

Hayabusa-2: de regreso a los asteroides

MANUEL MONTES PALÁCIO

JAPÓN LOGRÓ UNA IMPORTANTE PRIMICIA INTENTANDO CAPTURAR MUESTRAS DE LA SUPERFICIE DE UN ASTEROIDE LLAMADO ITOKAWA DURANTE LA PASADA DÉCADA. LA MISIÓN, BAUTIZADA COMO HAYABUSA, NO ESTUVO EXENTA DE DIFICULTADES PERO TAMBIÉN DEMOSTRÓ QUE LA TECNOLOGÍA UTILIZADA ERA LA ADECUADA, LO QUE ABRIÓ LAS PUERTAS A LA VISITA DE OTROS CUERPOS MENORES DEL SISTEMA SOLAR. EN 2006, LA AGENCIA JAXA ANUNCIÓ EL INICIO DEL DESARROLLO DE SU SUCESORA, LA HAYABUSA-2, QUE EN 2014 Ó 2015 VOLARÁ HACIA OTRO ASTEROIDE DIFERENTE, CON RENOVADAS AMBICIONES DE TRAER A LA TIERRA VARIAS MUESTRAS DE SU SUPERFICIE

Desde el momento del anuncio hasta el inicio formal del programa pasaron varios años, enmarcados en momentos de dificultades económicas y en la consecuente búsqueda de socios internacionales. Por fin, el 1 de mayo de 2011 comenzaba el diseño y construcción del nuevo vehículo, y el 26 de diciembre de 2012 se presentaba ya al público el cuerpo principal del modelo de vuelo, basado en esencia en el de su predecesora. Si todo va bien, la Hayabusa-2 volará hacia un asteroide cercano a la Tierra, y tratará de capturar una parte de él para que los científicos puedan analizar en el laboratorio las propiedades físicas y químicas de un cuerpo que habrá sido formado en los inicios del sistema solar.

HAYABUSA-1, LUCES Y SOMBRAS

El objetivo de visitar un asteroide de cerca ya no era una primicia cuando despegó la primera Hayabusa. Otras sondas lo habían logrado en el pasado. Una de ellas, como el NEAR Shoemaker de la NASA, llegó incluso a posarse en la superficie de su ob-

jetivo, a pesar de que no había sido diseñada para ello, al final de su misión orbital. Pero hasta la fecha, ningún vehículo había intentado descender de forma controlada, capturar muestras de su superficie y traerlas a nuestro planeta para su estudio. Esa sería precisamente la ambiciosa misión de la MUSES-C, uno de los programas de exploración de la agencia japonesa JAXA. Lanzada el 9 de mayo de 2003 a bordo de un cohete Mu-V, la MUSES-C fue rebautizada como Hayabusa, y dirigida hacia el asteroide 25143 Itokawa, una gran roca de unos 500 metros de diámetro que pasa periódicamente cerca de la Tierra.

La Hayabusa, de 510 Kg de peso, efectuó el viaje siguiendo una trayectoria óptima, gracias al empuje de su sistema de propulsión iónica, cuyos cuatro pequeños motores consumían un combustible llamado xenón. Funcionando de forma prácticamente continua, estos propulsores llevaron a la nave hasta su objetivo, el 11 de septiembre de 2005, aunque aún sin llegar a colocarse en órbita a su alrededor. En vez de eso, se situó en su misma trayectoria alrededor del Sol, manteniendo la distancia (unos 20

Km) y observando de forma remota el asteroide mediante sus instrumentos. El 4 de octubre, por fin, el vehículo se acercó hasta los 7 Km, donde obtendría sus mejores imágenes globales.

Esta labor la llevó a cabo de forma precaria, dado que durante el viaje de ida, en 2003, una gran protuberancia solar dañó sus células solares, lo que redujo su producción eléctrica de forma sustancial. Ello disminuyó la potencia de su sistema de propulsión, que a su vez retrasó la llegada al asteroide de junio a septiembre de 2005 y rebajó el número de días que podría estar en sus cercanías (la fecha del regreso estaba pautada de antemano). Teniendo en cuenta esto, si bien el plan de vuelo indicaba que la Hayabusa intentaría tres descensos hasta la superficie del Itokawa, durante los cuales no debía aterrizar sino mantenerse rozando el suelo, lo bastante cerca como para capturar las muestras que buscaba, finalmente tendría que cancelarse uno de ellos. Peor aún, la sonda experimentó problemas en su sistema de orientación que dificultarían sus movimientos, aunque ello no impidió que consiguiera mapear por completo la superficie del asteroide.

A pocos días de su programado retorno a la Tierra, la Hayabusa empezó a prepararse para la captura de muestras. Con solo dos intentos a su disposición, el 4 de noviembre de 2005 efectuó un primer descenso para ensayar la maniobra. La prueba, sin embargo, salió mal. Se inició desde una altitud de 3 Km y debía incluir la liberación de un pequeño vehículo de aterrizaje llamado MINERVA. La maniobra se vio abortada, incluyendo la liberación de la subsonda, cuando se apreciaron problemas de seguimiento por parte del sistema de navegación óptico, que se veía confundido por el relieve del asteroide.

El 7 de noviembre, la Hayabusa vol-



El vehículo MINERVA-2 se acerca al asteroide 1999 JU3. (Foto: JAXA)

poblado por rocas y se decidió intentarlo sólo en el restante. El 12 de noviembre, la Hayabusa se aproximó al asteroide hasta unos 55 metros de altitud, y soltó al robot MINERVA, pero este no alcanzó la superficie y se perdió en el espacio. Mal orientado, el vehículo liberó a la subsonda y esta no fue atrapada por la debilísima gravedad del asteroide, alejándose para siempre.

Por fin, el día 19, la sonda efectuó un nuevo descenso, intentando situarse por encima del suelo del cuerpo rocoso, para capturar las muestras. Las difíciles comunicaciones impidieron un

mismo tiempo, con el contacto físico, podría haberse pegado algo de polvo de la superficie en el recipiente, el cual fue sellado por precaución.

El segundo intento de aterrizaje se realizó el 25 de noviembre, pero tampoco esta vez se activó el sistema de toma de muestras, que debía disparar unos proyectiles contra el suelo. Con la aparición de una fuga en uno de los propulsores, la nave volvió a colocarse en modo seguro, ya lejos del asteroide. Se recuperó el control pero seguirían otros múltiples problemas de orientación y eléctricos. Sin capacidad de apuntar bien sus motores, el inaplazable momento del regreso a la Tierra tuvo que ser dejado de lado, a la espera de que su lento giro la llevara a la orientación adecuada. Durante las primeras semanas de 2006, la situación mejoró y se pudo contactar con la nave y averiguar su posición exacta. La revisión de los sistemas indicó que al menos

dos de los cuatro motores podrían utilizarse, de modo que solo quedó esperar la llegada de la ventana de oportunidad para el retorno a casa. El 25 de abril de 2007, la JAXA anunciaba el inicio del viaje de vuelta. A pesar de diferentes problemas con los motores, la sonda logró variar su velocidad lo suficiente para llevar su trayectoria hacia la Tierra, y tras varias

vía a estar a unos 7,5 Km de altitud, y los ingenieros, creyendo que habían entendido bien la situación anterior, ordenaron preparar un nuevo descenso. Este se inició el día 9, hasta unos 70 metros de altitud, para demostrar el buen funcionamiento del sistema de navegación. Una vez logrado esto, volvió a ascender. Por último, bajó hasta los 500 metros, desde donde soltaría una marca física para comprobar si era posible hacer un seguimiento de su posición en la superficie.

Originalmente debían tomarse muestras de dos lugares distintos, pero uno de ellos resultó estar demasiado

seguimiento preciso del proceso, y las señales recibidas en la Tierra sugirieron que la Hayabusa se había limitado a flotar durante media hora a unos 10 metros de distancia del asteroide. Ante esta noticia, se ordenó abortar la maniobra y la nave ascendió hasta alcanzar unos 100 Km, entrando además en modo seguro. Una vez recuperado el control se pudo analizar lo sucedido y se llegó a la conclusión de que la Hayabusa se había posado realmente en la superficie asteroidal durante al menos 20 minutos, tras haber abortado el procedimiento previsto. Ello impidió iniciar la toma de muestras, pero al



Impresión artística de la Hayabusa-1 sobre el asteroide. (Foto: JAXA)



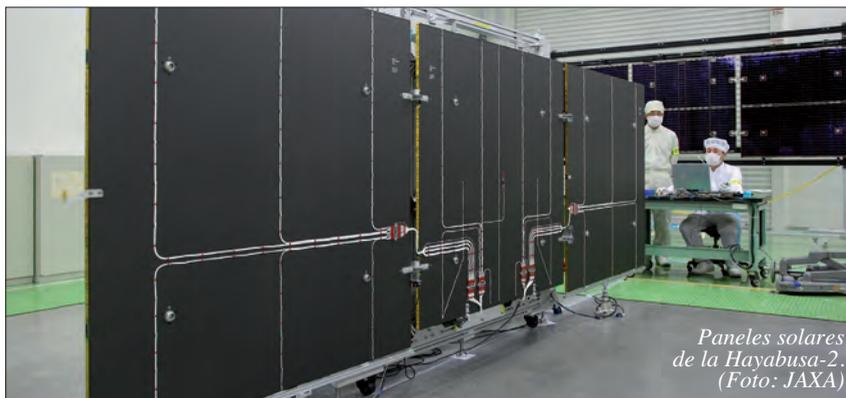
Recuperación de la cápsula de la Hayabusa-1. (Foto: JAXA)



Presentación del cuerpo de la Hayabusa-1. (Foto: JAXA)



La Hayabusa-1, sobre su lanzador. (Foto: JAXA)



Paneles solares de la Hayabusa-2. (Foto: JAXA)

correcciones finales, la Hayabusa se encontró dirigida hacia la zona de aterrizaje, en Woomera, Australia. El 13 de junio de 2010, soltó su cápsula de muestras, y esta entró en la atmósfera, abriendo su paracaídas y siendo poco después recogida en el desierto, el día 14. Llevada a Japón, la cápsula fue abierta para ser examinada. Un análisis preliminar indicó el 7 de octubre que la

zona de muestras había vuelto con unas 100 partículas de polvo, la mayor parte del asteroide. Una revisión definitiva detectó unos 1.500 granos que posteriormente serían analizados y que otorgaron al Itokawa la categoría de asteroide de tipo S, o más exactamente de condrito LL. A pesar de todos los problemas y retrasos, la Hayabusa había logrado no volver con las manos vacías.

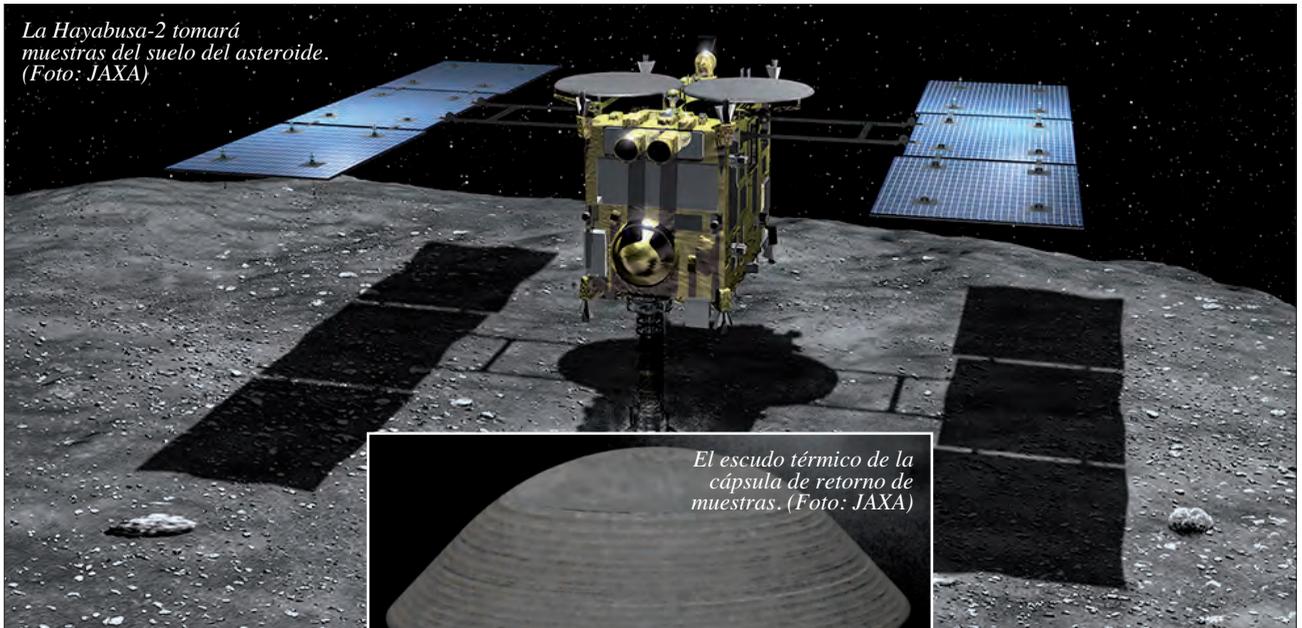
Mientras tanto, su sucesora empezaba a tomar forma.

UN PASO ADELANTE

La Hayabusa-2 llevará a cabo una misión similar a la de su antecesora. Sin embargo, su objetivo será un asteroide diferente, un cuerpo asteroidal de tipo C. Los de tipo S, como el Itokawa, están básicamente formados por roca. Los de tipo C también, pero contienen una mayor cantidad de agua y materia orgánica, de aquí el interés por obtener muestras de su superficie. Los científicos quieren estudiar esta última para averiguar qué clase de materia orgánica original existía durante la formación del sistema solar. Además, desean saber si la presencia de agua y su relación con ella tuvieron un papel en la aparición de la vida en lugares como la Tierra, así como en la formación de los océanos de nuestro planeta.

El asteroide elegido para este análisis se llama 1999 JU3. Aún no ha sido oficialmente bautizado pero es probable que lo sea cuando se produzca el lanzamiento o poco después, como ocurrió con el Itokawa (nombrado en honor de un insigne ingeniero japonés). Se saben pocas cosas sobre él, más allá de su órbita, pero el espectro de la luz que refleja confirma que se trata de un cuerpo de tipo C. Dado que 1999 JU3 gira alrededor del Sol en una trayectoria no muy distinta de la del Itokawa, la ingeniería necesaria para llegar hasta él no es muy diferente a la que dio forma al primer Hayabusa. En todo caso, el asteroide es algo mayor, de aspecto esférico y unos 920 metros de diámetro, pero sigue siendo lo bastan-

La Hayabusa-2 tomará muestras del suelo del asteroide. (Foto: JAXA)



El escudo térmico de la cápsula de retorno de muestras. (Foto: JAXA)

te pequeño como para que su gravedad sea también ínfima, adecuada para que una sonda pueda acercarse a él y ascender después con un mínimo consumo de combustible. El objeto gira sobre sí mismo en unas 7,6 horas, y tiene un albedo de 0,06 (muy oscuro), aunque todos estos datos serán definidos con mayor precisión durante la visita de la Hayabusa-2.

Para ahorrar costes, el nuevo vehículo utilizará la estructura de su predecesora, y buena parte de su diseño. Los ingenieros ya saben qué fallos experimentó y lo que hay que hacer para evitarlos. Eso supondrá la adición de medidas correctoras, así como de nueva tecnología disponible, después de la más de una década transcurrida desde la construcción de la Hayabusa-1. Si la Hayabusa-2 puede ser construida con sistemas más robustos y tolerantes a los fallos, tendrá muchas más probabilidades de tener éxito en su tarea principal de obtención de muestras.

El procedimiento de recolección de dichas muestras será asimismo más sofisticado, ya que se pretende obtener material no solo de la superficie sino también del subsuelo. Para lograrlo, la Hayabusa-2 llevará consigo un mecanismo explosivo, el cual será soltado sobre el asteroide para que estalle cuando la sonda se encuentre a salvo en el

otro lado del asteroide, protegida por su propio cuerpo rocoso. La explosión erosionará la superficie, lo que facilitará el acceso a material "fresco" y no alterado que habrá estado bajo ella hasta ese momento. El choque producirá un cráter de varios metros de diámetro, y permitirá acceder al material suelto que se habrá depositado en su interior.



Posición de los asteroides Itokawa y 1999 JU3. (Foto: JAXA)

UNA MISION COMPLEJA

La Hayabusa se halla ahora mismo en una fase muy avanzada de su desarrollo. El asteroide pasa cerca de la Tierra de forma periódica, y es necesario efectuar el lanzamiento hacia él en el momento más apropiado. La ventana de despegue actualmente contemplada se abre en julio de 2014, pero hay nuevas oportunidades cada aproximadamente 6 meses (diciembre de 2014, junio y diciembre de 2015). Si todo va bien, el vehículo daría primero una vuelta alrededor del Sol, efectuaría una asistencia gravitatoria junto a la Tierra, y llegaría finalmente al asteroide en junio de 2018. Su misión junto al objeto se prolongará entonces durante un año y medio, período que será suficiente para efectuar un completo examen del asteroide y descender sobre él para capturar las deseadas muestras. La Hayabusa-2 deberá abandonar su objetivo en diciembre de 2019, para posibilitar el aterrizaje de su cápsula con el botín un año después.

Para que todo esto sea viable, el diseño de la sonda ha sido mejorado en puntos clave. Todo lo que funcionó regularmente durante el anterior vuelo ha sido revisado y actualizado. Por ejemplo, los motores iónicos, que estarán pensados para durar mucho más. Sus predecesores lo hicieron, pero no habí-

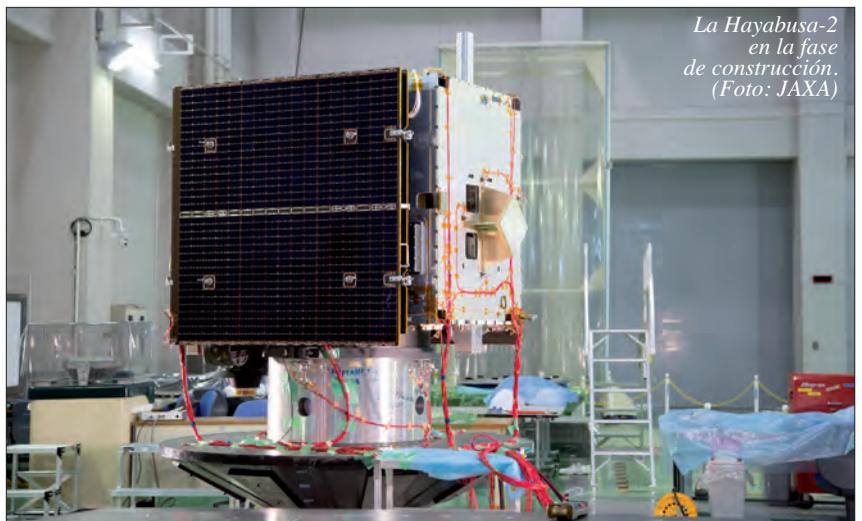


Las muestras llegarán a la Tierra en 2020. (Foto: JAXA)

an sido diseñados para ello y no faltó mucho para que no fueran capaces de llevar a la sonda de nuevo a la Tierra, en vista de las dificultades eléctricas y el tiempo adicional en el espacio.

El sistema de guiado, que ocasionó varios problemas, ha sido también rediseñado, así como los de navegación, control de orientación, comunicaciones (se instalará una antena plana en vez de parabólica), y propulsores auxiliares. Con estas mejoras el vehículo será más fiable y aumentarán las posibilidades de que la Hayabusa-2 vuelva con éxito a nuestro planeta, a pesar de la complejidad añadida en sus operaciones.

No menos importante será el refinamiento del instrumental científico. El



La Hayabusa-2 en la fase de construcción. (Foto: JAXA)



Visión general de la Hayabusa-2. (Foto: JAXA)

espectrómetro infrarrojo, que tanta información aportó sobre las características físicas y químicas del asteroide, ha visto modificada su longitud de onda de trabajo, ajustándola al nuevo objeto.

La sonda está siendo construida por la empresa japonesa NEC, y pesará unos 590 Kg. El programa fue aprobado por el Gobierno en agosto de 2010 y fue presupuestado en 15.400 millones de yenes. En esta ocasión, incluirá aportaciones europeas en la forma de un pequeño vehículo de aterrizaje llamado MASCOT (Mobile Asteroid Surface Scout), aportado por el DLR alemán, que a su vez recibirá ayuda del CNES francés. La JAXA preparará además otro vehículo semejante

llamado MINERVA-2, sucesor del que en la anterior misión no consiguió posarse sobre el asteroide Itokawa. Ambos serán depositados en puntos seleccionados cuidadosamente durante la fase de exploración.

Como se ha comentado, la Hayabusa-2 transportará consigo un pequeño penetrador explosivo. El llamado SCI (Small Carry-on Impactor) será soltado en un momento determinado, para dar tiempo a la nave madre a refugiarse en el otro lado del asteroide. Entonces, golpeará contra este, produciendo un cráter tanto por el propio impacto (llevará una cabeza fabricada con cobre, de 2,5 Kg, que chocará a una velocidad de 2,5 km/s), como por la explosión de la carga almacenada a bordo (4,5 Kg de explosivo plástico HMX). La Hayabusa-2 soltará asimismo una cámara autónoma llamada DCAM3, lo que permitirá observar el choque y el estallido cuando la nave no esté mirando hacia el lugar directamente. El cráter liberará material fresco del subsuelo, que en posteriores órbitas la sonda podrá investigar y observar.

Pero antes de este procedimiento invasivo, la Hayabusa-2 tratará de obtener muestras de la superficie para llevarlas posteriormente a la Tierra. Sus cámaras levantarán mapas que permitirán a los científicos localizar los lugares más seguros y prometedores para efectuar el descenso y la captura. La idea es disponer de varias oportunidades y de recoger material de sitios diferentes, pero las circunstancias de la misión determinarán el resultado final de esta complicada operación. Como debía hacer la Hayabusa, su sucesora practicará el descenso y finalmente bajará hasta la superficie, tocando apenas ésta lo suficiente como para que sea posible recuperar algunas partículas.

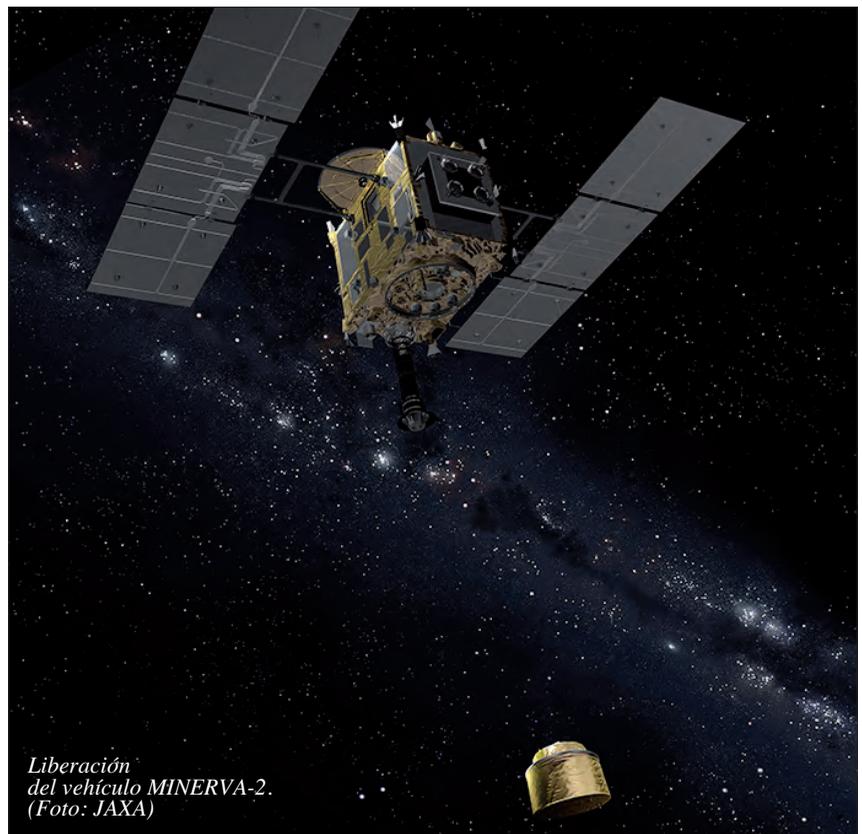
Una vez logrado esto, y tras el lanzamiento del proyectil que creará un pequeño cráter, la Hayabusa-2 efectuará un último descenso hacia su interior, tratando de capturar muestras de ese material procedente del interior del asteroide, lo que permitirá a los científicos realizar comparaciones entre el suelo exterior y el subsuelo.

Las muestras quedarán finalmente almacenadas en la cápsula, y aseguradas de modo que estén protegidas durante el viaje de vuelta a la Tierra. Así

pues, después de un año y medio en las cercanías de 1999 JU3, la Hayabusa-2 estará lista para reanudar su camino. En diciembre de 2019, como se ha dicho, encenderá sus motores para alejarse paulatinamente del asteroide, entrando en una órbita heliocéntrica independiente que la llevará hasta cruzarse con nuestro planeta. En diciembre de 2020, la cápsula será soltada y penetrará en la atmósfera, donde debería ser recuperada por las fuerzas de rescate, desplazadas a una zona desértica amplia, en Woomera, Australia.

bo, aprovechando los instrumentos que lleva a bordo. Desde el punto de vista de la ingeniería, existe un gran interés por seguir operando sus motores iónicos y ver qué se puede hacer con ellos. Algunas de las trayectorias podrían emplearse para futuros vehículos.

No cabe duda de que la misión de la Hayabusa-2 tiene muchos puntos de contacto con la de su predecesora. La experiencia aportada por esta última proporciona una cierta confianza a la dirección de la misión, que entiende que podrá lograr todos los objetivos,



Liberación del vehículo MINERVA-2. (Foto: JAXA)

Mientras se realiza el análisis de las valiosas muestras, la Hayabusa no habrá terminado aún su trabajo, ya que los controladores, si su sistema de propulsión sigue en buenas condiciones, no dejarán que se destruya en la atmósfera terrestre, sino que la redirigirán para alcanzar otro destino aún no decidido. Se ha hablado de colocarla en una órbita provisional alrededor de la Tierra, e incluso de situarla orbitando uno de los puntos de Lagrange. Se están haciendo propuestas sobre la posible misión que la astronave podría llevar a ca-

suponiendo que no aparezcan problemas técnicos inesperados. Si todo sale bien, por tanto, la sonda japonesa proporcionará a los científicos, antes de que acabe la década, nuevas muestras de gran valor del material que dio forma a los planetas y a los restantes objetos del sistema solar, permitiéndonos avanzar en nuestra comprensión de su origen y evolución. Un gran logro para Japón y sus colaboradores europeos, en el marco de una misión que volverá a llamar la atención de la comunidad internacional ■