

La misión de la *Venus Express*

MANUEL MONTES PALACIO

A MEDIADOS DE DICIEMBRE DE 2014, LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA DECLARÓ FINALIZADA LA MISIÓN CIENTÍFICA DE LA SONDA VENUS EXPRESS. DEBIDO A LA OPACIDAD DE LA ATMÓSFERA DE NUESTRO VECINO PLANETA, Y POR TANTO A LA CASI TOTAL AUSENCIA Y FALTA DE ESPECTACULARIDAD DE LAS FOTOGRAFÍAS OBTENIDAS DURANTE ESTE PROGRAMA, SUS ACTIVIDADES SE HAN VISTO RARAMENTE REFLEJADAS EN LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN GENERALISTAS. SIN EMBARGO, LA VENUS EXPRESS HA REVOLUCIONADO NUESTROS CONOCIMIENTOS SOBRE EL PLANETA, Y MANTENDRÁ OCUPADOS A LOS CIENTÍFICOS DURANTE MUCHO TIEMPO GRACIAS A LOS DATOS QUE NOS HA ENVIADO DESDE SU ÓRBITA



*Ilustración de la fase
de lanzamiento.
Foto: D. Ducros - ESA*

El bajo coste de la misión, su larga vida útil y el extraordinario valor científico de sus descubrimientos la han convertido sin duda en una de las sondas más productivas de la historia. Tanto es así que sería injusto valorar su éxito sólo por las fotografías que nos haya enviado. Conscientes de las circunstancias operativas de su programa de trabajo, los investigadores que prepararon el paquete científico de la Venus Express pudieron prestar menos atención a los aspectos que ayudan a las relaciones públicas de un proyecto, y centrarse en obtener el máximo rédito de su instrumental.

Antes de su lanzamiento, Venus había sido ya investigado en profundidad, incluso desde su superficie, gracias a sondas como las Venera rusas o las Pioneer Venus estadounidenses, sin olvidar la famosa Magallanes de la NASA, la cual, gracias a su radar, nos mostró el suelo del planeta como de ninguna otra forma sería posible. A pesar de eso, la ESA consideró que Venus bien se merecía una nueva visita, e inició el desarrollo de un vehículo que pudiera llevar a cabo este objetivo.

DE MARTE A VENUS

Si la ESA no hubiera enviado a la Mars Express hacia Marte, probablemente su hermana, la Venus Express, jamás hubiera existido. La sonda marciana supuso un tremendo esfuerzo por parte de la agencia para investigar el Planeta Rojo y demostró que Europa podía llevar a cabo misiones de exploración interplanetarias de larga duración. Su diseño fue complejo y tuvo que superar una serie de obstáculos técnicos, pero una vez éstos fueron resueltos, propiciaron un vehículo sumamente capaz y avanzado. Fue lanzado hacia Marte en junio de 2003, y continúa enviándonos datos e imágenes de gran calidad.

Incluso antes de que la Mars Express partiera hacia su destino, alguien tuvo la oportuna idea de aprovechar su desarrollo para construir un duplicado y enviarlo hacia otro planeta, lo cual rentabilizaría aún más la inversión económica y técnica realizada. La propuesta se hizo en marzo de 2001 (la ESA pidió entonces varias ideas) y poco después se aprobaba la opción de

enviarlo a Venus, dando así lugar a la sonda Venus Express. Las condiciones serían reutilizar al máximo los componentes de la Mars Express, permitir que participaran en su construcción los mismos contratistas, y finalizar el desarrollo a tiempo para un lanzamiento en 2005, todo lo cual abarataría mucho los costes. Además, el instrumental de a bordo consistiría básicamente en equipos construidos como reserva para la Mars Express y también para la sonda Rosetta, lo que permitiría estudiar la atmósfera de Venus a un mínimo precio.

La nueva misión utilizaría entonces la misma plataforma que su antecesora marciana, recibiendo sólo algunas modificaciones para adaptar sus características al distinto medio ambiente planetario que experimentaría. Por ejemplo, al estar más cerca del Sol, se

cambiaría su sistema de control térmico, y también se modificarían los segmentos de las comunicaciones y de producción eléctrica. Los paneles solares, en efecto, no tendrían que ser tan grandes, ya que a la distancia de trabajo, el Sol enviaría cuatro veces más energía hacia ellos que en las cercanías de Marte. En cambio, la nave tendría que ser protegida mejor contra la radiación ionizante del entorno.

La plataforma propiamente dicha consistiría en un cubo de aluminio de 1,5 por 1,8 por 1,4 metros de lado, equipado con un par de paneles solares extensibles que proporcionarían una envergadura de 8 metros al vehículo. En tres de los lados de la sonda se instalarían los instrumentos científicos. Para evitar el sobrecalentamiento, se aumentó la superficie de los radiadores y su eficiencia, y se instaló un sistema

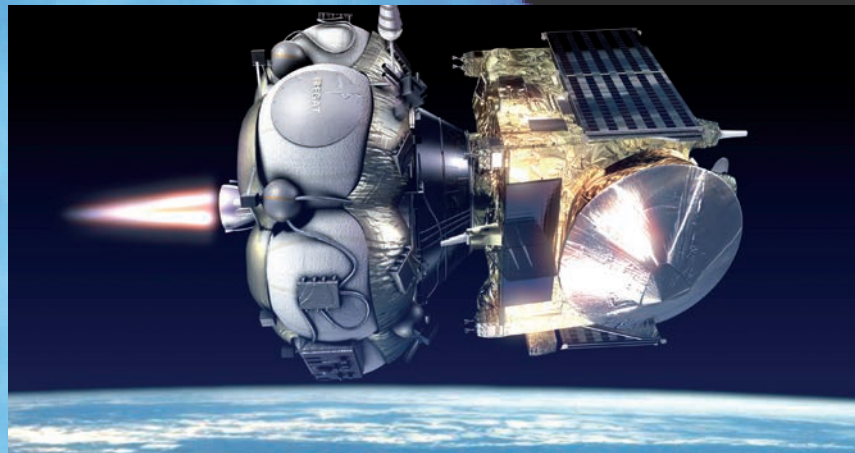
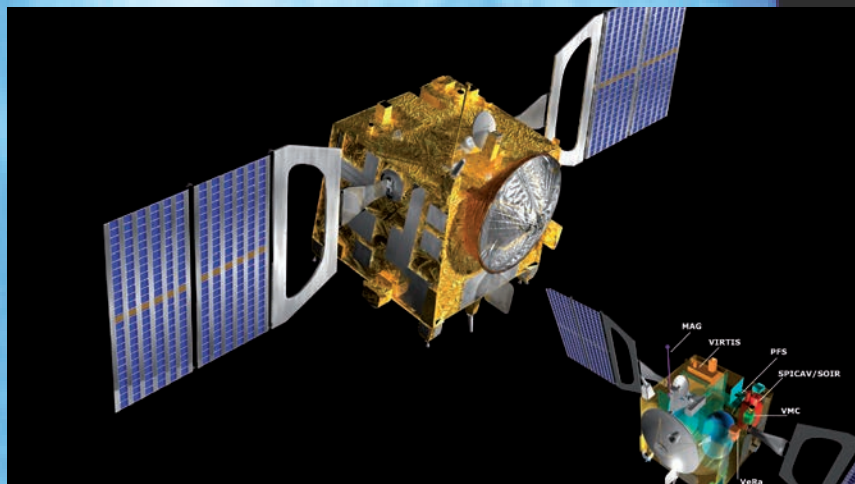


Ilustración de la Venus Express y de la posición de sus instrumentos. Foto: ESA



La fase de propulsión de la etapa Fregat, aún unida a la sonda. Foto: ESA/ AOES Medialab

de aislamiento térmico adaptado a la nueva distancia respecto al Sol. Externamente se cambió el color negro por el oro, para reflejar mejor la radiación solar. El objetivo sería enfriar su interior, y no calentarlo, como en Marte.

La Venus Express fue construida por la empresa europea Astrium y pesó 1.270 Kg al despegue, incluyendo 93 Kg de carga útil y 570 Kg de combustible para su sistema de propulsión, el cual estaría equipado con un motor principal de 400 newtons de empuje y dos grupos de cuatro propulsores auxiliares, de 10 newtons cada uno. Sus dos paneles solares de células de arsenuro de galio producirían 1.100 vatios en Venus, totalizando una superficie de 5,7 metros cuadrados. Además, transportaría tres baterías de litio, dos antenas de alta ganancia (de 1,3 y 0,3 metros de diámetro) y otras dos de baja ganancia.

El paquete de instrumentos estaba dotado con siete experimentos: ASPERA (Analyser of Space Plasma and Energetic Atoms), MAG (Venus Express Magnetometer), PFS (Planetary Fourier Spectrometer), SPICAV/SOIR (Ultraviolet and Infrared Atmospheric Spectrometer), VeRa (Venus Radio Science Experiment), VIRTIS (Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer) y VMC (Venus Monitoring Camera).

ASPERA ya había volado en la Mars Express y lo proporcionó el Instituto de Física Espacial de Suecia. Serviría para investigar la interacción entre el viento solar y la atmósfera de Venus, estudiando las partículas que surgen del planeta. MAG, que fue construido especialmente para la misión, pero con sensores diseñados para el módulo Philae de la sonda Rosetta,

lo entregó IWF, de Austria. Mediría los campos magnéticos producidos por la interacción previamente citada, ya que Venus no posee un campo magnético interno. PFS, por su parte, fue un espectrómetro construido inicialmente para la Mars Express por el IF-SI-INAF italiano y que aquí mediría la temperatura de la atmósfera venusiana entre los 55 y los 100 Km de altura, así como la composición atmosférica. El SPICAV también fue heredado de la Mars Express, pero el instrumento del CNRS francés, el Instituto de Aeronomía Espacial belga y el IKI ruso fue modificado sustancialmente con la nueva sección SOIR, para analizar la atmósfera de Venus. Su principal objetivo sería buscar agua y compuestos del azufre, así como oxígeno, y podría asimismo medir la densidad y la temperatura atmosféricas entre los 80 y los 180 Km de altitud. El experimento VeRa, de la universidad alemana de Bunderswehr, usaría las ondas de radio que comunicarían la Tierra con el vehículo para analizar la ionosfera del planeta, así como la atmósfera desde los 35 a los 100 Km de altitud. Había sido diseñado previamente para la Rosetta. El italiano CNR-IASF y el Observatorio de París proporcionaron el instrumento VIRTIS, pensado para la Rosetta, que investigaría la composición de la atmósfera desde el nivel más bajo hasta los 40 Km de altitud. Permitiría hacer un seguimiento de las nubes en el ultravioleta y el infrarrojo. Por último, MPS, de Alemania, adaptó algunas partes de la cámara de la Mars Express para desarrollar una nueva llamada VMC, sensible a las bandas del infrarrojo, el ultravioleta y el visible. Permitiría obtener imágenes de las nubes y de la superficie, ayudando a identificar algunas estructuras detectadas por el resto de instrumentos.

La sonda debería operar en una órbita polar alrededor de Venus, durante unos dos años. En la práctica, lo haría durante casi una década.

CAMINO A VENUS

Rusia se encargaría del lanzamiento de la Venus Express. Un cohete Soyuz-FG/Fregat le proporcionaría la velocidad de escape hacia su destino, tras un despegue desde el cosmódromo de



Lanzamiento de la sonda. Foto: S. Corvaja - ESA /STARSEM

Baikonur. Su relativa baja masa permitiría una trayectoria directa hacia el planeta vecino, al cual llegaría tras un viaje de sólo 153 días.

La ventana de lanzamiento se prolongaría entre los días 26 de octubre y 23 de noviembre de 2005, de modo que la sonda debía estar lista pocas semanas antes. En efecto, las últimas pruebas con el modelo de vuelo se concluyeron el 2 de agosto. Cinco días después llegaba a Baikonur, donde sería preparada para el despegue.

La fecha de la salida fue programada inicialmente para el 26 de octubre, pero problemas con el cohete, cuyo sistema de aislamiento térmico en el carenado contaminó la nave, obligaron a posponerla el día 21. Una vez eliminadas las partículas contaminantes, el cohete con su nave fueron trasladados a la rampa de despegue, el 5 de noviembre. El día 9 (03:33 UTC), los motores del Soyuz se encendían y enviaban a la Venus Express, unida a su etapa Fregat, a una órbita de aparcamiento baja alrededor de la Tierra. Una vez efectuada una sola revolución, la Fregat aceleró el conjunto hasta alcanzar la velocidad de escape.

Volando ya en solitario, la Venus Express efectuó el 11 de noviembre su primera corrección de trayectoria, con su sistema auxiliar. El 17 de febrero de 2006, accionó brevemente su motor principal para ensayar la maniobra de inserción orbital alrededor de Venus. Una semana más tarde efectuaba su segunda maniobra de corrección de trayectoria, y el 29 de marzo, la tercera, situándose en la ruta exacta para el encuentro con el planeta. En efecto, el 7 de abril recibía las órdenes adecuadas en base a su velocidad y el día 11, a las 07:10 UTC, iniciaba el encendido que la haría caer en la gravedad de Venus. La maniobra duró hasta las 08:00 UTC, e incluyó el paso de la sonda por detrás del planeta, evitando las comunicaciones directas.

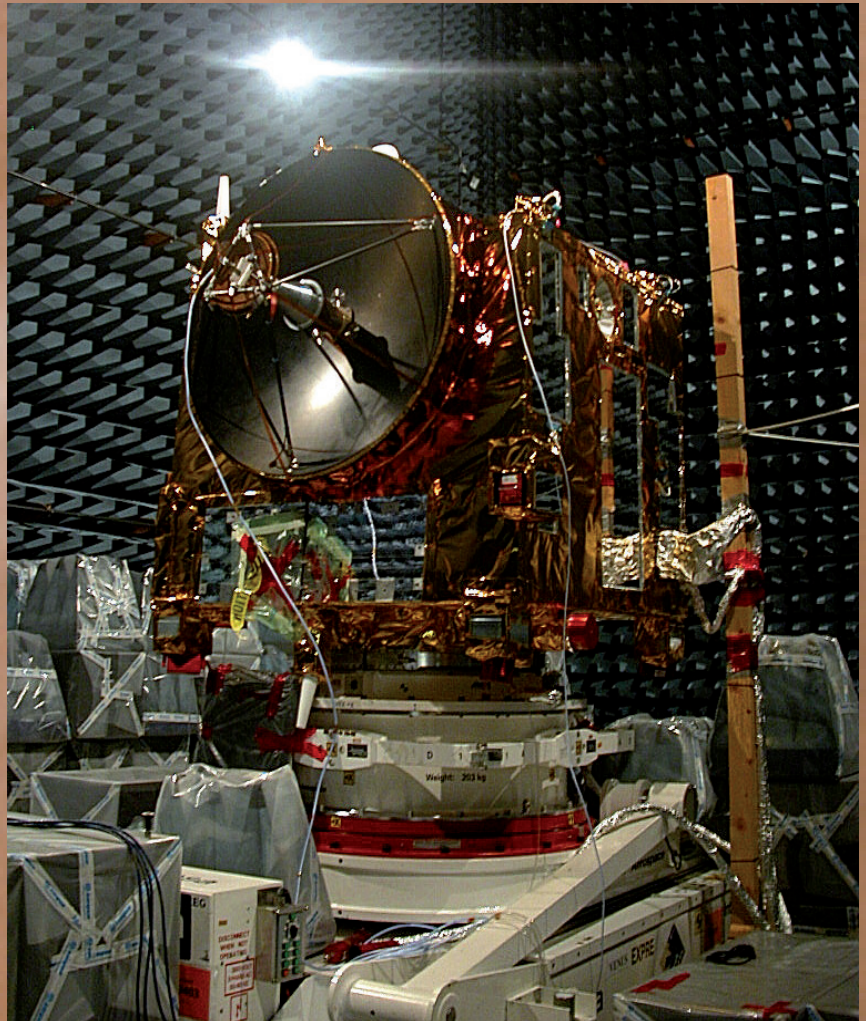
La órbita inicial alcanzada, con un período de nueve días, tenía un periastro o mínima distancia al planeta de unos 400 Km, mientras que el apoastro o máxima distancia era de 330.000 Km. Aunque el lanzamiento y el vuelo serían controlados por el ESOC alemán, desde el Venus Express Mission Control Centre, gracias a las antenas

situadas en Villafranca (España), New Norcia (Australia) y Kourou (Guayana Francesa), las operaciones orbitales serían gestionadas por la estación de la ESA en Cebreros (España), mientras que New Norcia colaboraría en el experimento VeRa.

En su órbita elíptica, la Venus Express obtendría información científica durante la fase cercana al planeta, durante aproximadamente una hora y media, y después de almacenarla a bordo, la retransmitiría a la Tierra a la primera oportunidad. Las sesiones de comunicación durarían unas 8 horas, pero la cantidad de datos transmitidos variaría mucho, en función de la distancia entre la Tierra y Venus.

La órbita elíptica de trabajo, sin embargo, no sería la misma que la de llegada, sino una mucho más corta. Tras alcanzar la primera, activó sus instru-

mentos para probar su funcionamiento, de manera que el 13 de abril de 2006 la ESA daba a conocer las primeras imágenes del planeta obtenidas por el vehículo. Sin embargo la prioridad durante los siguientes días sería el ajuste orbital. El 20 de abril activó su motor para reducir la altura del apoastro por primera vez. Redujo así su período orbital hasta las 40 horas, desde los 9 días iniciales. Tres días después volvió a hacer funcionar su sistema de propulsión, volviendo a reducir el apoastro hasta alcanzar un período de 25 horas y 3 minutos. El 26 de abril repitió la maniobra para corregir de nuevo la altitud, y por fin, el 7 de mayo, obtenía el período de 24 horas inicialmente previsto, con un periastro de 250 Km y un apoastro de 66.000 Km. La órbita, casi polar, permitiría observar la mayor parte del planeta.



Ensayos de tierra para la sonda. Foto: EADS Astrium.



Los científicos observan el final de la misión de la Venus Express. Foto: ESA

TRABAJO INTENSO

Durante las siguientes semanas, la Venus Express se dedicaría a explotar todo su potencial científico, siguiendo el plan de vuelo que contemplaba 500 días de operaciones (dos días venusianos). Así, a mediados de diciembre, la ESA dio a conocer un primer mapa de temperaturas del hemisferio sur. Pero ya por entonces se estaba hablando de prolongar la misión, limitada en principio sólo por la cantidad de combustible disponible a bordo para las maniobras de ajuste y orientación. El 27 de febrero de 2007, la ESA aprobó dicha extensión, que incluía seguir financiando el programa hasta mayo de 2009. El 19 de septiembre se completaron los 500 días de trabajo programados originalmente, iniciándose la fase extendida.

La continuada recogida de datos se solaparía con los primeros resultados publicados por los científicos. El 27 de noviembre se presentaban varios artículos que anunciaban aspectos curiosos de la geofísica del planeta, como la presencia de abundante aparato eléctrico en su atmósfera, la existencia de un vórtice doble en la atmósfera, sobre

el polo sur, y la confirmación de que Venus tuvo océanos en el pasado. A mediados del año siguiente se anunció la detección de la molécula hidróxilo en la atmósfera. Además, se publicaron varias imágenes de la atmósfera.

Tres meses antes del teórico final del período de operaciones de la misión, el 4 de febrero de 2009 la ESA anunciaba una segunda extensión del programa, que debería ahora prolongarse hasta el 21 de diciembre de ese mismo año. El 7 de octubre, obtenida la financiación adecuada, la agencia daba a conocer una tercera extensión, esta vez por tres años más, hasta el 21 de diciembre de 2012. No sería la última vez. El 23 de noviembre de 2010, y ante los resultados y las interesantes propuestas que incluían investigar de forma más atrevida la atmósfera del planeta, la ESA aprobó una nueva extensión hasta el 31 de diciembre de 2014.

Mientras, los científicos siguieron dando a conocer detalles innovadores de la atmósfera venusiana, como la existencia de una capa de ozono y de otra en la que podrían existir precipitaciones de hielo seco (CO₂ a muy baja temperatura). También se detectaron vientos cada vez más fuertes.

Ya en junio de 2013, y tras un estudio de las reservas de combustible a bordo del vehículo, la dirección del programa anunció el día 20 que era posible una nueva extensión hasta el año 2015. Pero el principal objetivo para los siguientes meses sería preparar un ambicioso experimento de aerofrenado. Con todas sus metas cumplidas, los controladores de la misión podían ser más atrevidos e intentar experimentos mucho más arriesgados. Se planeó así una campaña que duraría entre el 18 de junio y el 11 de julio de 2014, durante la cual la nave reduciría considerablemente su mínima distancia al planeta, permitiéndose rozar las capas más altas de la atmósfera, para poder obtener mediciones a una relativa baja altitud.

La órbita de la sonda la había llevado durante ocho años a hasta 250 Km de la superficie del planeta, de forma rutinaria, evitando un rozamiento que de otro modo habría deteriorado rápidamente su altitud sin la participación del sistema de propulsión. Los científicos se habían permitido sin embargo algunos descensos hasta los 165 Km, muy breves, para efectuar algunas mediciones. Ahora, en cambio, se preten-

día reducir el periastró hasta los 130 Km o menos, poniendo la atmósfera al alcance los instrumentos de un modo que aumentaría grandemente su resolución y sensibilidad. Se medirían así los campos magnéticos, el viento solar y los átomos del entorno, así como las temperaturas y la presión experimentadas por el vehículo. Por último, se practicaría la técnica del aerofrenado, que se utiliza en misiones a otros planetas para modificar la órbita sin utilizar motores.

La maniobra implicaría gastar combustible para iniciar el descenso, mantener la orientación, y después para salir de nuevo al exterior de la atmósfera, así que los controladores tuvieron que medir muy bien el consumo para asegurar que la nave no lo agotara antes de tiempo y se perdiera en la atmósfera, quemándose. Ante la incertidumbre sobre la cantidad exacta de combustible remanente en sus tanques, la ESA manifestó su prudencia sobre el éxito de la maniobra.

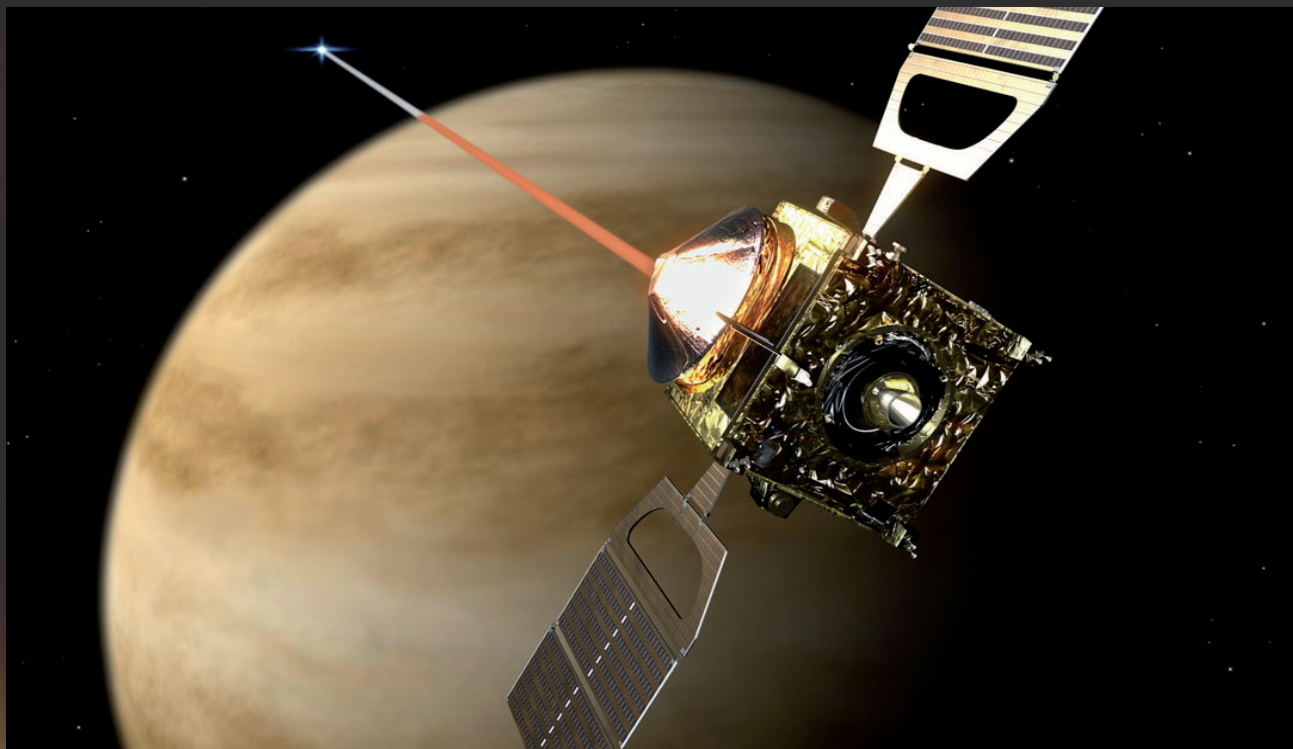
Dicho y hecho, la sonda redujo la zona baja de su órbita tras terminar su fase principal científica el 15 de mayo de 2014, y se pasó un mes entrando y saliendo de la atmósfera de Venus,



La sonda descubrió actividad eléctrica en la atmósfera venusiana. Foto: J. Whatmore

pasando a entre 131 y 135 Km de altitud, y finalmente hasta un récord de 129 Km, durante unos 100 segundos cada vez. Midiendo el rozamiento experimentado por la nave, los científicos aprendieron muchas cosas sobre

la densidad y la estructura de las capas altas de la atmósfera, en la zona diurna y en la nocturna. En algunos momentos, los paneles solares alcanzaron una temperatura de hasta 100 grados Celsius. Concluido este intervalo, que



Experimentos de radio para estudiar la ionosfera de Venus. Foto: ESA/ AOES Medialab

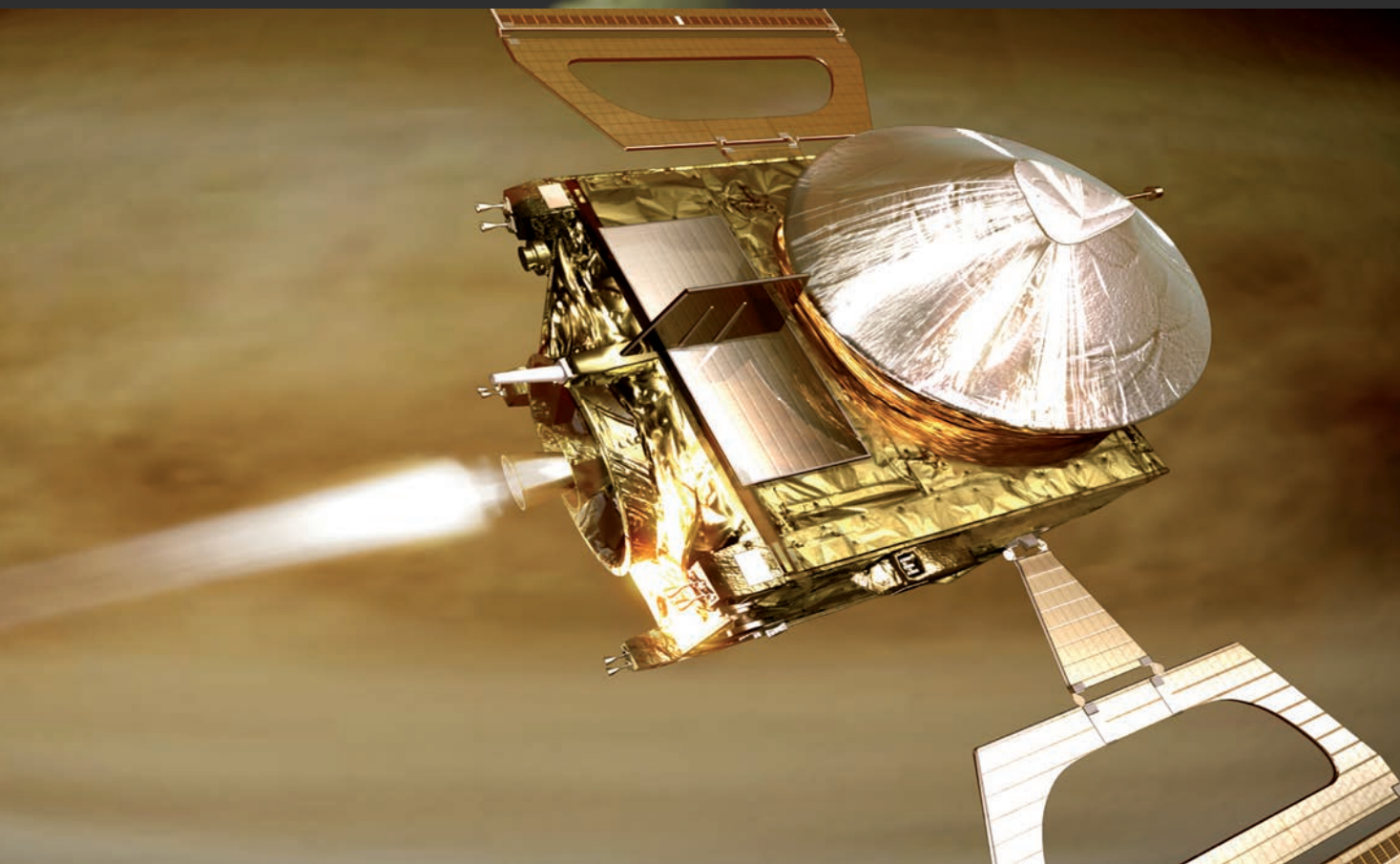
redujo su período orbital en más de una hora, inició de nuevo un ascenso limitado hasta los 460 Km, para poder continuar las operaciones científicas durante algunos meses más. Se necesitarían para ello un total de 15 maniobras que debían concluir el 26 de julio, para lo cual se emplearon 8.000 pulsos del sistema de propulsión auxiliar y un total de 5,2 Kg de combustible.

La órbita final quedó situada en un apoastro de 63.000 Km y un periastro de 460 Km, con un período de 22 horas y 24 minutos, suficiente para man-

poco la órbita. Por desgracia, el 28 de noviembre, las antenas de seguimiento dejaban de escuchar a la Venus Express. Perdido el contacto, se sospechó que el final estaba próximo. El 3 de diciembre aún pudo restablecerse, pero de forma intermitente, un síntoma de que el combustible se había agotado y que la nave no podía mantener su orientación respecto a la Tierra. A excepción de la señal de su baliza, nada más llegaría desde la Venus Express a partir de entonces.

Por fin, el 16 de diciembre, la ESA

este momento, con volcanes lanzando material a la atmósfera, como atestiguan las variables mediciones de dióxido de azufre durante el transcurso de la misión. Parece haberse confirmado también que el planeta tuvo mucha agua en la superficie y en la atmósfera, la cual acabó finalmente desapareciendo. Esta pérdida estaría produciéndose todavía en la actualidad. La sonda también comprobó que los vientos, en promedio, habían pasado de 300 a 400 Km/h durante un período de seis años terrestres, y lo más sorprenden-



La Venus Express usó su motor para entrar en órbita alrededor del planeta. (Foto: ESA/ AOES Medialab)

tenerla fuera de la atmósfera durante algunas semanas, antes de permitir, casi agotado el combustible disponible, un descenso paulatino y natural hasta su destrucción. Los científicos calcularon una posible reentrada para diciembre de 2014. Para intentar prolongar su vida hasta 2015, se programaron una serie de maniobras, entre el 23 y el 30 de noviembre, que debían elevar un

anunciaba la conclusión de la exitosa misión de la agencia en el planeta Venus. Esperando tener tanta fortuna en su próxima exploración de Mercurio, la ESA agradeció a todos los participantes en el programa los extraordinarios resultados obtenidos. Para el futuro quedan conclusiones tan interesantes como la posibilidad de que Venus esté geológicamente activo en

te, y quizá relacionado, que el período de rotación del planeta ha disminuido en 6,5 minutos durante los últimos 20 años, cuando lo midió la Magallanes.

En enero de 2015, la nave descendió hasta los 150 Km de altitud. Su entrada atmosférica definitiva se produjo pocas semanas después, terminando con su histórica misión. •