

MISIÓN OSIRIS-REX

El ADN de un asteroide

La misión OSIRIS-REx, que parte este 8 de septiembre, traerá a la Tierra hasta dos kilos de material proveniente de la superficie del asteroide *Bennu*. Será la mayor cantidad de material extraterrestre recogido desde las misiones lunares *Apolo*, y la primera en un asteroide.

Por **Ángela Posada-Swofford**

Los asteroides son como los virus: podrían jugar un papel importante en haber hecho posible nuestra existencia, pero por culpa de unos cuantos vagabundos solitarios que pareciera que quieren más bien acabar con ella, el resto también se gana los malos titulares de prensa. De los 500,000 asteroides catalogados y numerados en el Sistema Solar (se calcula que hay millones), sólo unos 7,000 tienen órbitas que los acercan a la Tierra. Y aunque es cierto que algunas de estas rocas espaciales de varios tamaños están dirigiéndose hacia nosotros en este instante, afortunadamente su puntería es malísima.

También es cierto que el asteroide *101955 Bennu*, el destino de la misión OSIRIS-REx, pasará entre la Tierra y la Luna con un 1.71 riesgo de impacto en la Escala de Palermo, es decir, una entre 2,700 probabilidades, entre los años 2175 y 2199. Pero aunque ésa no es una estadística despreciable, está lejos de ser el motivo principal de la visita de OSIRIS-REx a la robusta roca

espacial de 500 metros de diámetro y forma de limón. La razón de ser de este ambicioso proyecto, que lleva 12 años de planeación, es la ciencia detrás de la formación del Sistema Solar y la búsqueda de las moléculas precursoras del origen de la vida.

La misión tiene cinco etapas críticas. Una, mapear el asteroide desde una cierta distancia, auscultarlo, fotografiarlo e interrogarlo. Dos, acercarse temerariamente, ajustar la velocidad y rotación de la nave a las del asteroide, que da una veloz vuelta cada 4.3 horas sobre su propio eje. Tres, sin aterrizar sobre el asteroide, extender un brazo mecánico que dispara un chorro de nitrógeno para desprender guijarros y tierra del piso y aspirarlos en un lapso de 5 segundos. Cuatro, guardar esa invaluable muestra en la cápsula que la traerá a la Tierra. Y cinco, el viaje de regreso de la cápsula, su reentrada a la atmósfera y su captura en plena caída libre, en 2023.

“La NASA sigue haciendo cosas que nunca se habían hecho antes. Cosas difíciles, maniobras complicadas”, dice Adriana Ocampo Uribe, líder del Programa Nuevas Fronteras de la agencia

espacial, que cobija las misiones de *Nuevos Horizontes*, a Plutón; *Juno*, a Júpiter; y OSIRIS-REx. “Pero esto de ir a un asteroide pequeño y que rota tan rápido –porque *Bennu* es como una pirinola– es un reto mayúsculo. Nunca hemos estudiado un cuerpo celeste de tal manera, y las expectativas de lo que se puede encontrar son extraordinarias.”

Química preciosa

Los ingredientes crudos al interior de *Bennu* se originaron dentro de una gran nube de hidrógeno, helio y polvo, cuando el Sol ni siquiera existía. Entonces, el estallido de una supernova desestabilizó nuestra nube, haciendo que colapsara. En apenas 100,000 años, la gravedad y el movimiento angular aplanaron la nube y la convirtieron en un disco giratorio. Mientras en el centro se comenzaba a forjar el Sol, en los bordes internos se formaron grumos de granos de polvo que se calentaron por medio de mecanismos aún desconocidos, y se convirtieron en gotas de roca líquida llamadas cóndrulas. Esas cóndrulas se

habrían de convertir en los materiales básicos de construcción de lo que hoy es el Sistema Solar.

Y habrían de permanecer intactas en los asteroides que se libraron de la debacle causada por Júpiter. Porque cuando acabó de crecer, Júpiter se apoderó del vecindario y literalmente sacó a puntapiés del Sistema a otros objetos grandes que compartían su órbita. No contento con esto, el gran planeta de gas comenzó a migrar lentamente hacia dentro del Sistema; a su paso, generó tal desorden en esa grieta que había entre él mismo y Marte, que perturbó la existencia de la mayoría de los asteroides y planetas en potencia, haciéndolos chocar violentamente, enviándolos a morir hacia el Sol, o convirtiéndolos en una lluvia de proyectiles que cayó sobre los planetas recién formados, incluyendo el nuestro. Como consecuencia, el Cinturón de Asteroides original perdió el 99% de su masa, y las rocas que sobreviven apenas son equivalentes al 4% de la masa de la luna. De todas formas, esa grieta entre Marte y Júpiter es el mayor repositorio de asteroides que tenemos. ▶

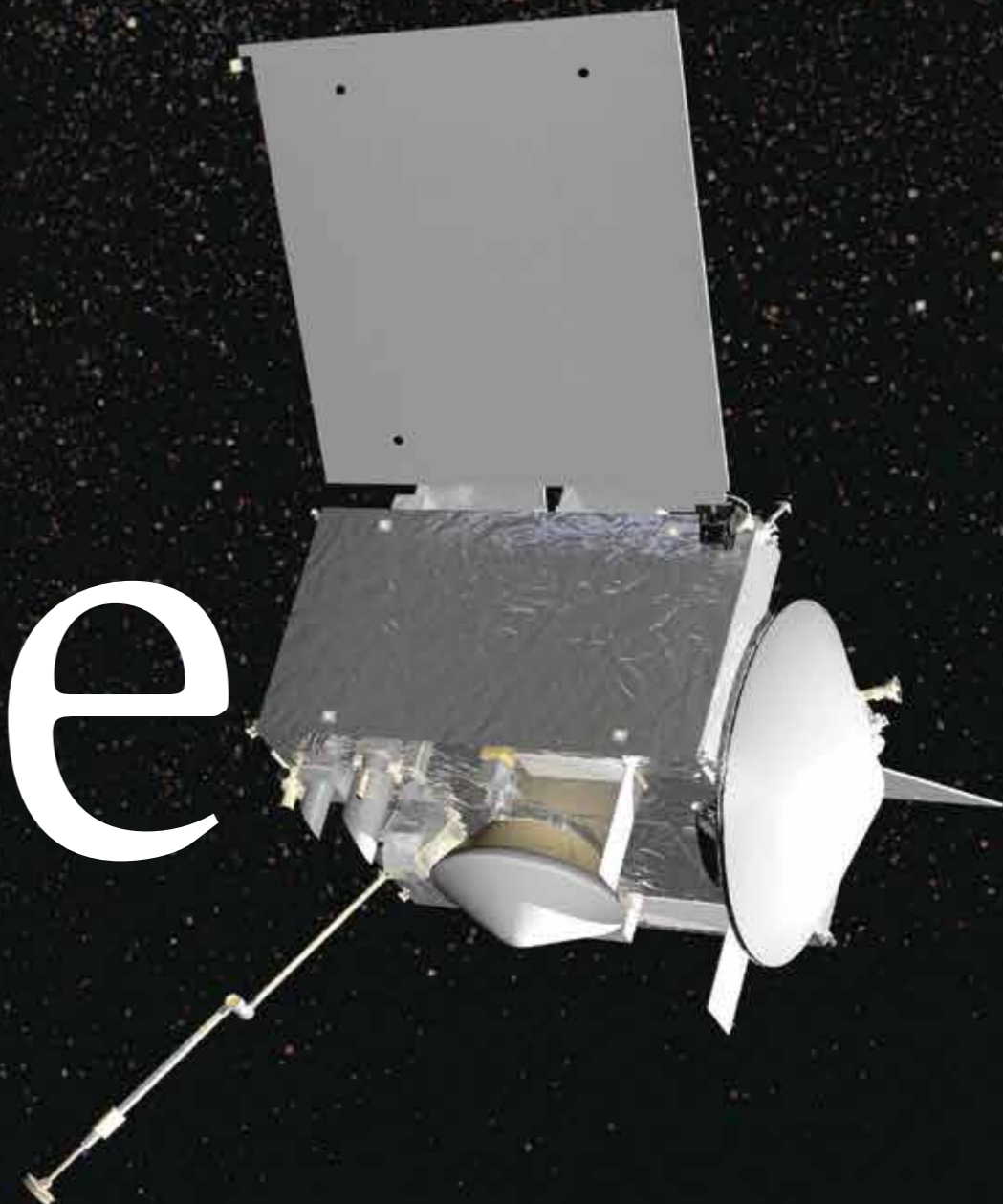


FOTO: NASA

◀ “Sucede que hubo asteroides que tuvieron suerte y sobrevivieron a las colisiones desenfundadas, escapándose de tener que unirse a otros en el intento de convertirse en planetas”, explica Dante Lauretta, el director científico de la misión OSIRIS-REx y profesor de cosmoquímica en la Universidad de Arizona. “Y éstos preservan intacta toda la química y la mineralogía de la nebulosa solar original, ya que nunca fueron alterados significativamente por las presiones y el calor que sufren los cuerpos que se unen entre sí para formar mundos.”

El interior de los guijarros recolectados de la superficie del asteroide *Bennu* permitirá buscar las cóndulas, y entonces los científicos tendrán en sus manos, por primera vez en la historia, la química preciosa que dio comienzo a nuestro rincón del Universo.

“Estamos interesados especialmente en los procesos de esa nebulosa primitiva que incorporaron agua a los materiales de construcción de los planetas. Y también en el material orgánico que haya en ese asteroide y que pueda haber llevado a la formación de una biomolécula”, continúa Lauretta.

“Queremos saber por qué la Tierra tiene un océano, por qué es un planeta habitable, y cómo se dio la vida aquí. *Bennu* es un asteroide que está compuesto de material carbonáceo, específicamente es lo que llamamos un Tipo B, que son poco comunes; ése fue el principal factor para escogerlo. Es un asteroide que apenas tiene un 4% de albedo, es decir que su superficie absorbe el 96% de la luz. Es un objeto muy oscuro, y eso nos hace pensar que es rico en material orgánico y agua. Pensamos que es del tipo de asteroide que habría podido traer el material que hizo posible la semilla de la vida en la Tierra.”

Lauretta y sus colegas también están ansiosos por saber si *Bennu* contiene arcillas en su interior porque las arcillas se forman cuando los minerales reaccionan al agua, y capturan agua dentro de su estructura cristalina. “Además hay una conexión fascinante entre la molécula orgánica y la arcilla, y es que los minerales de arcilla pueden causar la formación de moléculas orgánicas específicas y ayudar a preservarlas dentro de su arquitectura, y ésta es una historia íntima entre esos dos que estamos muertos de ganas de entender.”

Lo que Lauretta no va a hacer es buscar organismos extremófilos dentro de las rocas de *Bennu*. Primero, porque los instrumentos no están equipados para eso. Y segundo, porque cree que lo que van a encontrar son moléculas orgánicas.

Otra pregunta es si *Bennu* es una roca eternamente soltera, o más bien huérfana, que se desprendió de un asteroide madre



ENSAMBLE. Técnicos de la NASA instalan uno de los instrumentos de OSIRIS-REx. Ésta será capaz de reconocer los elementos presentes en el asteroide *Bennu*.

mucho más grande en lo más profundo del Cinturón de Asteroides. A su vez esta interrogante está relacionada con otra: ¿cómo un asteroide llega a salirse del carrusel del Cinturón y cambiar su órbita para convertirse en un Objeto Cercano a la Tierra?

La culpa es de Yarkovsky

“Le hemos echado la culpa a algo llamado el efecto Yarkovsky”, afirma Richard Binzel, profesor de Ciencias Planetarias en el Instituto Tecnológico de Massachusetts, MIT, y encargado de uno de los instrumentos a bordo de OSIRIS-REx. “Es cuando la



TRABAJO. Así imagina la NASA la manera en que la nave ‘mapeará’ el asteroide *Bennu*; sus instrumentos analizarán las longitudes de onda reflejadas por él.

superficie de un asteroide se calienta desigualmente y con el tiempo, a medida que la roca da tumbos por el espacio, estas desigualdades se acumulan, cambiando eventualmente la órbita del asteroide. Últimamente notamos algo muy interesante, y es que el efecto Yarkovsky es más pronunciado en los objetos pequeños. Es tan efectivo, que puede mover asteroides del tamaño de una

piedra grande y empujarlos a una órbita que efectivamente los saque del Cinturón de Asteroides y los encamine hacia la Tierra.”

La NASA lleva 12 años caracterizando los efectos de Yarkovsky en la órbita de *Bennu*. Y han comprobado que durante ese periodo la roca se ha desviado 160 kilómetros de su posición orbital. “La idea es que la superficie del objeto acumula calor durante el día y después se deshace de esa energía botando el calor al espacio. Eso sucede en la parte del asteroide que le da la cara al atardecer, y ese desbalance crea un pequeño motor que lo empuja un poquito todos los días”, ilustra Lauretta.

“Cuando lleguemos allí vamos a medir ese efecto nuevamente de manera muy precisa. También mediremos el calor que irradia el asteroide y la cantidad de luz solar que es reflejada por su superficie, y eso lo juntaremos con medidas de su órbita y rotación, para construir un modelo matemático que nos ayude a entender las propiedades del efecto Yarkovsky y poderlo

FOTOS: NASA

Bennu fue descubierto en 1999 por el Observatorio de Arecibo, Puerto Rico.

aplicar a otros asteroides considerados potencialmente peligrosos.”

Calcular con precisión el efecto Yarkovsky de *Bennu* además ayudó a establecer su densidad, es decir, saber, a larga distancia, si es hueco, poroso o totalmente sólido. “De eso estamos muy orgullosos, porque medimos el efecto Yarkovsky y también las emisiones térmicas del objeto, usando el telescopio espacial *Spitzer*. Eso nunca se había hecho antes: medir la masa de algo en el espacio de esa manera. Eso es historia de la ciencia planetaria.”

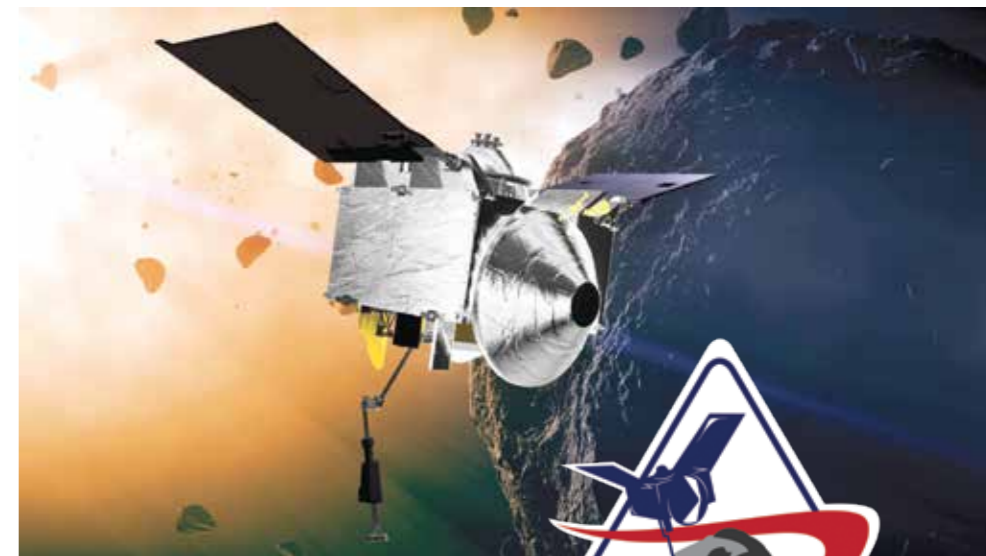
Gracias a esas matemáticas, ahora saben que *Bennu* tiene una densidad de 1.2 gramos por centímetro cúbico, lo cual quiere decir que es bastante poroso, un 40%.

Por su parte, la geóloga planetaria del MIT Francesca DeMeo publicó el año antepasado en *Nature* una interesante tesis de doctorado donde sugiere, en contra de las teorías aceptadas hasta hace poco, que las rocas dentro del Cinturón de Asteroides están mezcladas casi como los ingredientes de una ensalada. “No están ordenadamente dispuestos en ciertas partes del cinturón según su composición, sino que están mezclados: hay de todo en todos lados”, escribe DeMeo. “En cambio, las otras familias de asteroides que están orbitando más allá de Júpiter, como por ejemplo los Troyanos y los Hildas, son muy homogéneos en su composición. Esto nos está arrojando claves para entender la evolución del Sistema Solar.”

Empresarios del espacio

Si hay alguien vigilando el desarrollo de OSIRIS-REx con ojos de águila es la pequeña pero creciente comunidad de empresarios dedicados, al menos en el papel, a la minería de asteroides.

“*Bennu* es una fuente potencial de metales preciosos y eso va a cambiar completamente el curso de la historia de la minería”, indica Adriana Ocampo, que también es geóloga planetaria. “El Dr. Lauretta ha sido contactado por varias de estas compañías que pretenden tener



Anatomía de la misión:



Lanzamiento: septiembre 8 de 2016, desde Cabo Cañaveral, con una ventana de 34 días.

Lanzadera: Atlas V.

Fase de crucero y acercamiento: usando la gravedad asistida de la Tierra, OSIRIS-REx llegará a 2 millones de km de *Bennu*, el 17 de agosto de 2018, y comenzará a frenar.

Mapeo del asteroide: la fase de sondeo comenzará en octubre de 2018 y durará hasta septiembre de 2019.

Sobrevuelo en formación y adquisición de la muestra: 4 de julio de 2020.

Inicio del regreso a Tierra: marzo 3 de 2021.

Regreso a Tierra y captura de la cápsula con la muestra: septiembre 24 de 2023.

información de primera mano y comprar derechos de secrecía. Pero la NASA no puede hacer eso. Nosotros tenemos el mandato de divulgar la información a todo el mundo.”

Extraer oro, iridio, plata, osmio, paladio, platino, hierro, cobalto, manganeso, titanio, níquel, molibdeno, aluminio... de los asteroides es más que un capricho exótico. Los estudios de las reservas terrestres de estos y otros minerales clave para el desarrollo tecnológico y la producción de alimentos muestran que varios de ellos estarán agotados dentro de 50 o 60 años.

Las técnicas de extracción son menos arduas que en la Tierra porque en algunos asteroides los minerales están en la superficie,

o a flor de piel, de tal modo que sólo hay que barrerlos, o usar imanes, o excavar un poco. En cambio, nuestra Tierra atrajo hacia su centro muchos minerales que se fundieron en el magma, o quedaron en lo más profundo de la corteza.

Los futuros mineros espaciales consideran tres escenarios en potencia.

Uno, es hacer lo mismo que OSIRIS-REx: ir al asteroide y traer el material “crudo” a ▶

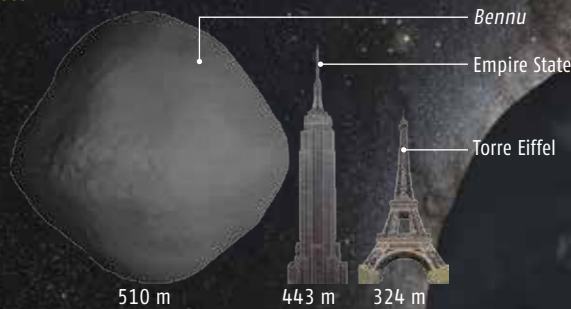


ELEMENTOS. Antena de alta ganancia y paneles solares de OSIRIS-REx antes de una prueba de resistencia ambiental.

Aspectos de Bennu

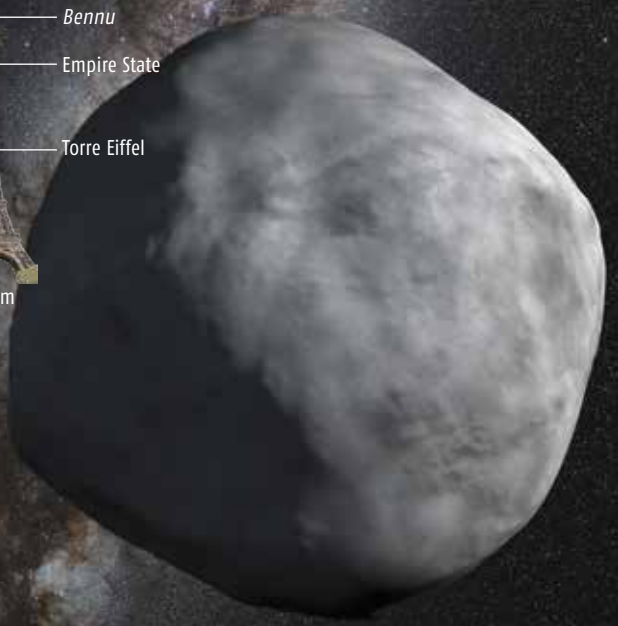
Criterios para haber escogido a este asteroide entre los 27 finalistas:

- > Es una roca "primitiva" proveniente de los orígenes del Sistema Solar, que no ha sido alterada por el calor o la presión. Probablemente es un fragmento de un asteroide madre mucho más grande que se rompió en pedazos.
- > Es rica en carbono, clasificada como Tipo B, una subclase muy poco común de asteroides primitivos. El tipo de roca que podría haber traído a la Tierra el material orgánico: las semillas de la vida.
- > Su rotación, aunque rápida, no hace imposible que se le acerque una nave espacial, y su superficie no tiene demasiadas rocas que dificulten las maniobras.
- > Tamaño adecuado.
- > No resulta peligroso para el planeta Tierra.



Dinámica del asteroide 101955 Bennu*

- **Diámetro:** 0.5 km = más grande del promedio de los Objetos Cercanos a la Tierra (NEO)
- **Órbita alrededor del sol:** 436 días. Es la órbita más estudiada del Sistema Solar
- **Velocidad:** 101,388 kilómetros por hora
- **Periodo de rotación:** 4.3 horas
- **Cercanía a la Tierra:** Cada 6 años se acerca a 448,794 kilómetros de distancia
- **Probabilidad de impacto terrestre:** 1 entre 2,700 (1.71 en la Escala de Palermo) entre los años 2175 y 2199, una de las más altas probabilidades de cualquier asteroide conocido hasta el momento.

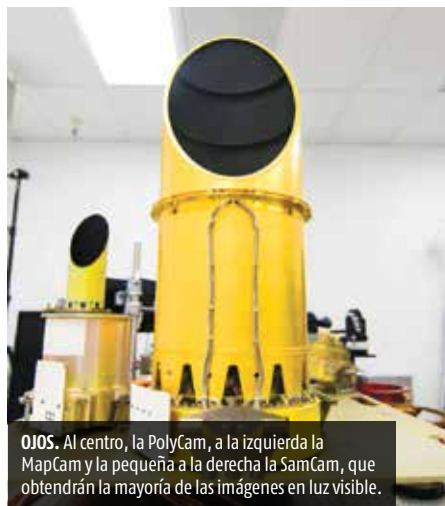


la Tierra. Dos, sacarlo y procesarlo directamente *in situ*, y traer a la Tierra únicamente lo que vale la pena. Y tres, robarse un trozo grande de asteroide y estacionarlo en órbita lunar o terrestre, para poder aprovechar hasta el último trozo de la roca.

“Este último es un plan que la NASA ha bautizado Misión para Redirigir un Asteroide (ARM, por sus siglas en inglés), y que podría estarse dando para la década de 2020”, amplía Ocampo. “Eso se hizo para involucrar más al elemento humano con la exploración planetaria, dándoles a los astronautas tareas de entrenamiento sobre la superficie de un asteroide que podamos colocar en órbita lunar. Y en realidad ésa es una misión que va muy acoplada a OSIRIS-REx.”

Un astronauta entrenado en geología podría hacer un reconocimiento muy completo de la superficie de un asteroide, y aprender a trabajar con robots que sepan cómo extraer minerales. Pero las primeras lecciones de extracción nos las va a dar OSIRIS-REx.

Por eso Dante Lauretta cruza los dedos para que la superficie de Bennu resulte ser lo que indican las observaciones astronómicas. “Esas observaciones sugieren que sobre la superficie de Bennu hay abundante material en astillas y granos y guijarros sueltos, y basándonos en eso diseñamos el brazo recolector. Entonces, espero por lo más sagrado no encontrarme con un asteroide



OJOS. Al centro, la PolyCam, a la izquierda la MapCam y la pequeña a la derecha la SamCam, que obtendrán la mayoría de las imágenes en luz visible.

cubierto de roca sólida sin material suelto en su superficie. En ese caso en específico tendríamos que contentarnos con agarrar polvo con otra estrategia de recolección.”

Otra cosa que le quita el sueño a los ingenieros es qué pasaría si el chorro de nitrógeno para aflojar los guijarros del piso resulta ser demasiado fuerte, o que el polvo encieguezca a la nave espacial, o que falle el mecanismo para guardar la muestra dentro de la cápsula de retorno.

“No ha sido fácil. El mayor reto personal para mí ha sido mantener la moral de un grupo de diversas personalidades y trasfondos, y que lleva 12 años trabajando en el mismo proyecto. Asegurarme de

mantenerlos sincronizados, enfocados, que se superpongan a los problemas inmediatos y vean el futuro. Y ser el líder ha sido un honor pero también a veces una ardua tarea. Parte del reto es que la ciencia sólo se verá venir hacia el final de la misión. Pero ahora todos estamos felices porque únicamente nos quedan dos años para ver los frutos, y es un momento muy emocionante.”

Hubo una época de la exploración espacial en la que los asteroides, rocas informes con órbitas extrañas e intenciones oscuras, eran ciudadanos de cuarta categoría en el Sistema Solar. Ahora les toca el momento de brillar. **M**

PARA SABER MÁS

kerbalspaceprogram.com Videojuegos Kerbal Space Program que recrean misiones como la OSIRIS-REx.

FOTOS: NASA