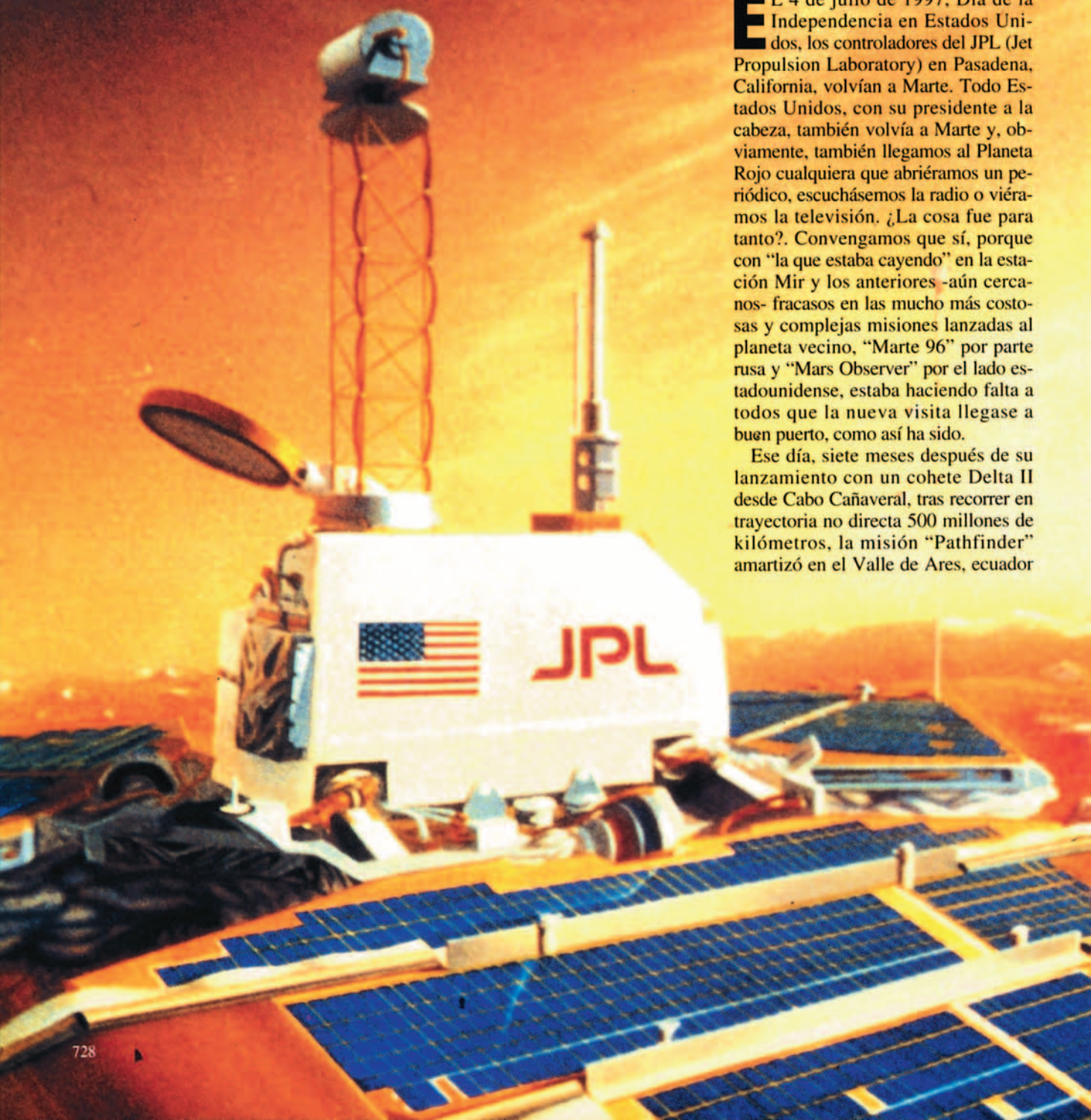


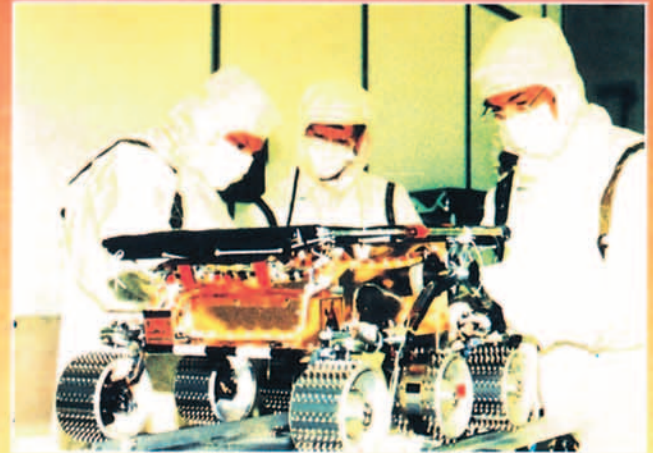
# Marte: la aventura de Sojourner en homenaje a Carl Sagan

DAVID CORRAL HERNANDEZ

**E**L 4 de julio de 1997, Día de la Independencia en Estados Unidos, los controladores del JPL (Jet Propulsion Laboratory) en Pasadena, California, volvían a Marte. Todo Estados Unidos, con su presidente a la cabeza, también volvía a Marte y, obviamente, también llegamos al Planeta Rojo cualquiera que abriéramos un periódico, escuchásemos la radio o viéramos la televisión. ¿La cosa fue para tanto?. Convengamos que sí, porque con “la que estaba cayendo” en la estación Mir y los anteriores -aún cercanos- fracasos en las mucho más costosas y complejas misiones lanzadas al planeta vecino, “Marte 96” por parte rusa y “Mars Observer” por el lado estadounidense, estaba haciendo falta a todos que la nueva visita llegase a buen puerto, como así ha sido.

Ese día, siete meses después de su lanzamiento con un cohete Delta II desde Cabo Cañaveral, tras recorrer en trayectoria no directa 500 millones de kilómetros, la misión “Pathfinder” amartizó en el Valle de Ares, ecuador





del planeta, más de veinte años después de las últimas visitas a la superficie de nuestro vecino, que, en el caso de las sondas "Viking", supusieron viajes tres veces más duraderos.

Aunque se temió por el éxito de la misión, ya que el telescopio espacial "Hubble" envió imágenes de fuertes tormentas de polvo, de 4.000 km de largo y 9'6 de profundo, en la zona de Valles Marineris, cercana al lugar de llegada, finalmente no hubo ningún contratiempo y la estación INTA-NASA de Robledo de Chavela (Madrid), parte de la Red de Espacio Profundo de NASA, recibió las primeras señales de "Pathfinder" desde Marte.

153 especialistas españoles, atentos a los pitidos que marcaban el cumplimiento de una nueva etapa en el proceso autónomo de amortización, captaron

la buena noticia. El último "bip", de 196 segundos, significó que el objetivo estaba cumplido. El puesto de mando, centralizado en el JPL, pudo tomar entonces el control directo de la misión, anulado durante el amortizaje. Algunos de los miembros del actual equipo del JPL fueron los primeros en recibir imágenes de Marte provenientes de las misiones "Viking".

Lo que había ocurrido en los minutos previos es que, por primera vez, una nave atravesó directamente -a 27.000 km/h, (el doble de las sondas Viking)-, la atmósfera de otro planeta sin orbitarlo previamente. El descenso estuvo controlado por la propia sonda, de forma autónoma y sin contacto con la Tierra, gracias al sistema EDL (Entry Des-

ending Landing). Con 20g de fuerza de desaceleración, protegido por un escudo térmico, el conjunto comenzó la última fase. Retrocohetes, paracaídas de 8 metros de diámetro y una innovación para tomar tierra sin rasguños: a 300 metros del suelo se hincharon los balones amortiguadores (airbags), los primeros de la historia espacial, que frenaron el impacto de casi media tonelada a 90 km/h. Rebotó varias veces, se elevó unos metros, y se posó definitivamente sin ningún desperfecto. Cuatro minutos y medio para el amortizaje. Posición, 19.33 grados de latitud norte, 33.55 grados de longitud oeste, tan sólo a 1'5 km. del lugar establecido.



## DESTINO MARTE: ANTERIORES MISIONES

### URSS (actual Rusia):

**1960:** U-1 y U-2, fracasan los lanzamientos.

**1962:** U-6 y U-7, explotan en órbita terrestre.

Marte-1, se perdió contacto antes de sobrevolar Marte.

**1964:** Zond-2, perdido en el viaje, llegó a pasar a 1500 km.

**1971:** Cosmos-419, fracasó al no separarse la sonda del lanzador.

Marte-2, se colocó en órbita. Transmite datos sobre la atmósfera marciana. Su amortizador se estrelló contra el suelo.

Marte-3, se situó en órbita. El módulo de descenso envió sólo 20 segundos de imágenes.

**1973:** Marte-4, pasa a 2.200 km. y se situó en órbita solar.

Marte-5, envía 70 imágenes del hemisferio sur en alta resolución.

Marte-6, su módulo de descenso envía datos sobre la atmósfera durante tres minutos.

Marte-7, pasa a 1300 km.

**1988:** Fobos-1, se perdió al recibir una orden incorrecta.

Fobos-2, realizó mediciones del Sol y otros experimentos astronómicos durante el viaje.

Midió el campo magnético y las capas radiactivas de Marte. Tomó imágenes de sus dos lunas y se perdió por un fallo del sistema de navegación, cubriendo sólo los objetivos de la misión en un 50%.

**1996:** Marte-96, no consiguió superar la atmósfera terrestre.

### EE.UU.:

**1964:** Mariner-3, entró en órbita solar después de un mal lanzamiento.

Mariner-4, pasó a 9.800 km. de Marte. Descubrió la mínima presencia de campo magnético y cinturones de radioactividad. Envío las primeras 21 imágenes, mediciones de magnetismo y presión atmosférica.

**1969:** Mariner-6, envía 75 imágenes. Pasa a 3.412 km.

Mariner-7, envía 126 imágenes y las primeras de Fobos.

**1971:** Mariner-9, primera nave que orbita Marte. Envío 7.323 imágenes del 90% de la superficie.

**1975:** Viking-1, primer amortizaje americano con el "Viking Lander". Envía la primera imagen en color de la superficie, medidas de composición molecular de la atmósfera, densidad, temperatura, presión y análisis químicos del suelo. El orbitador hace una cartografía térmica.

Viking-2, similar al anterior. Toman conjuntamente 40.000 fotografías en blanco y negro. Confirma la teoría sobre la relatividad general de Einstein y mide la distancia Tierra-Marte con un error de 1'5 m.

**1992:** Mars Observer. Se perdió contacto cuando iba a entrar en órbita.

A partir de ahí, se desinflaron las bolsas de 6 metros de altura con alguna incidencia luego superada, se enfriaron los sistemas y, con los primeros rayos de sol, "Pathfinder" abrió sus tres pétales, paneles solares que alimentan a la sonda y, con el control ya desde la Tierra, estaba operando mientras "Sojourner", tras solucionar pequeños problemas técnicos como el desinflado parcial de una bolsa descendía a la superficie marciana.



### DE MARS PATHFINDER A CARL SAGAN MEMORIAL STATION

La misión está compuesta por tres elementos: un mó-

dulo de crucero, un módulo de amortizaje, "Pathfinder", y un vehículo robotizado, "Sojourner", con objetivos eminentemente tecnológicos: conocer la resistencia de materiales y sistemas para la elaboración y desarrollo de misiones futuras, y aplicaciones científicas, en función de los datos que obtuviesen los dos elementos que llegaron a la superficie.

Rebautizada a los pocos días como "Carl Sagan Memorial Station", en memoria del científico que más ha hecho por la divulgación del Universo, es, hasta el momento, uno de los mayores éxitos en la política de misiones planetarias de la NASA "mejor, más rápido, más barato", establecida por el administrador Goldin. Su desarrollo fue de solo tres años, con un coste global inferior a 280 millones de dólares, o la decimoquinta parte del presupuesto de las misiones Viking.

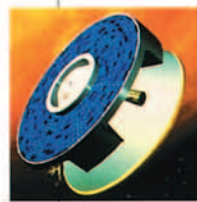
### PATHFINDER, UNA ANTENA CON OJOS

Es la base fija de operaciones, tiene la antena de comunicación con la Tierra y el sistema de transmisión con el rover, al que transfiere las órdenes y del que recibe la información que luego envía al centro de control. Sus tres paneles solares desplegados abastecen de energía a la misión, sólo operativa durante el día. Esta limitación aumenta

las dificultades de transmisión de datos e imágenes al JPL, a 191 millones de kilómetros en la actualidad. Gracias a una cámara giratoria, montada en un mástil, con dos objetivos y 24 filtros, ha realizado composiciones fotográficas panorámicas y tridimensionales del entorno en el que se encuentra, de "Sojourner" y sus evoluciones por la superficie. Con estas imágenes los científicos han decidido qué observar e investigar al día siguiente.

Ha de tenerse en cuenta que las órdenes tardan diez minutos en recorrer la distancia que separa los dos planetas, por lo que las operaciones no se realizan en tiempo real y sólo cuando hay luz solar. La misión también duerme.

Sus cometidos científicos, hasta el fin vital de los sistemas, son realizar mediciones de los vientos, presión atmosférica y temperaturas, medir las partículas de polvo, analizar propiedades magnéticas del suelo y evaluar la presencia de vapor en la atmósfera con los instrumentos ASI/MET (Atmospheric Science Instrument/Meteorology Package). Una vez acabada su etapa útil, seguirá como estación meteorológica y realizará ensayos tecnológicos de los sistemas hasta el límite final de sus componentes, calculándose en un año, al menos, su vida operativa.



### "SOJOURNER", EL MICROONDAS RODANTE

El pequeño vehículo explorador, también conocido con el alias de Rocky, está dedicado a

la memoria de Sojourner Truth, líder de color del movimiento feminista, abolicionista y sufragista en E.E.U.U.

Inicialmente se había estimado su vida activa en una semana, aunque las dificultades para situarlo en la superficie, posteriores problemas de comunicación y otros incidentes menores, incluido algún error en las órdenes dadas desde Tierra a través de un sistema de realidad virtual que convertía al vehículo en un singular teledirigido, hicieron dudar en diversas ocasiones del resultado final. Superado todo ello, se vio que su actividad se podía prolongar a un mes y, posteriormente, se cree que su operatividad será más prolongada de lo espe-

rado, algunos meses, hasta que fallen definitivamente los elementos vitales.

El desgaste de los materiales está producido por las fuertes variaciones de temperatura que se producen en el planeta, la fuerza de los vientos y la omnipresencia del microscópico polvo, que cubre y erosiona los sistemas. Si las baterías solares no se recargasen, para lo que es necesario que la misión no trabaje durante las noches, sólo podría operar durante las horas de luz solar y mucho menos tiempo del esperado. Es, fundamentalmente, un experimento tecnológico más que científico, aunque entre sus tareas se encuentre la investigación del planeta.

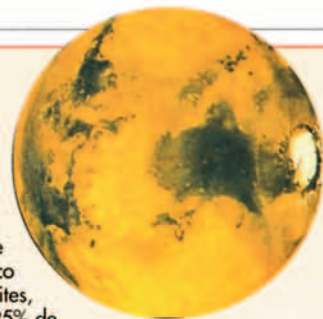
Al igual que "Pathfinder" y a través de ella, manda fotos con sus tres cámaras, cerca de 10.000 el primer mes de elevada calidad y resolución, muy buena calibración de color y formato este-reoscópico. Cuando se reciben, se realiza una calibración automática con relación a la realidad visual terrestre y la gama básica de colores (verde, azul y rojo), por eso se ven los tonos anaranjados y marrones en las tomas. Además de su utilidad científica, con ellas se realizan panorámicas para conocer mejor la morfología del planeta y se construyen paisajes virtuales para el control de la misión.

Su misión científica principal es analizar las rocas con rayos X y partículas Alfa, mediante el sistema APXS (Alpha Proton X-Ray) montado en un brazo retractil. Gracias a este instrumento se puede determinar la composición química de una roca. Bombardea áreas reducidas de su superficie con radiación y recoge las partículas rebotadas. Cada elemento químico tiene una respuesta única a este bombardeo, por lo que es

## MARTE, EL PACIENTE VECINO

Séptimo planeta del Sistema Solar por tamaño, su diámetro de 6.790 km. es la mitad del terrestre, y cuarto por situación respecto al Sol, 227'9 millones de km. Su año solar es de 687 días terrestres, los marcianos son de 24 horas y media (denominados sols en la misión), y un ciclo de cuatro estaciones. Esto se debe a la inclinación de su eje de rotación, 25°, un poco más que el terrestre. Está acompañado por dos satélites, Fobos y Deimos. La atmósfera está compuesta por un 95% de CO<sub>2</sub>, un 3% de nitrógeno, un 1'5% de argón, vapor de agua, oxígeno y ozono. El punto más alto del planeta es el Monte Olimpo, un volcán con casi 25 kilómetros de elevación sobre la superficie y 400 de base.

Dentro del Sistema Solar es el planeta más parecido a la Tierra, pero es inhóspito para el ser humano por su atmósfera y clima, por las intensas radiaciones nocivas y por los rayos ultravioletas, ya que no hay capa de ozono. La gravedad es tres veces inferior a la de la Tierra, lo que causaría a un ser humano sin protección problemas de circulación sanguínea y atrofia ósea. Igual que nuestro planeta, forma parte del Sistema Solar interior, limitado por el Cinturón de Asteroides, con Júpiter al otro lado de la barrera. Su aspecto rojizo característico, con cielo color salmón y superficie roja casi marrón, se debe a la presencia de polvo de hierro oxidado en la atmósfera, irrespirable para los habitantes de nuestro planeta. Su superficie, de hierro y sílice casi en su totalidad, está marcada por los cauces de antiguas y gigantescas corrientes de agua, volcanes apagados con dimensiones kilométricas y por los efectos de enormes tormentas de arena con vientos cercanos a los 200 km/h.



fácil reconocer qué compone cada roca. La prueba se realiza en unas diez horas, nocturnas, para recargar y no consumir la batería. Este sistema no permitirá comprobar si existen rastros de vida microscópica (bacteriana) en las piedras, en rocas sedimentarias de las riasadas o en la superficie, cubierta por un polvo más fino que el talco (menos de 50 micras de diámetro).

El rover es autónomo en sus desplazamientos. Utiliza láser infrarrojo para evitar obstáculos en el camino a los objetivos fijados desde el JPL, rodea y llega donde los científicos le envíen sin necesidad de ser guiado, pero no más allá de 500 m. de su noridriz, desde la que es controlado y por la que envía las informaciones al control en Tierra. Si pierde el contacto, es capaz de rehacer el camino y

volver al lugar en el que perdió contacto con las emisiones de radio.

Pesa 10'5 kg y es el primer rover automático planetario desarrollado por la NASA. Su energía proviene del panel solar que lo recubre completamente, del que se carga durante un día marciano (24.6 horas). Tiene breves períodos de vacaciones con inmovilidad total, para recargar baterías y así poder aumentar su vida útil. Cuenta con unas baterías no recargables de litio auxiliares como refuerzo. Avanza a una velocidad de 1,4 km/h, con seis ruedas motrices independientes, una de ellas cubierta con una capa metálica ultrafina y una fotocélula para medir el desgaste por abrasión que se produce al avanzar por la superficie. Su tamaño es parecido al de un televisor medio, (62 cms. de largo, 47 de ancho y 25 de alto) y su coste ha sido de 3.500 millones de pesetas. Monta un ordenador y se comunica mediante modem con "Pathfinder", por la que ha mandado millones de bits de información a las estaciones de seguimiento en tierra.

## RESULTADOS: LA BÚSQUEDA DE AGUA

La misión científica principal acabó los últimos días de agosto, habiéndose recibido el doble de datos, fotografías e información de los esperados.

### MARTE: OPERACION RETORNO

- 1997 (septiembre): Mars Global Surveyor. Orbitará el planeta y recogerá información sobre la atmósfera y superficie.
- 1999 (septiembre): Orbitador Mars Surveyor 98'. Transportará una sonda que analizará la presión, densidad y circulación de la atmósfera. Estudiará la superficie con un espectrómetro de rayos gamma.
- 2001 (diciembre): Descendedor Mars Surveyor 99'. Amartizará cerca del polo sur. Buscará en el hielo y el polvo información sobre variaciones climáticas y posible presencia de vida pasada. Dos microsondas analizarán la composición de la superficie.
- 2002 (enero): Descendedor Mars Surveyor 01'. Transportará un vehículo con un tamaño doble al de "Sojourner" y con un radio de acción y autonomía mucho mayores. Recogerá y analizará rocas.
- 2004: Se lanzará la primera misión con retorno a nuestro planeta para traer muestras.
- 2004: Primer viaje humano tripulado al Planeta Rojo.

En la atmósfera marciana existen grandes turbulencias, con fuertes cambios de presión y temperatura en pocos minutos. Las temperaturas registradas oscilan entre los -12.2° C diurnos, hasta los -76.1° C nocturnos, llegando hasta a los -120° C en el invierno marciano. Las características tormentas de los polos, señal del cambio estacional marciano, serán observadas más adelante por "Pathfinder".

Cada una de las rocas que rodean a "Pathfinder" recibió su propio e infantil nombre. Su composición sirve a los geólogos planetarios para conocer informaciones sobre el pasado, la evolución, historia del planeta, del sistema Solar, etc. Por orden cronológico de análisis, la primera fue "Percebe Bill" (Barnacle Bill), de la que se dedujo la pasada existencia de agua en Marte. Los principales minerales en esta roca son cuarzo, feldespato y andesita, segunda roca volcánica más habitual en nuestro planeta y cuya formación requiere la presencia de agua. Con este resultado se ha podido verificar definitivamente el origen de doce meteoritos marcianos, dudoso hasta este momento. "Yogui", basáltica, fue la siguiente en pasar por el espectrómetro de rayos X y, tras ella, "Casper", "Scooby Doo", (ambas blanquecinas y distintas a Percebe Bill), "Oveja" (Lamb), "Superficie Plana" (Flat Top) y "Souffle", de la que no hay resultados APXS. Después de rodear a "Pathfinder" en un viaje de seis metros, fueron analizadas "Asiento de Panadero" (Baker's Bench), "Princesa del Desierto" (Desert Princess), "Marvin" y, tras un pequeño giro, "Calvin" y "Hobbes", "Mini-Matterhorn" y "Sirena" (Mermaid). A comienzos de agosto analizó tres rocas sin polvo, "Tiburón" (Shark), "Media Cúpula" (Half Dome) y "Cuña" (Wedge).

Los elementos que en mayor cantidad ha encontrado "Sojourner" en los estudios de la superficie son hierro, sílice, aluminio, titanio, calcio, azufre, potasio y manganeso. La composición química de la Tierra y Marte es muy parecida, mucho más de lo que pueda ser la Luna, y ambos planetas han padecido en la antigüedad actividad volcánica y fuertes riadas.

Para los geólogos planetarios, la morfología de las rocas, su composición química, textura y colores, se debe

## VISITE VIRTUALMENTE EL PLANETA ROJO

(direcciones de interés)

Gracias al éxito rotundo y a los resultados obtenidos, además de una muy buena campaña de difusión en múltiples plataformas y el inmenso interés que despierta Marte entre nosotros, la misión tiene presencia habitual en los diferentes medios, en los que no es difícil encontrar imágenes o novedades en abundancia. Solo la misión MIR ha tenido un seguimiento parecido, y más por sus problemas que por sus avances. Es muy destacable la cantidad de facilidades que existen para seguir las evoluciones de la misión a nivel individual, no sólo a través de medios de comunicación masivos. Por ejemplo, se puede conseguir la última hora oficial, NASA, en el teléfono: 07-1-800-391-6654. Por supuesto, en inglés.

Más de un millón de personas ha seguido diariamente los progresos de la misión a través de la página Internet oficial de la NASA, en la que podemos encontrar información actualizada, gráficos, imágenes, fotografías, video y la posibilidad gratuita de recibir en nuestro ordenador, por correo electrónico, la reseña diaria con todas las novedades y la situación general de la misión. Aproximadamente 600 millones de personas pasaron por las páginas del JPL, o sus veinte espejos, solo en el mes de julio. Muchísimos más accesos que algunas de las páginas más conocidas de Internet.

### Direcciones de interés:

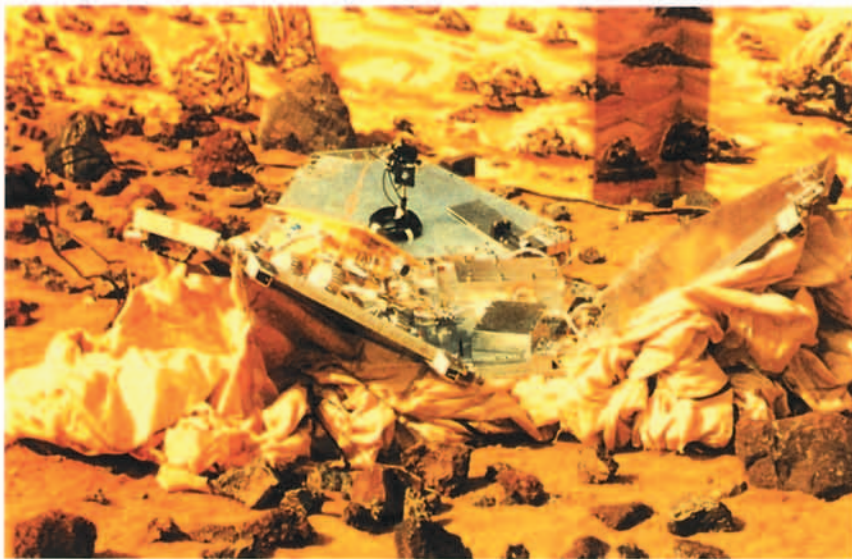
<http://mpfwww.jpl.nasa.gov>  
<http://www.nasa.gov>  
<http://www.ksc.nasa.gov/mars>  
<http://pds.jpl.nasa.gov/planets/welcome/mars.htm>  
<http://www.mars.cnes.fr>  
<http://www.sff.net/people/ckanderson/mars.htm>  
<http://mars.eso.org>  
<http://www.visuanet.com/jpl>  
<http://www.sdsc.edu>  
<http://www.reston.com/astro/mars/>  
<http://www.iag.net/~crs/mars>  
<http://www.astrosun.tn.cornell.edu/marsnet/mnhome.html>  
<http://www.el.mundo.es/especiales/marte> (en español)  
<http://www.iag.net/~crs/mars/chat.html> (Chat)  
[news:alt.life-mars](http://news.alt.life-mars) (Canal de noticias)



a orígenes tan diversos como arrastre por las riadas de agua, erupciones volcánicas o por meteoritos caídos sobre Marte.

Los científicos de NASA, Rusia, Alemania y Japón especulan que hubo inundaciones que afectaron a cientos

de miles de kilómetros cuadrados del planeta, con caudales cercanos a un millón de metros cúbicos por segundo, causantes de la morfología actual de la superficie. Han aparecido nubes, probablemente compuestas por algún elemento líquido, y partículas de hielo.





Los científicos creen que hay agua en Marte, pero nunca aparece en estado líquido. La búsqueda de agua significa la posibilidad de encontrar vida pasada, fósil, en el planeta en forma microscópica (orgánica, como bacterias). Hace 4.000 millones de años el agua creó canales, valles, lagos y ríos con cientos de metros de profundidad y longitud y otras formaciones geomórficas. Se cree que este agua se ha evaporado dejando como único rastro de su presencia algunos vestigios de sodio o que existen bolsas de agua en el subsuelo. En la actualidad es posible encontrar una atmósfera rica en CO<sub>2</sub>, algo de vapor de agua que desaparece a la salida del Sol

e hielo bajo la superficie y en sus blancos casquetes polares, muy parecidos por composición, posiblemente, e inclinación a los terrestres.

### EL FUTURO, EN UN PAR DE DÉCADAS

NASA es, en la actualidad, la única agencia espacial a nivel mundial capaz de llevar adelante este tipo de misiones, tanto por la capacidad técnica y las complejidades tecnológicas como por las necesidades de apoyo presupuestario. Con este éxito ha logrado recuperar una posición de privilegio en la carrera espacial y, sobre todo, ante la adminis-

tración, el Congreso y la opinión pública de los Estados Unidos, fuentes de financiación principales de la agencia.

La misión "Carl Sagan" ha devuelto a los EE. UU. el orgullo por su actividad espacial, deteriorado después de desastres como el del "Challenger" o la misión "Mars Observer", y de vaivenes como los que sufre el proyecto de estación espacial internacional. Ahora se ha retomado la nueva frontera en la conquista del espacio, una renovada época dorada espacial que se espera esté repleta de cercanos éxitos.

Se ha llegado a plantear esta misión como el primer paso para la hipotética llegada del hombre a Marte, en teoría entre los años 2012, según los más optimistas, y el 2020. Cada 26 meses, momento óptimo de lanzamiento por trayectoria y proximidad, se lanzará una nueva misión no tripulada. La próxima en llegar será la misión Mars Global Surveyor, el 11 de septiembre. Su objetivo durante dos años (uno marciano) es realizar, en órbita polar a 400 km. de altura, un análisis topográfico, fotografiar las formaciones nubosas, tormentas de polvo y estudiar la distribución de minerales. Los resultados obtenidos influirán en las futuras misiones, encaminadas a encontrar vida real o fósil en el planeta.

En 1999 llegarán a Marte un módulo descendedor y otro orbitador. El primero será un todoterreno que debe posarse cerca del polo sur, donde realizará agujeros en la superficie para conocer el pasado geológico y climático de Marte y descubrir si hay realmente agua helada. En 2001, otro descendedor llevará un vehículo con un amplio radio de acción. En 2005 llegará el módulo capaz de recoger muestras y traerlas de regreso a la Tierra. Desde ese año, NASA quiere enviar misiones con retorno (tres por año) dentro del programa Global Surveyor y en 2007 se espera tener en la Tierra las primeras muestras de materiales marcianos recogidos "in situ".

En total, y si no hay novedades, son trece, once americanas (algunas colaborando con Rusia, que no puede permitirse lanzar propias por ajustes de presupuesto), una japonesa en 2001 y una europea (Expreso a Marte) en 2003, las misiones previstas al planeta. ■