

# MAVEN, investigando el clima marciano

MANUEL MONTES PALACIO

AUNQUE LA NASA SE ENCUENTRA PROBABLEMENTE EN SU MEJOR ÉPOCA EN CUANTO A LA INVESTIGACIÓN DEL PLANETA MARTE, CON EL NUEVO ROBOT CURIOSITY EN ACTIVO SOBRE SU SUPERFICIE, EL VIEJO VEHÍCULO OPPORTUNITY OFRECIENDO AÚN RESULTADOS, Y LAS SONDAS MARS RECONNAISSANCE ORBITER Y MARS ODYSSEY GIRANDO A SU ALREDEDOR, EL FUTURO NO SE MUESTRA DEMASIADO HALAGÜEÑO DEBIDO A LOS RECORTES PRESUPUESTARIOS QUE SE DERIVAN DE LA GESTIÓN DE LA RECIENTE CRISIS FINANCIERA QUE AZOTA TANTO A ESTADOS UNIDOS COMO A MUCHOS OTROS PAÍSES DEL MUNDO. PODRÍA SER, DE HECHO, QUE LA AGENCIA TARDASE ALGUNOS AÑOS EN PONER EN MARCHA OTROS PROYECTOS QUE HASTA HOY PARECÍAN BIEN ENCAMINADOS. SIN EMBARGO, LA NASA AÚN TIENE UNA BALA EN LA RECÁMARA: LA MISIÓN MAVEN, QUE FUE APROBADA CON ANTERIORIDAD A LAS ACTUALES REDUCCIONES PRESUPUESTARIAS, Y QUE VOLARÁ DURANTE LA PRÓXIMA VENTANA DE LANZAMIENTO A MARTE PARA PROFUNDIZAR EN OTRA IMPORTANTE FACETA ASTRONÓMICA, SU ATMÓSFERA

**H**ace algunos años, además de los grandes proyectos de exploración marciana, la NASA contemplaba una línea de misiones menos costosas que volarían de forma paralela para resolver problemas específicos. El llamado Mars Scout Program utilizaría vehículos relativamente pequeños y de bajo coste (no más de 485 millones de dólares), y posibilitaría que éstos viajaran de forma frecuente. La agencia solicitó propuestas para identificar posibles candidatos, dando la bienvenida a todo tipo de ideas, desde orbitadores hasta planeadores atmosféricos, pasando por sondas de aterrizaje y de impacto. La primera ronda de selección sirvió para elegir a un vehículo de aterrizaje llamado Phoenix, que estaría basado en el fallido Mars Polar Lander. El Phoenix despegó en agosto de 2007 y logró posarse en mayo de 2008

en la zona polar norte de Marte, donde encontró hielo en el subsuelo inmediato y demostró que el planeta podía haber tenido entornos aptos para el desarrollo de microorganismos.

Poco después de este éxito, el 15 de septiembre de 2008, la NASA anunciaba el ganador de la siguiente ronda Mars Scout: MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution) sería la segunda sonda del programa y estaría dedicada a estudiar la atmósfera marciana y sus contenidos volátiles. Tendría un coste de 475 millones de dólares y una fecha de lanzamiento establecida en la ventana de 2013. Devorado por el enorme coste de proyectos como el Curiosity, el programa Mars Scout fue finalmente cancelado en 2010. Sin embargo, MAVEN seguiría su desarrollo y sería preparado para despegar hacia Marte en las fechas indicadas.

## EL INSPECTOR ATMOSFÉRICO

La propuesta original consistía en dos sondas MAVEN, situadas para un análisis simultáneo de la atmósfera marciana. Sin embargo, la NASA decidió financiar solo una de ellas, pensando que los réditos científicos serían suficientes teniendo en cuenta los costes esperados para la iniciativa.

Los objetivos anunciados serían el estudio de la atmósfera del Planeta Rojo, la historia climática de Marte (obviamente relacionada), y su potencial habitabilidad en el pasado. Todos estos aspectos habían sido examinados con anterioridad por otras sondas, pero esta vez el análisis sería efectuado con un

*MAVEN analizará la influencia del viento solar sobre la atmósfera de Marte.*

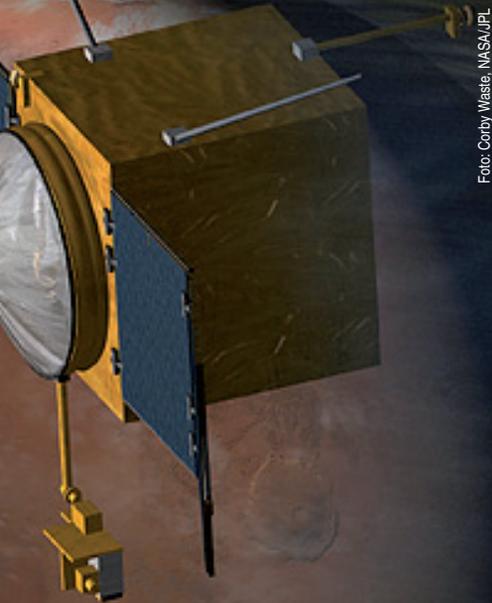


Foto: Corby Wasie, NASA/JPL

ciana era más densa en el lejano pasado, y que por la misma razón, la climatología en el planeta era muy distinta a la actual, siendo incluso apta para la existencia de agua líquida en la superficie, como muchas pistas geológicas han permitido poner de manifiesto.

El objetivo de la MAVEN, pues, será analizar los mecanismos por los cuales Marte ha estado perdiendo continuamente atmósfera, y comprobar si estos se hallan aún en marcha, para después poder reinterpretar los datos y hacer una composición de cómo era el clima marciano antiguo y cómo evolucionó este.

MAVEN, a pesar de su poca espectacularidad en comparación con otras misiones más mediáticas, como la citada Curiosity, tendrá por tanto un importantísimo papel en la mejora de nuestros conocimientos sobre nuestro vecino planetario, y si es capaz de resolver el misterio de la pérdida de atmósfera marciana, sin duda pasará a la historia como uno de los vehículos que habrá revolucionado más nuestra concepción del planeta.

La misión fue propuesta por la Universidad de Colorado en Boulder. Una vez aceptada por la NASA, la citada universidad empezó a trabajar en ella, dedicando un año a trabajos preliminares de diseño y planteamiento de la tecnología necesaria. Bruce Jakosky, del Laboratory for Atmospheric and Space Physics de la misma universi-

detalle muy superior y con instrumentos de última generación. Probablemente había otros candidatos para la oportunidad Mars Scout 2013 más interesantes, de entre la veintena presentados en 2006, pero la agencia consideró que MAVEN ofrecía el menor riesgo y el mayor valor científico, y que por eso valía la pena apostar por ella.

En particular, los científicos están especialmente interesados en estudiar la atmósfera marciana porque todos los indicios apuntan a que esta no ha permanecido inmutable con el paso del tiempo, sino que, al contrario, agentes diversos han influido en su densidad, disminuyéndola progresivamente. Puede establecerse con escaso margen de error que, en efecto, la atmósfera mar-

dad, sería el investigador principal, el encargado de dirigir los trabajos científicos que la sonda debería realizar.

Supervisado por el Goddard Space Flight Center (es la primera misión marciana de este centro), el desarrollo de MAVEN fue encargado a la empresa Lockheed Martin, que emplearía para ello tecnología ya disponible y usada en otras misiones (como el Mars Reconnaissance Orbiter y la Mars Odyssey), como una forma de abaratar los costes. Los ingenieros prepararon el diseño del vehículo durante varios meses, y lo completaron a finales de 2009. Después de múltiples revisiones, la NASA aprobó el desarrollo de la nave el 4 de octubre de 2010, pasando una revisión crítica del diseño en julio de 2011, apenas tres años después de la selección de la misión. Según la dirección del programa, los costes finales ascenderían a 438 millones de dólares, sin contar el lanzamiento y la carga de comunicaciones Electra.

## UNA SONDA CAPAZ

El diseño del vehículo que protagonizará la misión MAVEN implica una plataforma relativamente sencilla, de aspecto cúbico y equipada con dos paneles solares extensibles. La sonda pesará unos 903 kg y estará dotada de un sistema de propulsión adecuado para frenar su marcha y quedar anclada en una órbita muy elíptica alrededor del



Foto: Lockheed Martin

*El tanque de hidracina y la estructura de la sonda, listos para ser ensamblados.*

planeta (150 por 6.200 km). En esa trayectoria, la MAVEN tardará 4 horas y media en dar una vuelta alrededor del planeta, sobre el que evolucionará con una inclinación de 75 grados.

Para llevar a cabo sus objetivos, la sonda transportará un nutrido grupo de instrumentos, pensados para estudiar la composición de la atmósfera, los efectos del viento solar (potencial culpable de su erosión), la ionosfera, etc. Su órbita ha sido diseñada tanto para realizar observaciones a larga distancia (en el apoastro o máxima distancia al planeta), como para penetrar brevemente en la atmósfera (en el periastro o mínima distancia) y analizar de forma directa su zona alta. Estas peligrosas penetraciones a hasta 130 km de altitud

and Waves (LPW), para medir las propiedades de la ionosfera y los efectos de la radiación solar ultravioleta extrema, y el Magnetometer (MAG), para medir los campos magnéticos tanto del viento solar como de la ionosfera. El segundo paquete está patrocinado por el Laboratory for Atmospheric and Space Physics de la Universidad de Colorado y se llama Remote Sensing (RS) Package. Consiste en un único instrumento: el Imaging Ultraviolet Spectrometer (IUVS), pensado para medir las características globales de la ionosfera y la atmósfera superior. Por último, el tercer paquete se llama Neutral Gas and Ion Mass Spectrometer (NGIMS) Package y ha sido desarrollado por el Goddard Space Flight Center

de resultados, sobre todo si los robots de tierra ven prolongada su misión en el tiempo. Aunque estos pueden transmitir directamente hacia nuestro planeta, las comunicaciones son mucho más rápidas y permiten llevar más información si pasan antes por uno de los orbitadores, dotados de antenas parabólicas grandes y transmisores potentes.

Lo cierto es que la órbita particular de la MAVEN, tan elíptica, reducirá su utilidad como repetidor de comunicaciones, pero siempre se ha considerado recomendable la presencia a bordo del paquete Electra, en caso de que algo pase con los otros orbitadores y sea necesaria su intervención, siquiera temporal.

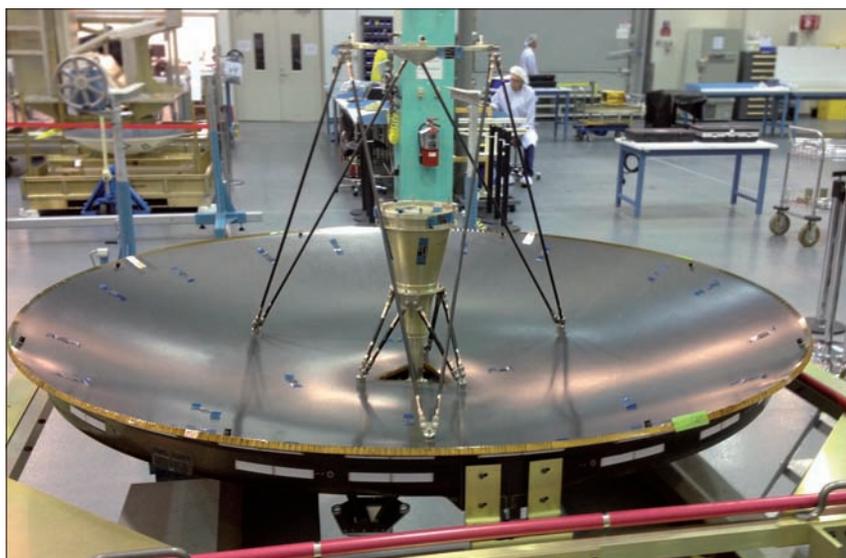
## VIAJE AL PLANETA ROJO

La NASA ha seleccionado un cohete Atlas-V 401 como lanzador de la misión MAVEN. La potencia del cohete es un síntoma de la idoneidad de la ventana de lanzamiento disponible y de la carga a transportar. Dicha ventana se prolongará desde el 18 de noviembre hasta el 7 de diciembre de 2013. Esto quiere decir que la sonda tendrá que haber sido enviada a su destino en algún momento de este intervalo, o de lo contrario deberá ser pospuesta unos dos años.

Como es lógico, los ingenieros que preparan el vehículo están examinando con mucho cuidado a su retoño, asegurándose de que todo está realmente listo para el despegue, incluyendo los instrumentos y la propia nave, así como el cohete. Un retraso prolongado por alguna anomalía podría estropear los planes de la NASA y con ello provocar un incremento de los gastos de la misión.

El cohete Atlas-V partirá desde Cabo Cañaveral, en Florida. Suponiendo que consiga salir el primer día de su ventana de oportunidad, MAVEN alcanzará Marte el 16 de septiembre de 2014, o sea, unos 10 meses después. Durante el viaje, habrá extendido sus paneles solares y habrá realizado las correcciones de trayectoria que hayan sido necesarias para garantizar alcanzar el punto adecuado respecto al planeta, desde donde activará su motor de frenado para caer atrapado por la gravedad marciana.

Una vez situado en órbita alrededor de Marte, podrá iniciar su período de trabajo primario, estimado en un año.



La antena de alta ganancia de la sonda.

se efectuarán en cinco ocasiones, durante períodos de cinco días, a lo largo del año que está previsto dure la misión como mínimo.

La carga científica de la nave se divide en varios paquetes. El primero ha sido diseñado por el Berkeley Space Sciences Laboratory de la Universidad de California y se llama Particles and Field (P&F) Package. Posee cinco instrumentos: el Solar Wind Electron Analyzer (SWEA), para medir el viento solar, el Suprathermal and Thermal Ion Composition (STATIC), para medir los iones, el Solar Energetic Particle (SEP), para examinar el impacto de las partículas energéticas solares sobre la atmósfera superior, el Langmuir Probe

para medir la composición y los isótopos de los gases neutros y los iones en la atmósfera marciana.

Además del instrumental científico, la MAVEN llevará una carga adicional proporcionada por el Jet Propulsion Laboratory de la NASA, el citado paquete Electra, cuya función será servir como repetidor de comunicaciones. La agencia procura que todos sus orbitadores lleven sistemas de comunicaciones compatibles para que puedan ser utilizados en caso necesario para reenviar señales de otros vehículos marcianos, especialmente de los robots que trabajan en la superficie. El deterioro por envejecimiento de los otros orbitadores pone en peligro el envío rápido

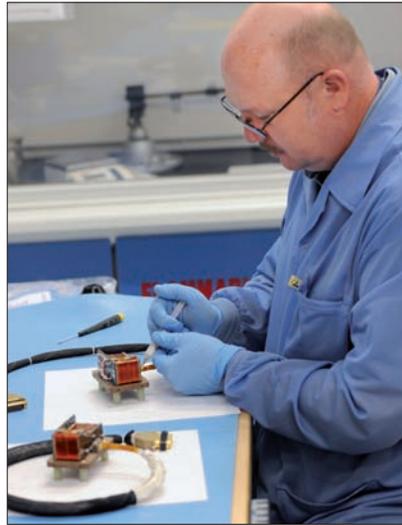
Foto: Lockheed Martin

Los científicos creen que será suficiente para obtener todas las lecturas que necesitan para su objetivo. Con posterioridad a esta fase, y si la nave sigue operativa, su misión se extenderá de forma conveniente, actuando además como repetidor de apoyo para las comunicaciones del Curiosity. Este último, precisamente, ya llevará muchos meses de mediciones de su entorno y de la propia atmósfera (gracias a su instrumento Sample Analysis at Mars), si bien a ras de suelo, lo que aportará un punto de vista interesante con el que contrastar las mediciones que efectúe MAVEN a muchos kilómetros por encima.

Aunque ya se ha anunciado que Curiosity no ha detectado el metano atmosférico que parecían haber medido otras misiones marcianas, como la europea Mars Express, el problema de su existencia, y en este caso, de su origen, no está resuelto, de modo que la presencia de MAVEN podría arrojar algo de luz en el asunto, aportando su visión analítica de la atmósfera superior en contraste con la de la atmósfera inferior proporcionada por el robot móvil.

No obstante, la principal tarea de MAVEN será estudiar el ritmo actual de pérdida de atmósfera en Marte y las causas del fenómeno. La sonda está espléndidamente equipada para demostrar la responsabilidad del principal candidato a explicar la situación, el viento solar, cuyos iones y campo magnético estarían interactuando con las moléculas de aire de la atmósfera marciana, arrancándolas y enviándolas al espacio. Recordemos que en la Tierra, un potente escudo magnético producido por el núcleo metálico del planeta impide el mismo tipo de acción del viento solar, o al menos en la misma medida.

Si MAVEN puede certificar las actuales teorías y la magnitud del proceso de erosión, los científicos podrán calcular con mayor exactitud la densidad atmosférica en Marte con el transcurso del tiempo, hasta el momento del pasado en que se considera que la atmósfera era lo bastante densa como para permitir albergar una cantidad de calor suficientemente alta que posibilitase la presencia de agua líquida en la superficie. No hay prácticamente duda de que esta última existió, aunque fuera por un período relativamente corto, hace miles de millones de años, ya que



*Magnetómetros de la MAVEN.*

se han observado numerosas señales geológicas al respecto, descubiertas por las cámaras en órbita y en el suelo. Lo que interesa saber ahora es durante cuánto tiempo dichas condiciones permanecieron activas, para averiguar si fue suficiente para la aparición de vida, como ocurrió en la Tierra.

Los cálculos indican que Marte ha perdido el 99 por ciento de la atmósfera que una vez tuvo. Cuando su núcleo dejó de generar un campo magnético potente, como el de la Tierra, la capa de aire quedó expuesta a los ataques del viento solar y la mayor parte del vapor de agua que se encontraba en ella, así como otros componentes (dióxido de carbono y dióxido de nitrógeno), de-

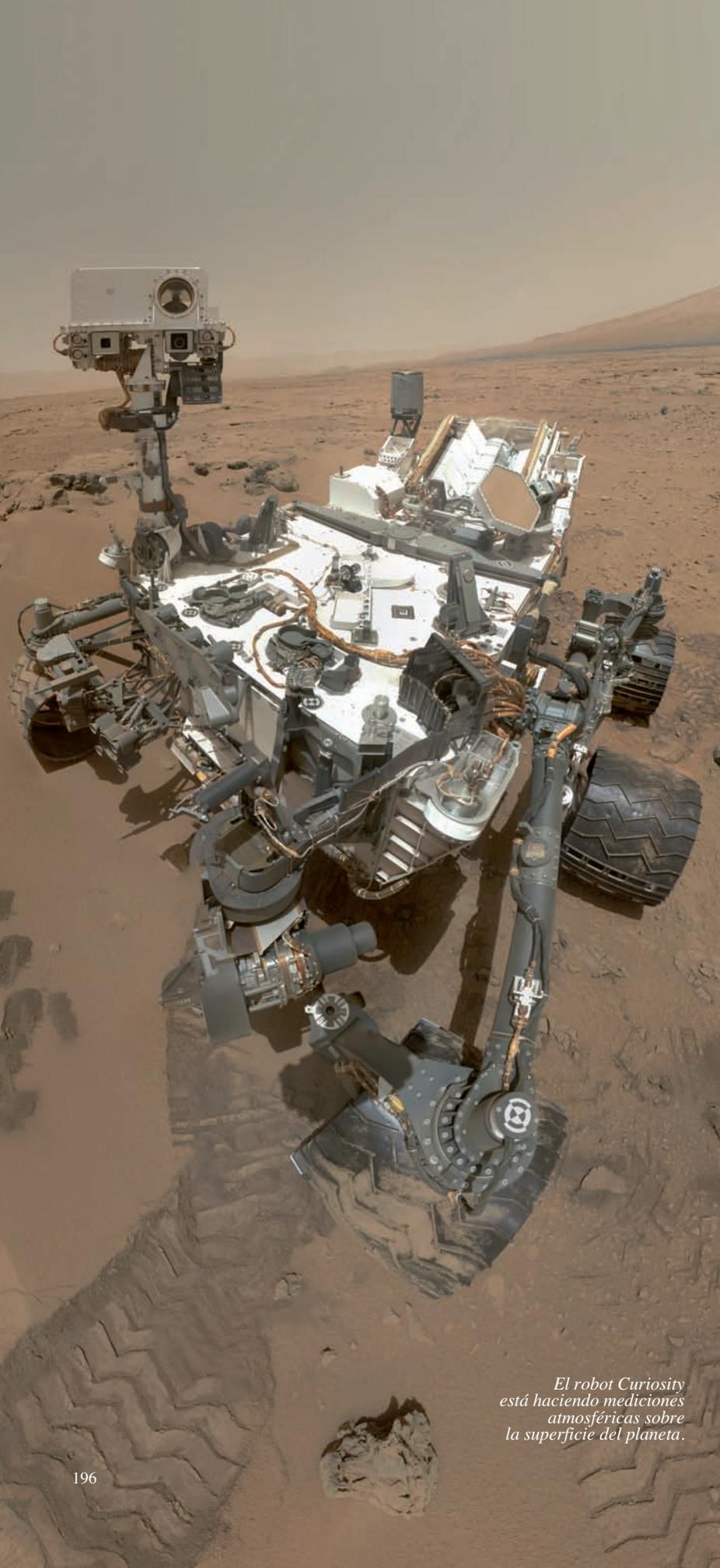
saparecieron. Dado que este proceso no ocurrió de un día para otro, es de suponer que el clima marciano fue cambiando constantemente con el transcurso de los millones de años de su historia, y esta historia es precisamente la que MAVEN quiere ayudar a revelar. En otras palabras, si Marte fue un día un lugar apto para la vida, podremos intentar averiguar cuándo dejó de serlo, lo que a su vez proporcionará pistas sobre en qué lugares, catalogados por su antigüedad geológica, deberemos buscar vestigios de esa hipotética vida.

## ETAPA FINAL

En septiembre de 2012, el programa MAVEN pasaba con éxito la penúltima revisión oficial, aquella que suponía dar luz verde definitiva a la fase final de construcción, tras la etapa de desarrollo. Durante el siguiente año, la empresa contratista recibiría todas las piezas de la sonda, integrándolas en la plataforma, instalaría los instrumentos científicos, efectuaría las habituales pruebas de resistencia (vacío, térmicas, etc.), y prepararía el vehículo para el lanzamiento. Con este en la zona de despegue con varias semanas de antelación, y con el montaje del cohete Atlas-V que empleará, todo quedará reducido a la cuenta atrás y al momento crucial del despegue, dentro de la ventana de lanzamiento prevista. Si todo va bien, MAVEN partirá hacia su objetivo el próximo 18 de noviembre de 2013.



*La MAVEN nos enseñará muchas cosas sobre el pasado climático de Marte.*



*El robot Curiosity está haciendo mediciones atmosféricas sobre la superficie del planeta.*

A diferencia de otros tipos de misiones, el calendario es esencial, y los ingenieros saben muy bien que un problema en esta fase del programa podría dar al traste con las esperanzas de colocar a su sonda en ruta hacia Marte. Por eso se efectúan periódicamente revisiones del diseño, que aseguren que todo avanza de la manera prevista, y que no han surgido dificultades técnicas que lastren el avance del proyecto. Si apareciera algún problema importante, no habría más remedio que emplear recursos adicionales, tanto económicos como de personal, para resolverlo en los plazos indicados, o de lo contrario no quedaría otra alternativa que retrasar dos años el inicio de la misión. En el caso de MAVEN, por fortuna, y esa fue una de las razones por las que se emplearon tecnologías ya utilizadas en programas marcianos anteriores, no se han identificado dificultades insalvables que pongan en peligro la fecha de partida.

En noviembre de 2012, la dirección del programa llevó a cabo la revisión de operaciones, que certificó que la sonda está lista en cuanto al punto de vista operativo, y que progresa adecuadamente hacia su lanzamiento. Una vez ocurrido este, sólo quedará cruzar los dedos para que nada ocurra durante la fase de crucero en dirección a Marte, y en la siempre peligrosa maniobra de entrada en órbita a su alrededor, lo que implica activar un sistema de propulsión que en ocasiones puede haber permanecido varios meses sin utilizar. Si todo va como se espera, MAVEN llegará al Planeta Rojo en septiembre de 2014, y pasará un mes ensayando el uso de sus instrumentos, antes de iniciarse oficialmente la etapa operativa de la misión.

Desde ese momento, los científicos esperarán ávidamente los resultados de sus observaciones, cuyo análisis podrá prolongarse después durante años. Con un poco de suerte, muy pronto sabremos por qué Marte perdió su atmósfera, y si ello ocurrió debido a la actividad de las partículas energéticas procedentes del Sol, que habrían chocado con sus átomos, enviándolos lejos del planeta. Una incógnita científica cuya resolución dará nuevas pistas sobre su historia y la de todo el sistema solar ■

Foto: NASA/JPL