

Una época dorada de la exploración cometaria

MANUEL MONTES PALACIO

A MEDIADOS DE 2014, LA SONDA EUROPEA ROSETTA, QUE HABRÁ SUPERADO ENTONCES UNA DÉCADA EN EL ESPACIO, ALCANZARÁ POR FIN SU OBJETIVO: EL COMETA 67P/CHURYUMOV-GERASIMENKO. EL VEHÍCULO NO SÓLO SEGUIRÁ AL ASTRO EN SU RUTA DE ACERCAMIENTO HACIA EL SOL, ASISTIENDO A LAS DIFERENTES ETAPAS DE SU TRANSFORMACIÓN, SINO QUE ADEMÁS ENVIARÁ UNA PEQUEÑA SUBSONDA HASTA SU SUPERFICIE. AMBOS REALIZARÁN ENTONCES LA INVESTIGACIÓN MÁS EXTENSA REALIZADA HASTA LA FECHA SOBRE UN COMETA, Y NUESTRO CONOCIMIENTO SOBRE ESTE TIPO DE CUERPOS EFECTUARÁ SIN DUDA UN GRAN PASO ADELANTE. SIN EMBARGO, LA ROSETTA NO ES UN CASO AISLADO EN NUESTRA PERSECUCIÓN DE LOS MISTERIOS QUE RODEAN A LOS COMETAS. DESDE HACE MÁS DE DOS DÉCADAS, PUEDE AFIRMARSE QUE NOS ENCONTRAMOS EN PLENA ERA DORADA DE SU ESTUDIO.

Todo empezó con la visita del popular cometa Halley, en 1986. Debido a su largo período (más de 70 años), los científicos de nuestra generación no tendrían otra oportunidad para examinarlo de cerca, así que varios países organizaron misiones espaciales para sobrevolarlo y fotografiarlo. La idea de visitar un cometa, además, hacía tiempo que flotaba en el ambiente, y esta era una oportunidad ideal para ponerla en práctica.

A pesar de todo, el primer vehículo que sobrevolaría un cometa no fue específicamente diseñado para ello. La NASA, debido a los recortes presupuestarios, no podría montar su propia misión hacia el Halley, así que decidió en 1981 reutilizar a un vehículo que ya tenía en el espacio para enviarlo hacia un destino semejante. El elegido fue el ISEE-3 (International Sun-Earth Explorer), un aparato lanzado en agosto de 1978 con cooperación europea para el estudio de las interacciones entre el campo magnético terrestre y el viento solar. El ISEE-3 había sido el primer vehículo colocado en uno de los puntos de

Lagrange, concretamente L1. Dicha posición es estable, dado que es un punto de equilibrio gravitatorio entre la Tierra y el Sol, y por la misma razón es

fácil de abandonar. Cuando el ISEE-3 finalizó su misión primaria, en 1982, la NASA, de acuerdo con sus socios, decidió enviarla hacia el cometa Giacobini-Zinner, por lo que a partir del 10 de junio de ese año empezó a ser conocido como ICE (International Cometary Explorer). Debido a su misión ori-

ginal, no llevaba cámaras, así que se limitaría a analizar la interacción entre el viento solar y la atmósfera del cometa.

El 22 de diciembre de 1983, abandonó las cercanías de la Tierra y adoptó una trayectoria heliocéntrica hacia su destino. Finalmente, el ICE efectuó su encuentro con el Giacobini-Zinner a 7.800 km de distancia, el 11 de septiembre de 1985, enviando datos interesantes sobre el astro. Tras esta visita, la sonda continuó su ruta alrededor del Sol, lo que le permitió pasar a 28 millones de kilómetros del cometa Halley, en marzo de 1986, atravesando su cola.

La Deep Space-1.

Foto: NASA

agencia estudió la posibilidad de cerrar el círculo y capturarla en una órbita terrestre, desde donde podría ser recogida por astronautas y llevada al museo Smithsonian. Sin embargo, posteriores contactos ocasionales han revelado que la ICE dispone de 12 instrumentos operativos, así como combustible para algunas pequeñas maniobras, de modo que la NASA podría decidir enviarlo hacia otros cometas en 2017.

FLOTA INTERNACIONAL

El gran objetivo a mediados de los años 80, no obstante, sería el cometa Halley. La NASA no podría participar en la iniciativa, pero otros países, como la URSS, Japón y los miembros de la ESA, sí trazaron planes para su exploración a gran escala.

La URSS mataría dos pájaros de un tiro al aprovechar su tipo de sonda interplanetaria más exitoso: las Venera, utilizadas para estudiar Venus. Se trataría de utilizar un par de ellas para pasar junto a este planeta, soltar sus correspondientes subsondas de aterrizaje sobre él, y luego seguir camino hacia el Halley, gracias a la asistencia gravitatoria que proporcionaría Venus. La URSS había lanzado las Venera-15 y 16 hacia nuestro vecino en 1983, y preparaba una nueva visita en 1985. Cuando se supo que la NASA no volaría hacia el Halley, se decidió que las sondas principales no entrasen en órbita alrededor de Venus, sino que pasaran a girar en torno al Sol, usando la maniobra para redirigir su ruta hacia el cometa. La iniciativa fue publicitada y a ella se sumaron en 1984 otros muchos países. Las dos sondas se llamarían ahora Vega (Venera-Galley: transcripción rusa de Venus-Halley), y fueron lanzadas el 15 y el 21 de diciembre de 1984. Su estructura sería básicamente la misma que las viejas Venera-9 y 10, si bien serían equipadas con escudos para protegerlas del polvo cometario.

La Vega-1 sobrevoló Venus el 11 de junio de 1985. Poco antes había solta-



Este cohete lanzó la sonda ICE, llamada inicialmente ISEE-3.

Foto: NASA

do su subsonda de aterrizaje, que se posó con éxito, y un globo que evolucionaría a unos 54 km de altitud durante varios días. Lo mismo ocurrió con la Vega-2, que sobrevoló el planeta el 15 de junio. Su sonda de descenso y el globo operaron según lo previsto. Mientras, las dos naves nodriza continuaban su camino, usando la gravedad

de Venus para colocarse en una órbita alrededor del Sol que se cruzaría más adelante con el cometa Halley.

La Vega-1 empezó a fotografiar su objetivo el 4 de marzo de 1986, ayudando a reducir la incertidumbre sobre su posición y a afinar la trayectoria de la nave europea, la Giotto, que efectuaría el paso más cercano. La sonda soviética pasó finalmente a 8.889 km del núcleo, el 6 de marzo, aportando varios centenares de imágenes y mediciones remotas durante el período de máxima aproximación. Después, continuó su ruta alrededor del Sol, hasta que dejó de ser controlable en enero de 1987, debido al agotamiento del combustible de a bordo.

Por su parte, la Vega-2 alcanzó la fase de encuentro el 7 de marzo, que culminó el día 9 a una distancia mínima de 8.030 km. La sonda obtuvo un total de 700 imágenes, de mayor calidad que las de su antecesora.

Como su hermana, se perdió su control en enero de 1987, y el contacto en marzo de ese año.

Japón participó en la exploración de Halley con otros dos vehículos. Uno de ellos sería en realidad un prototipo, que la agencia ISAS llamó MS-T5 (Sakigake). De características modestas, llevaría pocos instrumentos y care-



La Deep Impact.

Foto: NASA

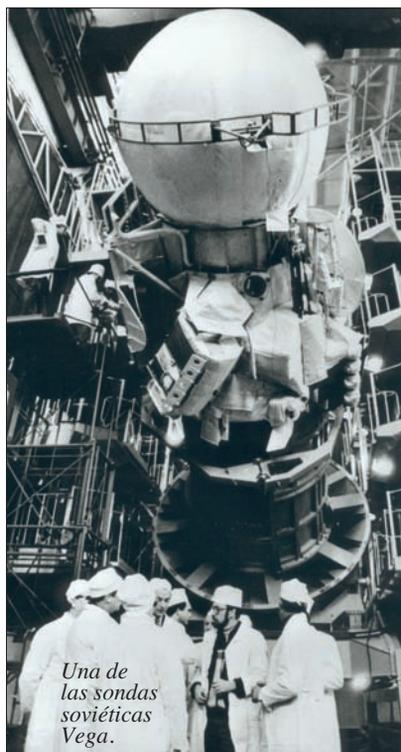
Se espera con gran interés la visita de la sonda Rosetta al cometa Churyumov-Gerasimenko.



Foto: ESA

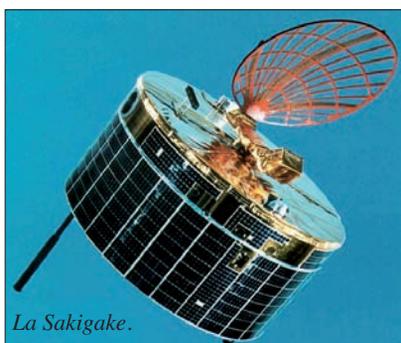
enero de 1985, y debía servir para demostrar el buen funcionamiento para esta tarea del nuevo cohete de combustible sólido Mu-3SII. Su principal objetivo sería alcanzar la velocidad de escape, certificar las comunicaciones y efectuar algunos experimentos en el espacio interplanetario. La ruta elegida para esta misión se cruzaría con el cometa Halley, para cooperar en la exploración de este cuerpo. La sonda lo sobrevoló el 11 de marzo de 1986, desde una distancia de unos 7 millones de kilómetros. Con posterioridad, la ISAS decidió que el vehículo fuese redirigido hacia otro cometa, el conocido Giacobini-Zinner, en 1998, pero las reservas de combustible revelaron ser insuficientes. En 1999 se perdió el contacto definitivo con la nave.

La información de ingeniería obtenida por la Sakigake serviría para asegurar el tiro de su sucesora operativa, la Suisei o Planet-A. Externamente idéntica a su hermana, estaría sin embargo más preparada, llevando incluso una cámara y un instrumento para medir el viento solar. La sonda fue lanzada el 18 de agosto de 1985, directamente hacia el Halley, al que empezó a observar y fotografiar en noviembre de ese año. El 8 de marzo de 1986, lo sobrevolaba a 151.000 km de distancia. Finalizada esta misión, se activó en varias ocasiones su sistema de propulsión para garantizar una asistencia gravitatoria junto a la Tierra, que sucedió en agosto de



Una de las sondas soviéticas Vega.

Foto: Roskosmos



La Sakigake.

Foto: JAXA

1992. El sobrevuelo terrestre debía haberse producido a unos 60.000 km, pero el agotamiento prematuro del combustible en 1991 lo dejó en tan sólo 900.000 km. Ello impediría su redirección hacia el cometa Tempel-Tuttle (1998), y después, hacia el Giacobini-Zinner (1998).

Pero la sonda que se llevó los laureles del éxito fue la europea Giotto. Este vehículo debía volar hacia el Halley acompañado por otro proporcionado por la NASA, pero como hemos dicho ya, tuvo que hacerlo en solitario. La agencia estadounidense intentó paliar la decepción con la misión de la ICE, y también incluyendo un sistema de observación del cometa a bordo del transbordador Challenger, pero este se perdió durante la destrucción de esta nave en vuelo.

La Giotto sería la sonda que más se acercaría al Halley, así que sería la última en aproximarse al objetivo, aprovechando la información obtenida por sus compañeras, que aportarían datos sobre la posición del núcleo y sus dimensiones. La misión, aprobada en 1980, fue lanzada en un cohete Ariane-1 el 2 de julio de 1985. Pasó a 596 km del núcleo del Halley el 14 de marzo de 1986, durante una fase intensa de observaciones que permitió obtener espectaculares imágenes de alta resolución del cometa. Durante el sobrevuelo, la nave fue golpeada por el polvo cometario, que dañó el escudo que protegía los instrumentos y desvió su orientación, pero consiguió estabilizarse y completar su tarea. La cámara que obtuvo las imágenes acabó siendo estropeada por uno de los impactos, y no podría volver a utilizarse.

Con el instrumental restante aún operativo, la ESA decidió redirigir a la Giotto hacia el cometa Grigg-Skjellerup. Dicho y hecho, realizó una asistencia gravitatoria junto a la Tierra en julio de 1990, y el 10 de julio de 1992 sobrevolaba a su segundo objetivo, a una distancia de tan sólo 200 km. Sus instrumentos fueron apagados posteriormente.

ÉPOCA DE SEQUÍA

Después de un éxito tan extraordinario como el de la exploración del cometa Halley, podría haberse esperado que las agencias iniciasen nuevos

El cohete Mu-3SII-1 envió al espacio a la Sakigake.



Foto: JAXA



La Giotto visitó el cometa Halley, fotografiando su núcleo.

Foto: ESA

proyectos de esta índole, y aunque en parte esto ocurrió así, ninguno de ellos acabó fructificando.

La URSS planeó una misión llamada Vesta, que pretendía enviar (en 1991) dos sondas para investigar el asteroide de este nombre. Como las Vega, debía sobrevolar Venus, soltar vehículos de aterrizaje y globos, así como un aparato francés, y continuar hacia sus siguientes objetivos, que incluían no sólo a Vesta sino también a otros asteroides. Se preveía incluso el aterrizaje de un pequeño ingenio sobre la superficie de Vesta. Durante las posibles trayectorias a recorrer para llegar a estos objetivos, las dos sondas podrían sobrevolar cometas como el Encke o el Tritton. Pero la misión no llegó jamás a despegar debido a diversos problemas.

Por su parte, la NASA inició su propio programa de exploración cometaria. Después de no haber participado directamente en la armada del Halley, su propuesta era sumamente ambiciosa: se llamaría CRAF (Comet Rendezvous Asteroid Flyby) y estaría basada en la nueva plataforma Mariner Mark II, que se usaría también para la Cassini a Saturno. La CRAF debía despegar en 1995 y seguir la formación de la cabellera y la cola de un cometa (el Kopff) durante la

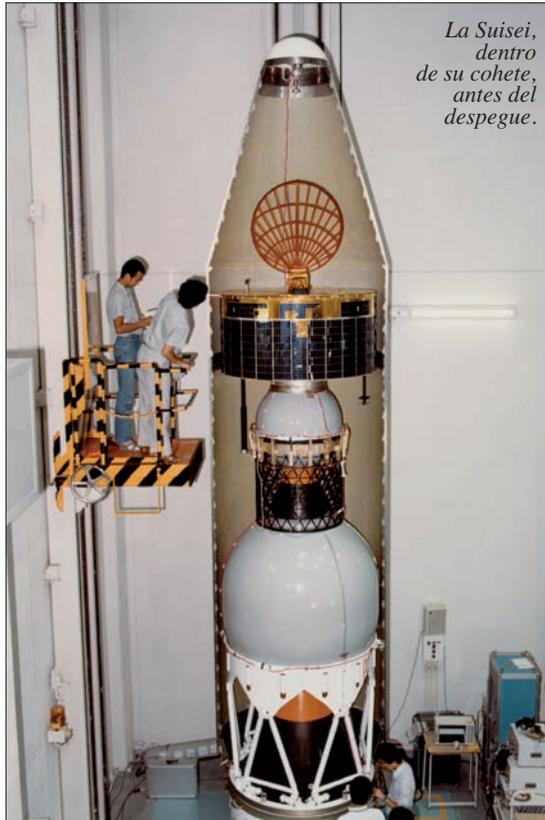


El Halley fue el primer cometa fotografiado en alta resolución.

Foto: ESA

fase de acercamiento al Sol. La sonda podría aproximarse a sólo 10 km del cometa. Por desgracia, problemas presupuestarios obligaron a la NASA a decidir entre la Cassini y la CRAF, y esta última fue cancelada.

La única misión que estudiaría cometas durante este período sería la Ulysses, una máquina pensada para estudiar los polos del Sol, construida por la ESA. El 1 de mayo de 1996, durante su giro alrededor de nuestra estrella, cruzó de forma inesperada la cola iónica del cometa Hyakutake, que pudo medir. La Ulysses también pudo realizar mediciones de las colas de otros cometas, como el McNaught-Hartley, en 1999, el S5, en 2000, o el McNaught, en 2007.



La Suisei, dentro de su cohete, antes del despegue.

Foto: JAXA

LA NUEVA OLEADA

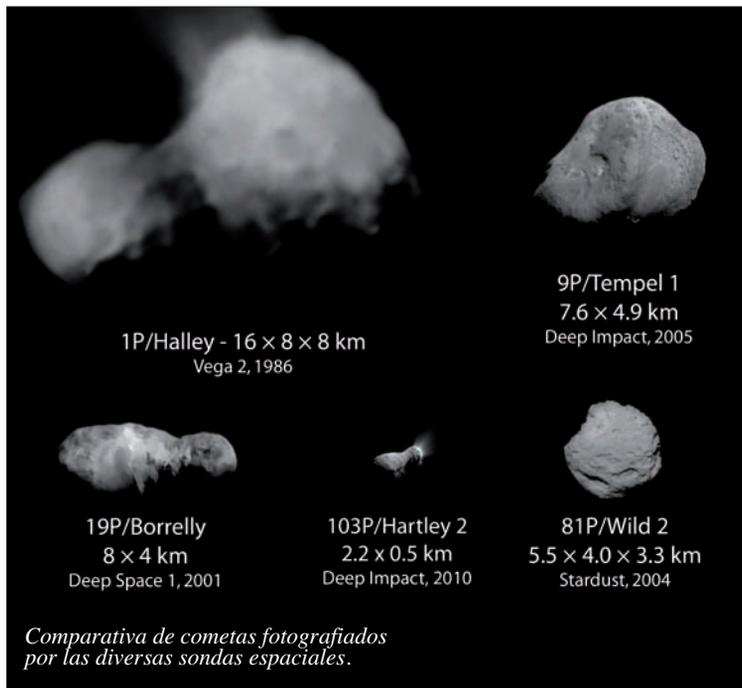
El retorno a la exploración cometaria se produjo de forma gradual, casi sin quererlo. A mediados de los años 90, la NASA puso en marcha un programa que pretendía probar nuevas tecnologías de exploración interplanetaria útiles para futuras misiones. Dicho programa se llamaría New Millennium, e intentaría demostrar técnicas de propulsión iónica, penetradores planetarios, ordenadores autónomos, etc. La primera misión de esta

clase se llamó Deep Space-1 y despegó el 24 de octubre de 1998.

La DS-1 llevaría a bordo un motor iónico y, para probarlo, realizaría el sobrevuelo de un asteroide. Un retraso en la fecha de lanzamiento cambió su destino final al asteroide Braille, el cual visitó el 29 de julio de 1999. Problemas con el sistema de navegación implicaron un paso a 26 km de distancia (debía hacerlo a sólo 240 metros) y la obtención de imágenes de baja calidad. Pero el sistema de propulsión actuó bien y la misión fue extendida.

Durante ese período, la nave fue redirigida para sobrevolar el cometa Borrelly. Con anterioridad, la sonda debía haber volado hacia el cometa Wilson-Harrington, pero el fallo de su seguidor estelar provocó la suspensión del funcionamiento del motor durante un tiempo y la pérdida de la oportunidad. En cambio, la visita al Borrelly fue un gran éxito. Ocurrida el 22 de septiembre de 2001, permitió obtener las imágenes más claras de un núcleo cometario hasta esa fecha.

La próxima misión sería aún más exitosa. El nuevo programa de la NASA llamado Discovery, que seleccionaba misiones de relativo bajo coste y alto interés, permitió elegir una que no sólo visitaría un cometa sino que además capturaría muestras de su cabellera. La Stardust despegó el 7 de febrero de 1999 en dirección al cometa Wild 2, al que llegaría tras sobrevolar la Tierra (2001) y el asteroide Annefrank (2002). El encuentro cercano con el Wild 2 sucedió el 2 de enero de 2004, a unos 237 km de distancia. Además de enviar imágenes, la sonda abrió un contenedor lleno de aerogel, una sustancia que permitiría capturar partículas de la cabellera del cometa, que después introdujo en una cápsula. El 15 de enero de 2006, la sonda regresaba a la Tierra, y esta cápsula era expulsada para el aterrizaje, el



Comparativa de cometas fotografiados por las diversas sondas espaciales.

Foto: Planetary Society

cual se llevó a cabo sin dificultades. Los científicos podrían analizar de primera mano y por primera vez sustancias procedentes de un cometa.

Otra misión Discovery recibió el encargo de explorar nuestro entorno co-

La siguiente misión cometaria, dentro del programa Discovery, partiría el 12 de enero de 2005. Su objetivo sería el cometa Tempel 1, el cual debería investigar mediante una técnica revolucionaria. La sonda llevaría un sistema de impacto que chocaría contra el núcleo, liberando escombros "frescos" que la llamada Deep Impact podría analizar desde la distancia. Dicho acontecimiento sucedió el 4 de julio de 2005. El choque levantó los restos esperados, y ocasionó un cráter, aunque el rápido sobrevuelo no permitió obtener imágenes demasiado claras de éste. El propio proyectil tomó fotografías durante el "descenso" antes de ser destruido. En total, se recibieron 4.500 imágenes en la Tierra.

Debido a la poca claridad de las fotografías del cráter, y gracias al buen estado de sus instrumentos, la NASA decidió en julio de 2007 asignar un nuevo objetivo para la vieja Stardust, extensión que sería conocida como NexT (New Exploration of Tempel 1). En efecto, la sonda visitaría el cometa Temple 1, y trataría de ver el estado del astro. El 15 de febrero de 2011, la nave sobrevolaba el cometa a unos 181 km de distancia, enviándonos imágenes tanto del cráter (lleno de escombros) como del resto del cuerpo tras haber pasado cerca del Sol.



Foto: NASA



Foto: NASA

Mientras tanto, la Deep Impact también había recibido un nuevo encargo. Durante su giro alrededor del Sol, la sonda adoptaría dos misiones, llamadas conjuntamente EPOXI (Extrasolar Planet Observation and Deep Impact Extended Investigation). Por un lado trataría de ensayar la observación de planetas extrasolares, y por otro, sobrevolaría el cometa Boethin. No obstante, este desapareció de la vista de los astrónomos (probablemente se desmembró) y hubo que redirigir la sonda hacia otro: el cometa Hartley 2. El encuentro se efectuó finalmente el 4 de noviembre de 2010, a 700 km de distancia, y sirvió para fotografiar su núcleo y los chorros de gases que salían de su superficie. Antes de terminar con su periplo, la EPOXI aún podría visitar el asteroide 2002GT, en 2020.

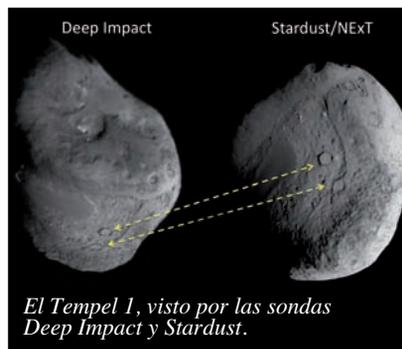
FUTURO ESPLENDOROSO

La exploración cometaria está asegurada durante los próximos años gracias a observatorios espaciales como el SOHO, que es capaz de descubrir aquellos que pasan tan cerca del Sol que no pueden ser vistos por otros instrumentos. Además, la sonda Rosetta, lanzada el 2 de marzo de 2004, ya no se encuentra muy lejos de su objetivo, el cometa Churyumov-Gerasimenko. El vehículo europeo se halla ahora mismo en estado de hibernación, pero sus instrumentos se han utilizado en varias ocasiones, como por ejemplo durante los sobrevuelos con la Tierra (2005, 2007 y 2009) y Marte (2007), o las visitas a los asteroides Šteins



Vista artística de la nave Marco Polo-R.

Foto: ESA/Yoshikawa Makoto (JAXA)



El Tempel 1, visto por las sondas Deep Impact y Stardust.

Foto: NASA/JPL-Caltech/Cornell



El destello corresponde al choque del proyectil de la Deep Impact.

Foto: NASA



La Stardust capturó muestras de un cometa.

Foto: NASA

(2008) y Lutetia (2010). Incluso fue capaz de observar el impacto de la Deep Impact contra el Tempel 1.

En mayo de 2014, si todo va bien, los científicos estarán celebrando la entrada en órbita de la Rosetta alrededor de su cometa, desde donde lanzará el tomaterras Philae que intentará aterrizar sobre él (noviembre de 2014). Ambos seguirán enviando información sobre la actividad del astro a medida que se acerque al Sol y desarrolle su cabellera y cola, un proceso que se adivina fascinante.

Pero la Rosetta no será seguramente la única sonda que explore cometas en un futuro cercano. Se están efectuando estudios sobre una misión llamada Comet Hopper, en el marco del programa Discovery, que aunque no fue seleccionada en 2012, podría participar como candidata en otras oportunidades. Su objetivo sería orbitar y posarse en varias ocasiones sobre el cometa Wirtanen.

Otra propuesta ya en marcha es la japonesa Hayabusa Mk2, que tratará de capturar una muestra de un asteroide y traerla a la Tierra. La nave, que despegará en 2018, se dirigirá hacia el Wilson-Harrington, que en realidad es un cometa dormido. Esta misión, ahora sólo japonesa, debía haberse hecho en cooperación con la Agencia Espacial Europea bajo el nombre de Marco Polo. La ESA aún podría lanzar su propia misión (MarcoPolo-R) si es elegida para su programa Cosmic Vision, hacia 2020, pero hacia un asteroide binario (1996 FG3). Suficiente ciencia como para tener entretenidos a los científicos durante las próximas dos décadas ■