girar. Estaban preocupados por los problemas de diseño y no querían hacer muchas maniobras".

Cuando Fobos-2 no respondió en la segunda comunicación del 27 de marzo, la NASA se ofreció para enviar a través de su red de seguimiento DSN (Deep Space Net) una señal de alta frecuencia, operación que se ha realizado en otras ocasiones con vehículos espaciales. Los soviéticos no consideraron posible tal medida porque pensaban que el fallo estaba en el transmisor de a bordo. La DSN iba a participar en la siguiente fase de la misión recibiendo datos para determinar la posición exacta del satélite marciano mediante interferometría.

Científicos del Instituto de Investigaciones Espaciales de la URSS han criticado que la nueva nave interplanetaria se diseñó para objetivos diferentes al de la misión Fobos. El especialista soviético Vasili Morzov ha dicho que las estaciones Fobos, por algunos parámetros, "son algo peores que los aparatos interplanetarios estadounidenses".

BUENOS RESULTADOS

Con todo, la misión Fobos ha cumplido eficazmente parte del programa. Los experimentos centrados en el espacio interplanetario, el Sol y Marte (la parte realizada, porque después de soltar los módulos de descenso en Fobos, estaba previsto que la nave completase los estudios del planeta), han proporcionado resultados muy interesantes. Re-

gean Grard, investigador principal del experimento de la onda de plasma (Agencia Espacial Europea) ha declarado: "Es obvio que todos habríamos deseado que hubiera tenido lugar el encuentro con Fobos, pero la misión no es una pérdida total, dado que se ha obtenido un volumen significativo de datos con los equipos de la estación. Hemos recibido información sobre la actividad y densidad de la onda de plasma para trabajar en ello muchos años". También se ha declarado satisfecho con los resultados, el investigador de la Agencia Espacial Europea, Richard Marsen: "Hemos tenido, además, la suerte de poder hacer observaciones durante la intensa actividad solar del mes de marzo".

Fobos-2 ha estado tomando datos del Sol, prácticamente desde el inicio del viaje, desde un ángulo Tierra-Sol nave cada vez mayor. La observación de la estrella simultáneamente desde observatorios terrestres, satélites en órbita circun-terrestre y la nave, ha sido una excelente oportunidad para investigar la estructura estereoscópica de la cromosfera y la corona solar, así como procesos que en ese periodo no han sido visibles desde aquí. Se han hecho mediciones espectrales simultáneas de las radiaciones X y gamma, de las zonas activas, de la estructura interna del Sol y sus pulsaciones en tiempo prolongado (la nave no ha caído en zona de sombra en ningún momento durante el viaje a Marte). Como sucede siempre en estos casos, habrá que esperar tiempo hasta que los científicos analicen en profundidad los datos recibidos y saquen conclusiones.

"En Marte, los instrumentos instalados en Fobos-2 han medido el



Dibujo del experimento de análisis a distancia de la masa de iones secundarios. Sistema de inyección de iones. Bloque de receptores. Bloque de tratamiento.

campo magnético y logrado información acerca de las capas radiactivas del planeta", ha declarado Albert Galeyev, del Instituto de Investigaciones Espaciales de la URSS, "aunque no todos los estudios de esta fase han salido según lo deseado; la calidad de los equipos se ha visto afectada por los plazos demasiado cortos que se concedían para su ajuste". Se han hecho cinco experimentos en Marte, de los que cabe destacar los datos registrados relativos a los minerales que contienen agua cristalizada. "Hemos podido establecer el origen planetario de los iones de oxígeno que se van alejando de Marte al espacio cósmico", ha explicado el científico soviético Yuri Zaitsev, lo que explicaría la pérdida de su atmósfera. Se han estudiado también elementos radiactivos natura-

les y se ha levantado un mapa térmico del planeta.

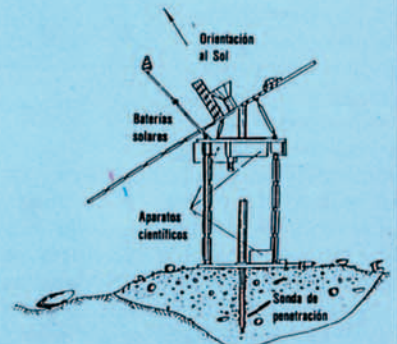
Precisamente en el experimento de reconocimiento de temperaturas se produjo uno de los acontecimientos del programa Fobos que más atrajo la atención. En unas imágenes recibidas de la sonda y mostradas por televisión, se veía una extraña silueta elipsoidal de gran tamaño. La pérdida de contacto con Fobos-2, poco después, atizó el fuego de las conjeturas. Posteriormente, Arnold Selivanov, técnico del proyecto, explicó que "en dos sesiones de comunicación se recibieron, en los mapas térmicos que estaba haciendo el termoscanner, unas franjas que mucha gente ha querido interpretar como platillos volantes. Pero no existen tales objetos. Las franjas son la sombra de Fobos que aparece cuando el Sol ilumina el satélite natural de Marte bajo un determinado ángulo. La forma alargada se explica por algunas características peculiares de funcionamiento del termoscanner, una especie de televisor térmico que instalamos en la nave en el último momento".

Sobre el mismo Fobos se ha recogido información importante. Las imágenes tomadas con gran proximidad son excelentes. Además, se ha precisado su ubicación y movimiento con precisión significativa; de hecho la localización y balística han sido platos fuertes en la lista de resultados positivos. "Los astrónomos llevan siglos estudiando Fobos y han determinado los parámetros de su órbita con precisión de centenares de kilómetros, pero hacía falta reducirla a 2-3 kilómetros y lo hemos logrado ahora con métodos originales de medición", ha resumido Vladimir Pochukayev, director de balística del programa.

Aparatos instalados y sus misiones:

ESTACION AUTONOMA PERMANENTE

Aparatos	Misión	País participante
— Espectrómetro de la difusión retrospectiva y de la fluorescencia de los rayos X	Composición de la capa superficial de Fobos	URSS, RFA
— Registro óptico de la posición angular del Sol	Distribución de masas	URSS, Francia
— Sismómetro	Estructura interna de Fobos	URSS
— Penetrómetro	Propiedades físico-mecánicas de la capa superficial	URSS
— Cámara de televisión	Microestructura de la capa	URSS, Francia
— Radio	Mecánica estelar	URSS, Francia
— Microprocesador	Control de mando de todos los sistemas	Bulgaria, URSS



Puc 4

"La estación ha trabajado con una exactitud de 20 metros a una distancia de 220 millones de kilómetros de la Tierra. También hemos recogido imágenes del otro satélite marciano, Deimos, y se han ajustado sus coordenadas, en este caso con precisión de decenas de kilómetros".

FOBOS-3 Y EL PLAN MARCIANO

Fobos se entendía como el primer paso de un ambicioso programa soviético de investigaciones en Marte, que planea ir enviando ingenios espaciales de complejidad creciente no sólo para profundizar en el conocimiento del planeta, sino también, para ir configurando un viaje tripulado que tendría lugar alrededor del 2020. A principios de los años 90, un satélite artificial situado en órbita de Marte, realizaría levantamientos topográficos completos y estudiaría la atmósfera con una sonda aerostática; mediante un módulo de descenso se analizarían las propiedades físico-químicas del suelo y se tomarían imágenes de alta resolución. Se irían así delimitando posibles zonas de descenso de expediciones posteriores.

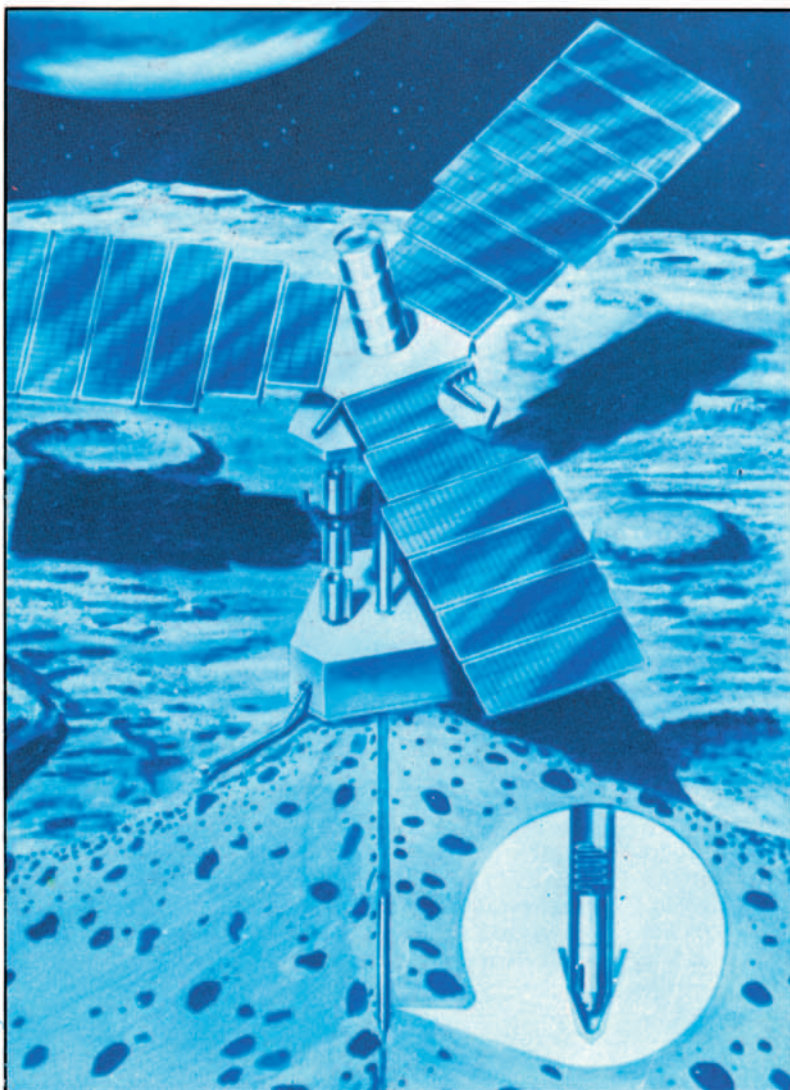
El siguiente paso sería llevar a Marte vehículos capaces de deslizarse por su superficie y traer a la Tierra muestras de rocas. Para ello hay que pensar en un sistema de naves que regresen y sean interceptadas en órbita terrestre para proceder a los primeros análisis de los materiales, que no llegarían a los laboratorios hasta que se excluyese

cualquier posibilidad de contaminación extraterrestre. Posteriormente, y estaríamos ya en la primera década del próximo siglo, se enviarían grandes "martemóviles" con gran autonomía, que permitirían ir creando las condiciones necesarias para emprender una expedición tripulada y el desembarco allí de astronautas dentro de unos 30 años.

se están analizando las posibilidades de materializar los programas previstos.

En un momento en que la Unión Soviética parece decidida a hacer economías en la aventura espacial, se han dado a conocer las cifras de Fobos. "El programa general de estudios plantearios y astrofísicos se aprobó en 1980 y hasta la fecha se ha cumplido al 50 por ciento", ha

declarado Yuri Koptev, del Ministerio de Construcciones Mecánicas de la URSS. "Fobos, que forma parte de ese plan, se inició en 1982, su fase intensa tuvo lugar en 1984 y se culminó en 1987. El valor total del proyecto, incluida la fabricación de instrumentos científicos soviéticos, asciende a 272 millones de rublos (un rublo equivale a 195 pesetas, aproximadamente). Esta suma incluye no sólo el valor de las estaciones, sino también, cuestiones como el ajuste adicional de los dos potentes radiotelescopios de 70 metros de Evpatoria y Ussuriisk, y la fabricación de numerosos bancos de pruebas terrestres. Las dos estaciones interplantearias han costado 51 millones de rublos. La suma comprende todos los gastos relacionados con los cohetes portadores, los preparativos para el lanzamiento y, en parte,



El sondeo con láser del satélite Fobos, como lo imaginaron los científicos.

El repentino final de esta misión no debe alterar drásticamente el desarrollo de este plan, ni es necesario repetirlo para dar el paso siguiente. De cualquier modo ya se ha empezado a hablar de Fobos-3, a pesar de que Alexandre Dunaev, director del Glavcosmos (la agencia espacial de la URSS), ha dicho que

el control de vuelo.

"A esto hay que añadir 60 millones de rublos transferibles invertidos en la fabricación de instrumentos científicos por los participantes extranjeros, en total han intervenido alrededor de 150 empresas", ha precisado Roald Sagdeev. ■