

El señor de los anillos y las lunas

Antígona Segura Peralta



Imagen: NASA

illos

Dos años de la misión Cassini-Huygens: una historia de vientos huracanados, atmósferas relampagueantes, anillos que vibran y encuentros con pequeños mundos cuyas superficies cuentan sorprendentes historias geológicas.



Cassini.

EL 15 DE OCTUBRE de 1997 se inició la misión de exploración planetaria más ambiciosa de las agencias espaciales italiana, europea y estadounidense. El destino: Saturno. El instrumento: la nave *Cassini-Huygens*.

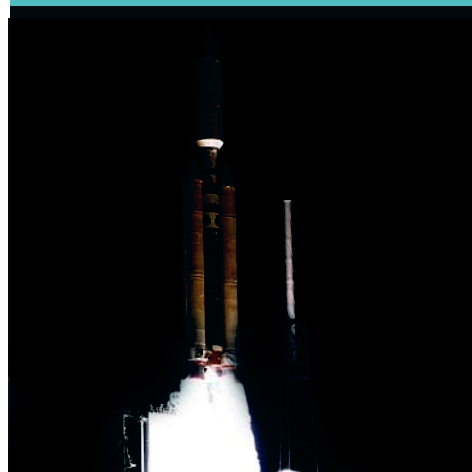
La nave más compleja que se haya construido hasta ahora requirió el esfuerzo de 17 países que invirtieron alrededor de 3000 millones de dólares en los 12 instrumentos de la misión, dividida en una nave principal (*Cassini*) y una sonda diseñada para descender en la luna Titán (*Huygens*). Pero, ¿qué tiene Saturno que merezca una misión de esta magnitud?

Lluvia, nieve, tormentas y relámpagos son el clima diario en este gigante. Vientos que viajan a 1000 kilómetros por

hora alimentados por la energía producida en el interior del planeta; y más allá de la atmósfera, lunas y anillos girando en una danza organizada por la fuerza de gravedad. Las lunas empujan, tiran, dirigen y crean anillos que se tuercen y vibran al ritmo de las fuerzas de marea.

Este magnífico espectáculo fue estudiado de cerca por primera vez entre 1979 y 1981 por las sondas *Pioneer 11* y *Voyager 1* y *2*. En aquel entonces se descubrieron lunas y nuevos anillos que era imposible ver usando telescopios terrestres. Saturno reveló algunos de sus misterios, pero surgieron otros: ¿cuál es la fuente de energía interna de Saturno?, ¿cómo se mantienen los anillos más delgados y difusos del sistema?, ¿por qué algunos anillos parecen formados

La misión



Lanzamiento: 15 de octubre de 1997 desde Cabo Cañaveral.

Acercamientos a Venus: 26 de abril de 1998 y 24 de junio de 1999.

Acercamiento a la Tierra: 18 de agosto de 1999.

Acercamiento a Júpiter: 30 de diciembre de 2002.

Llegada a Saturno: 1° de julio de 2004.

Instituciones participantes: Agencia Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), Agencia Espacial Europea (ESA) y Agencia Espacial Italiana (ASI). En total 17 países y más de 5000 personas contribuyeron al desarrollo, construcción, lanzamiento y control de la misión.

Costo de la misión: Alrededor de 3300 millones de dólares (incluye costos de desarrollo, costos de operación y lanzamiento).

El sistema saturnino: Dione (primer plano); Tethys y Mimas (der.); Encelado y Rhea (izq.); Titan (al fondo arriba).

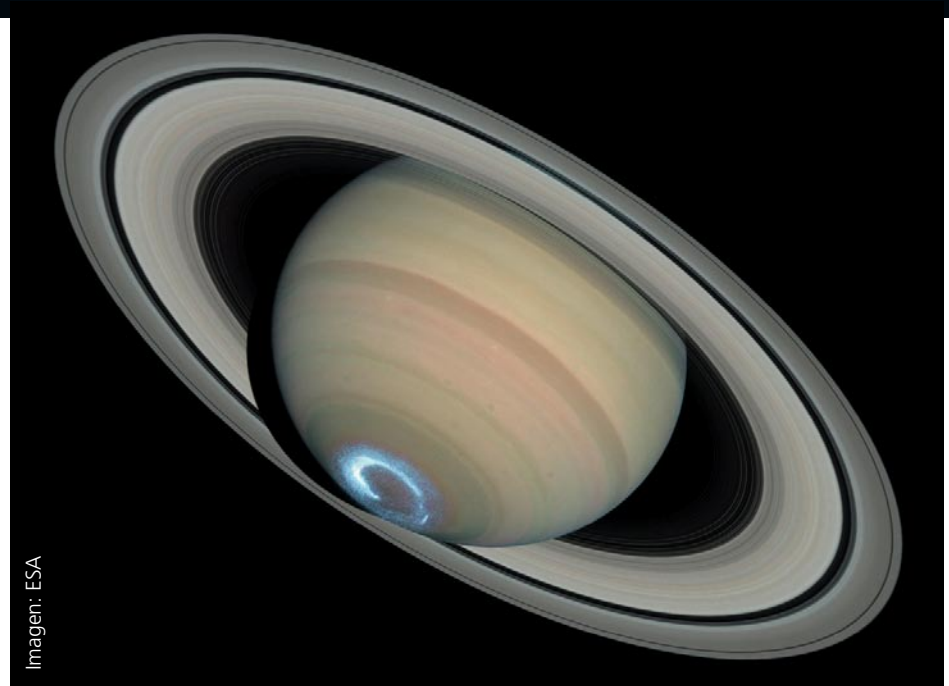
recientemente? Saturno y sus anillos nos ofrecen, además, la posibilidad de estudiar un sistema semejante a los discos de gas y partículas que rodean a las estrellas jóvenes y en los que se forman los planetas. En un disco así se formó el Sistema Solar, hace 5000 millones de años.

El primero de julio de 2004, después de siete años de viaje, la nave *Cassini* disminuyó su velocidad para quedar atrapada por la fuerza gravitacional de Saturno y comenzar su misión de cuatro años de duración. Desde entonces las imágenes e información enviadas por la nave no han dejado de sorprender a los científicos. Por si fuera poco, el 14 de enero de 2005 la sonda *Huygens* descendió exitosamente en Titán, la luna más misteriosa del Sistema Solar (véase “Acercamiento a Titán”, de Susana Biro, *¿Cómo ves?* No. 76).

Éste es el recuento de los primeros dos años de la misión *Cassini-Huygens*, una historia de vientos huracanados, atmósferas relampagueantes, encuentros con pequeños mundos cuyas superficies cuentan sorprendentes historias geológicas y anillos ondulantes en constante evolución.

Auroras, vientos y centellas

Cuentan los que las han visto que las auroras polares (boreales y australes) son uno de los espectáculos más bellos de la naturaleza. Este fenómeno sucede también en Júpiter y Saturno. Aunque las auroras saturninas no fueron sorpresa para los científicos, los datos que envió la nave *Cassini-Huygens* mostraron que los mecanismos que las producen no son los que aceptó la comunidad científica durante 25 años. A diferencia de las auroras terrestres que duran sólo unos minutos, las de Saturno pueden durar días y mantener un brillo intenso todo ese

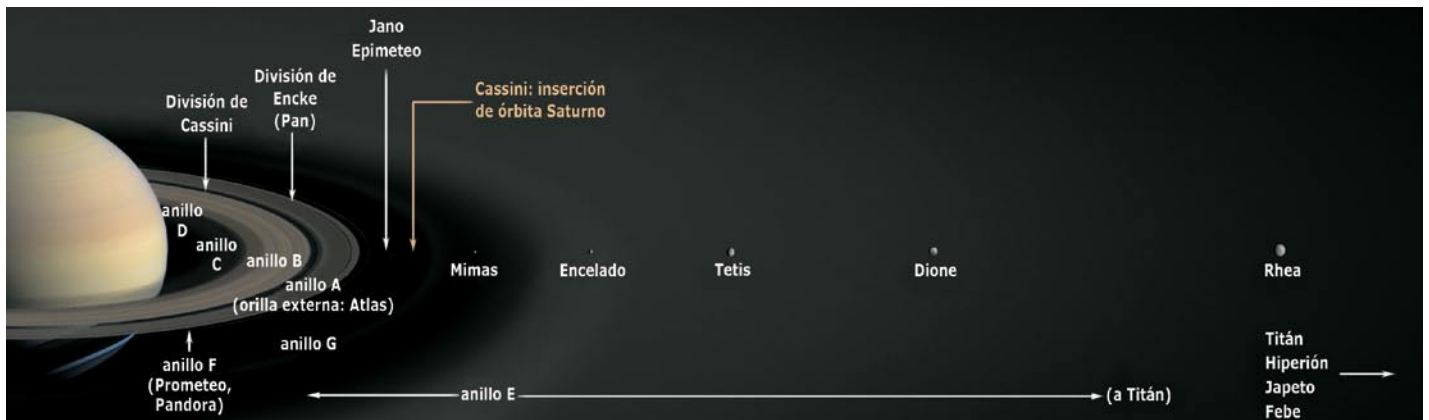


A diferencia de las auroras terrestres, que duran sólo unos minutos, las de Saturno pueden durar días y mantener un brillo intenso.

tiempo. En ocasiones las auroras se mueven con la rotación del planeta y en otras permanecen inmóviles. Fue esta observación la que extrañó a los científicos. En las auroras polares terrestres, cuando el campo magnético del Sol apunta hacia el sur, anula temporalmente el campo magnético terrestre. En condiciones normales el campo magnético de la Tierra sirve de escudo contra el viento solar (chorro de partículas cargadas eléctricamente que proviene del Sol). Cuando este campo se debilita, las partículas del viento solar penetran en la atmósfera e interactúan con los gases que la componen produciendo las auroras polares. Pero las mediciones de *Cassini-Huygens* mostraron que en Saturno el campo magnético del planeta nunca se anula. Lo que ahí sucede es que el viento solar comprime el

campo magnético planetario, permitiendo que algunas de las partículas cargadas que se encuentran alrededor de Saturno, en los llamados anillos de radiación, sean conducidas por las líneas del campo magnético hasta chocar con los átomos de hidrógeno que componen la atmósfera de Saturno. La radiación surgida de esos choques puede verse como anillos luminosos alrededor de los polos del planeta: las auroras polares de Saturno.

Las auroras polares no son el único fenómeno luminoso en Saturno. En medio de las constantes tormentas en la atmósfera de este planeta se forman relámpagos 10000 veces más potentes que los terrestres y que pueden llegar a ser del tamaño de nuestro planeta. Gracias a su detector de ondas de radio la nave puede encontrar relámpagos



Una enorme estructura compleja: de punta a punta Saturno y su sistema de anillos ocupa un espacio mayor que aquel entre la Tierra y la Luna.

Ilustración: JPL/NASA

que suceden en el interior de la atmósfera de Saturno. La señal de las ondas de radio que se emiten al producirse la descarga eléctrica puede transformarse en sonido por medio de un aparato que funciona como un receptor de radio. De hecho, este fenómeno también sucede en la Tierra. Cuando queremos escuchar la radio en AM y hay una tormenta eléctrica, los relámpagos interfieren con la transmisión. El receptor está detectando las ondas producidas por el relámpago. Los sonidos de Saturno pueden escucharse en la página web de la misión *Cassini-Huygens* (saturn.jpl.nasa.gov/home/index.cfm).

Cuando las naves *Voyager* visitaron Saturno, éste se coronó como el planeta con los vientos más rápidos del Sistema Solar con sus ráfagas de hasta 1 600 kilómetros por hora, pero las observaciones hechas por el Telescopio Espacial Hubble en 1990 indicaron velocidades máximas de 990 kilómetros por hora. En 2003 un grupo de científicos explicó el cambio como el resultado de una disminución en la energía recibida por el planeta debido a la sombra producida por sus anillos. Fue entonces cuando llegaron los resultados de la sonda *Cassini-Huygens*. Sus mediciones podrían llamarse salomónicas, pues no coincidieron ni con las del *Voyager* ni con las del Hubble: 1 440 kilómetros por hora para los vientos más veloces. ¿Cómo explicar estas variaciones? El secreto del misterio está en las longitudes de onda a las que se hicieron las observaciones (el tamaño de las ondas electromagnéticas que captaron los tres instrumentos). Los compuestos menos abundantes de la atmósfera de Saturno (como agua y metano) forman nubes y niebla a distintas altitudes. Dependiendo de la composición de la nube o la niebla, éstas pueden ser transparentes o dejar pasar ciertas longitudes de onda y, si no hay



Foto: NASA

Febe, la luna más lejana de Saturno, podría contener los secretos de la formación del Sistema Solar.

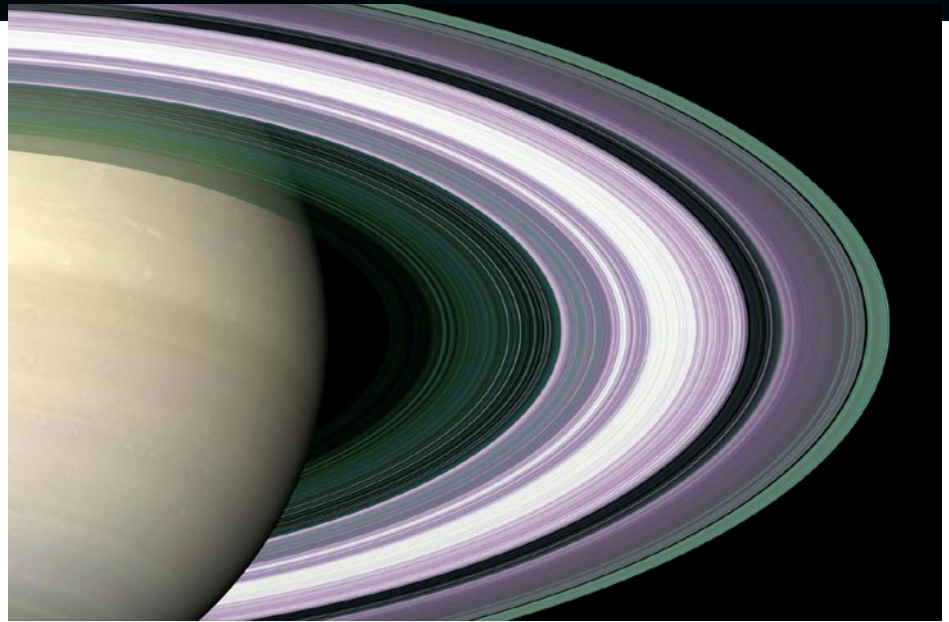


Foto: JPL/NASA

Imagen simulada, construida a partir de información obtenida con señales de radio.

nubes, se pueden ver capas más profundas de la atmósfera. Además la velocidad de los vientos cambia con la altitud. De este modo, los instrumentos miden diferentes velocidades dependiendo de qué tan profundo puedan ver en la atmósfera de Saturno. Según el grupo de científicos que analizó los resultados, lo que ha sucedido es que las nubes han cambiado de altitud con el transcurso de los años y, puesto que los instrumentos sólo pueden ver hasta el nivel donde están las nubes, han muestreado distintas capas de la atmósfera, cada una de ellas con velocidades diferentes.

Pero los vientos huracanados de Saturno guardan aún otro misterio: la energía que los mueve. En la Tierra los océanos conservan la luz del Sol y actúan como depósitos de energía. Cuando esta energía se libera, calienta la atmósfera y genera vientos que pueden producir huracanes. Estos vientos en un sistema de tormenta en la Tierra pueden sobrepasar los 250 kilómetros por hora. En Saturno la energía que mueve la atmósfera no proviene del Sol, sino del interior del planeta. Se cree que esta energía se acumuló allí durante la formación de Saturno, pero esta fuente no bastaría para producir vientos tan rápidos. Es posible que haya reacciones químicas y físicas que produzcan la energía extra. Por lo pronto, los científicos esperan que la misión *Cassini-Huygens*

resuelva el misterio en los dos años que le quedan para estudiar a Saturno.

De luna en luna

¿Quieres saber qué es romántico? Observar la Luna llena tomado de la mano de quien se ama. ¿Y que tal dos lunas? O aún mejor, 35. Claro, habrá que ver si uno prefiere contemplar lunas durante toda la noche o admirar su brillo en los ojos del ser amado. Afortunadamente los científicos cuentan con cuatro años para observar las lunas de Saturno y, con suerte y paciencia, incluso encontrar algunas nuevas. Antes de que la sonda *Cassini-Huygens* llegara a Saturno le conocíamos a ese planeta 18 satélites. Dos años después el número ha crecido: ahora existen 35 lunas con nombre y 12 más, descubiertas en 2004, que aún no han sido nombradas. Como en botica, entre las



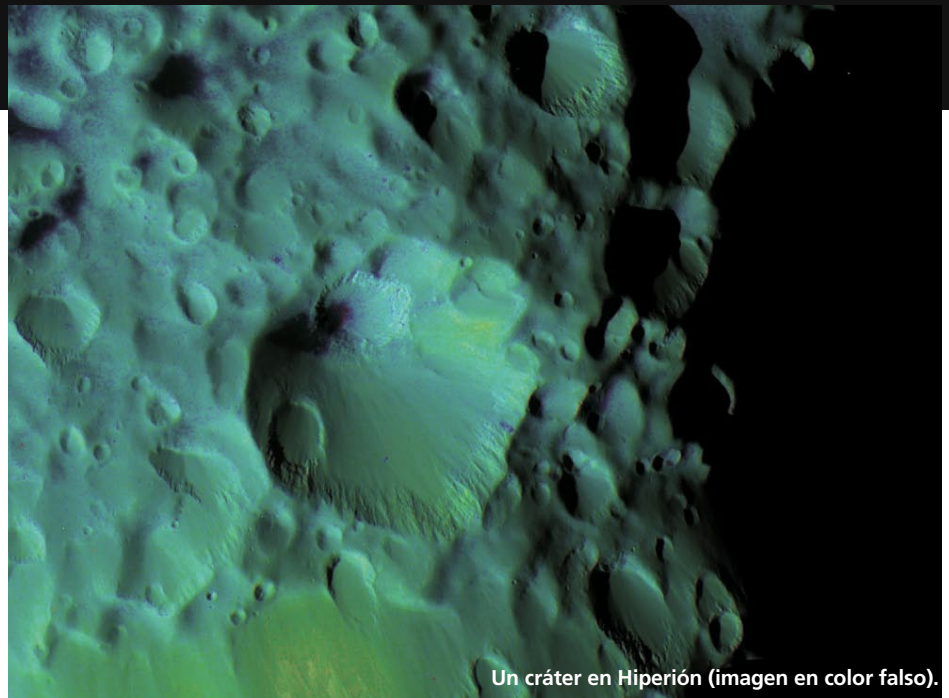
Japeto (color real), la tercera luna más grande de Saturno.

Foto: NASA/JPL/SSI

lunas de Saturno hay de todo: mundos de roca, de hielo, deformes, jóvenes, viejos, con cicatrices, rosas, naranjas. Describirlos nos llevaría más de un artículo, así que sólo nos ocuparemos de los que resultaron ser los más sorprendentes y misteriosos.

El centauro capturado

A casi 13 millones de kilómetros de Saturno gira un mundo oscuro llamado Febe. La superficie de esta luna irregular formada de roca, hielo y material orgánico habla de una compleja historia geológica a pesar de ser un pequeño mundo de apenas 100 kilómetros de diámetro. Su superficie de agua helada está llena de cráteres, huellas de deslizamientos de material y manchas brillantes. Lo que encontramos en estas zonas brillantes es hielo de agua que no ha sido “ensuciado” por el material oscuro que cubre el resto de la superficie de Febe. Pero la luna más lejana de Saturno podría además contener los secretos de la formación del Sistema Solar. Cuando el Sol se formó, una parte de la nube de gas y polvo que le dio origen generó un disco alrededor de nuestra estrella. El material de este disco se fue acumulando en ciertas zonas y formó los planetas, así como rocas de diversos tamaños. Algunos objetos de este disco nunca llegaron a ser parte de un planeta y quedaron confinados entre Júpiter y Saturno por la fuerza de gravedad de ambos gigantes. A estos objetos se les llama centauros y tal como los seres mitológicos, muestran una doble naturaleza, entre come-



Un cráter en Hiperión (imagen en color falso).

Foto: NASA/JPL/SSI

tas y asteroides. Por las características de su órbita se sospecha que Febe es un centauro capturado por el gigante de los anillos, y como tal, es un remanente de los bloques que formaron el Sistema Solar hace 4 500 millones de años.

Las dos caras de la luna

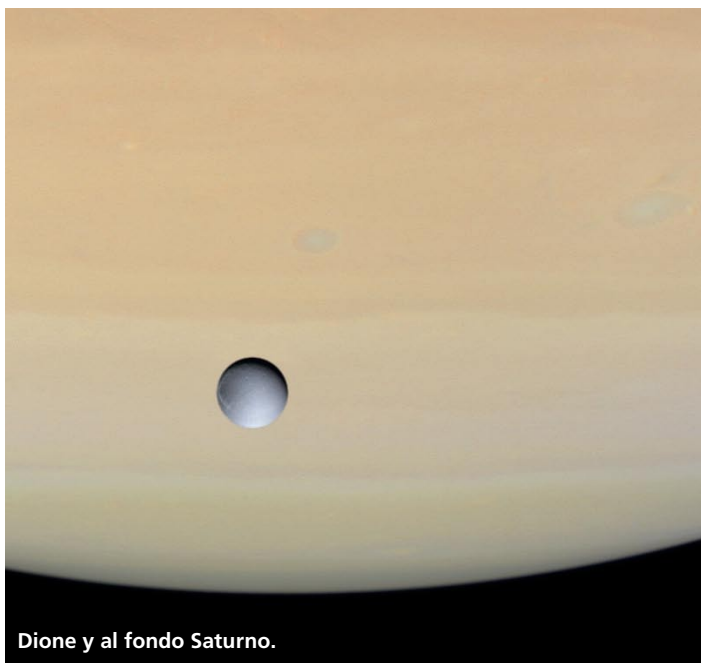
Una brillante y una oscura, una nevada y otra rocosa. Así es Japeto, la tercera luna más grande de Saturno; una luna cuya superficie nevada fue cubierta por material oscuro proveniente de... bueno, averiguar esto era tarea de *Cassini-Huygens*. Si el material provenía del interior de Japeto, se requería evidencia de una fuente de energía que produjera tales erupciones. Si,

aislados, cordilleras montañosas de más de 200 kilómetros de largo y secciones donde hay tres sierras paralelas. En algunas zonas la cordillera alcanza los 20 kilómetros de altura —el monte Everest culmina a sólo ocho kilómetros de altura—. La formación de este sistema montañoso requirió una fuente de energía interna capaz de deformar así la superficie de Japeto. Es posible que un remanente de la energía de formación pudiera haber originado la cordillera y las erupciones que expulsaron el material oscuro que cubre buena parte de este satélite. Un grupo de científicos ha sugerido que un material radioactivo, el aluminio 26, podría ser la fuente que alimentó estos procesos geológicos en Japeto. La nave *Cassini-Huygens* volverá a encontrarse con Japeto en 2007, pero esta vez estará a sólo 1 200 kilómetros de distancia de su superficie. Mientras tanto la moneda sigue en el aire, ¿qué cara eliges tú?

en cambio, el material provenía de una fuente externa, se esperaría que los depósitos sobre Japeto no fueran muy gruesos. Lo segundo se confirmó y la balanza se inclinó hacia el origen externo del material oscuro, pero la otra posibilidad no está totalmente descartada. La razón de esta duda es la cordillera que divide los dos hemisferios de Japeto. *Cassini-Huygens* nos mostró un complejo sistema formado por picos

La luna en rosa

Internándonos en el sistema de lunas y anillos de Saturno, después de Febe y Japeto encontramos una luna pequeña, irregular y rosada llamada Hiperión. No se sabe a qué se debe esta coloración, pero lo que *Cassini-Huygens* sí logró descubrir es su naturaleza esponjosa. Tal como una piedra pómez, esta luna tiene un interior poroso, compuesto de más espacio vacío que de roca o hielo. Puede que su color sea rosa, pero su pasado no: su forma irregular probablemente se debe a los golpes de meteoritos que impactaron al satélite durante la formación del Sistema Solar. Los cráteres, huellas de estos impac-



Dione y al fondo Saturno.

Foto: NASA/JPL/SSI

tos, permanecen intactos desde entonces, lo que indica que Hiperión puede ser la luna más antigua de Saturno.

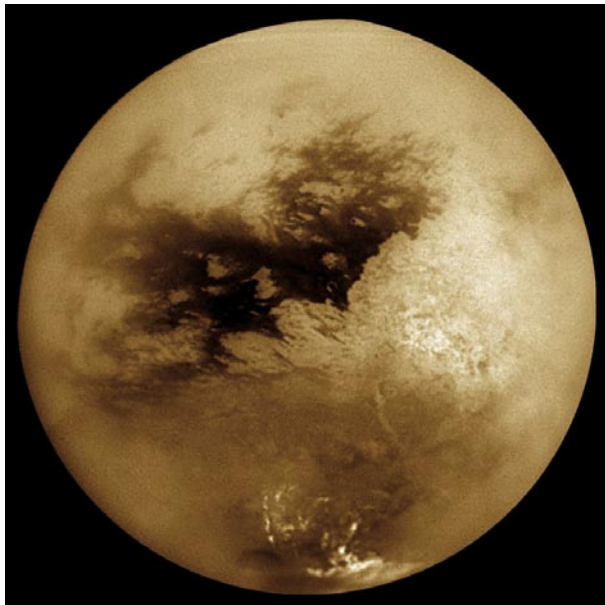
Piel de hielo, corazón de roca

No. No es una canción de ésas para desgarrar el alma, es Dione, un cuerpo denso y helado de 560 kilómetros de radio, que siempre da la misma cara a Saturno. Igual que otras lunas, Dione se encuentra cubierta de cráteres, pero tiene una característica curiosa: la zona con más cráteres no está en el hemisferio que da en la dirección del movimiento del satélite alrededor de Saturno. Ese lado es el que debería haber recogido más impactos durante su historia. En Dione, en cambio, se observan más cráteres en el hemisferio posterior. Los científicos creen que Dione dio un giro que puso el hemisferio de enfrente atrás. Puesto que la luna es relativamente pequeña, un meteorito capaz de originar un cráter de 35 kilómetros podría también hacer girar al satélite, y la nave *Cassini-Huygens* descubrió cráteres de ese tamaño y aún mayores.

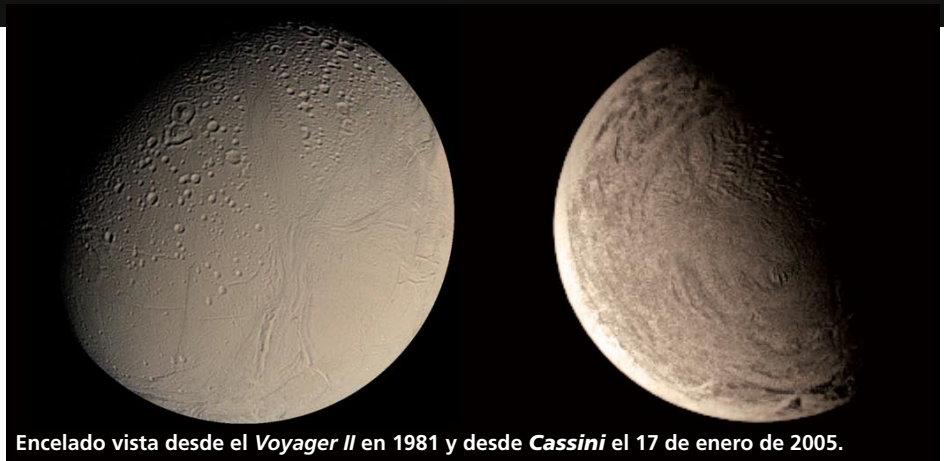
Tres lunas más allá de Dione las órbitas de los satélites se entrelazan con los anillos de Saturno y en algunos casos es imposible separar sus historias, como sucede con la luna que dio a luz un anillo.

Hijo de la luna

Cuando la sonda *Cassini-Huygens* se acercó a Encelado tenía como objetivo descubrir el origen de la compleja superficie de este satélite. Suaves planicies cubiertas de nieve recién caída, grietas, zonas arrugadas y



Titán tiene una atmósfera densa de nitrógeno y metano.



Encelado vista desde el *Voyager II* en 1981 y desde *Cassini* el 17 de enero de 2005.

surcos como arañazos hacían pensar que Encelado fue geológicamente activo en un periodo que a los científicos les da por llamar “reciente”: unos 100 millones de años. Mientras tanto, muy cerca de ahí se extiende el anillo más grande del sistema saturnino, con un millón de kilómetros de ancho. El anillo E es una estructura difusa cuyo mayor misterio es su existencia misma. Las partículas que lo componen, de apenas unas millonésimas de metro de diámetro, deberían haber desaparecido en el transcurso de unos 50 años debido a que el plasma (gas caliente cargado eléctricamente) que se encuentra confinado por el campo magnético de Saturno golpearía las partículas del anillo hasta desgastarlas. Pero el anillo E sigue ahí, lo que indica que tiene una fuente continua que le restituye las partículas que pierde. El sospechoso: Encelado.

A mediados de 2005, *Cassini-Huygens* se acercó a Encelado y encontró lo que los científicos habían esperado: la fuente de origen del anillo E. Al sobrevolar Encelado, *Cassini-Huygens* detectó un chorro de agua proveniente del polo sur del satélite (esto sería lo que el resto de los mortales llamamos actividad reciente). Además las cámaras infrarrojas detectaron un punto caliente en el polo sur donde se producía el chorro. Bueno, caliente para los científicos, nosotros diríamos una zona mucho menos fría, pues mientras el resto de la superficie de Encelado está a -200°C , el punto caliente tiene una temperatura de -145°C . Todo quedó expli-

cado: las partículas, lanzadas al doble de la velocidad de escape del planeta (235 km/s) alimentaban al anillo E, mientras que el resto caía sobre Encelado cubriendo cráteres y creando superficies suaves.

Sólo falta un pequeño detalle: los procesos geológicos (como lanzar chorros de agua) requieren energía. Entre mayor sea un cuerpo, más energía conserva en su interior. Así, los cuerpos más pequeños gastan rápidamente la poca energía que pueden guardar sus núcleos. ¿Cuál es entonces la fuente de energía de este mundo tan pequeño que podría caber en España? La mayor parte de ella no está en el interior de Encelado, sino que proviene de Saturno, cuya fuerza de gravedad deforma al satélite de tal modo que le ha sacado un chichón. Las huellas de tal deformación son los surcos de 130 kilómetros de largo y 500 metros de profundidad, que se han llamado “arañazos de tigre”.

Otras formaciones geológicas son también el resultado de los vaivenes gravitacionales provocados por Saturno. Sin embargo, esta energía no es suficiente para derretir el agua congelada de Encelado. Una posibilidad es que el hielo de la superficie ejerza suficiente presión para derretir el agua y ésta escape por efecto de diferencias de presión, tal como el gas escapa de una botella de refresco agitada. Según los cálculos de los científicos, una capa de hielo de siete kilómetros de profundidad bastaría para conseguir ese efecto. Otra posibilidad es que la energía geológica de Encelado provenga de un elemento radioactivo, como en el caso de Japeto. Por lo pronto, Encelado se ha colocado como la luna más interesante de Saturno después de Titán, y por ello se ha aprobado extender la misión dos años más para seguir observando los helados géiseres de este satélite.

Cassini-Huygens

CASSINI

Dimensiones: 6.7 m de alto y 4 m de ancho

Peso: 5 712 kg (incluyendo combustible)

Instrumentos:

- **Cámara con gran angular:** Toma fotografías de campos muy amplios y puede también enfocar detalles.
- **Espectrógrafo ultravioleta:** Detecta gases y compuestos que emiten en la región ultravioleta del espectro.
- **Espectrómetro infrarrojo:** Mide temperaturas.
- **Espectrómetro visible e infrarrojo:** Con sus datos pueden identificarse rocas, hielos y los compuestos que forman las superficies y atmósferas de los satélites de Saturno, así como analizar los materiales que conforman los anillos.
- **Detector de plasma:** Mide la energía y carga eléctrica de partículas como electrones y protones. Puede detectar, por ejemplo, las partículas del viento solar mientras interactúan con el campo magnético de Saturno.
- **Analizador de polvo cósmico:** Instrumento capaz de detectar partículas del tamaño de una milésima de milímetro y determinar su composición y trayectoria.

- **Espectrómetro de masas:** Estudia la composición de la atmósfera superior de Saturno y los iones y átomos neutros en anillos y satélites.
- **Magnetómetro:** Estudia el campo magnético.
- **Instrumento de imagen magnetosférica:** Detecta fuentes de energía dentro y fuera de Saturno.
- **Radar:** Determina la estructura de las superficies de los satélites de Saturno.
- **Instrumentos para detectar ondas de radio:** Uno para detectar actividad eléctrica y monitorear la ionosfera de Saturno y el plasma que lo rodean. El otro instrumento envía los datos recabados por la nave a la Tierra.

HUYGENS

Dimensiones: 2.7 m de diámetro

Peso: 320 kg.

Instrumentos: Espectrómetro para identificar la composición atmosférica; recolector de aerosoles para análisis químico; cámara para detectar luz de diferentes longitudes de onda; sensores para medir la estructura atmosférica; experimento para medir la velocidad del viento y sensores para estudiar las condiciones en el sitio de aterrizaje.

¿Y Titán?

Quienes han oído sobre las lunas de Saturno, sabrán de Titán, la más famosa de todas, un mundo naranja con la característica, única en un satélite, de tener una atmósfera densa de nitrógeno y metano. La superficie de Titán no se ve ni con los telescopios más potentes porque una niebla de sustancias orgánicas opaca la atmósfera. La concentración de metano en la atmósfera de Titán tiende a disminuir debido a varios procesos químicos. Esto quiere decir que el metano debería haber desaparecido del satélite hace mucho tiempo. Como aún se observa metano, debe haber un proceso que restituya este compuesto, pero no había forma de saberlo desde fuera. Los científicos suponían que a la presión atmosférica de Titán, que es el doble de la terrestre, y con temperaturas de alrededor de -200°C , el metano debería encontrarse en estado líquido, tal vez en forma de lagos o incluso mares. De encontrarse metano líquido en grandes cantidades, el misterio de la fuente del metano atmosférico quedaría resuelto. Hubo que esperar a la misión *Cassini-Huygens* para poder observar la superficie de Titán y tomar muestras de su atmósfera. La sonda se acercó a 1 200 kilómetros de Titán en dos ocasiones en 2004. El 25 de diciembre de ese año, la sonda *Huygens* se separó de la nave nodriza y emprendió el

camino a Titán. El 14 de enero de 2005, en un evento histórico, *Huygens* penetró en la atmósfera de Titán y fotografió la superficie de la luna en su descenso, además de tomar muestras de la atmósfera antes de posarse en la superficie. En total *Cassini* visitará este satélite más de 40 veces durante los cuatro años que durará la misión.

Las fotografías de la misión muestran una superficie helada con rocas de hielo, dunas, cráteres semiborrados por vientos, sinuosos canales y formaciones semejantes a arañazos de gato. Los lagos de metano tardaron más en aparecer. Fue hasta julio de este año que la nave *Cassini* (ya sin *Huygens*) detectó cerca del polo norte de Titán zonas oscuras que se parecen mucho a los lagos terrestres. Todo indica que estas manchas son depósitos de metano líquido. En sus siguientes visitas a Titán, *Cassini* continuará observando esa zona para tratar de confirmarlo. Seguramente Titán continuará asombrándonos en los siguientes años.

Una verdadera joya

Desde la creación de los telescopios, los anillos de Saturno fascinaron a los astrónomos y le ganaron a ese planeta el apodo de “la joya de los cielos”. Aunque aparecen como

objetos sólidos y estáticos desde lejos, en realidad los anillos están formados por partículas de roca y hielo con tamaños que van desde el de un grano de azúcar refinada hasta el de una casa. Y no tienen nada de estáticos: ondulan y se tuercen por efecto de la fuerza de gravedad combinada de Saturno, sus satélites y los mismos anillos, y sus partículas orbitan Saturno a grandes velocidades.

Los anillos fueron nombrados alfabéticamente, por orden de descubrimiento. Así, los más evidentes (los primeros que vieron Christiaan Huygens y Gian Domenico Cassini en el siglo XVII) fueron nombrados A, B y C, y más tarde las sondas *Voyager* descubrieron los anillos D, E, F y G. Los anillos son una obra en proceso y no sabemos si se formaron con el planeta o son más recientes. Puede que cada uno de ellos tenga un origen distinto o que algunos compartan la misma historia. Todo esto podemos saberlo conociendo en profundidad la composición, densidad y dinámica de las partículas que forman los anillos y los satélites que, con su gravedad, los confinan. Esto es tarea de la sonda *Cassini-Huygens*.

Nudos, trenzas y torceduras

Después de revelar el origen del anillo E, el más externo de Saturno, *Cassini-Huygens* se adentró en el sistema de anillos, pasando cerca del fino entramado del anillo G, un anillo tan tenue que encontrarlo requirió muchas horas de análisis de las fotografías tomadas por las sondas *Voyager*.

El siguiente es un anillo delgado, confinado en un breve espacio por la fuerza de gravedad que ejercen las lunas Pandora y Prometeo. Las naves *Voyager* descubrieron en él nudos, torceduras y “trenzas” que despertaron gran interés entre los científicos.

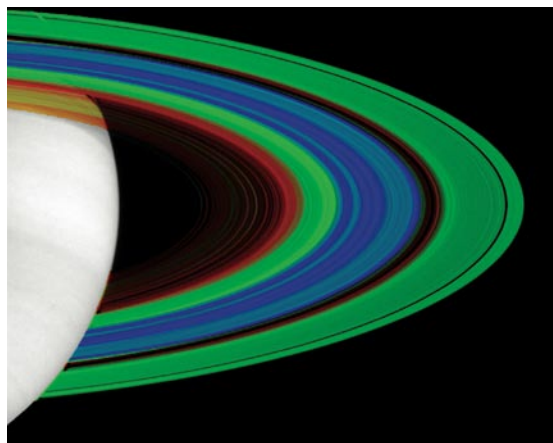
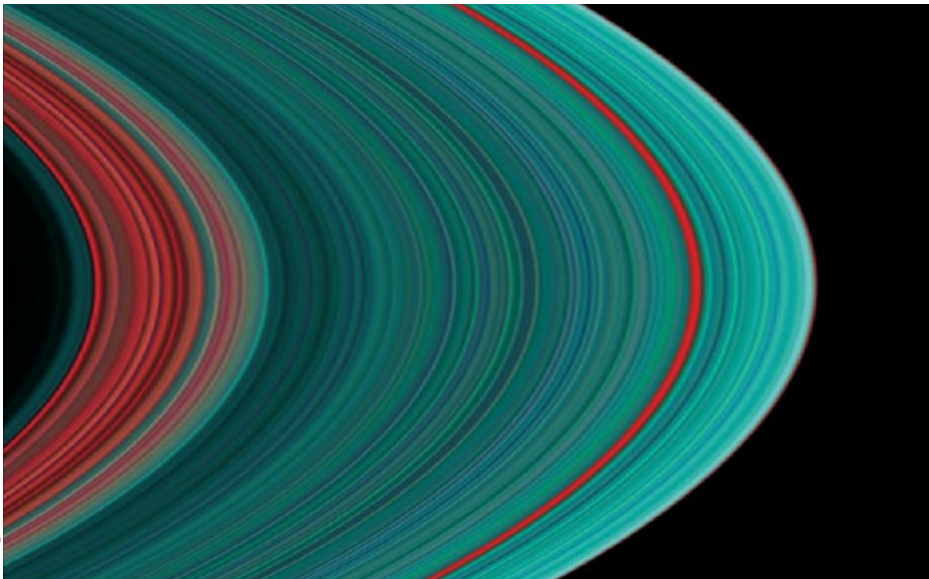


Imagen de los anillos C externos (izq.) y B internos (der.)

Imagen: NASA



La “división Cassini” en rojo tenue (izq.) seguida de los anillos A, que van desde un rojo sucio hasta el turquesa conforme se alejan del planeta porque su material es más denso. La banda roja cercana a la orilla es la “división de Encke”.

Ahora, *Cassini-Huygens* ha descubierto otra insólita característica del anillo F: es una espiral. Aunque las partículas que lo componen giran en órbitas circulares alrededor de Saturno, la fuerza de gravedad de las lunas cercanas, principalmente Prometeo, perturba las órbitas de las partículas generando efectos instantáneos en los que el conjunto parece trenzarse o hacer grumos. Pero la espiral, al parecer, tiene otro origen. Por medio de simulaciones en computadora, los científicos siguieron en reversa la historia de esta estructura hasta un acontecimiento único: una nube de unos 300 kilómetros de radio que fue arrastrada por el anillo. Otra posibilidad es que la espiral se haya generado a partir de los desechos producidos por un choque dentro del mismo anillo. Estas dos hipótesis serán puestas a prueba en futuras observaciones de la nave *Cassini-Huygens*. Una característica más del anillo F es la estabilidad de su órbita, que apunta a que debe contener mucha masa a pesar de ser tan delgado, tanta como la de un satélite pequeño (alrededor de 100 000 billones de billones de kilogramos). Esto hace pensar que este anillo se originó al desintegrarse una luna por efecto del campo gravitacional de Saturno.

Al anillo F le sigue una brecha abierta por la luna Pan: la división de Encke. Esta zona aparentemente vacía contiene una estructura tan difusa, que difícilmente se le puede llamar anillo, así que se le denomina *ringlet*, palabra que en este caso podríamos traducir como “aro”. Estructuras semejantes

se han encontrado en todas las divisiones de los anillos de Saturno, aunque no se sabe si todas tienen el mismo origen.

¿Limpiecitos o nuevicosos?

Colindante con la división de Encke está el anillo A, cuya interacción con la luna Pan ha generado las características más interesantes de este anillo. En su borde exterior el anillo A semeja una cuerda torcida y más adentro se forma un patrón paralelo —semejante al de la tela de pana— al que se superponen las ondas generadas por Pan. Uno de los nuevos fenómenos descubiertos por *Cassini-Huygens* es la presencia de variaciones de brillo casi paralelas que van haciéndose cada vez menos anchas conforme se acercan al límite exterior del anillo. Las zonas brillantes van desde los 100 kilómetros de anchura hasta unas decenas de kilómetros. Todos los modelos computacionales que han intentado reproducir el mecanismo de formación de estas estructuras han fallado hasta ahora, lo que indica a los científicos que hay procesos muy complejos en los que intervienen los patrones de movimiento de las partículas del anillo y la gravedad de éste.

Los anillos A y B resultan sorprendentemente brillantes. Formados principalmente por partículas de hielo, es lógico que sean blancos y brillantes, pero no deberían seguir siéndolo después de tanto tiempo. El medio interplanetario contiene polvo oscuro que acabaría por ennegrecer las partículas de los anillos. O bien los anillos se han formado

recientemente, o poseen mecanismos que generan constantemente nuevas partículas. Ésta es una de las incógnitas que se espera resolver en los próximos años de la misión *Cassini-Huygens*. Y sólo para complicar las cosas un poco más, la sonda descubrió que la zona oscura situada entre los anillos A y B, llamada división de Cassini, no está tan vacía como se pensaba. Contiene partículas de hielo sucio, semejantes en composición al material oscuro que cubre algunas zonas de la superficie de Febe, localizada a más de 12 millones de kilómetros de distancia de la división de Cassini. Esto indica a los científicos que los anillos pueden haberse originado a partir de los restos de un satélite. Pero lo que sorprende a los científicos es que los anillos A y B estén tan limpios mientras que la división que los separa contiene tanta “suciedad”.

La onda misteriosa

En el anillo B, *Cassini-Huygens* encontró otras sorpresas. El anillo B muestra dos zonas con diferentes estructuras. La primera presenta irregularidades muy finas, la segunda suaves bandas luminosas de unos 100 kilómetros de ancho. Hasta hoy no se sabe con exactitud qué causa estos fenómenos. Al anillo B le sigue el C, hogar de la división y el aro de Maxwell. Este último mide un poco más de 60 kilómetros de ancho y en su parte media hay una misteriosa onda que no se puede asociar con ningún satélite. Se cree que el anillo actúa como caja de resonancia, donde una perturbación se amplifica y queda confinada, produciendo una onda.

La *Cassini-Huygens* nos ha mostrado las sorprendentes piezas de un rompecabezas que los científicos tardarán mucho en descifrar. Se espera que en los años que le quedan a la misión logremos comprender más de las historias enlazadas de este gigante, sus lunas y sus anillos. 🐼

Para nuestros suscriptores

La presente edición va acompañada por una guía didáctica, en forma de separata, para abordar en el salón de clases el tema de este artículo.

Antígona Segura es investigadora en el Laboratorio Virtual de Planetas, un proyecto del Instituto de Astrobiología de la NASA. Para entrenarse como astrobióloga estudió la licenciatura en física en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, y la maestría en astronomía y el doctorado en ciencias de la Tierra en la UNAM. Curso además el diplomado de Divulgación de la Ciencia, también en la UNAM. www.geosc.psu.edu/~asegura