

UNIVERSO

Revista bimestral de información científica y técnica * Número de julio-agosto 2017

Una sonda a dos pasos del Sol

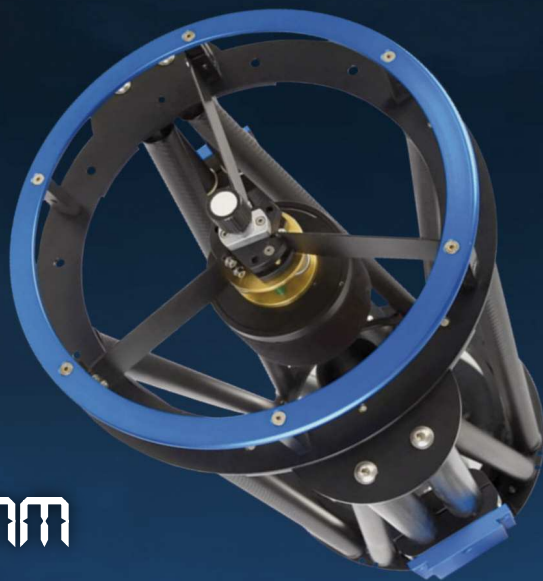
Un nuevo tránsito sobre el disco de KIC 8462852

- Ondulaciones en el espacio cósmico
- Luna detectada alrededor del tercer planeta enano más grande
- El colapso de una estrella genera un agujero negro
- Enana blanca muestra cómo la gravedad puede doblar la luz

Buscando un pasado alienígena

NortheK

Instruments - Composites - Optics



RITCHEY-CHRÉTIEN 250 MM

F/8.5 ÓPTICA SUPRAX DE SCHOTT

ESTRUCTURA DE CARBONO

CELDA NORTHEK STABILOBLOK 25

ENFOCADOR FEATHER TOUCH FTF 2000 2"

PESO 15 KG.





Versión española de la revista

ASTROFILO

Editor en jefe
Michele Ferrara

Asesor científico
Prof. Enrico Maria Corsini

Traductores
Marcelino Alvarez Villarroya,
Manuel Jiménez del Barco, José Carlos
Millan, Miguel Sánchez González

Editora
Astro Publishing di Pirlo L.
Via Bonomelli, 106
25049 Iseo - BS - ITALY
email info@astropublishing.com

Proveedor de servicios de internet
Aruba S.p.A.
Via San Clemente, 53
24036 Ponte San Pietro - BG - ITALY

Derechos de autor
Todo el material de esta revista es, a no ser que se establezca lo contrario, propiedad de Astro Publishing di Pirlo L. o incluido con permiso de su autor. La reproducción o retransmisión de los materiales, en su totalidad o en parte, de cualquier manera, sin el previo consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor, es una violación de la ley de derechos de autor. Puede hacerse una copia a través de este proceso solamente para uso personal, no comercial. Los usuarios no pueden distribuir esas copias a otros, sea o no de forma electrónica, sea o no retribuido, sin el previo consentimiento por escrito del propietario de los derechos de autor de los materiales. El editor está disponible para la obtención de los derechos de fuentes iconográficas no especificadas.

Publicidad - Administración
Astro Publishing di Pirlo L.
Via Bonomelli, 106
25049 Iseo - BS - ITALY
email admin@astropublishing.com

4

Una sonda a dos pasos del Sol

Dentro de unos años podremos pronosticar con bastante anticipación cuando estallarán las tormentas solares, por lo que podremos limitar significativamente su interferencia con las actividades humanas. Para mejorar nuestro conocimiento de este poderoso fenómeno, una nueva sonda estudiará la corona...

12

ALMA ve a "Dee-Dee", un miembro distante y débil de nuestro Sistema Solar

Utilizando el gran conjunto de antenas milimétricas/submilimétricas ALMA, los astrónomos han revelado extraordinarios detalles del recientemente descubierto remoto cuerpo planetario 2014 UZ₂₂₄, más conocido como DeeDee. A unas tres veces la distancia de Plutón al Sol, DeeDee es el segundo objeto...

18

Ondulaciones en el espacio cósmico

Los astrónomos han medido por primera vez pequeñas ondulaciones en el espacio cósmico utilizando imágenes del observatorio W. M. Keck de un doble cuásar insólito. Las más inhóspitas regiones del universo son los remotos confines del espacio intergaláctico. En esas vastas extensiones entre galaxias hay...

20

Un nuevo tránsito sobre el disco de KIC 8462852

Un misterio podía quedarse sin solución durante mucho tiempo: el de la estrella KIC 8462852, aunque se presenta la oportunidad de resolverlo definitivamente. Hace unos meses la estrella mostró una nueva caída de luminosidad, que finalmente fue seguida con instrumentos potentes y adecuados para averiguar lo...

30

Luna detectada alrededor del tercer planeta enano más grande

El poder combinado de tres observatorios espaciales, incluyendo el Telescopio Espacial Hubble de la NASA, ha ayudado a los astrónomos a descubrir una luna orbitando el tercer planeta enano más grande, catalogado como 2007 OR₁₀. Este par reside en los fríos confines de nuestro sistema solar, en el llamado...

32

El colapso de una estrella genera un agujero negro

Los astrónomos han observado como una estrella masiva y moribunda ha renacido probablemente como un agujero negro. Se tomó el poder combinado del Telescopio Binocular Grande (LBT), y los telescopios espaciales Hubble y Spitzer de la NASA para buscar restos de la estrella consumida, para descubrir que...

34

Ingredientes para la vida alrededor de estrellas jóvenes de tipo solar

Dos equipos de astrónomos han utilizado el poder de ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), en Chile, para detectar isocianato de metilo — una molécula orgánica compleja prebiótica — en el sistema estelar múltiple IRAS 16293-2422. En astroquímica, una molécula orgánica compleja se...

36

Buscando un pasado alienígena

Las imágenes de este artículo, obras de arte reales de reconocidos ilustradores espaciales, han sido seleccionadas para representar escenarios hipotéticos que podrían haberse producido realmente en nuestro sistema planetario en un pasado remoto y de los cuales todavía podrían existir rastros. Una nueva rama...

46

Enana blanca muestra cómo la gravedad puede doblar la luz

Los astrónomos han utilizado la aguda visión del Telescopio Espacial Hubble de la NASA para repetir una prueba centenaria de la teoría general de la relatividad de Einstein. El equipo del Hubble midió la masa de una enana blanca, remanente apagado de una estrella normal, para ver cuánto desviaba la luz de...

48

ESO firma contrato para espejo primario gigante del ELT

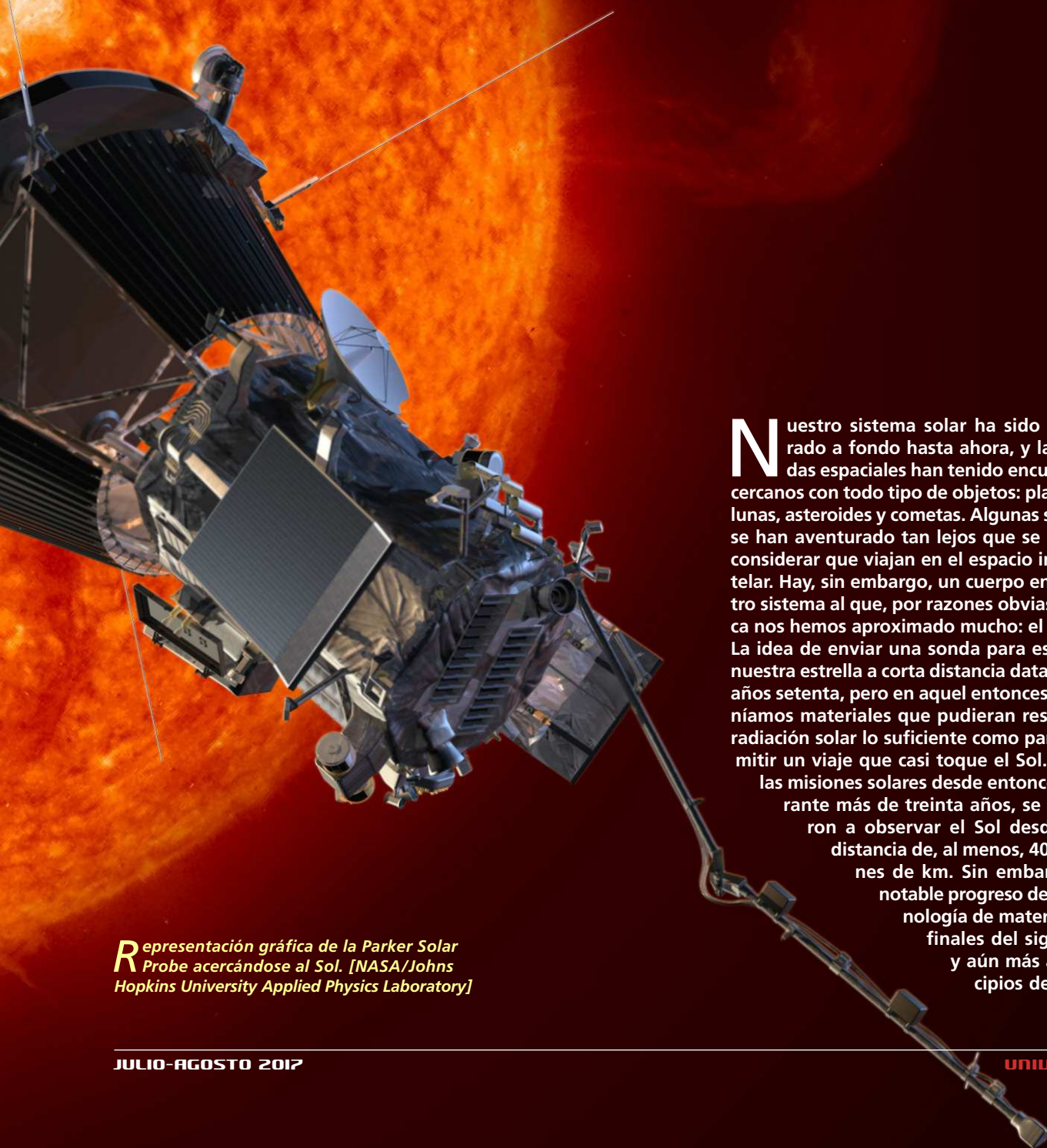
El sistema óptico único del Extremely Large Telescope de ESO está compuesto de cinco espejos, cada uno de los cuales supondrán un enorme desafío para la ingeniería. El espejo primario de 39 metros de diámetro, el cual estará compuesto de 798 segmentos hexagonales individuales de alrededor de 1,4 metros...

Una sonda a del Sol

por Michele Ferrara
traducido por Miguel Sánchez González

Dentro de unos años podremos pronosticar con bastante anticipación cuando estallarán las tormentas solares, por lo que podremos limitar significativamente su interferencia con las actividades humanas. Para mejorar nuestro conocimiento de este poderoso fenómeno, una nueva sonda estudiará la corona y el viento solar desde dentro. Una misión extrema en cualquier sentido.

dos pasos



Representación gráfica de la Parker Solar Probe acercándose al Sol. [NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory]

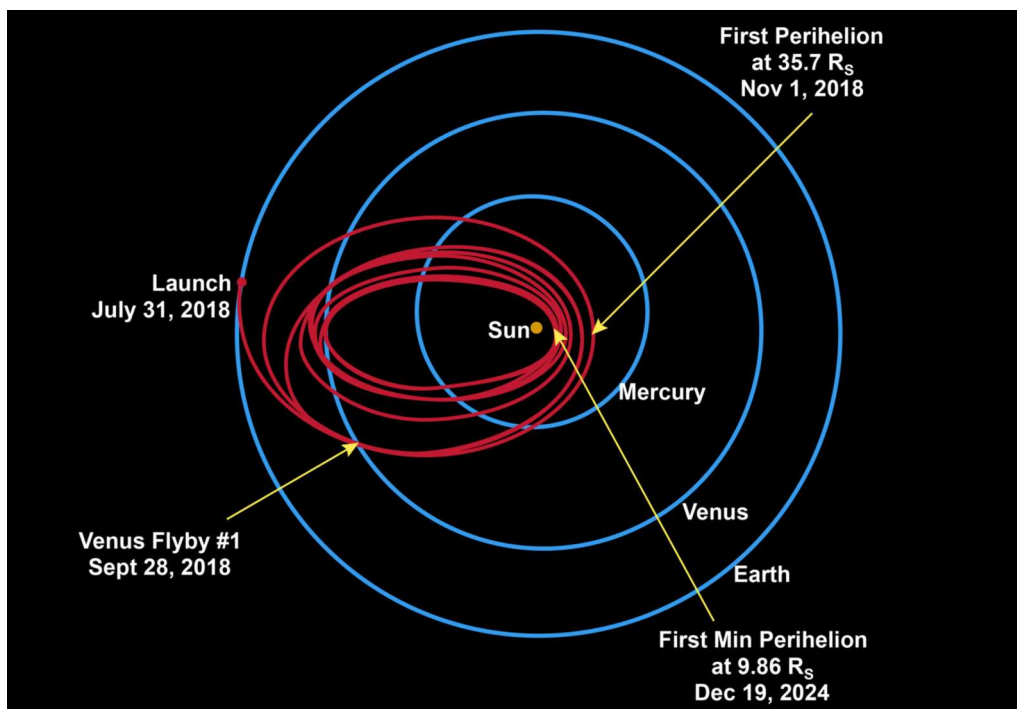
Nuestro sistema solar ha sido explorado a fondo hasta ahora, y las sondas espaciales han tenido encuentros cercanos con todo tipo de objetos: planetas, lunas, asteroides y cometas. Algunas sondas se han aventurado tan lejos que se podría considerar que viajan en el espacio interestelar. Hay, sin embargo, un cuerpo en nuestro sistema al que, por razones obvias, nunca nos hemos aproximado mucho: el Sol. La idea de enviar una sonda para estudiar nuestra estrella a corta distancia data de los años setenta, pero en aquel entonces no teníamos materiales que pudieran resistir la radiación solar lo suficiente como para permitir un viaje que casi toque el Sol. Todas las misiones solares desde entonces, durante más de treinta años, se limitaron a observar el Sol desde una distancia de, al menos, 40 millones de km. Sin embargo, el notable progreso de la tecnología de materiales a finales del siglo XX, y aún más a principios del siglo



XXI, ha convencido a los ingenieros y científicos de que enviar una sonda espacial a una distancia relativamente corta del Sol ya no es una fantasía, sino una empresa alcanzable. Así comenzó la planificación de un proyecto de la NASA conocido como Solar Probe 2005, que consistía en el envío al Sol de una sonda del tamaño de un coche equipado con una serie de instrumentos científicos y experimentos para hacer contribu-

ciones definitivas a la resolución de los dos grandes enigmas que han incordiado a los físicos solares desde los años cincuenta, y todavía les incordian. La primera es la temperatura infernal de la corona solar, que alcanza millones de grados, mientras que la fotosfera (la superficie abrasadora del Sol que vemos en luz blanca) ni siquiera alcanza los 6000 °C. Una aparente paradoja que aún no ha sido explicada a pesar de las

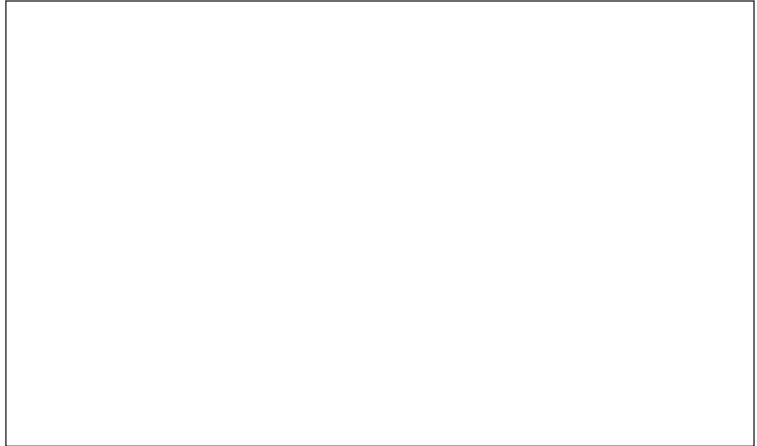
La Parker Solar Probe deja la Tierra después de separarse de su cohete portador, un hecho que se llevará a cabo entre el 31 de julio y el 19 de agosto de 2018. [JHU/APL] A continuación, un diagrama aproximado de la trayectoria que la sonda realizará para acercarse al Sol varias veces. [NASA/JHUAPL]



A la derecha, una secuencia animada de la misión. A continuación, Eugene Parker recibe el primer modelo a escala de la sonda que lleva su nombre, entregado por Nicola Fox, el científico de proyecto de la misión. [NASA/JHUAPL]

muchas teorías propuestas y de que nuestra estrella ha sido estudiada en la última década con una resolución lo suficientemente alta como para revelar estructuras desconocidas a pequeña escala.

El segundo misterio implica el mecanismo físico subyacente a la aceleración del viento solar. Actualmente se desconoce, pero descubrirlo es de vital importancia en la protección de algunas de nuestras actividades más importantes e incluso de la salud humana, del llamado "clima espacial". La misión Solar Probe 2005 se planificó con una trayectoria muy larga de aproximación al Sol con asistencia gravitatoria de Júpiter, entrando en una órbita polar solar y realizando no más de dos sobrevuelos a nuestra estrella a poco menos de 3 millones de km de la fotosfera, dentro de la corona exterior.

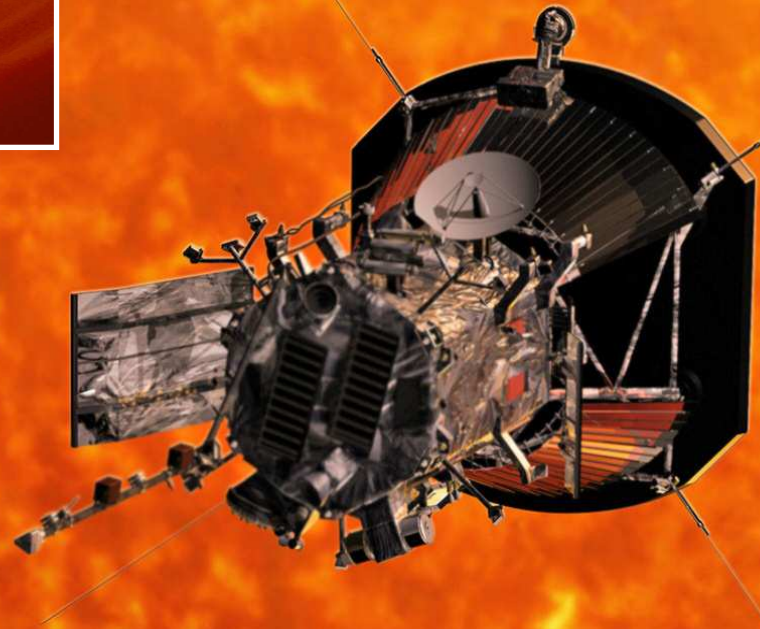


Como ocurre a menudo en los proyectos espaciales, los retrasos, las reorganizaciones y las mejoras han transformado la formulación inicial de la misión. Hace unos meses se llamaba Solar Probe Plus y recientemente fue renombrada Parker Solar Probe en homenaje a Eugene Parker, de 90 años, Emérito de la Universidad de Chicago y pionero de los años cincuenta en el estudio del viento solar, que describió por primera vez en un artículo de *The Astrophysical Journal* en 1958. En ese momento, Parker era un joven profesor del Instituto Enrico Fermi que afirmaba que el Sol liberaba un flujo constante de radiación, partículas de alta energía, plasma y campos magnéticos, y que todos ellos influenciaban a los planetas y al espacio interplanetario. Sesenta años de investigación han probado las teorías de Parker, pero el mecanismo que desencadena y sostiene el flujo, como se citó anteriormente, aún se desconoce, y el propio Parker está impaciente por saber cuándo la misión que lleva su nombre (la única llamada en honor a una persona viva) proporcionará la codiciada respuesta.





En el fondo y en el recuadro, dos puntos de vista teóricos de la misión Parker Solar Probe. [NASA/JHUAPL]



La espera no debe ser larga, porque el calendario actualizado para esta misión de la NASA incluye el lanzamiento de la sonda (desde Centro Espacial Kennedy de Florida, con un cohete Delta 4-Heavy fabricado por United Launch Alliance) dentro de una ventana de 20 días que comienza el 31 de julio 2018. La duración de la misión, la ruta de la sonda y la estrategia para acercarla a su objetivo son totalmente diferentes al proyecto inicial. La Parker Solar Probe orbitará al Sol por lo menos 24 veces, permaneciendo cerca del plano de la eclíptica. Gracias a siete asistencias gravitacionales con Venus,

el perihelio se reducirá cada vez más hasta que la sonda transite a unos 6 millones de kilómetros de la fotosfera, distancia mínima que alcanzará en seis años y medio después del lanzamiento, en los primeros meses de 2025, el año en que la misión estaría a punto de concluir. Ninguna sonda se ha acercado tanto al Sol, lo máximo ha sido a siete veces esta distancia. Seis millones de kilómetros puede parecer una distancia segura, dónde la temperatura infernal de la corona solar se reduce a muy poco. Sin embargo, la Parker Solar Probe se encontrará en un ambiente en el que las tempe-



Tráiler de la
misión de la
Parker Solar Probe.
[NASA/JHUAPL]

raturas alcanzarán o incluso superarán los 1400 °C, y estará constantemente expuesta a la furia del viento solar y a todas sus características devastadoras. El nivel estimado de radiación que la sonda tendrá que soportar es casi 500 veces mayor del nivel típico en la órbita de la Tierra. Para proteger la sonda y los instrumentos científicos que llevará, los ingenieros de la NASA han diseñado un escudo térmico especial de compuesto de carbono, de 11,5 cm (4,5 ") de espesor, que se mantendrá frente al Sol, mientras que detrás la instrumentación recogerá datos e imágenes de la dinámica de

los gases y campos magnéticos, así como el tipo y la energía de las partículas del viento solar. Solamente los paneles solares se extenderán más allá del protector térmico, pero para evitar dañarlos, los ingenieros planean cerrarlos durante los acercamientos más extremos a nuestra estrella y luego volverlos a abrir durante las posiciones menos peligrosas de las órbitas.

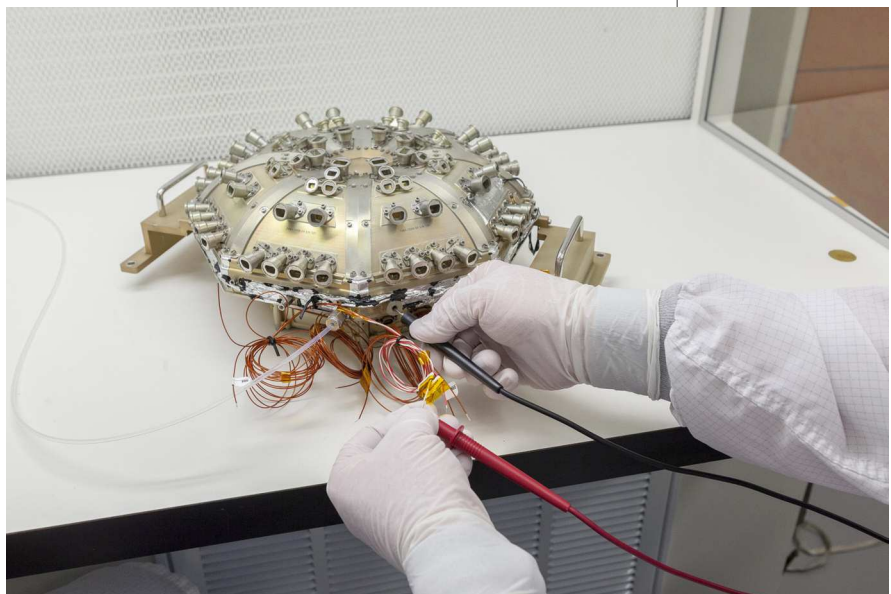
Los principales instrumentos / experimentos a bordo del Parker Solar Probe son el Wide Field Imager del Naval Research Laboratory (Washington, DC); el Solar Wind Electrons Alphas and Protons Investigation

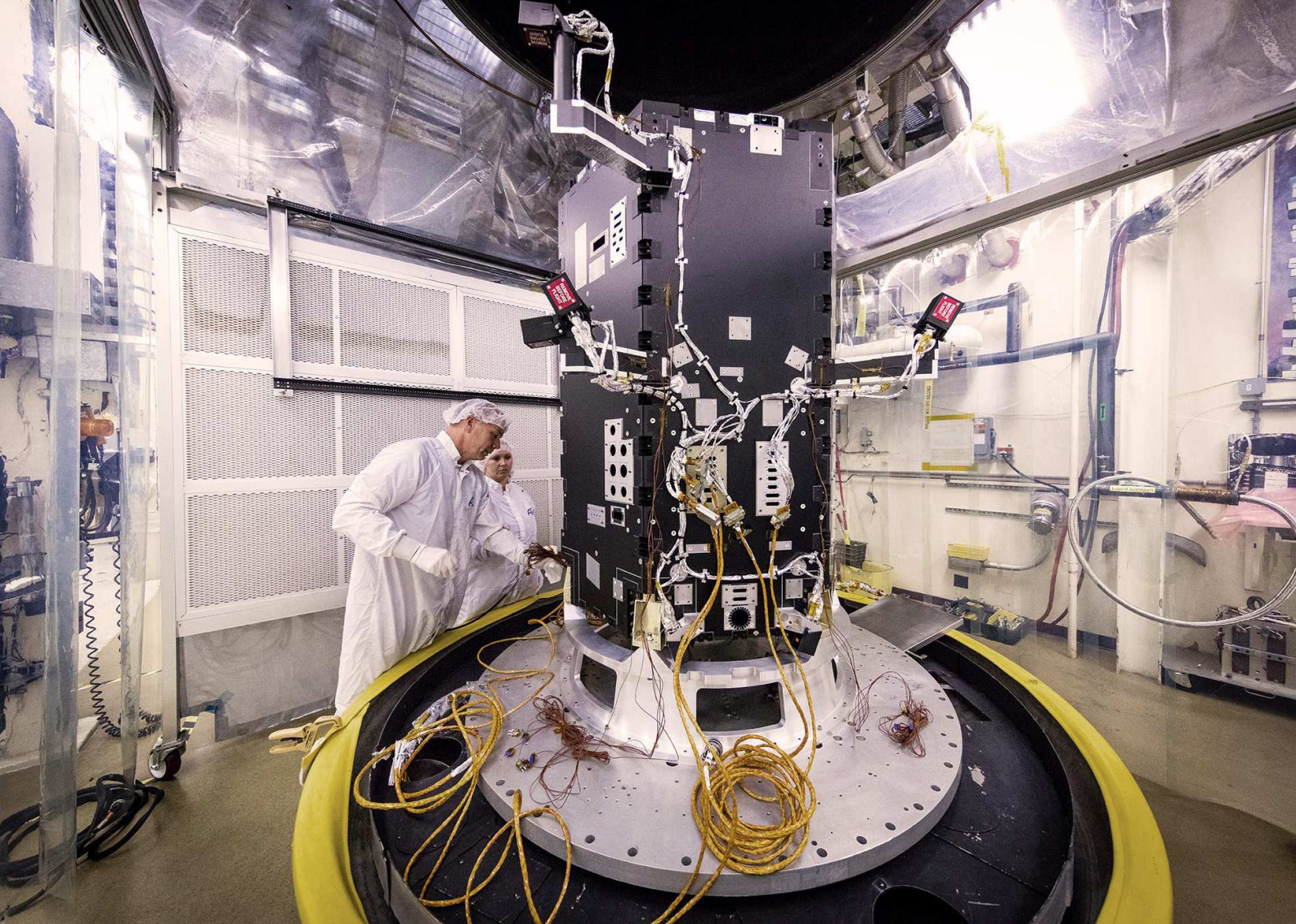


A la izquierda y abajo, escenas de la puesta a punto e instalación de uno de los instrumentos científicos para la sonda solar, el instrumento Energetic Particle Instrument-Low Energy. [NASA/JHUAPL]

del Smithsonian Astrophysical Observatory (Cambridge, Massachusetts); el Fields Experiment del Space Sciences Laboratory de la Universidad de California (Berkeley); el Integrated Science Investigation del Southwest Research Institute (San Antonio, Texas). Vamos a resumir las tareas que cada uno realizará. El Wide Field Imager tomará fotografías en luz visible de las estructuras gaseosas más densas que se forman en el viento solar y se envían al espacio interplanetario. Aunque este instrumento produce imágenes en 2D, gracias al rápido movimiento de la propia sonda (su velocidad máxima prevista es de más de 700 000 km/h) y a un software especial, se pueden utilizar múltiples fotogramas para construir imágenes en 3D que se integren con los datos de los otros instrumentos. El Solar Wind Electrons Alphas and Protons Investigation contará los electrones, protones e iones del helio presentes en el viento solar y medirán sus propiedades. Los científicos esperan capturar algunas partículas en

un contenedor especial para el análisis directo. El Fields Experiment tomará medidas del campo eléctrico y magnético, las emisiones de radio y las ondas de choque que se mueven en el plasma de la corona solar. El experimento también revelará la energía de los granos de polvo, que será registrada





La estructura primaria de la Parker Solar Probe (con su sistema de propulsión) se prepara para pruebas de vacío térmico que simulan condiciones en el espacio. [NASA/JHUAPL]

cuando golpeen la antena de la sonda. El Integrated Science Investigation consiste en dos instrumentos que identificarán los elementos químicos que componen la atmósfera solar y utilizarán un espectrómetro de masas para determinar la masa y clasificar los iones que rodean la sonda. Todos los experimentos, observaciones y mediciones que la Parker Solar Probe realizará varias veces desde su posición privilegiada nos permitirá, entre otras cosas, hacer avances significativos en nuestro conocimiento de las condiciones necesarias para que la atmósfera solar genere esas poderosas tormentas magnéticas que, cuando están dirigidas hacia la Tierra, pueden causar diversos tipos de daños. La intensa radiación trasladada en esas ocasiones por un viento solar más fuerte del habitual puede hacer que los satélites más expuestos se desconecten, perturben las telecomunicaciones, dañen las redes eléctricas e incluso amenacen la salud de los pilotos y astronautas. Hoy en día, nuestra capacidad para pronosticar con suficiente antelación las consecuencias de las tormentas solares es bas-

tante limitada, porque no tenemos buenos métodos de medida directa y de precisión de los campos magnéticos locales en las regiones activas o las densidades y temperaturas en el plasma coronal. En el momento en que seamos conscientes de la inestabilidad de una región activa y de una rotura en su campo magnético, la tormenta estará en marcha de forma inminente. En tan sólo un día la amenaza puede llegar a la Tierra, y a menudo este pronóstico es demasiado corto como para permitirnos tomar las contramedidas adecuadas.

Al ser capaces de detectar las variaciones en las condiciones físicas locales a pequeña escala (que no podemos observar por completo desde la Tierra), la Parker Solar Probe nos dirá cuáles son los signos de alerta temprana para tormentas magnéticas y qué parámetros considerar al desarrollar nuevos métodos y técnicas para pronosticar con un margen tranquilizador las tormentas que se formen en el clima espacial. Conocer estas dinámicas es esencial para planificar y llevar a cabo una misión tripulada a Marte con seguridad. ■

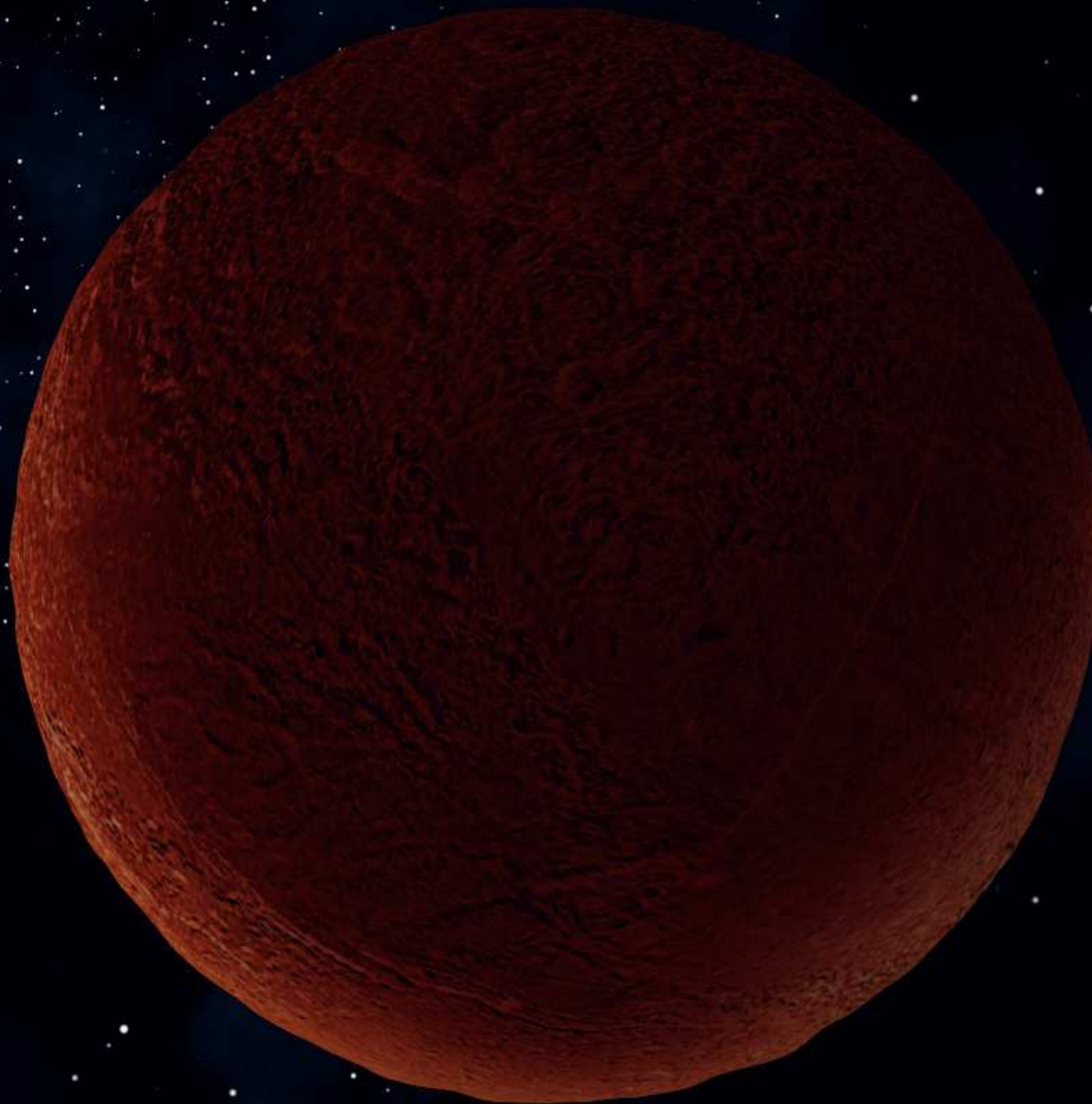
ALMA ve a “Dee-Dee”, un miembro distante y débil de nuestro Sistema Solar

por ALMA Observatory
traducido por Manuel Jiménez del Barco

Utilizando el gran conjunto de antenas milimétricas/submilimétricas ALMA, los astrónomos han revelado extraordinarios detalles del recientemente descubierto remoto cuerpo planetario 2014 UZ₂₂₄, más conocido como DeeDee. A unas tres veces la distancia de Plutón al Sol, DeeDee es el segundo ob-

jeto conocido y con órbita confirmada más distante de los objetos transneptunianos (TNO), sólo superado por el planeta enano Eris. Los astrónomos estiman que hay decenas o cientos de esos cuerpos helados en el sistema solar exterior, más allá de la órbita de Neptuno. Los nuevos datos de ALMA revelan por pri-

mera vez que DeeDee tiene aproximadamente 635 kilómetros de diámetro, es decir, dos terceras partes del planeta enano Ceres, el miembro mayor del cinturón de asteroides. Con este tamaño, DeeDee debería tener suficiente masa para ser esférico, el criterio necesario de los astrónomos para considerarlo como pla-



Recreación artística del cuerpo planetario 2014 UZ224, comúnmente llamado DeeDee. ALMA fue capaz de observar el débil "brillo" en longitud de onda milimétrica emitido por el objeto, confirmando que mide aproximadamente 635 kilómetros. Por su tamaño DeeDee podría tener suficiente masa para ser esférico, el criterio necesario para considerarlo planeta enano, aunque todavía no ha recibido esa designación oficial. [Alexandra Angelich (NRAO / AUI/NSF)]

neta enano, aunque no haya recibido esa designación oficial.

«La región más allá de Plutón es sorprendentemente rica en cuerpos planetarios. Algunos son bastante pequeños, pero otros tienen tamaños que rivalizan con Plutón y posiblemente mayores,» dice David Gerdes, científico de la Universidad

de Michigan, y autor principal del artículo aparecido en *The Astrophysical Journal Letters*.

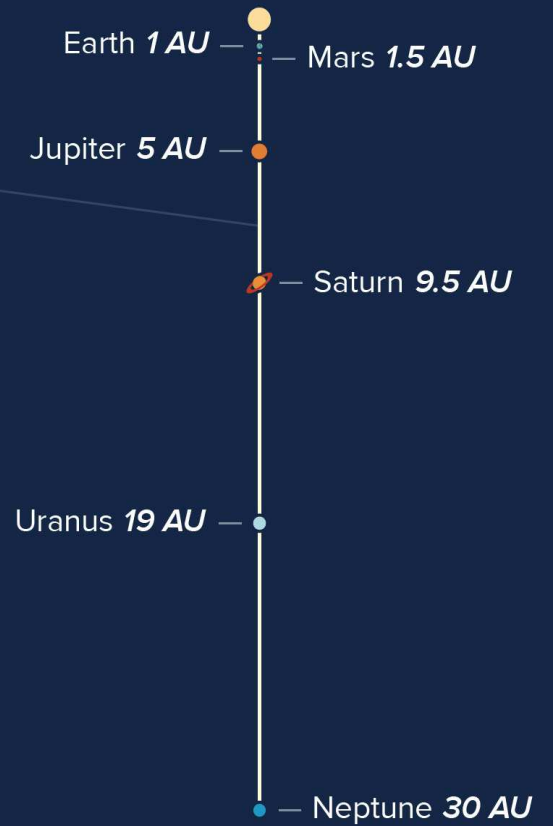
«Debido a que esos objetos son tan distantes y débiles, es increíblemente difícil incluso detectarlos, y aún más estudiarlos con algún detalle. No obstante, ALMA tiene capacidades únicas que nos dan la posibi-

lidad de conocer detalles interesantes de estos mundos distantes.»

Actualmente DeeDee está a unas 92 unidades astronómicas (AU) del Sol. Una unidad astronómica es la distancia media entre el Sol y la Tierra, es decir unos 150 millones de kilómetros. A esa tremenda distancia, a DeeDee le lleva más de 1100 años



An **Astronomical Unit (AU)** is the distance from the Sun to the Earth



Órbita de objetos de nuestro Sistema Solar, mostrando la localización actual del cuerpo planetario "DeeDee". [Alexandra Angelich (NRAO/AUI/NSF)]

completar una órbita. La luz de DeeDee tarda aproximadamente 13 horas en alcanzar la Tierra. Gerdes y su equipo anunciaron el descubrimiento

de DeeDee en el otoño de 2016. Lo encontraron utilizando el telescopio Blanco de 4 metros en el Observatorio Inter-Americano Cerro Tololo, en Chile, como parte de las observaciones en marcha para el estudio de la energía oscura, un estudio óptico de aproximadamente el 12 por ciento del cielo para comprender la misteriosa fuerza que acelera la expansión

del universo hasta la fecha. El estudio de la materia oscura produce una gran cantidad de imágenes que dan también a los astrónomos una oportu-

Comparación de tamaños de objetos en nuestro Sistema Solar, incluyendo el cuerpo planetario recientemente descubierto "DeeDee". [Alexandra Angelich (NRAO/AUI/NSF)]



Contiguous United States
4650 km



Earth's Moon
3475 km



Pluto
2374 km

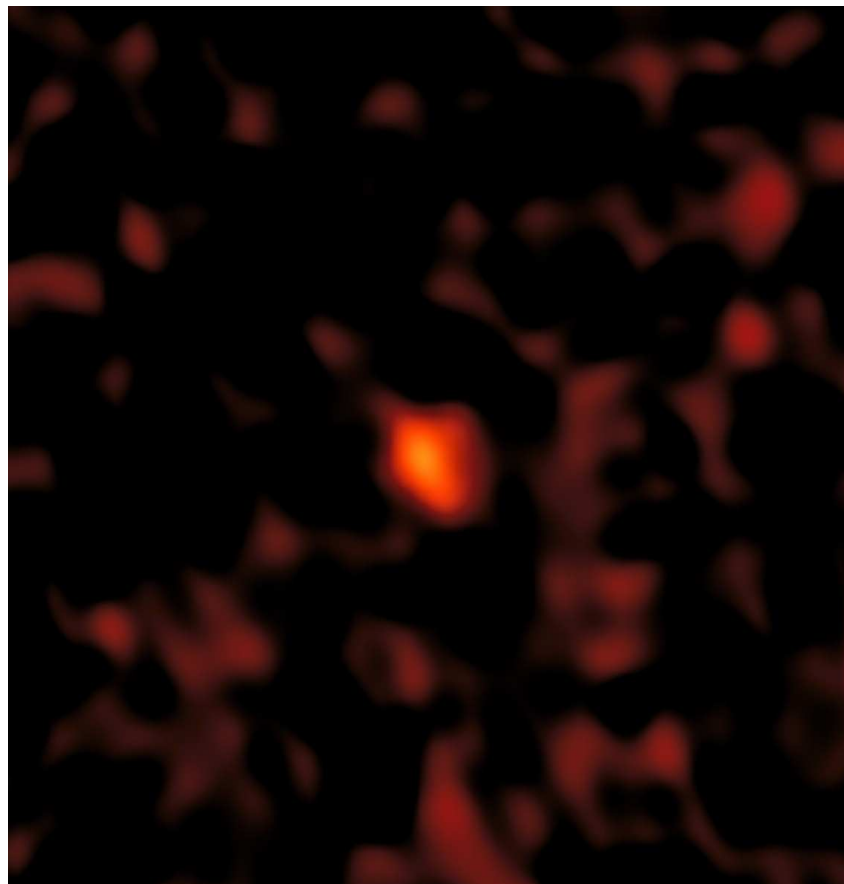


DeeDee
635 km

Imagen de ALMA del débil "brillo" en longitud de onda milimétrica del cuerpo planetario 2014 UZ224, comúnmente llamado DeeDee. A tres veces la distancia al Sol de Plutón, DeeDee es el segundo objeto TNO más distante con órbita confirmada en nuestro Sistema Solar. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)]

tunidad de buscar objetos distantes del Sistema Solar. En la búsqueda inicial, que incluía aproximadamente 15000 imágenes, se identificaron más de 1100 millones de objetos candidatos. La inmensa mayoría de ellos resultaron ser estrellas de fondo así como galaxias distantes. A una pequeña fracción, sin embargo, se le observó movimiento a través del cielo en sucesivas observaciones, un signo indicador de un TNO. Uno de esos objetos fue identificado en 12 imágenes distintas, los astrónomos lo bautizaron DeeDee, el acrónimo de Enana Distante (Distant Dwarf). Los datos ópticos del telescopio Blanco, posibilitaron a los astrónomos medir la distancia a DeeDee y sus parámetros orbitales, pero fueron incapaces de determinar su tamaño u otras características físicas. Era posible que DeeDee fuera un miembro relativamente pequeño del Sistema Solar, con suficiente reflectividad como para ser detectado desde la Tierra, o podría ser inusualmente grande y oscuro, reflejando sólo una pequeña porción de la débil luz solar que le llega. Ambos escenarios podrían producir idénticos datos ópticos.

Ya que ALMA observa el frío y oscuro universo, puede detectar el calor – en forma de luz de longitud de onda milimétrica y submilimétrica – que emiten de forma natural los objetos fríos en el espacio. La firma de calor de un objeto distante del Sistema Solar sería directamente proporcional a su tamaño. «Calculamos que ese objeto debe ser extremadamente frío, sólo sobre unos 30 Kel-



vin, sólo un poco por encima del cero absoluto» dice Gendes.

Mientras que la luz visible reflejada de DeeDee es tan brillante como el de una vela vista a la mitad de la distancia a la Luna, ALMA puede centrarse en la firma de calor y medir su brillo en la luz milimétrica y submilimétrica. Esto permitió a los astrónomos determinar que refleja sólo el 13 por ciento de la luz que le incide. Esto es aproximadamente la misma reflectividad que el polvo seco de un campo de béisbol.

Comparando esas observaciones de ALMA con los anteriores datos ópticos, los astrónomos tuvieron la información necesaria para calcular el tamaño del objeto. «ALMA lo captó relativamente fácil» dice Gerdes.

«Entonces fuimos capaces de resol-

ver la ambigüedad que tuvimos sólo con los datos ópticos.»

Los objetos como DeeDee son restos cósmicos de la formación del Sistema Solar. Sus órbitas y propiedades físicas revelan detalles importantes sobre la formación de planetas, incluyendo la Tierra. Este descubrimiento es también interesante porque muestra que es posible detectar objetos muy distantes y de lento movimiento en nuestro Sistema Solar. Los investigadores señalan que esta misma tecnología se podría utilizar para detectar al hipotético "Planeta Nueve", que podría situarse mucho más lejos que DeeDee y Eris. «Hay todavía nuevos mundos para descubrir en nuestro patio cósmico» concluye Gerdes. «El Sistema Solar es un lugar rico y complicado.» ■

Nueva visión de la Nebulosa del Cangrejo

por NRAO

Traducido por Manuel J. del Barco

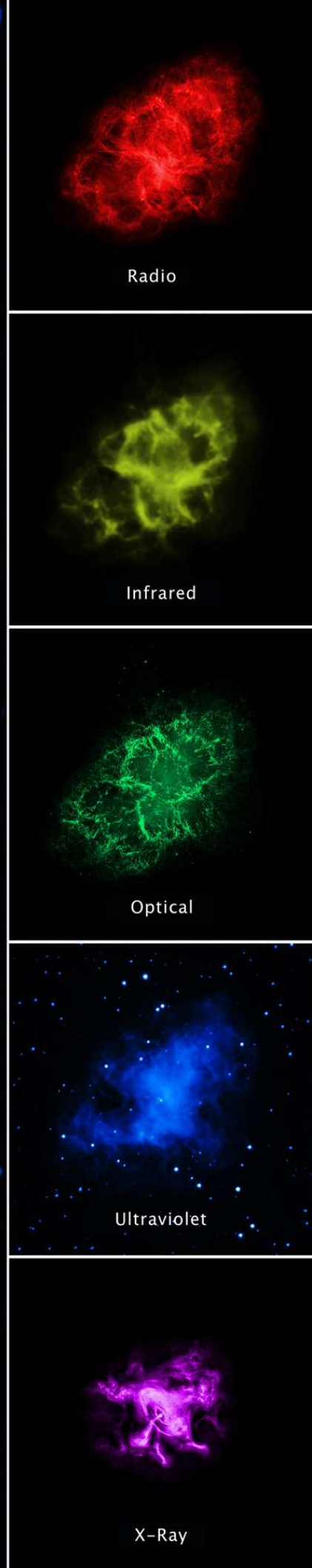
Los astrónomos han creado esta imagen nueva, impactante y de gran detalle de la Nebulosa del Cangrejo combinando datos de telescopios abarcando casi por completo la anchura del espectro electromagnético, desde las ondas largas vistas por el Karl G. Jansky Very Large Array (VLA), hasta las extremadamente cortas vistas por el observatorio de rayos X Chandra en órbita. La Nebulosa del Cangrejo, resultado de una brillante explosión de supernova, vista por astrónomos chinos en el año 1054, está a unos 6500 años luz de la Tierra. En su centro reside una estrella de neutrones superdensa, que rota una vez cada 33 milisegundos, emitiendo haces de luz y ondas de radio como un faro – un púlsar. La intrincada forma de la nebulosa es una compleja interacción del púlsar, el viento rápido de las partículas procedentes del púlsar, el material expulsado por la explosión de supernova y el material original anterior a la explosión. Esta imagen combina datos de cinco telescopios diferentes: el VLA (radio) en rojo; el telescopio espacial Spitzer (infrarrojo) en amarillo; el telescopio espacial Hubble (visible) en verde; el XMM-Newton (ultravioleta) en azul; y el observatorio de rayos X Chandra (Rayos X) en morado. Las nuevas observaciones del VLA, Hubble y Chandra se realizaron aproximadamente al mismo tiempo, en noviembre de 2012. Un equipo de científicos, liderados por Gloria Dubner del IAFE,

Imagen combinada y al lado, miniaturas de las de longitudes de onda individuales. [G. Dubner (IAFE, CONICET-University of Buenos Aires) et al.; NRAO/AUI/NSF; A. Loll et al.; T. Temim et al.; F. Seward et al.; Chandra/CXC; Spitzer/JPL-Caltech; XMM-Newton/ESA; and Hubble/STScI]

el consejo nacional de investigación científica (CONICET), y la universidad de Buenos Aires en Argentina, realizaron un análisis detallado de los detalles revelados recientemente, en una búsqueda para adquirir nuevas perspectivas sobre la física compleja del objeto. Ellos han publicado sus descubrimientos en el *Astrophysical Journal*. Los nuevos detalles del estudio muestran interacciones entre partículas de movimiento rápido y el campo magnético, similares a las estructuras vistas en el Sol. Otras características aparecen en múltiples longitudes de ondas y estructuras lo que pueden indicar características cerca de la estrella antes de que explotara.

En las imágenes de rayos X y radio aparecen dos chorros de material partiendo del púlsar. «Comparar estas nuevas imágenes, tomadas en diferentes longitudes de onda, nos proporcionará multitud de nuevos detalles sobre la nebulosa del cangrejo. Aunque el Cangrejo se ha estudiado extensamente desde hace años, tenemos todavía mucho que aprender sobre él» dice Dubner. ■





Radio

Infrared

Optical

Ultraviolet

X-Ray

Ondulaciones en el espacio cósmico

por Heck Observatory
traducido por Manuel J. del Barco

Los astrónomos han medido por primera vez pequeñas ondulaciones en el espacio cósmico utilizando imágenes del observatorio W. M. Keck de un doble cuásar inusual. Las más inhóspitas regiones del universo son los remotos confines del espacio intergaláctico. En esas vastas extensiones entre galaxias hay sólo un solitario átomo por metro cúbico – una difusa nube de gas hidrógeno dejado por el Big Bang. En las grandes escalas, ese difuso material se agrupa en una gran red de estructuras filamentosas conocidas como el “tejido cósmico”, una red de filamentos enmarañados que abarcan miles de millones de años luz, abarcando la mayoría de los átomos del universo.

Ahora, un equipo de astrónomos ha realizado las primeras mediciones de ondulaciones a pequeña escala en ese gas de hidrógeno primigenio. Aunque se estudiaron las regiones del espacio cósmico situadas a 11 000 millones de años luz, han sido capaces de medir variaciones en su estructura a escalas

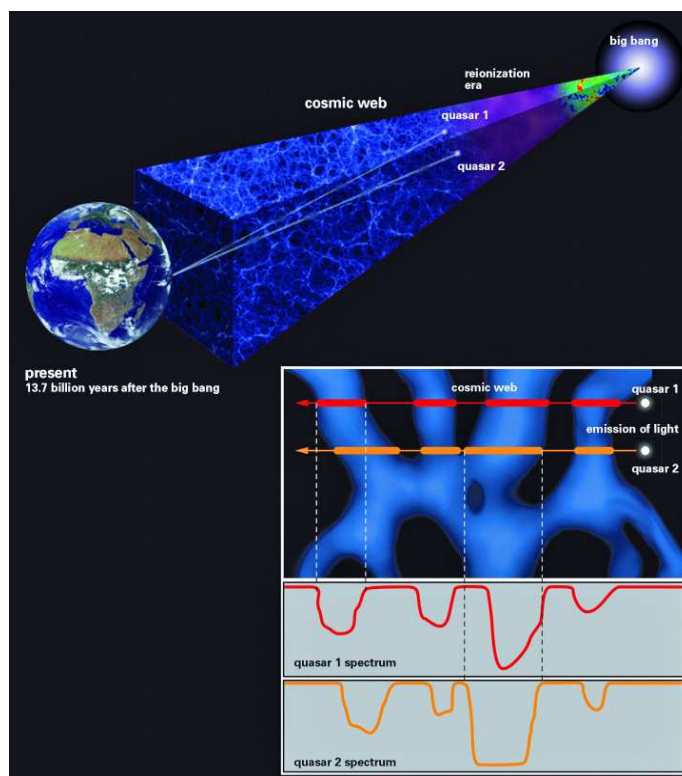
100 000 veces menores, comparables al tamaño de una única galaxia. Los resultados han aparecido en la revista *Science*.

El gas intergaláctico es tan tenue que no emite luz por sí mismo. En vez de esto, los astrónomos lo estudian indirectamente observando cómo absorbe selectivamente la luz

que proviene de fuentes lejanas conocidas, como cuásares.

Los cuásares son breves fases hiperluminosas del ciclo vital de las galaxias, impulsadas por el material que cae en su agujero negro supermasivo central. Los cuásares actúan como faros cósmicos – brillantes y distantes balizas, que permiten a

los astrónomos estudiar los átomos intergalácticos que se sitúan entre la localización del cuásar y la Tierra. Sin embargo, se dio una fortuita coincidencia cósmica: identificaron un par de cuásares extremadamente inusuales, uno justamente al lado del otro en el cielo y midieron sutiles diferencias en la absorción de átomos intergalácticos medidas a lo largo de las dos líneas de visión. «Las parejas de cuásares son como agujas en un pajar. Para encontrarlos, rastreamos imágenes miles de millones de objetos celestes, millones de veces más débiles que los que pueden verse a simple vista,» explica Joseph Hennawi, profesor asociado en el departamento de física de la Universidad Santa Bárbara de California. Hennawi es pionero en la aplicación de algoritmos de “aprendizaje automático”, una



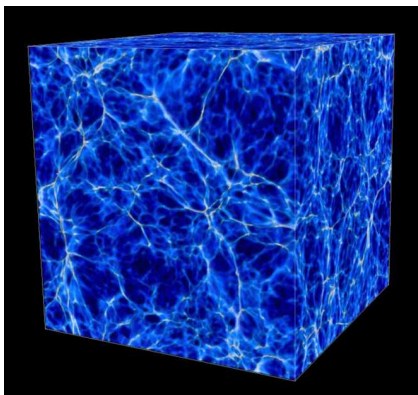
Representación esquemática de la técnica utilizada para probar la estructura a pequeña escala del espacio cósmico utilizando luz de un par de cuásares inusuales. El espectro (abajo a la derecha) contiene información del gas hidrógeno que ha encontrado la luz a su paso, así como la distancia a ese gas. [Springel et al. (2005) (Cosmic Web) / J. Neidel, MPIA]

rama de la inteligencia artificial, para localizar eficientemente parejas de cuásares en las grandes cantidades de datos producidos por las campañas fotográficas digitales del cielo nocturno.

Una vez identificados, la pareja de cuásares se observan con los mayores telescopios mundiales, incluyendo

los telescopios de 10 metros del Observatorio W. M. Keck en Maunakea, Hawaii. La Universidad de California (UC) es miembro fundador del Observatorio Keck, y los astrónomos de la UC tienen acceso a sus telescopios.

El equipo descubridor obtuvo la mayoría de los datos utilizando el espectrómetro de imágenes de baja



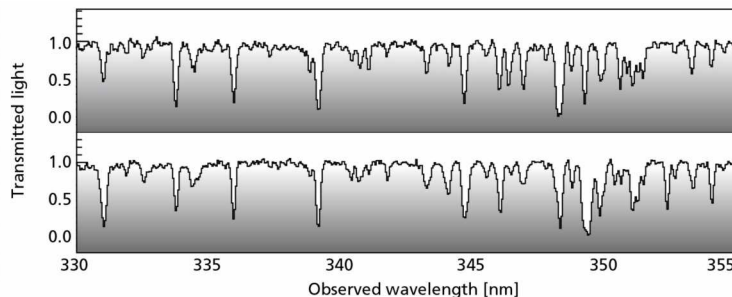
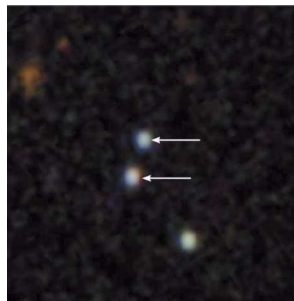
Volumen representativo de los datos de salida de la simulación por ordenador, que muestra parte del espacio cósmico hace 11 500 millones de años. Éste y otros modelos del universo se generaron y se compararon con los datos del par de cuásares para medir las ondulaciones a pequeña escala del espacio cósmico. El cubo tiene 24 millones de años luz de lado. [J. Onorbe / MPIA]

pequeñas diferencias que medimos en esta nueva clase de datos,» dice el autor principal Alberto Rorai, estudiante de doctorado de Hennawi, que es actualmente investigador de posdoctorado en la Universidad de Cambridge. Rorai desarrolló estas herramientas como parte de la investigación de su doctorado, y los aplicó a los espectros de los cuásares

plejos hubieran requerido sobre 1000 años en completarse, pero los superordenadores modernos posibilitan a los investigadores llevarlos a cabo en unas pocas semanas.

«Una razón de por qué esas fluctuaciones a pequeña escala son tan interesantes es que codifican la información de la temperatura del gas en el espacio cósmico sólo unos

pocos miles de millones de años después del Big Bang,» explica Hennawi. Los astrónomos creen que la materia en el universo pasó por una transición de fase hace miles de millones de años, que cambió drásticamente su temperatura. Esa transición de fase, conocida como re-ionización cósmica,



Espectro de ambos miembros del par de cuásares cercanos utilizados en el estudio. Las sutiles diferencias en el patrón de absorción entre las dos líneas de visión, permitieron a los investigadores demostrar las estructuras a pequeña escala del espacio cósmico. [J. Onorbe / MPIA]

resolución (LRIS), un instrumento para baja luminosidad en el telescopio Keck I, capaz de obtener espectros e imágenes de los objetos más distantes conocidos del universo, además de capturar espectros de alta resolución de las inusuales parejas de cuásares con la cámara y espectrógrafo Echellette (ESI) en el Keck II.

«Uno de los mayores retos fue desarrollar las herramientas matemáticas y estadísticas para cuantificar las

obtenidos por Hennawi y sus colegas. Los astrónomos compararon sus medidas con los modelos de superordenador que simulan la formación de estructuras cósmicas del Big Bang al presente.

«La entrada de datos de nuestra simulación son las leyes de la física y los datos de salida es un universo artificial, que puede compararse directamente con los datos astronómicos,» dice el coautor Jose Oñorbe, investigador posdoctoral en el Insti-

tuto Max Planck para la astronomía, que lideró el esfuerzo de simulación con el superordenador. «Estaba encantado de ver que las nuevas mediciones concuerdan con el paradigma establecido de cómo se forman las estructuras cósmicas». En un portátil común, estos cálculos complejos hubieran requerido sobre 1000 años en completarse, pero los superordenadores modernos posibilitan a los investigadores llevarlos a cabo en unas pocas semanas. ■

Un nuevo tránsito disco de KIC 8

por Michele Ferrara

traducido por Marcelino Alvarez Villarroya

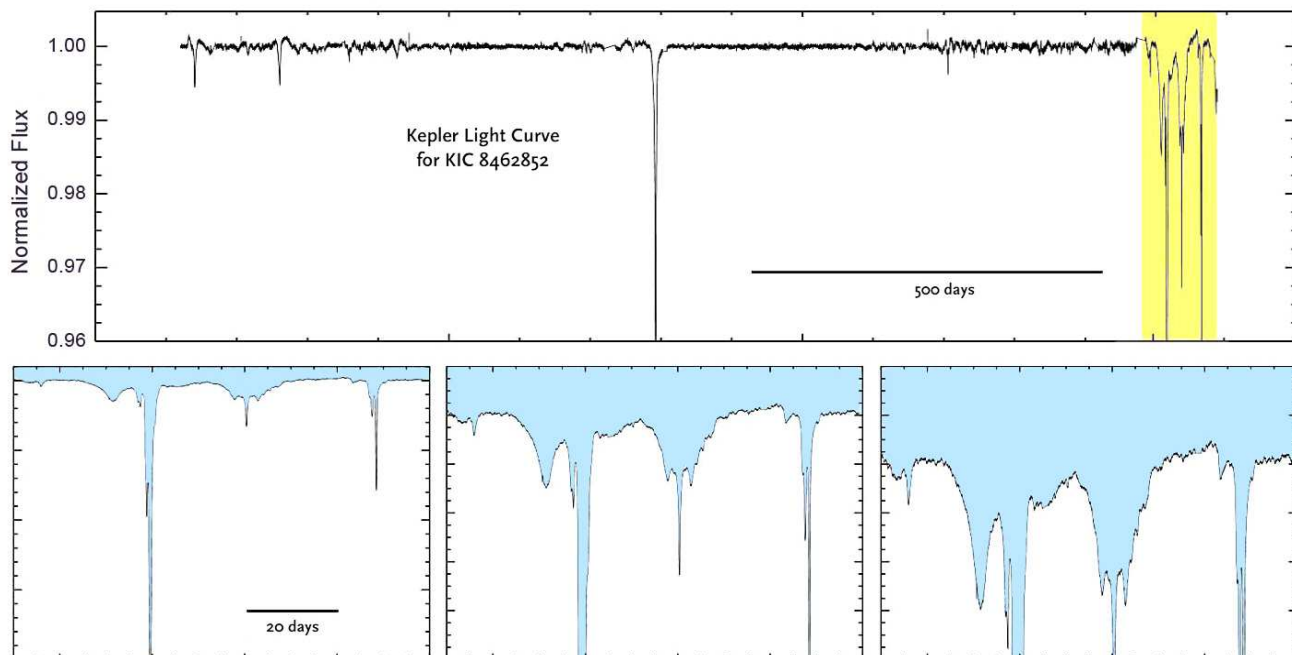
Un misterio podía quedarse sin solución durante mucho tiempo: el de la estrella KIC 8462852, aunque se presenta la oportunidad de resolverlo definitivamente. Hace unos meses la estrella mostró una nueva caída de luminosidad, que finalmente fue seguida con instrumentos potentes y adecuados para averiguar lo que pasa en ella. Llevará algún tiempo obtener los resultados de las observaciones, pero mientras tanto podemos hacer un balance de la situación.

sito sobre el 462852

El Observatorio Fairborn, en Patagonia Mountains, Arizona del Sur, es una de las infraestructuras que ha seguido el nuevo tránsito. [Tennessee State University]

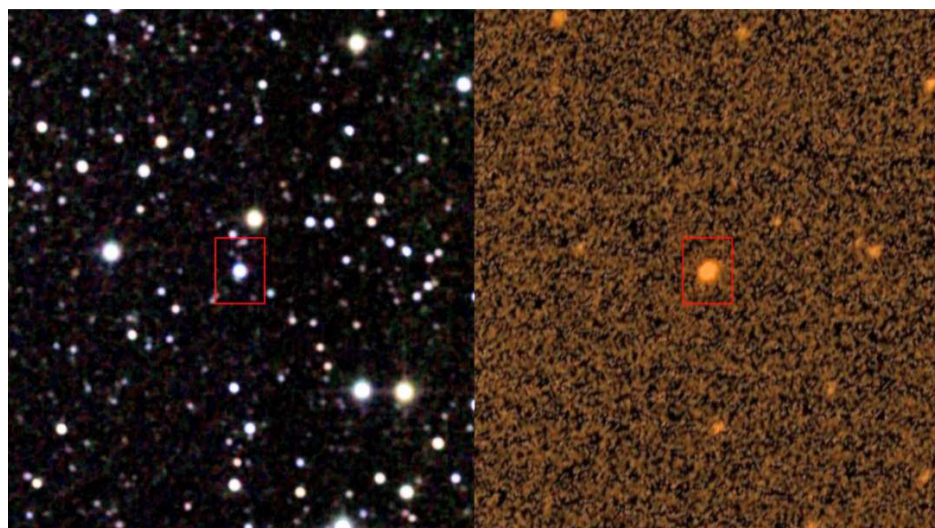
Hay noticias, una vez más, acerca de KIC 8462852, más conocida como la estrella de Tabby y sus misteriosas variaciones brillo. El comportamiento anómalo de la estrella, fotométricamente hablando, fue detectado, en su inicio, por científicos voluntarios, como parte de una iniciativa lanzada por planethunters.org, para examinar algunos de los datos producidos por el telescopio espacial Kepler durante 2013. El objetivo de la iniciativa era y sigue siendo,

permitir a los astrónomos seguir el tránsito de los planetas a través de los discos de estrellas lejanas. Al analizar los datos de KIC 8462852, algunos de los investigadores se percataron de la posibilidad de tránsitos por delante de la estrella, pero según un patrón inusual. Concretamente, parecían ser extremadamente largos, complejos y en intervalos irregulares, y mostraron caídas de brillo que eran algunas veces mucho más profundas de lo esperado.



En 2015, cuando la coordinadora del programa Tabettha Boyajian (ahora en la Louisiana State University, aunque en la Universidad de Yale cuando se hizo el descubrimiento) representó estos datos como una curva de luz, se dio cuenta de que no había visto nada parecido en ninguna estrella. Los tránsitos parecían ocurrir en serie como si estuvieran parcialmente producidos por grupos de objetos gigantes. El más bajo de los mínimos registrados fue equivalente a lo

KIC 8462852 en infrarrojo (2MASS Survey, izquierda) y en ultravioleta (GALEX). Esta estrella aparentemente ordinaria, es en realidad uno de los más enigmáticos objetos de la galaxia. Su verdadera naturaleza está, sin embargo, a pocos pasos de ser revelada. [IPAC/NASA (infrared); STScI/NASA (ultraviolet)]



que podría ser visto con el tránsito simultáneo de veinte planetas del tamaño de Júpiter por delante de nuestro Sol. Intrigados por esta rareza, algunos grupos de investigadores han comenzado a evaluar

El gráfico superior muestra la curva de luz de KIC 8462852 en los cuatro años en que fue observada por el telescopio espacial Kepler (2009 a 2013). Las caídas de luz al final de la curva, destacadas en amarillo, se muestran en diferentes escalas en las tres ventanas de arriba. La irregularidad de las variaciones de la luz es tal que excluye el tránsito de un cuerpo regular. [T. Boyajian et al./MNRAS]

otros datos fotométricos de períodos más largos, complicando el ya de por sí complejo escenario, al mostrar un lento debilitamiento de la luz a través de los siglos. En los dos últimos años, los astrónomos han avan-



Tabetha Boyajian es la investigadora principal del estudio de la estrella y es también la fuente de su apodo, "Tabby". Al lado, Benjamin Montet, cerca de la Universidad de Chicago, donde trabaja. Él es uno de los astrónomos que ha demostrado las variaciones de luz de KIC 8462852 durante un largo periodo.

zado varias hipótesis en la interpretación de la fotometría extraña: nubes de escombros de planetas destruidos, grandes masas de

polvo interestelar, enormes manchas estelares, grupos de cometas y megaestructuras artificiales. Aparte de esta última hipótesis, sin duda la más audaz, todas las demás teorías han sido descartadas por el tamaño y la intensidad de los tránsitos y, sobre todo, por el debilitamiento en el brillo de la estrella a largo plazo. Éste último obstáculo parece insuperable incluso para una hipótesis reciente (una variación de algunos de los escenarios ya propuestos) que fue presentada en los *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* por un equipo de investigadores dirigido por Fernando Ballesteros de la Universidad de Valencia. Este estudio afirma que la caída tan profunda de 2011, durante la cual la estrella perdió el 15% de su brillo, podría atribuirse al tránsito de un planeta cinco veces mayor que Júpiter rodeado por un impresionante sistema de anillos. Podría, de hecho, ser la estructura y la inclinación de los anillos, combinados con la geometría del tránsito, los que lo hicieran asimétrico. Conforme dicen Ballesteros y sus colegas, la serie de mínimos menos profundos registrados por Kepler en 2013 podría explicarse por la existencia de una gran población de asteroides (como los que están cerca de Júpiter, pero a una escala mucho mayor) siguiendo al hipotético planeta gigantesco en su órbita a una distancia media de 60°.





Si este es el caso y si, como ocurre en nuestro sistema solar, el planeta de KIC 8462852 también tiene dos grupos de asteroides troyanos, lo que precede al planeta a lo largo de su órbita debería moverse a través del disco estelar de la KIC 8462852 en 2021, dos años antes del tránsito esperado del planeta de nuevo.

En general, la hipótesis ofrecida por el equipo de Ballesteros no es más convincente que las demás, y requeriría escenarios que nunca antes se han visto en la realidad. Sin embargo, tiene la ventaja de hacer una previsión suficientemente precisa, para determinar su validez o inconsistencia (si el enigma no se resuelve antes). Y ésta no es la primera vez que los investigadores han predicho posibles tránsitos por delante de KIC 8462852. Una hipótesis anterior, involucró una colisión entre dos planetas en una órbita distante a alrededor de 240 millones de km de la estrella, con un período de aproximadamente 750 días. Tal escenario sugiere que las nubes de residuos producidas por el evento fueron las res-

ponsables de las reducciones de luz más profundas y prevé un nuevo tránsito con menos efectos visibles (debido a la dispersión de los escombros) en mayo de 2017.

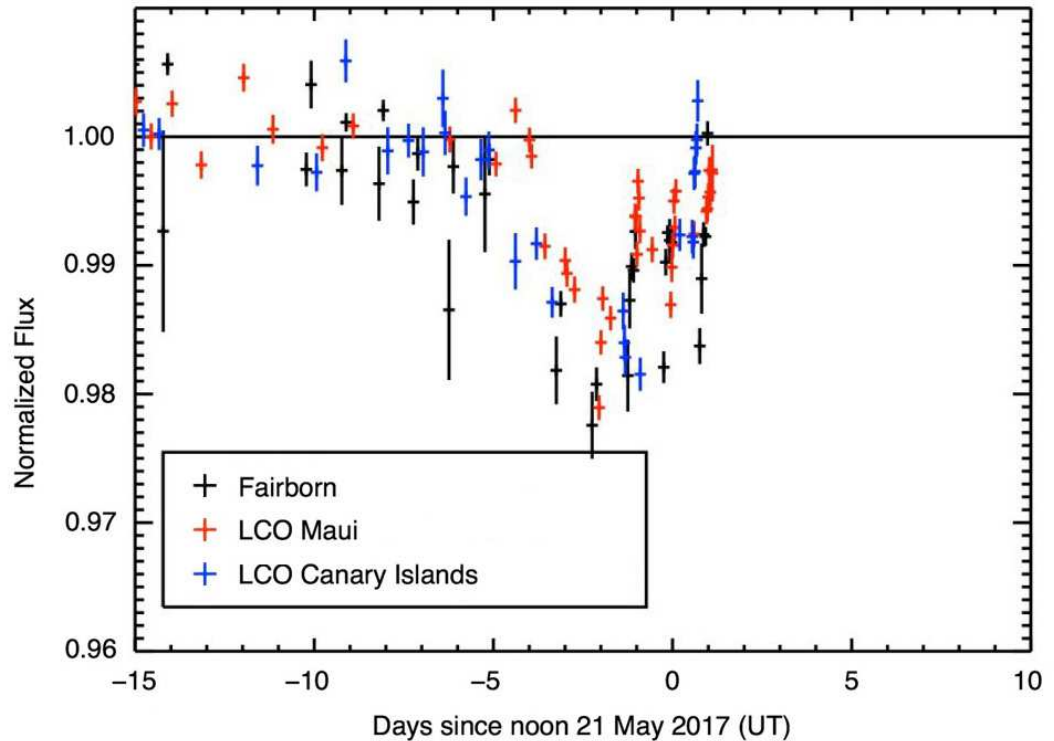
Sin embargo, la predicción no había parecido particularmente creíble, porque la co-

En el centro de la imagen las cúpulas de los telescopios gemelos Keck, usados en el estudio del tránsito de mayo pasado. [W. M. Keck Obs.]



El Hobby-Eberly Telescope, otro gran instrumento usado para observar la reciente caída de luz de KIC 8462852 [Marty Harris/McDonald Observatory]

Este gráfico muestra los datos fotométricos de la estrella KIC 8462852 recogidos en tres estaciones del Observatorio Las Cumbres durante el curso del tránsito más reciente. El intervalo de tiempo en el eje X es de 25 días centrado en el 21 de mayo (= 0). El eje Y muestra el cambio en comparación con el brillo normal (= 1,00). La caída de luz es muy obvia. [T. Boyajian et al.]



lisión de los planetas fue, desde el principio, una de las hipótesis más débil y opinable. No fue por ejemplo, capaz de explicar otras reducciones más modestas de la luz además de imponer fuertes restricciones sobre la dinámica y el calendario del evento.

Al final, se calculó (por Boyajian y sus colegas) que Kepler podría haber tenido una probabilidad razonable de registrar los efectos de una colisión entre planetas, durante el período en el que estaba observando KIC 8462852, sólo si ese tipo de evento ocurre miles de veces en la vida de una estrella, algo que no es el caso. Después de algunos problemas técnicos en 2013 que obligaron a la NASA a revisar la misión Kepler, la KIC 8462852 ya no se controlaba sistemáticamente, y sólo en el último año Tabettha Boyajian logró reunir los fondos necesarios para iniciar un programa de observación a largo plazo de la estrella usando la red de telescopios de Las Cumbres Observatory Global Telescope (LCOGT). Esta red global consta de 18 instrumentos robóticos, distribuidos en 6 sitios suficientemente distan-

tes entre sí como para permitir el continuo monitoreo del brillo de KIC 8462852. El 24 de abril, uno de estos telescopios, perteneciente al Observatorio de Fairborn en Arizona (gestionado por la Universidad Estatal de Tennessee), registró un ligero debilitamiento de la estrella, dentro de los márgenes de error, que desapareció en el transcurso de una semana, con el brillo volviendo a sus niveles normales (magnitud de +11,7).

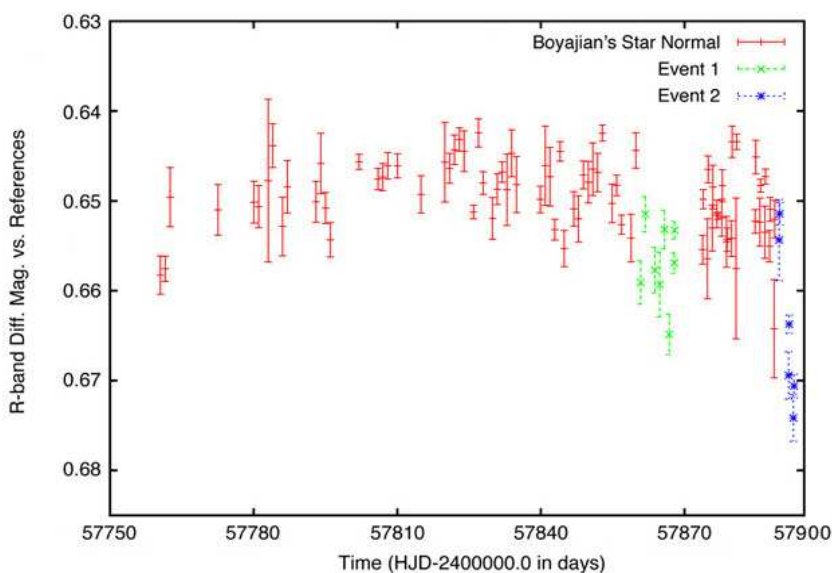
Sin embargo, sólo un mes después ocurrió lo que los astrónomos esperaban para poder estudiarlo directamente. El 18 de mayo, la KIC 8462852 comenzó a disminuir de brillo sustancialmente, perdiendo un 2% en un solo día. Fue la primera reducción de la luz desde 2013. Entre el 19 y el 21 de mayo la luz de la estrella pareció debilitarse un 3% en comparación con semanas anteriores. Entre el 21 y el 22 de mayo el tránsito había terminado y todo volvió a la normalidad. Por primera vez, se han observado variaciones de brillo en tiempo real en KIC 8462852. Sorprendentemente, esto parecería demostrar que la hipótesis de la colisión

planetaria era correcta. Pero, ¿es eso realmente así, o es sólo una coincidencia afortunada? Encontrar una respuesta, y saber si el misterio finalmente será resuelto, llevará varios meses, es decir, el tiempo que los investigadores necesitaran para analizar los datos fotométricos y espectroscópicos y redactar los artículos científicos en los que presentar los resultados. El material recogido en los pocos días del mínimo es abundante y de alta calidad. De hecho, la campaña de observación también se llevó a cabo con numerosos instrumentos profesionales de alta potencia, entre ellos algunos de los mayores instrumentos del mundo: los dos telescopios Keck de 10 metros de Hawái; el Telescopio Hobby-Eberly de 11,1 x 9,8 metros en Texas; el gran telescopio binocular de 8,4 metros (x 2) y el telescopio de espejo múltiple de 6,5 metros en Arizona; el radio telescopio de 100 metros de Green Bank, Virginia Occidental y la red de telescopios Allen, de 1227 m² en California. Los datos más esperados son obviamente los relativos a las observaciones espectroscópicas (realizadas por una docena de instrumentos diferentes), porque resolverán varios aspectos del misterio. Su interpretación basada



en la física proporcionará, por ejemplo, información sobre la naturaleza del material en tránsito y permitirá estimar un valor límite para la masa de un posible objeto de grandes dimensiones relacionado con la reciente reducción de la luz. Claramente, profesionales y astrónomos aficionados permanecen en alerta para detectar posibles tránsitos adicionales a través del disco de la KIC

David Kipping, astrónomo en la Universidad de Columbia, ha sugerido que el tránsito de mayo podría ser el primero de una nueva serie. [Kris Snibbe/Harvard University]



El análisis preliminar de los datos recogidos muestra una posible disminución el 24 de abril (Evento 1). El 18 de mayo, se produjo una reducción más significativa de la luz (Evento 2) que puso en alerta una vasta red de telescopios. [T. Boyajian et al.]

8462852. Según David Kipping de la Universidad de Columbia, el tránsito de mayo pasado podría ser el primer episodio de una serie de eventos. También parece haber similitudes entre la curva de luz de este último evento y el de los tránsitos anteriores observados por Kepler: eso podría apoyar el escenario de que el mismo objeto pasa repetidamente delante del disco estelar. Es fácil prever que esta no será la última vez que hablemos de la enigmática estrella KIC 8462852. ■



THE BEST IN HERITAGE

Projects of Influence

Annual, global conference featuring award-winning museum, heritage and conservation projects



16th Edition

DUBROVNIK, CROATIA, 28 - 30 SEPTEMBER 2017

www.thebestinheritage.com

in partnership with EUROPA NOSTRA
with support of Creative Europe programme
& Endowment Fund of ICOM



EUROPA
NOSTRA



Creative
Europe



ICOM
Fonds de dotation
Endowment Fund



DU'm



EXPONATEC
COLOGNE



MEYVAERT
SINCE 1888

dedicated to the memory of Kenneth Hudson OBE and Georges Henri Rivière

With
IMAGINES

Espirales en el vacío de polvo de un disco circunestelar

por *ALMA Observatory*
traducido por Manuel Jiménez del Barco

Los planetas se forman dentro de discos compuestos de granos de polvo y gas. Pueden acumular granos de polvo de sus órbitas, provocando huecos y cavidades, que también pueden causar ondas espirales dentro del disco primitivo, basados en predicciones teóricas. Para comprender dónde y cuándo se forman los planetas en sus primeras etapas, la capacidad de ALMA de ver el disco de material con alta resolución, puede descubrir evidencias de planetas jóvenes ocultos en los discos. Tanto los huecos como las espirales se han visto por separado en un puñado de discos. Las nuevas imágenes de ALMA de AB Aurigae descubren claramente espirales de gas dentro de amplios huecos de polvo.

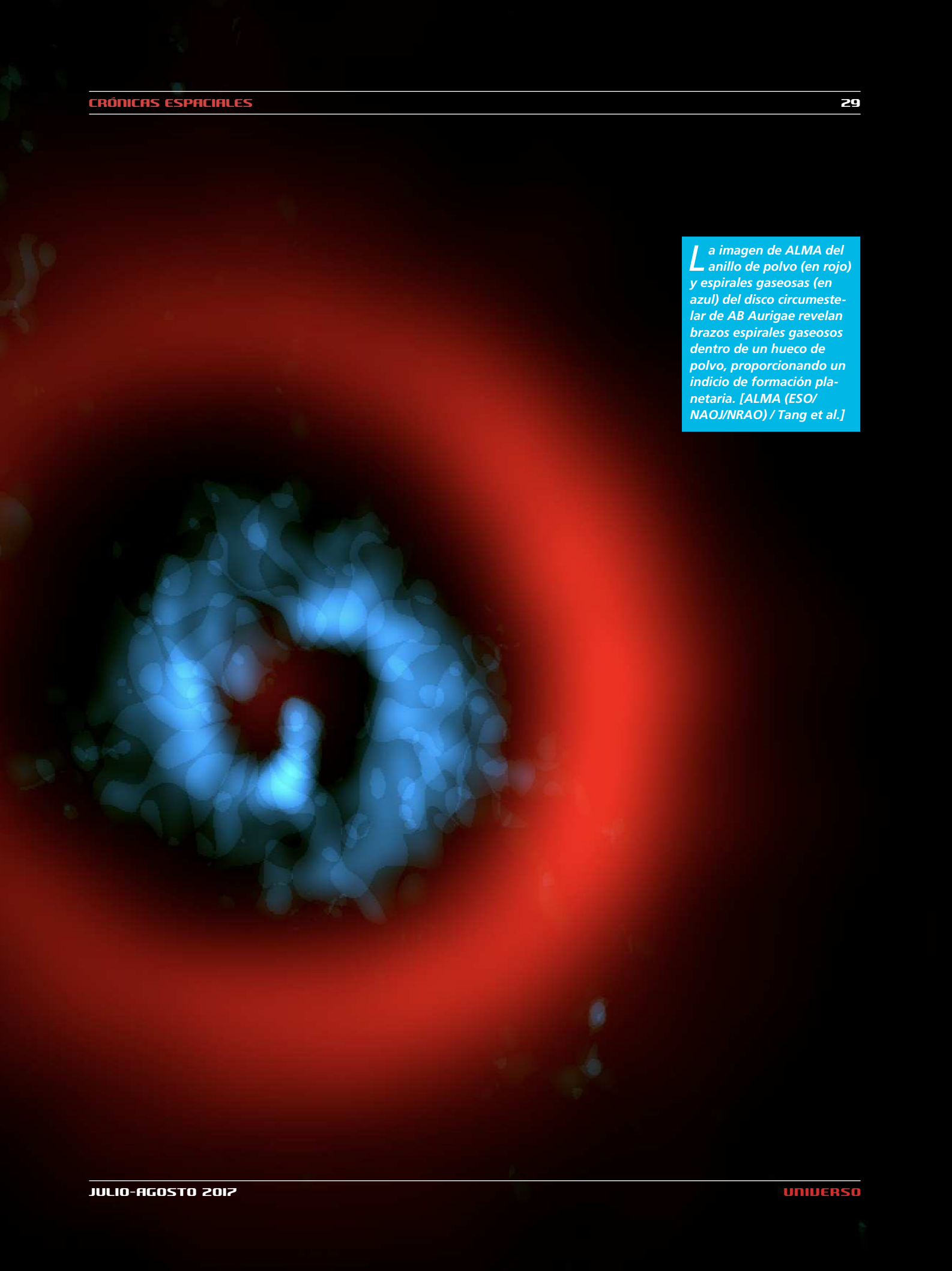
Estas primeras espirales de gas halladas dentro del hueco de polvo pueden indicar que hay al menos 2 planetas dentro de este sistema. Se necesita un planeta a una distancia

de 80 unidades astronómicas (au; la distancia entre el Sol y la Tierra) de la estrella para crear la forma de anillo de polvo. Se requiere además un planeta adicional a 30 au o más cerca a la estrella para producir estas espirales.

Estas espirales de gas proporcionan además un punto de vista adicional en nuestro conocimiento de las interacciones planeta-disco.

Las espirales, vistas previamente en una imagen del infrarrojo cercano, aparecían en el borde interior de las recientemente detectadas espirales de gas. Esto puede pasar cuando el gas se expande y así dispersa más luz estelar en lugares más cercanos a la estrella.

La cinemática del gas dentro de las espirales sigue mayoritariamente la rotación del disco. Solo en la supuesta localización del planeta a 30 au de la estrella, el gas tiene altas velocidades, sugiriendo movimientos de flujo cerca del planeta. ■

The image shows a protoplanetary disk around the star AB Aurigae. The central region is a bright red ring of dust, with a clear gap in the center. Surrounding this ring are blue, spiral-shaped structures representing gas. The background is a dark, reddish glow, likely from the star's radiation.

La imagen de ALMA del anillo de polvo (en rojo) y espirales gaseosas (en azul) del disco circumestelar de AB Aurigae revelan brazos espirales gaseosos dentro de un hueco de polvo, proporcionando un indicio de formación planetaria. [ALMA (ESO/NAOJ/NRAO) / Tang et al.]

Luna detectada alrededor del tercer planeta enano más grande

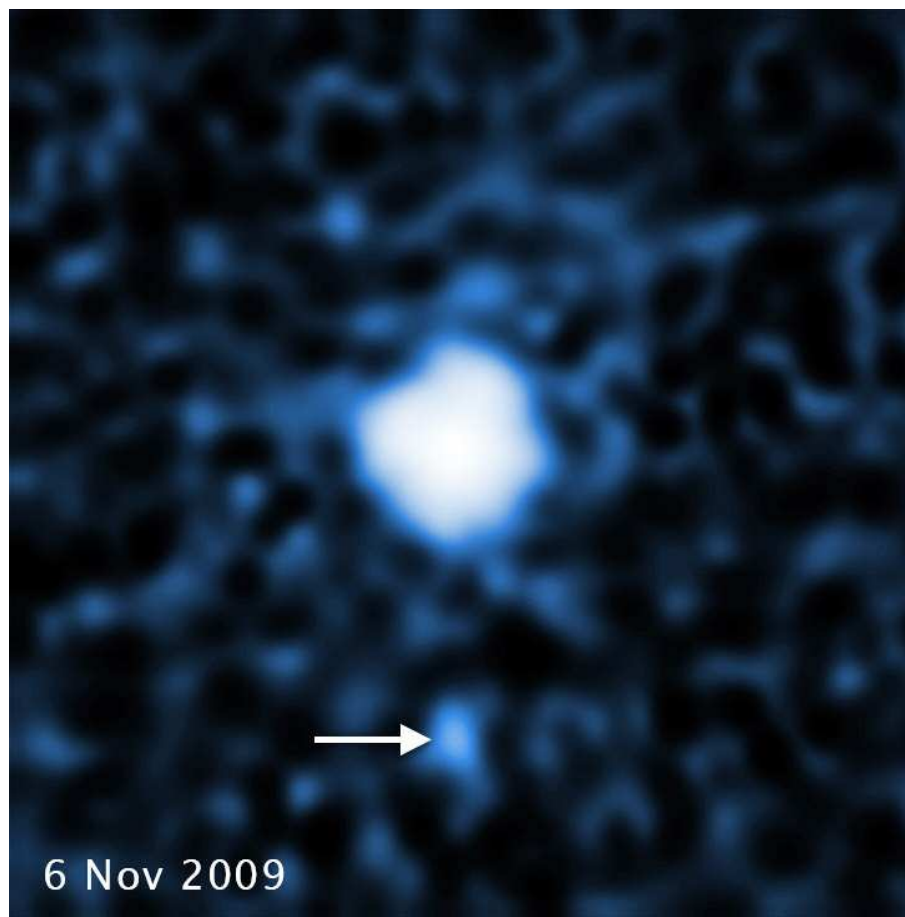
por NASA/ESA

traducido por Miguel Sánchez González

El poder combinado de tres observatorios espaciales, incluyendo el Telescopio Espacial Hubble de la NASA, ha ayudado a los astrónomos a descubrir una luna orbitando el tercer planeta enano más grande, catalogado como 2007 OR₁₀. Este par reside en los fríos confines de nuestro sistema solar, en el llamado Cinturón de Kuiper, un reino de restos helados que quedaron de la formación de nuestro sistema solar hace 4600 millones de años. Con este descubrimiento, la mayoría de los planetas enanos conocidos en el Cinturón de Kuiper, de más de 600 millas de diámetro, tienen compañeros. Estos cuerpos proporcionan una visión sobre cómo las lunas se formaron en el sistema solar joven. «El descubrimiento de satélites alrededor de todos los planetas enanos grandes conocidos, excepto Sedna, significa que en el momento en que estos cuerpos se formaron hace miles de millones de años, las colisiones debían haber sido más frecuentes y eso es una restricción en los modelos de formación», dice Csaba Kiss del Observatorio de Konkoly en Budapest, Hungría. Él es el autor principal de la publicación científica que anuncia el descubrimiento de la luna. «Si había colisiones frecuentes, era muy fácil formar estos satélites».

Lo más probable es que los objetos colisionaran entre sí con más frecuencia debido a que habitaban en una región muy densa. «Debía haber una densidad bastante alta de objetos, y algunos eran cuerpos masivos

que perturbaban las órbitas de cuerpos más pequeños», dice el miembro del equipo John Stansberry del Instituto de Ciencias del Telescopio Espacial en Baltimore, Maryland. «Esta agitación gravitatoria puede haber



empujado a los cuerpos fuera de sus órbitas y aumentado sus velocidades relativas, lo que se traduce en colisiones.» Pero la velocidad de los objetos al colisionar no podía ser ni demasiado rápida ni demasiado lenta, según los astrónomos. Si la velocidad de impacto hubiera sido demasiado rápida, el impacto habría creado muchos escombros que podrían haber escapado del sistema; demasiado lenta y la colisión habría producido sólo un cráter de impacto. Las colisiones en el cinturón de asteroides, por ejemplo, son destructivas porque los objetos están viajando a altas velocidades cuando impactan. El cinturón de asteroides es una región de escombros rocosos entre las órbitas de Marte y el gigante gaseoso Júpiter.


La poderosa gravedad de Júpiter acelera las órbitas de los asteroides, generando impactos violentos.

El equipo descubrió la luna en imágenes archivadas de 2007 OR₁₀ tomadas por la cámara 3 de campo ancho de Hubble. Las observaciones del planeta enano tomadas por el telescopio espacial Kepler de la NASA descartaron la posibilidad de la existencia de una luna que lo orbitara. Kepler reveló que 2007 OR₁₀ tiene un período lento de rotación, de 45 horas. «Los periodos de rotación típicos de los objetos del cinturón de Kuiper son menores de 24 horas», dice Kiss. «Buscamos en el archivo del Hubble porque un período de rotación más lento podría haber sido causado por el tirón gravitatorio de

una luna. El investigador inicial no se percató de la luna en las imágenes del Hubble porque es muy débil.»

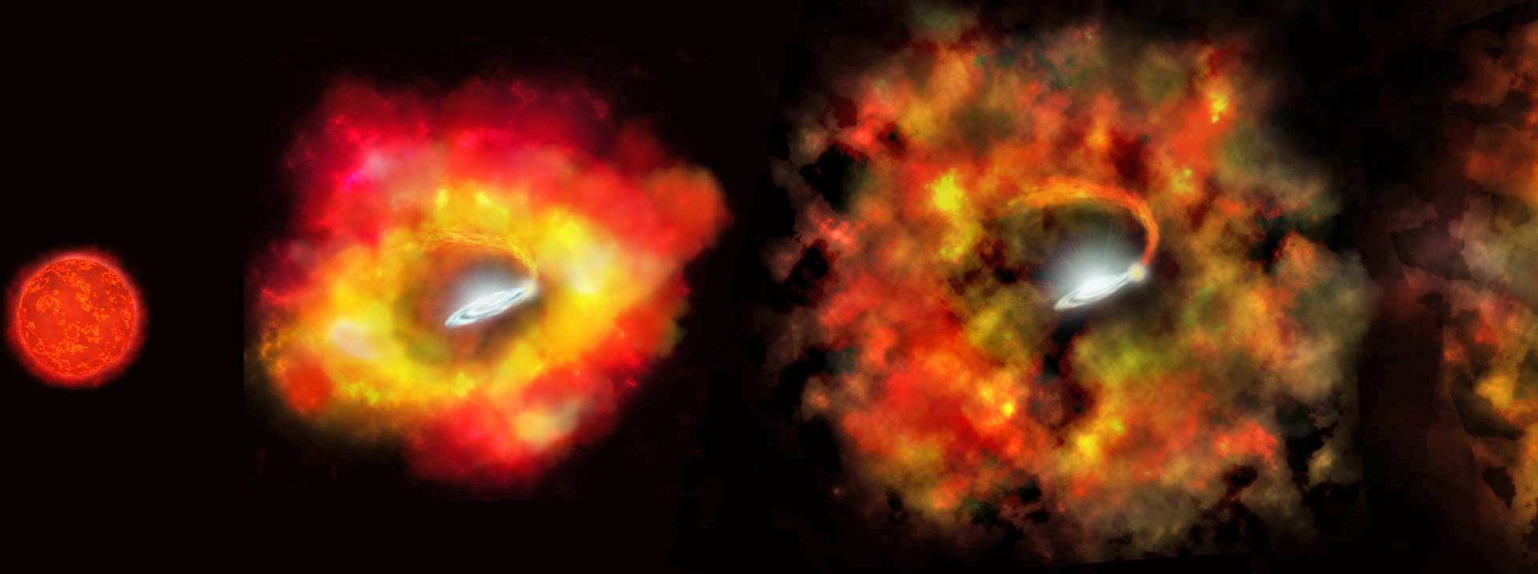
Los astrónomos descubrieron la luna en dos observaciones separadas por un año del Hubble. Las imágenes muestran que la luna está gravitacionalmente ligada a 2007 OR₁₀ porque se mueve con el planeta enano, en un fondo de estrellas. Sin embargo, las dos observaciones no proporcionaron suficiente información para que los astrónomos pudieran determinar una órbita. «Irónicamente, debido a que no conocemos la órbita, el vínculo entre el satélite y la tasa de rotación lenta no está clara», dice Stansberry. Los astrónomos calcularon los diámetros de ambos objetos basándose en observaciones en el infrarrojo lejano del Observatorio Espacial Herschel, que midió la emisión térmica de estos distantes mundos. El planeta enano tiene alrededor de 1530 kilómetros de diámetro, y la luna se estima que tiene de 240 a 400 kilómetros. 2007 OR₁₀, como Plutón, sigue una órbita excéntrica, pero actualmente está tres veces más lejos que Plutón del Sol.

2007 OR₁₀ es miembro de un club exclusivo de nueve planetas enanos. De esos cuerpos, sólo Plutón y Eris son más grandes que 2007 OR₁₀. Fue descubierto en 2007 por los astrónomos Meg Schwamb, Mike Brown y David Rabinowitz como parte de un programa de búsqueda de cuerpos lejanos del Sistema Solar usando el telescopio Samuel Oschin en el Observatorio Palomar de California. Los resultados del equipo aparecieron en *The Astrophysical Journal Letters*.



Estas dos imágenes, tomadas con un año de diferencia, revelan una luna que orbita el planeta enano 2007 OR₁₀. Cada imagen, tomada por la cámara WFC3 del telescopio espacial Hubble, muestra al compañero en una posición orbital diferente alrededor del cuerpo principal. 2007 OR₁₀ es el tercer planeta enano más grande conocido, detrás de Plutón y Eris, y el mayor mundo sin nombre en el sistema solar. El par está situado en el Cinturón de Kuiper, una zona de restos helados sobrantes de la formación del sistema solar. El planeta enano tiene unos 1530 kilómetros de diámetro; la luna se estima que tiene de 240 a 400 kilómetros. 2007 OR₁₀, al igual que Plutón, sigue una órbita excéntrica, pero en la actualidad está tres veces más lejos del Sol que Plutón. [NASA, ESA, C. Kiss (Konkoly Observatory), and J. Stansberry (STScI)]

Sept 2010



El colapso de una estrella genera un agujero negro

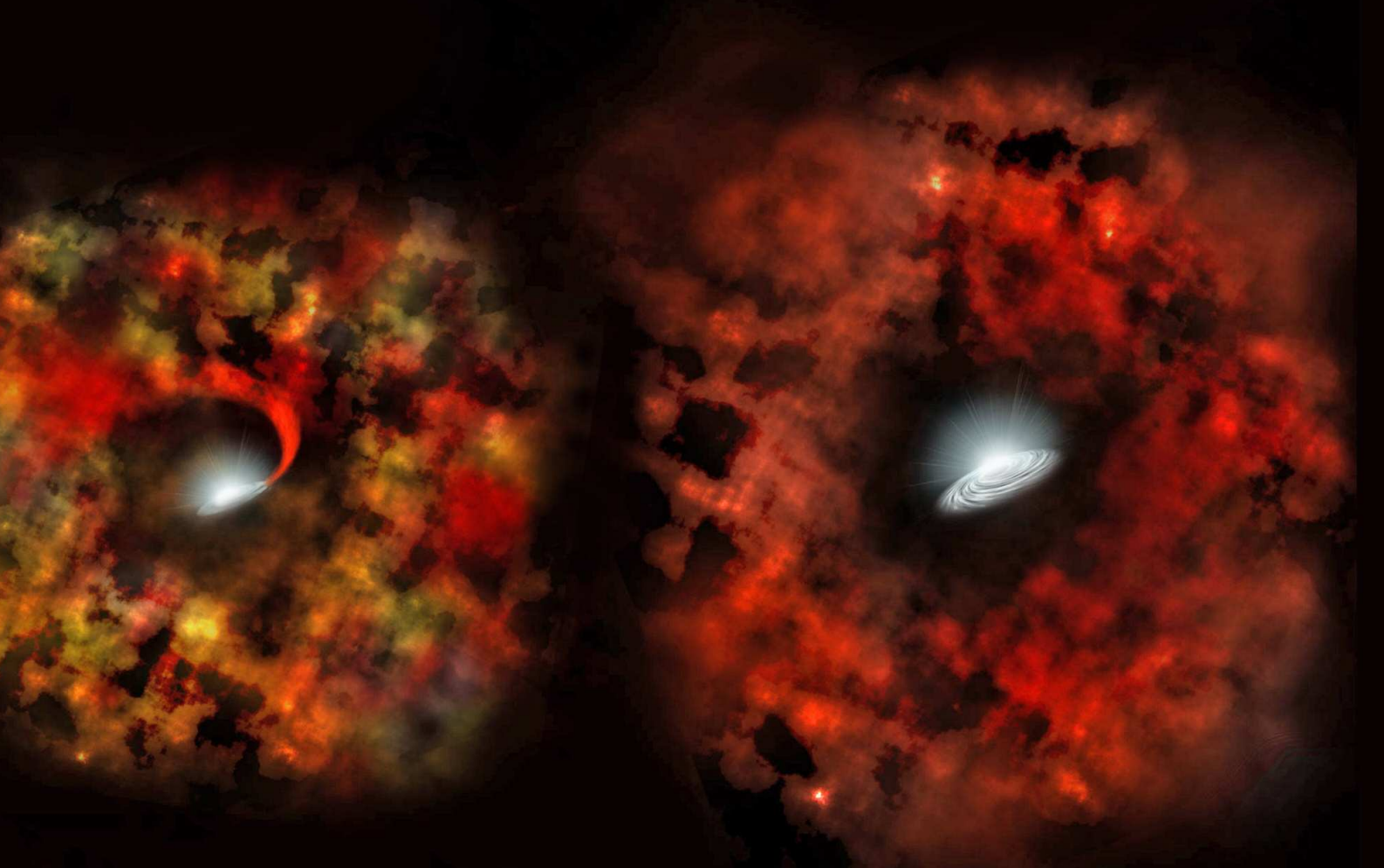
por NASA/ESA

traducido por Miguel Sánchez González

Los astrónomos han observado como una estrella masiva y moribunda ha renacido probablemente como un agujero negro. Se tomó el poder combinado del Telescopio Binocular Grande (LBT), y los telescopios espaciales Hubble y Spitzer de la NASA para buscar restos de la estrella consumida, para descubrir que, tan solo, había desaparecido de la vista. Se fue con un suspiro en lugar de una explosión. La estrella, que era 25 veces más masiva que nuestro Sol, debería haber explotado en una supernova muy brillante. En su lugar, se apagó y dejó tras de sí un agujero negro. "Fracasos" como éste en una galaxia cercana podrían ex-

plicar por qué los astrónomos ven las supernovas de las estrellas más masivas, muy raramente dice Christopher Kochanek, profesor de astronomía en la Universidad Estatal de Ohio y eminente erudito de Ohio en Cosmología Observacional. Al parecer, hasta el 30 por ciento de esas estrellas, puede colapsar silenciosamente en agujeros negros, no se requiere supernova. «La visión típica es que una estrella puede formar un agujero negro sólo después de que pase por supernova», explica Kochanek. «Si una estrella no llega a supernova y aun así forma un agujero negro, ayudaría a explicar por qué no vemos supernovas de las estrellas más masivas». Él dirige un equipo de astrónomos que publicaron sus últimos resultados en los *Avisos Mensuales de*

la Real Sociedad Astronómica. Entre las galaxias que han estado observando se encuentra la NGC 6946, una galaxia espiral situada a 22 millones de años luz de distancia, que se apoda la "Galaxia de los fuegos artificiales", porque son frecuentes las supernovas. La última fue SN 2017eaw, descubierta el 14 de mayo. Desde 2009, una estrella particular, llamada N6946-BH1, comenzó a brillar débilmente. En el año 2015, parecía haberse desvanecido. Después de que el reastreo del LBT para supernovas fallidas encontrara la estrella, los astrónomos apuntaron con los telescopios espaciales Hubble y Spitzer para ver si todavía estaba allí aunque atenuada. También utilizaron Spitzer para buscar cualquier radiación infrarroja que ema-



Esta ilustración muestra las etapas finales en la vida de una estrella supermasiva que falla al explotar como supernova y en lugar de ello implosiona por la gravedad para formar un negro agujero. De izquierda a derecha: la estrella masiva ha evolucionado a una supergigante roja, la envoltura de la estrella es expulsada y se expande, produciendo una fuente fría, fugaz y roja que rodea al recién formado agujero negro. Material residual puede caer en el agujero negro, como ilustra la corriente y el disco, potencialmente impulsando algunas emisiones ópticas e infrarrojas años después del colapso. [NASA, ESA, and P. Jeffries (STScI)]

nara del lugar, eso habría sido una señal de que la estrella todavía estaba presente, aunque tal vez solo escondida tras una nube de polvo. Todas las pruebas resultaron negativas. La estrella ya no estaba allí. Mediante un cuidadoso proceso de eliminación, los investigadores llegaron a la conclusión de que la estrella debió convertirse en un agujero negro. Es muy temprano aun en el proyecto para saber con certeza con qué frecuencia experimentan las estrellas tal fracaso, pero Scott Adams, un antiguo estudiante del estado de Ohio que recientemente obtuvo su doctorado, haciendo este trabajo, fue capaz de hacer una estimación preliminar. «N6946-BH1 es probablemente la única supernova fallida que hemos encontrado en los primeros

siete años de nuestra búsqueda. Durante este período, seis supernovas aparecieron dentro de las galaxias que hemos estado monitoreando, lo que sugiere que entre el 10 y el 30 por ciento de las estrellas masivas mueren como supernovas fallidas», dice. «Esta es la fracción que explicaría el problema que nos motivó a iniciar la investigación, es decir, que hay menos supernovas observadas de las esperadas si todas las estrellas masivas mueren de tal forma». Para el co-autor del estudio Krzysztof Stanek, la parte realmente interesante de la investigación son las implicaciones que tiene para los orígenes de los agujeros negros muy masivos, del tipo de los que el experimento LIGO detectó a través de las ondas gravitacionales. (LIGO es Laser Interfero-

meter Gravitational-Wave Observatory). No tiene necesariamente sentido, dice Stanek, profesor de astronomía en el Estado de Ohio, que una estrella masiva pueda morir como una supernova (un proceso que implica expulsar gran parte de sus capas externas) y todavía retener suficiente masa para formar un agujero negro masivo a la escala de los que LIGO ha detectado. «Sospecho que es mucho más fácil formar un agujero negro muy masivo sin supernova», concluye. Adams es ahora astrofísico en Caltech. Otros estudiantes de doctorado del estado de Ohio co-autores fueron Jill Gerke y el astrónomo Xinyu Dai de la Universidad de Oklahoma. Su investigación fue apoyada por la Fundación Nacional de Ciencias. ■

Ingredientes para la vida alrededor de estrellas jóvenes de tipo solar

por ESO

José Miguel Mas Hesse



Dos equipos de astrónomos han utilizado el poder de ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array), en Chile, para detectar isocianato de metilo — una molécula orgánica compleja prebiótica — en el sistema estelar múltiple IRAS 16293-2422. En astroquímica, una molécula orgánica compleja se define como formada por seis o más

ALMMA ha observado estrellas como el Sol en una etapa muy temprana de su formación y ha descubierto rastros de isocianato de metilo, un ingrediente químico básico para la vida. Es la primera vez que se detecta esta molécula prebiótica en protoestrellas de tipo solar, el tipo de estrella a partir de la cual evolucionó nuestro Sistema Solar. El descubrimiento podría ayudar a los astrónomos a comprender cómo surgió la vida en la Tierra. [ESO/Digitized Sky Survey 2/L. Calçada]

átomos, siendo al menos uno de los átomos de carbono. El isocianato de metilo contiene átomos de carbono,

hidrógeno, nitrógeno y oxígeno en la configuración química CH_3NCO . Esta sustancia, altamente tóxica, fue

la causa principal de muerte tras el trágico accidente industrial de Bhopal en 1984.

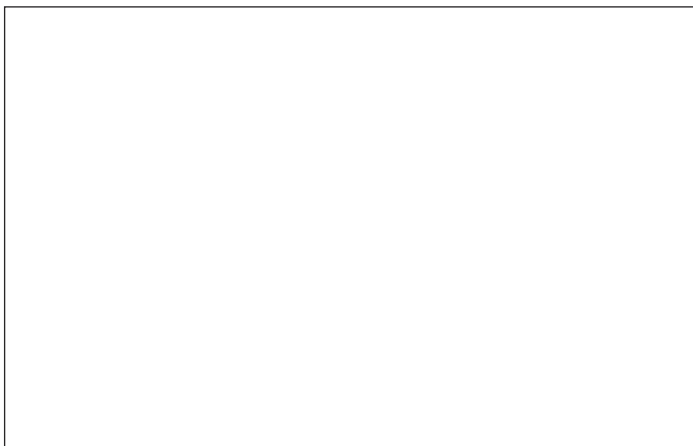
Un equipo está codirigido por Rafael Martín-Doménech, del Centro de Astrobiología en Madrid y Víctor M. Rivilla, del INAF-Observatorio Astrofísico de Arcetri, en Florencia (Italia); y el otro por Niels Ligterink, del Observatorio de Leiden (Países Bajos) y Audrey Coutens, del University College London.

«¡Este sistema sigue sorprendiéndonos! Tras el

descubrimiento de los azúcares, ahora hemos encontrado isocianato de metilo. Esta familia de moléculas orgánicas está implicada en la síntesis de péptidos y aminoácidos, que, en forma de proteínas, son la base biológica para la vida tal y como la conocemos», explican Niels Ligterink y Audrey Coutens.

El sistema fue estudiado previamente por ALMA en 2012, descubriendo que contiene glicolaldehído (la molécula más simple relacionada con el azúcar), otro ingrediente para la vida. Las capacidades de ALMA permitieron a ambos equipos observar la molécula en varias longitudes de onda diferentes y definidas a lo largo de todo el espectro de ondas de radio.

El equipo dirigido por Rafael Martín-Doménech utilizó tanto datos nuevos como datos de archivo de la protoestrella, obtenidos en una amplia gama de longitudes de onda con los receptores de las bandas 3, 4 y 6 de ALMA. Niels Ligterink y sus colegas utilizaron datos del sondeo PILS (Protostellar Interferometric Line Survey) de ALMA, que tiene como objetivo trazar la complejidad química de IRAS 16293-2422 obteniendo imágenes de todo el rango de longitud de onda que cubre la banda 7 de ALMA a muy pe-



Este video resume el descubrimiento hecho por los dos equipos usando el Atacama Large Millimeter/submillimeter Array. [ESO]

queñas escalas, equivalentes al tamaño de nuestro Sistema Solar.

Encontraron las distintivas huellas químicas en las cálidas y densas regiones interiores de la envoltura de polvo y gas que rodea a las estrellas jóvenes en sus primeras etapas de evolución. Cada equipo identificó y aisló las firmas del isocianato de metilo, esta molécula orgánica compleja. Luego lo desarrollaron con modelos químicos de ordenador y experimentos de laboratorio para refinar nuestra comprensión del origen de la molécula.

Los equipos llevaron a cabo el análisis espectrográfico de la luz de la protoestrella para determinar los componentes químicos. La cantidad de isocianato de metilo que detectaron — la abundancia — con respecto al hidrógeno molecular y otros trazadores es comparable a las detecciones anteriores alrededor de dos protoestrellas de alta masa (es decir, dentro de los núcleos moleculares calientes masivos de Orión KL y Sagitario B2 norte).

IRAS 16293-2422 es un sistema múltiple de estrellas muy jóvenes que se encuentra a unos 400 años luz de distancia, en una gran región de formación estelar llamada Ro Ofiuco en la

constelación de Ofiuco (el portador de la serpiente). Los nuevos resultados de ALMA muestran que el gas de isocianato de metilo rodea a cada una de estas estrellas jóvenes.

La Tierra y los demás planetas de nuestro Sistema Solar se formaron a partir del material que sobró tras la formación del Sol. Por tanto, estudiar protoestrellas de tipo solar, puede ayudar a los astrónomos a comprender el pasado, permitiéndoles observar condiciones similares a las que condu-

jeron a la formación de nuestro Sistema Solar hace más de 4.500 millones de años.

Rafael Martín-Doménech y Víctor M. Rivilla, autores principales de uno de los artículos, comentan: «Estamos especialmente emocionados con el resultado porque estas protoestrellas son muy similares al Sol al principio de su vida, con las condiciones adecuadas para que se formen planetas del tamaño de la Tierra. Ahora, con el descubrimiento de moléculas prebióticas en este estudio, contamos con otra pieza del rompecabezas que nos ayudará a comprender cómo surgió la vida en nuestro planeta».

Niels Ligterink está encantado con los resultados de laboratorio que apoyan este trabajo: «Además de detectar moléculas, también queremos entender cómo se forman. Nuestros experimentos de laboratorio muestran que, en efecto, el isocianato de metilo puede formarse sobre partículas heladas bajo condiciones muy frías, similares a las del espacio interestelar. Esto implica que es muy probable que esta molécula — y, por tanto, la base para los enlaces peptídicos — esté presente cerca de la mayor parte de las estrellas jóvenes de tipo solar». ■

Buscando un alienígena

por Michele Ferrara
traducido por José Carlos Millán

Las imágenes de este artículo, obras de arte reales de reconocidos ilustradores espaciales, han sido seleccionadas para representar escenarios hipotéticos que podrían haberse producido realmente en nuestro sistema planetario en un pasado remoto y de los cuales todavía podrían existir rastros. Una nueva rama de la investigación científica, la arqueología espacial, se ocupa de estos temas y podría un día cambiar nuestra visión del mundo.

pasado

La mayoría de los que comunican ciencia al público ya no se aventuran en estos “campos minados” donde es difícil identificar posibles verdades, escondidas, como están, debajo de montañas de información basura. A veces, sin embargo, hay que hacerlo para evitar que temas de innegable interés científico y valor se conviertan en argumentos de charlatanes y especuladores. Uno de estos temas es la posibilidad de que, en un pasado distante, la Tierra haya sido el hogar – durante un corto o largo plazo – de integrantes de una civilización tecnológica alienígena. “Alienígena” lo entendemos aquí como

una civilización que no es necesariamente extraterrestre, sino diferente de la humana y que tiene como antepasado más antiguo (en común con muchas otras especies contemporáneas) el *Saccorhytus*: un animal primitivo de sólo 1 milímetro de tamaño, que apareció hace unos 540 millones de años, en el momento de la gran explosión de la vida durante el período Cámbrico, y del que se ha descubierto el primer fósil recientemente. Inevitablemente, muchas personas asocian el término “alien” con el fenómeno OVNI, pero ambos no tienen, prácticamente, nada en común. El fenómeno OVNI es, esencialmente, una

moda que surgió al final de la Segunda Guerra Mundial y fue acogida por todos aquellos que, carentes de objetividad y/o suficiente conocimiento científico, interpretaron ciertos avistamientos como prueba de la existencia de seres extraterrestres. Los hechos indican que ninguna de las decenas de miles de avistamientos, hasta ahora reportados, ha demostrado la existencia de extraterrestres. En cambio, la ufología alimenta un negocio miserable fundado en la ignorancia y la credulidad de la población y es usado como un atajo oportunista por personas que están interesadas en difundir sus propias opiniones sin corroborarlas con las realidades científicas. Es curioso que casi todos estos avistamientos se hayan concentrado en los últimos 70 años, con una pequeña minoría de informes surgidos en épocas anteriores de la historia. Nuestro planeta ha estado aquí para ser explorado los últimos 4000 millones de años, y es extraño pensar que los viajes espaciales por parte de varias civilizaciones tecnológicas alienígenas (seguramente más de una, basadas en los informes de los autoproclamados "contactistas"), iniciados en épocas y lugares inevitablemente distantes, hayan sido dirigidos a nuestro planeta y justo en este período de tiempo tan reciente y minúsculo. Si extendemos los 4 mil millones de años a lo largo del clásico calendario solar, anual, los últimos 70 años corresponden al último medio segundo antes

de medianoche que trae el Año Nuevo! Si la Tierra y los otros cuerpos planetarios de nuestro sistema solar han sido visitados por inteligencias alienígenas, es mucho más probable



Artwork by Angus Mckie



que esto haya ocurrido en una época remota. La afirmación de que han sido nuestras telecomunicaciones las que han atraído a hordas de extraterrestres en las últimas décadas es ingenua, dado que cualquier mensaje enviado al espacio por nosotros, ya sea voluntario o involuntario, está, en términos de distancia recorrida, todavía en el umbral, astronómicamente (y astrobiológicamente) hablando. Si asumimos que no somos la única civilización tecnológica en la Galaxia, dado que ésta ha existido los últimos 12 mil millones de años (algunas de sus estructuras y estrellas son significativamente más antiguas), po-

demostramos razonablemente afirmar que las primeras civilizaciones tecnológicas aparecieron y se desarrollaron en su interior miles de millones de años antes del nacimiento de nuestro sistema solar. Incluso nos es imposible imaginar el conocimiento físico, biológico y tecnológico que tendría una civilización que ha logrado prosperar durante cientos de miles, si no millones (en teoría, incluso miles de millones) de años, nuestro conocimiento actual es sin embargo suficiente para que asumamos que una civilización extraterrestre de larga duración podría enviar sus sondas, o incluso colonias enteras, a cualquier planeta habitable (o habitado) en la Galaxia.

Para tener una idea de que esto es posible, hay que considerar el hecho de que, con la ayuda de asistencias gravitacionales, nuestras sondas más rápidas han alcanzado velocidades de alrededor de 250 000 km/h. Esta es ciertamente una velocidad irrisoria y nuestras sondas son indudablemente primitivas, pero aún así, es suficiente para llegar de un extremo a otro de la Galaxia en 400 millones de años. Este período es apenas 1/30 de la edad de nuestro sistema estelar y así pues, si hay, o ha habido, civilizaciones mucho más desarrolladas que la

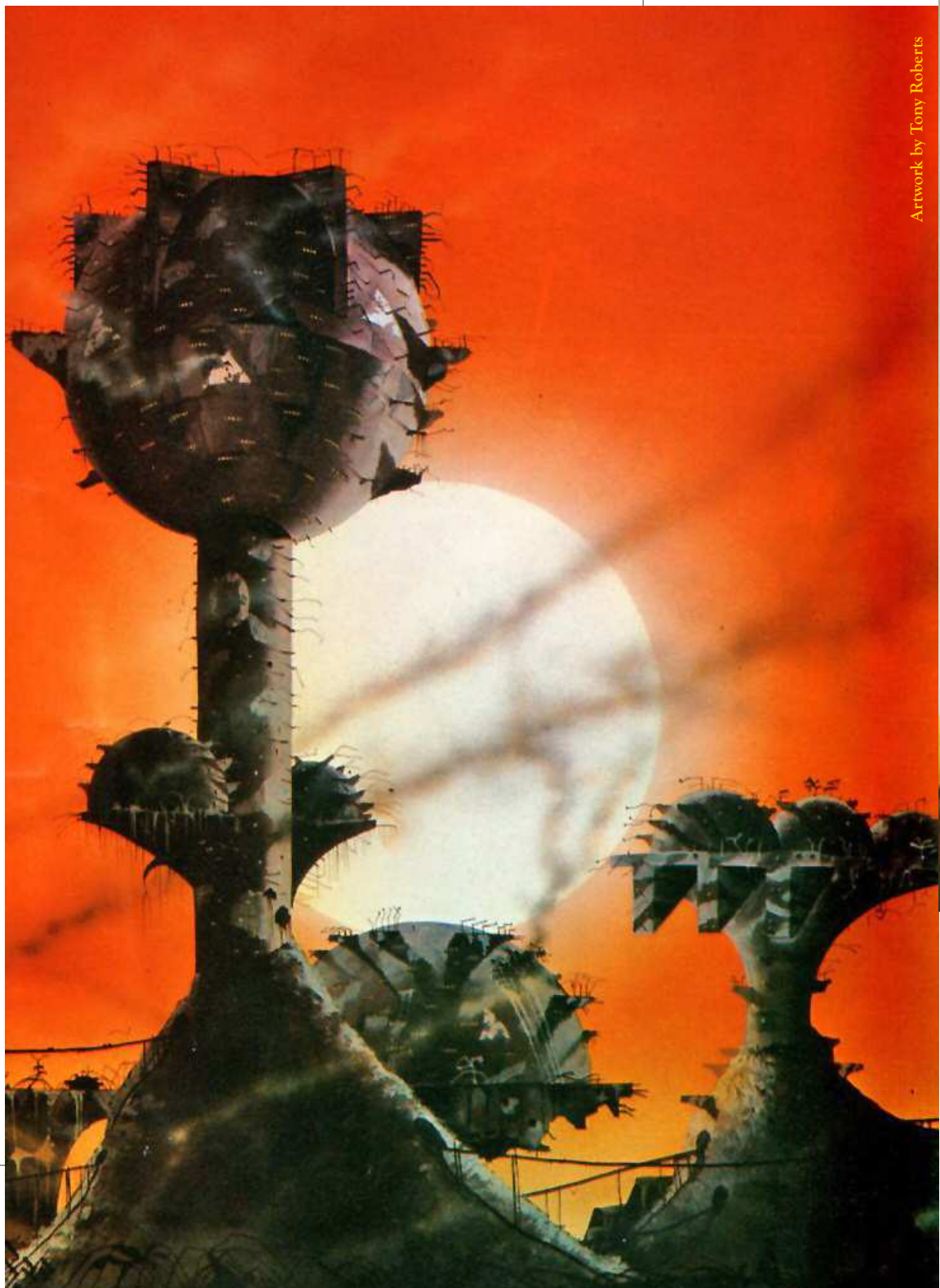
nuestra, no es absurdo postular que puede haber enviado algo fuera de allí. En consecuencia, alguien o algo también puede haber llegado a nuestro sistema solar y haber dejado algún rastro. Sobre la base de nuestro conocimiento limitado, las probabilidades de que esto haya ocurrido realmente son infinitesimalmente pequeñas pero no cero.

En las últimas décadas, muchos científicos, algunos de ellos internacionalmente famosos, han tratado seriamente estas ideas; hay que pensar en Carl Sagan, por ejemplo y, más recientemente, en Paul Davies y Jason Wright. Estos autores no sólo han reconocido la posi-

bilidad de identificar vestigios de civilizaciones que vinieron aquí de otros sistemas planetarios, sinio que también han considerado la eventualidad de que haya habido una civilización tecnológica anterior, surgiendo y desarrollándose dentro de nuestro sistema solar, cientos de millones o incluso miles de millones de años antes de la aparición de los homínidos terrestres.

En los primeros mil millones de años de existencia de nuestro sistema planetario, las condiciones ambientales de Venus, Marte y la Tierra eran diferentes de las actuales y, en algunos aspectos, similares entre sí; no podemos descartar automáticamente la posibilidad de que los tres permitieran que la vida floreciera. Sólo sabemos, en términos generales, lo que sucedió en estos tres planetas en esta época primordial. Por ejemplo, en la Tierra no podemos decir con certeza que en los 3000 millones de años que precedieron a la enorme explosión de la vida en el período Cámbrico, nada de eso hubiera ocurrido antes. También debemos tener en cuenta que menos de medio billón de años podría ser suficiente para la evolución de organismos unicelulares organizados en colonias, hasta una especie animal capaz de viajar a otros cuerpos celestes. Cuando hace 66 millones de años un asteroide aniquiló a los dinosaurios (allanando el camino para los mamífe-

ros), ya había, entre ellos, algunas especies muy prometedoras morfológicamente para una posible evolución hacia individuos capaces de desarrollar una civilización. ¿Cuántos millones de años tomaría que ellos alcanza-



Artwork by Tony Roberts



solar haya sido visitado por las naves espaciales (y posiblemente astronautas) de otros sistemas planetarios, donde, y para qué, tendríamos que buscar para encontrar evidencias. Responder con precisión a estas preguntas presupondría el conocimiento del pensamiento y la motivación de entidades completamente desconocidas, por lo tanto, nos limitaremos a postular algunas hipótesis inevitablemente humanas. La localización y el tipo de evidencia de una presencia alienígena remota puede depender del propósito de la visita, que podemos resumir en tres categorías básicas: el deseo de comunicar su propia existencia a otras civilizaciones; el deseo de reunir información sobre otros planetas habitables o habitados; la necesidad de obtener suministros de materias primas. Todas ellas implican actividades que podrían dejar huellas en superficies rocosas, en forma de vehículos espaciales, instrumentos científicos, antenas, equipos de producción de energía, cambios geomorfológicos o anomalías geoquímicas. El tiempo que estas huellas durarían y la medida en que podrían identificarse variaría de acuerdo

al espacio? Probablemente menos de 66. Hoy en día, podrían haber colonizado otros sistemas planetarios y enviado sondas en nuestro rincón de la Galaxia. Consideremos el argumento de que, al menos un planeta, Venus, Marte ó la Tierra en la era pre-Cambriana haya podido ser el hogar de una civilización tecnológica nativa, o que el sistema

de a muchos factores (no todos ellos imaginables) como, por ejemplo, la resistencia estructural, los materiales utilizados, la ubicación y, así, su exposición a procesos específicos capaces de eliminar todos los rastros a corto o largo plazo. Si algo exótico hubiese existido en Venus, el efecto invernadero y la actividad volcánica seguramente habrían

destruido todas las huellas. En la Tierra, la tectónica de placas ha reciclado una porción significativa de la corteza que existía antes del período Cámbrico; otros fenómenos geológicos y agentes atmosféricos son también destructivos, incluso en períodos cortos. Marte estaría mejor adaptado para preservar cualquier evidencia alienígenas, pero ésta podría quedar escondida bajo metros de arena y hielo. La Luna merece una consideración especial, ya que es un puesto de observación ideal para nuestro planeta y un lugar ideal para dejar un mensaje destinado a una futura civilización tecnológica terrestre, cuya existencia podría quizás preverse basada en el desarrollo evolutivo de las especies animales. Pero la craterización de la superficie de la Luna, más pronunciada en épocas anteriores, pone límites obvios y sustanciales a la conservación de cualquier producto extraño. Los expertos en el sector están de acuerdo en afirmar que, en la parte interna del sistema solar, las estructuras abandonadas en la superficie de un

planeta o en un fondo marino o en el espacio libre (en órbita independiente alrededor del Sol o situada en un punto de Lagrange) sería rastreable y reconocible durante un período no superior a unos 100 millones de años. Los pronósticos son menos pesimistas para algunas de las lunas rocosas de los planetas gigantes y para objetos en el Cinturón de Kuiper, aunque considerar estos objetivos interesantes desde nuestro punto de vista presupondría una visita a gran escala a nuestro sistema planetario y en ese caso no debe haber ninguna falta de evidencia reconocible incluso en el cinturón de asteroides principal más cercano. Si no es obvio dónde mirar, es aún menos obvio qué buscar. Hasta los 100 millones de años antes mencionados, los productos a gran escala, como las naves espaciales y quizá las bases permanentes, podrían ser reconocibles. Sin embargo, los alienígenas podrían haber decidido no dejar rastros, para no interferir con nuestra evolución (un poco como los documentalistas hacen con



Artwork by Bob Layzell



Artwork by Bob Layzell

los animales que están filmando). Teniendo en cuenta un escenario completamente diferente, podríamos suponer que después de la rápida destrucción de una civilización tecnológica dentro del sistema solar, todo tipo de restos pudieran haber permanecido, abandonados quién sabe dónde.

Una situación similar podría surgir en el caso de los accidentes ocurridos a los buques espaciales que llegan de otras estrellas. En menor escala, la simple identificación de una pequeña concentración de plutonio, nuestra mejor fuente de energía nuclear para los vuelos espaciales, podría ser en sí misma un rastro residual de un generador termoeléctrico de radioisótopos, que alguna vez perteneció a un vehículo alienígena.

El plutonio presente en el sistema solar en su nacimiento ha decaído desde hace mucho tiempo, por lo que su presencia anómala en forma concentrada sería sospechosa. En la medida en que todos los argumentos expuestos hasta ahora pueden parecer discutibles, y aunque las probabilidades de identificar rastros dejados por civilizaciones tecnológicas diferentes a las nuestras son mínimas, eso no altera el hecho de que desde hace ya varios años un número discreto de investigadores (incluyendo algunas celebridades científicas) han estado examinando las bases de datos fotográficas de alta resolución de la Luna y Marte, buscando estructuras anómalas. Hasta ahora sólo se han identificado en estas imágenes los productos fabricados por seres humanos, pero sólo estamos al principio de la investigación y las apuestas son realmente altas. ■

Las fulguraciones pueden amenazar la vida

por NASA

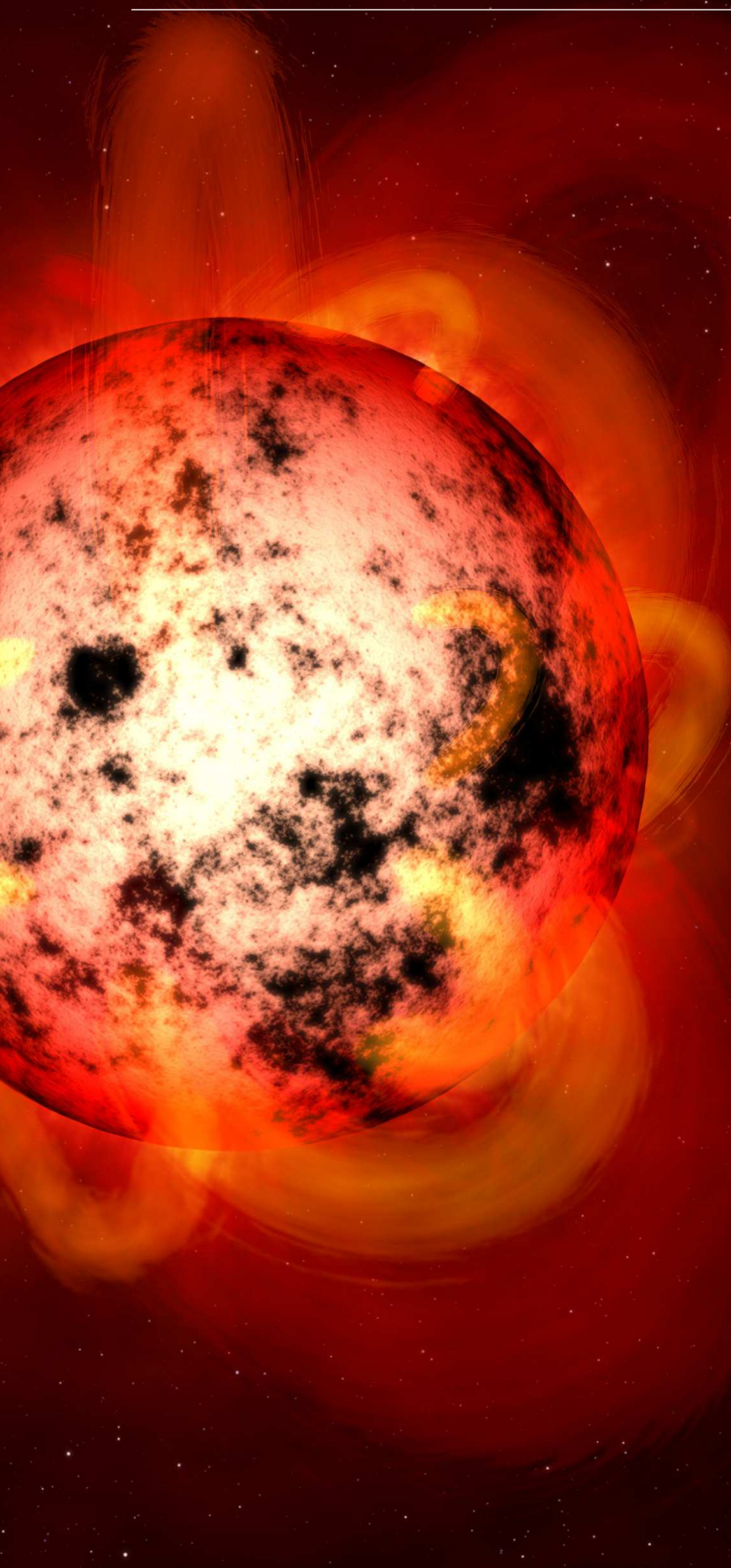
traducido por Miguel Sánchez González

Las estrellas enanas frías son atractivos blancos para la caza de exoplanetas. Los descubrimientos de planetas en las zonas habitables de los sistemas TRAPPIST-1 y LHS 1140, por ejemplo, sugieren que mundos del tamaño de la Tierra podrían rodear a miles de millones de estrellas enanas rojas, el tipo más común de estrella en nuestra galaxia. Pero, como nuestro propio Sol, muchas de estas estrellas emiten llamaradas. ¿Son las enanas rojas realmente tan afables para la vida como aparecen, o estas fulguraciones hacen que las superficies de cualquier planeta en órbita sean inhóspitas? Para abordar esta cuestión, un equipo de científicos ha revisado 10 años de observaciones ultravioletas del telescopio espacial Galaxy Evolution Explorer (GALEX) de la NASA, buscando aumentos rápidos en el brillo de las estrellas debido a estas fulguraciones. Las fulguraciones emiten radiación a través de una amplia franja de longitudes de onda, con una fracción significativa de su energía total liberada en las bandas ultravioleta donde GALEX observó. Al mismo tiempo, las enanas rojas de las que surgen las llamaradas son relativamente débiles en el ultravioleta. Este contraste, combinado con la sensibilidad de los detectores de GALEX a los cambios

rápidos, permitió al equipo medir los eventos con menos energía total que muchas fulguraciones previamente detectadas. Esto es importante porque, aunque las fulguraciones más pequeñas e individualmente menos energéticas son menos hostiles para la vida, éstas pueden ser mucho más frecuentes y sumarse con el tiempo creando un ambiente inhospitalario. «¿Y si los planetas están constantemente bañados por estos pequeños, pero aún significativos destellos?», pregunta Scott Fleming del Instituto de Ciencia del Telescopio Espacial (STScI) en Baltimore. «Podría haber un efecto acumulativo».

Para detectar y medir con exactitud estas llamaradas, el equipo tuvo que analizar los datos en intervalos de tiempo muy cortos. De las imágenes con tiempos de exposición de casi media hora, el equipo fue capaz de analizar las variaciones estelares durante sólo unos segundos. El primer autor Chase Million de Million Concepts en el State College, Pensilvania, dirigió un proyecto llamado gPhoton que reprocesó más de 100 terabits de datos de GALEX almacenados en el Mikulski Archive for Space Telescope (MAST) en el Space Telescope Science Institute. El equipo utilizó entonces un software personalizado desarrollado por Million y Clara Brasseur, también

en el instituto, para buscar cientos de estrellas enanas rojas, y detectaron decenas de llamaradas. «Hemos hallado destellos de estrellas enanas en toda la gama en la que esperábamos que GALEX fuera sensible, desde llamaradas muy pequeñas de unos pocos segundos hasta monstruos que hacen que una estrella sea cientos de veces más brillante durante unos minutos», dice Million. Las fulguraciones detectadas por GALEX son de una intensidad similar a las producidas por nuestro propio Sol. Sin embargo, de-



Esta ilustración muestra una estrella enana roja orbitada por un hipotético exo-planeta. [NASA/ESA/G. Bacon (STScI)]

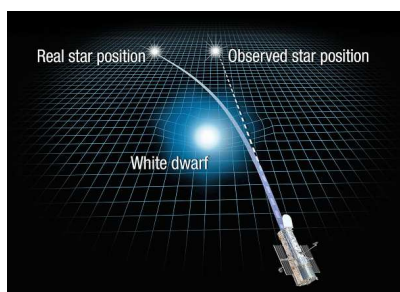
bido a que un planeta tendría que orbitar mucho más cerca de una estrella enana roja para mantener una temperatura apta para la vida tal como la conocemos, tales planetas estarían sometidos a más energía procedente de tales fulguraciones que la Tierra. Estas grandes llamaradas pueden eliminar la atmósfera de un planeta. La fuerte luz ultravioleta de las llamaradas que penetra hasta la superficie de un planeta podría dañar los organismos o impedir que surja la vida. Actualmente, los miembros del equipo Rachel Osten y Brasseur están examinando las estrellas observadas por las misiones de GALEX y Kepler para buscar destellos similares. El equipo espera encontrar finalmente cientos de miles de llamaradas ocultas en los datos de GALEX. «Estos resultados demuestran el valor de proyectos de estudio como GALEX, que son promovidos para estudiar la evolución de las galaxias a través del tiempo cósmico y ahora está teniendo un impacto en el estudio de planetas habitables cercanos», dice Don Neill, investigador científico de Caltech en Pasadena, que formó parte de la colaboración GALEX. «No previmos que GALEX se utilizaría para exoplanetas cuando se diseñó la misión». Nuevos y más potentes instrumentos como el James Webb Space Telescope de la NASA, programado para lanzarlo en 2018, serán necesarios para estudiar atmósferas de planetas que orbitan cerca de estrellas enanas rojas y la búsqueda de signos de vida. Sin embargo, a medida que los investigadores plantean nuevas preguntas sobre el cosmos, los archivos de datos de proyectos y misiones pasadas, como los que se llevan a cabo en MAST, continúan dando nuevos resultados científicos interesantes. Estos resultados fueron presentados en una conferencia de prensa en la reunión de 4-8 de junio de la American Astronomical Society en Austin, Texas. ■

Enana blanca muestra cómo la gravedad puede doblar la luz

by NASA/ESA

traducido por Miguel Sánchez González

Los astrónomos han utilizado la aguda visión del Telescopio Espacial Hubble de la NASA para repetir una prueba centenaria de la teoría general de la relatividad de Einstein. El equipo del Hubble midió la masa de una enana blanca, remanente apagado de una estrella normal, para ver cuánto desviaba la luz de una estrella de fondo. Esta observación constituye un hito puesto que es la primera vez que el Hubble observa este tipo de efecto creado por una estrella. Los datos proporcionan una estimación fiable de la masa de la enana blanca y da pie al conocimiento de las teorías de la estructura y composición de la estrella apagada. Propuesta en 1915, la teoría de la relatividad general de Einstein describe cómo los objetos masivos deforman el espacio, que percibimos como gravedad. La teoría fue verificada experimentalmente cuatro años más tarde, cuando un equipo liderado por el astrónomo británico Sir Arthur Eddington midió cuánto desviaba la imagen de una estrella de fondo la gravedad del Sol mientras su luz lo rozaba durante un eclipse solar, un efecto llamado microlente gravitatoria. Los astrónomos pueden usar este efecto para ver imágenes au-

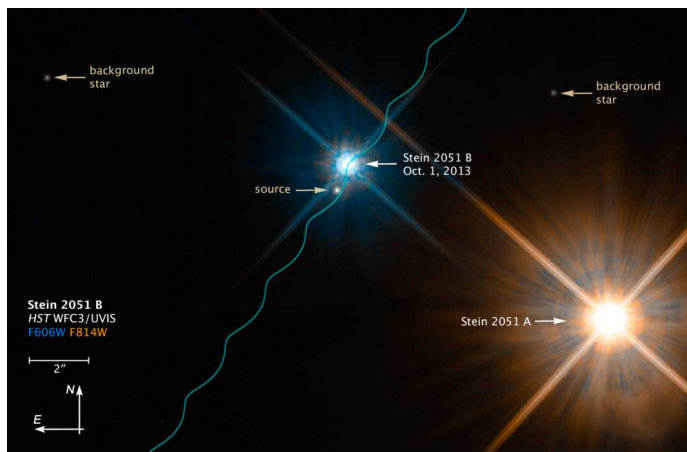


Esta ilustración revela cómo la gravedad de una estrella enana blanca deforma el espacio y dobla la luz detrás de ella. [NASA, ESA, and A. Feild (STScI)]

mentadas de galaxias lejanas o, a una distancia más cercana, medir diminutos cambios en la posición aparente de una estrella en el cielo. Sin embargo, los investigadores tuvieron que esperar un siglo para construir telescopios lo suficientemente potentes como para detectar este fenómeno de deformación gravitacional causado por una estrella fuera de nuestro sistema solar. La cantidad de deflexión es tan pequeña que sólo la nitidez del Hubble podría medirla. Hubble observó la cercana estrella enana blanca Stein 2051 B cuando pasó frente a una estrella de fondo. Cerca de la alineación, la gravedad de la enana blanca dobló la luz de la estrella lejana, haciéndola aparecer desplazada alrededor de 2 milésimas de segundo de arco de su posición actual. Esta desviación es

tan pequeña que es equivalente a observar una hormiga andar a 2400 kilómetros de distancia. Mediante la medición de la deflexión, los astrónomos del equipo del Hubble calcularon que la masa de la enana blanca es aproximadamente el 68 por ciento de la masa del Sol. Este resultado coincide con las predicciones teóricas. La técnica abre una ventana a un nuevo método para determinar la masa de una estrella. Normalmente, si una estrella tiene una compañera, los astrónomos pueden determinar su masa midiendo el movimiento orbital del sistema estelar doble.

Aunque Stein 2051 B tiene una compañera, una enana roja brillante, los astrónomos no pueden medir con precisión su masa porque ambas están demasiado separadas. Las estrellas están al menos a 8 mil millones de kilómetros de distancia, casi dos veces la distancia actual de Plutón al Sol. «Este método de la microlente es una manera muy directa e independiente de determinar la masa de una estrella», explica el investigador principal Kailash Sahu del Instituto de Ciencia del Telescopio Espacial (STScI) en Baltimore, Maryland. «Es como colocar la estrella en una balanza: la deformación es análoga al movimiento de la aguja de la misma». Sahu presentó los hallazgos de su equipo el 7 de junio, en la reunión



Esta imagen del HST muestra el sistema de estrellas binarias Stein 2051 el 1 de octubre de 2013. Debido a que estas estrellas están relativamente cerca de la Tierra, a tan sólo 17 años luz de distancia, parecen moverse en el cielo en relación con las estrellas de fondo, mucho más distantes, en varios meses de observaciones con el Hubble. La línea azul ondulada traza este movimiento, debido a su movimiento verdadero relativo al Sol combinado con el paralaje debido al movimiento de la Tierra alrededor del Sol. Stein 2051 B pareció pasar lo suficientemente cerca de una de estas estrellas de fondo, etiquetada como "fuente", que la luz de la estrella de origen se dobló debido a la masa de la estrella enana blanca. Esta imagen en color fue hecha combinando imágenes tomadas en dos filtros con el instrumento Wide Field Camera 3 (WFC3 / UVIS) de Hubble. [NASA, ESA, and K. Sahu (STScI)]

de la Sociedad Astronómica Americana en Austin, Texas. El análisis del equipo del Hubble también ayudó a los astrónomos a verificar independientemente la teoría de cómo el radio de una enana blanca está determinado por su masa, una idea propuesta por primera vez en 1935 por el astrónomo estadounidense Subrahmanyan Chandrasekhar.

«Nuestra medida es una buena confirmación de la teoría de enana blanca, e incluso nos dice su composición interna», dice el miembro del equipo Howard Bond de la Universidad Estatal de Pensilvania en University Park. El equipo de Sahu iden-

tificó a Stein 2051 B y su estrella de fondo después de analizar datos de más de 5000 estrellas en un catálogo de estrellas cercanas que parecen moverse rápidamente por el cielo. Las estrellas con un mayor movimiento aparente, tienen una mayor probabilidad de pasar delante de una estrella distante del fondo, donde se puede medir la deflexión de la luz.

Después de identificar a Stein 2051 B y cartografiar el campo de estrellas de fondo, los investigadores usaron la cámara de campo amplio 3 de Hubble para observar a la enana blanca en siete ocasiones diferentes

durante un período de dos años mientras cruzaba delante del fondo de estrellas seleccionado. Estas observaciones del Hubble fueron realmente un desafío y requirieron mucho tiempo. El equipo de investigación tuvo que analizar la velocidad de la enana blanca y la dirección en que se movía para predecir cuándo llegaría a una posición para doblar la luz de las estrellas para que los astrónomos pudieran observar el fenómeno con el telesco-

pio Hubble. Los astrónomos también tuvieron que medir la diminuta cantidad de luz de las estrellas desviada. «Stein 2051 B aparece 400 veces más brillante que la estrella de fondo», dice el miembro del equipo Jay Anderson del STScI, quien dirigió el análisis para medir con precisión las posiciones de las estrellas en las imágenes de Hubble. «Así que medir la deflexión extremadamente pequeña es como tratar de ver una luciérnaga moverse junto a una bombilla. El movimiento del insecto es muy pequeño, y el resplandor de la bombilla hace que sea difícil ver el insecto moviéndose».

De hecho, el pequeño movimiento es aproximadamente 1000 veces menor que la medida hecha por Eddington en su experimento de 1919. Stein 2051 B lleva el nombre de su descubridor, el sacerdote católico holandés y astrónomo Johan Stein. Se encuentra a 17 años luz de la Tierra y se estima que tiene unos 2700 millones de años de antigüedad.

La estrella de fondo está a unos 5000 años luz de distancia. Los investigadores planean usar el Hubble para realizar un estudio similar de microlente con Proxima Centauri, el vecino estelar más cercano de nuestro sistema solar.

El resultado del equipo apareció en la revista *Science* el 9 de junio. ■

Este time-lapse, compuesto de ocho imágenes del telescopio espacial Hubble, muestra el movimiento aparente de la enana blanca Stein 2051 B cuando pasa frente a una estrella lejana. Las observaciones fueron tomadas entre el 1 de octubre de 2013 y el 14 de octubre de 2015. [NASA, ESA, and K. Sahu (STScI)]

ESO firma contrato para espejo primario gigante del ELT

por ESO

José M. Mas Hesse

El sistema óptico único del Extremely Large Telescope de ESO está compuesto de cinco espejos, cada uno de los cuales supondrán un enorme desafío para la ingeniería. El espejo primario de 39 metros de diámetro, el cual estará compuesto de 798 segmentos hexagonales individuales de alrededor de 1,4 metros de ancho, será por lejos el espejo más grande que se haya construido para un telescopio óptico. Juntos, los segmentos captarán decenas de millones de veces la luz que capta el ojo humano. Los segmentos del espejo primario del ELT se instalarán en una estructura de soporte común y estarán equipados con sensores de borde – los más precisos usados hasta ahora en un telescopio – que continuamente analizarán la ubica-



El 30 de mayo de 2017, en presencia de miembros destacados del personal de ESO, se firmaron los contratos para la fabricación y el pulido de los segmentos del espejo primario del ELT por parte del Director General de ESO, Tim de Zeeuw, y representantes senior de Schott y Safran Reosc, una empresa subsidiaria de Safran Electronics & Defense. En esta imagen vemos la firma del primer contrato con Schott. En el centro, Tim de Zeeuw, Director General de ESO; a la izquierda, Thomas Westerhoff, Director de la Estrategia de Márketing del Zerodur® en Schott; y a la derecha, Christoph Fark, Vicepresidente Ejecutivo de Óptica Avanzada de Schott. En la página siguiente vemos la firma del segundo contrato con Safran Reosc. A la derecha, Tim de Zeeuw, Director General de ESO; a la izquierda, Philippe Rioufreyt, Director General de Safran Reosc. [ESO/M. Zamani]

Una visión general del Extremely Large Telescope de ESO. [ESO]

ción de los segmentos del espejo primario del ELT en relación con el resto, permitiéndoles a los segmentos trabajar juntos para formar un perfecto sistema de imagen.

Los contratos para fabricar y pulir los segmentos del espejo primario del ELT fueron firmados hoy por el Director General de ESO, Tim de Zeeuw, y los altos representantes de Schott y Safran Reosc, filial de Safran Electronics & Defense, en presencia de miembros clave del personal de ESO. El primer contrato se firmó con Christoph Fark, Vicepresidente Ejecutivo de Óptica Avanzada en Schott, y Thomas Westertoff, Director de Marketing Estra-

tégico de Zerodur®. El segundo contrato se firmó con Philippe Rioufreyt, Director General de Safran Reosc.

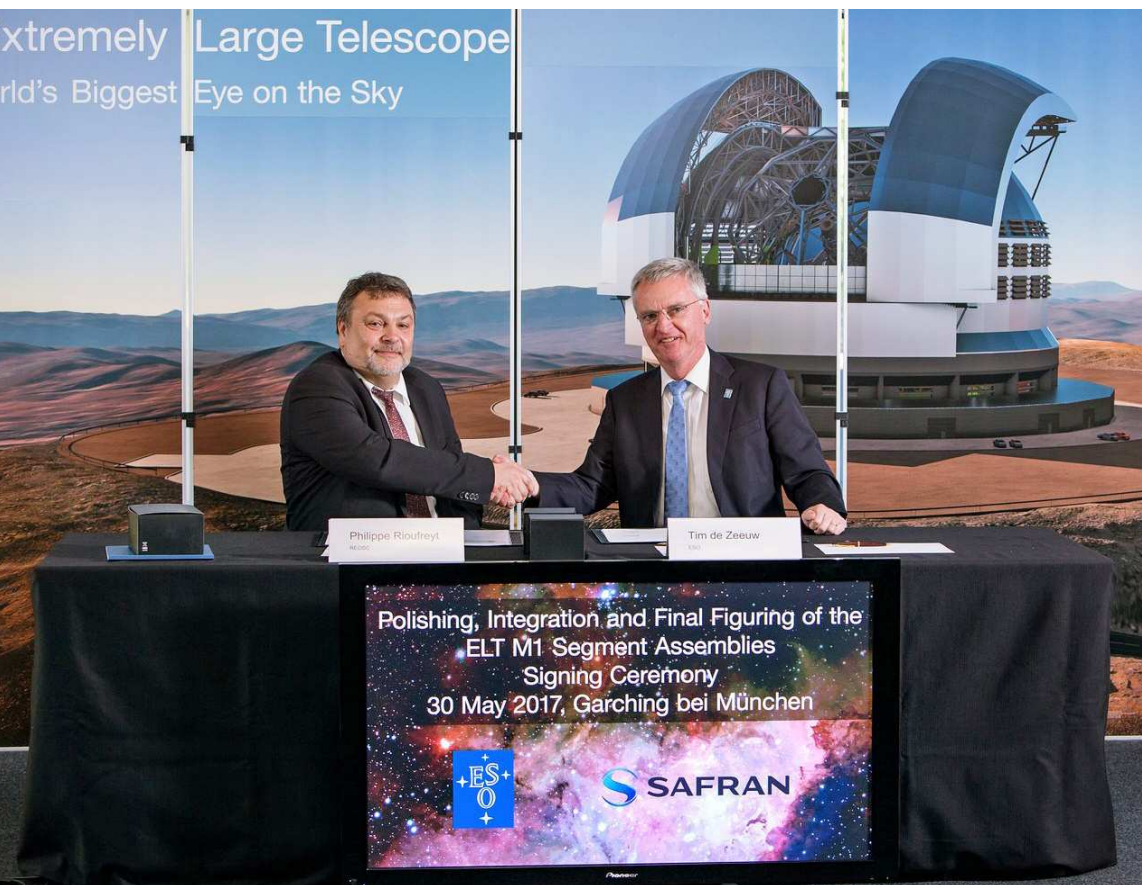
Tim de Zeeuw expresó su satisfacción por el actual progreso del ELT: «¡Estas han sido dos semanas extraordinarias!

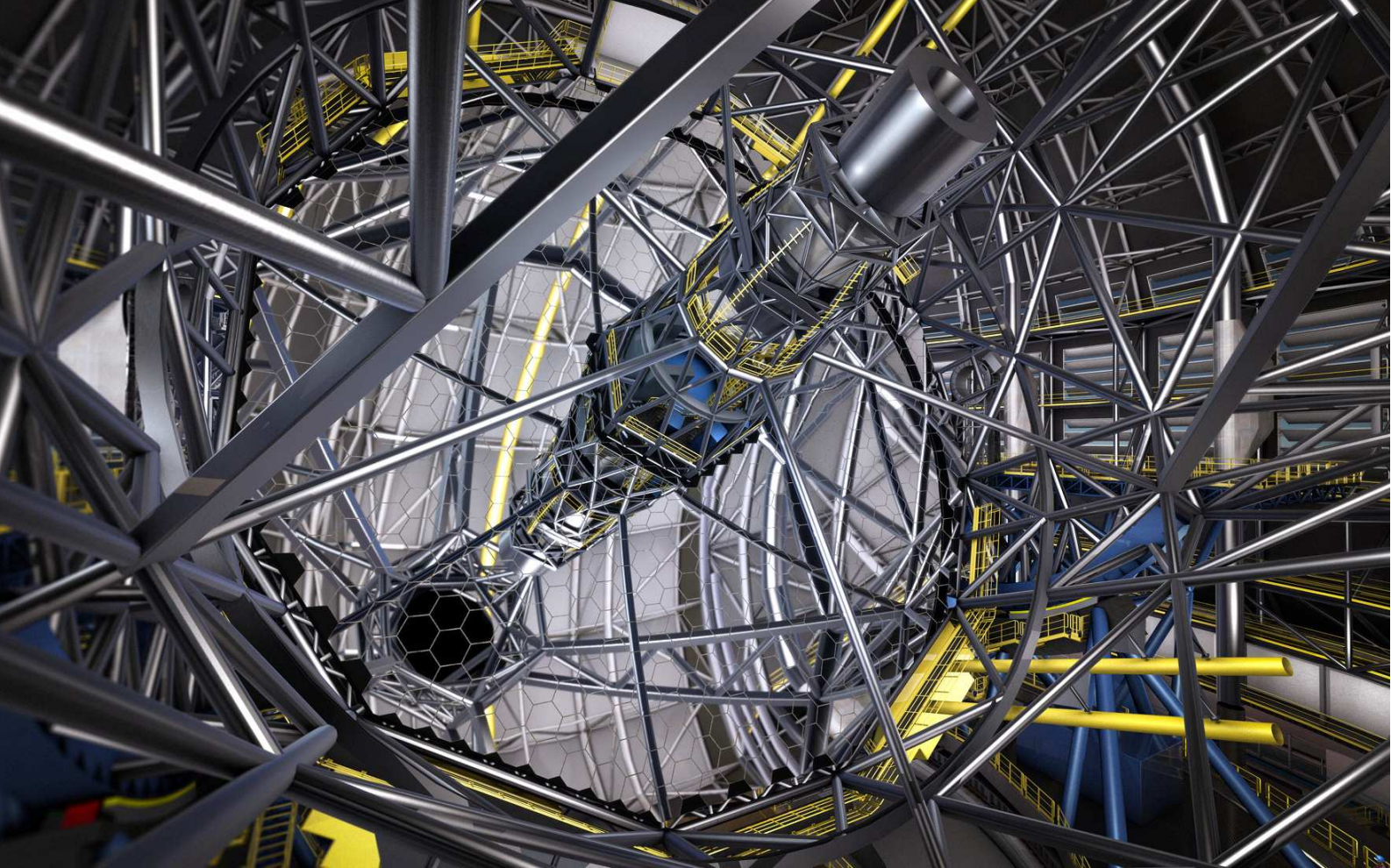
Fuimos testigos de la fabricación del espejo secundario del ELT, y posteriormente, el viernes pasado, tuvimos el privilegio de que la Presidenta de Chile, Michelle Bachelet asistiera a la ceremonia de la primera piedra del ELT.

Y ahora, dos compañías europeas líderes a nivel mundial están comenzando a trabajar en el enorme espejo primario del telescopio, el cual es quizás el desafío más grande de todos».

Los 798 segmentos hexagonales que juntos componen el espejo primario del ELT serán producidos con el material cerámico de baja expansión Zerodur® de Schott.

El Zerodur® es un sofisticado material que prácticamente no sufre dilatación térmica, inclusive bajo enormes fluctuaciones de temperatura.





Esta ilustración muestra el inmenso espejo primario segmentado del ELT (Extremely Large Telescope, telescopio extremadamente grande) de ESO. El 30 de mayo de 2017, en una ceremonia que tuvo lugar en la sede central de ESO, cerca de Múnich, se firmaron los contratos para la fabricación de los segmentos del espejo primario. La compañía alemana Schott fabricará los bloques de los segmentos del espejo y la compañía francesa Safran Reosc pulirá, montará y probará los segmentos. El contrato para pulir los bloques del espejo es el segundo más importante en la construcción del ELT y el tercero más importante que ESO ha adjudicado hasta ahora. [ESO/L. Calçada/M. Kornmesser]

El material es químicamente muy resistente y puede pulirse con un alto nivel de acabado. La capa reflectante, de aluminio o plata, se vaporiza sobre la superficie extremadamente lisa poco antes de que el telescopio se ponga en funcionamiento. Muchos telescopios conocidos con espejos de Zerodur® han estado operando correctamente durante décadas, incluyendo el Very Large Telescope de ESO en Chile.

Previamente, a Schott también se le adjudicaron los contratos para la producción de los los gigantescos espejos secundario y terciario, y el material Zerodur® también se está usando para el espejo cuaternario deformable del ELT que está actualmente en construcción.

Una vez que los bloques del espejo estén listos, serán facilitados a Sa-

fran Reosc, para el diseño del sistema de montaje, delineado y pulido de los segmentos, integración de estos en sus sistemas de apoyo, y ejecución de pruebas ópticas antes de su entrega. Durante el proceso de pulido, cada segmento será pulido hasta que la irregularidad de su superficie no sea mayor a 10 nanómetros – ¡no más grande que una chinita si cada segmento fuera tan grande como Francia!

Para cumplir el desafío de proporcionar tan elevado número de segmentos pulidos dentro de siete años, Safran Reosc lo hará a una tasa de producción máxima de un espejo por día. Safran Reosc establecerá una nueva instalación especializada en su planta de Poitiers, dedicada a la producción de equipos ópticos y optrónicos (óptico-electrónicos) de

alta tecnología. Hasta 931 segmentos se producirán y pulirán finalmente, incluyendo un set de mantenimiento de 133 segmentos, que permitirá que se remuevan, reemplacen y limpien los segmentos de forma rotatoria, una vez que el ELT esté funcionando. El nuevo contrato con Safran Reosc es el segundo contrato más importante para la construcción del ELT, y el tercer contrato más importante que ESO ha firmado hasta ahora. Safran Reosc también diseñará, pulirá y probará el espejo secundario y terciario del ELT, y actualmente está fabricando espejos delgados deformables de 2-mm de ancho, que compondrán el espejo cuaternario de ELT. Tanto Schott como Safran Reosc tienen una relación larga y exitosa con ESO. Juntos fabricaron muchos componentes ópticos, incluyendo los espejos primarios de 8,2 metros de las cuatro Unidades de Telescopio del Very Large Telescope de ESO. El ELT está actualmente en construcción en el Cerro Armazones, cerca del Observatorio Paranal de ESO en el norte de Chile, y está programado que vea su primera luz el año 2024. ■



di informazione scientifica e tecnica • maggio-giugno 2015

Ganimede
ocean
grand

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • February 2015 • € 0,00

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • March-April 2015

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • November-December

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • July-August 2015

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • September-October 2015 • € 0,00

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • September-October 2016 • € 0,00

Nane rosse e v...
rovescio della

SpaceShipTwo, u...
colpo all'astrona...
privata

LA RIVISTA MULTIMEDIALE GRATUITA DI ASTRONOMIA CHE TI AGGIORNA SUGLI ULTIMI AVVENIMENTI EXTRATERRESTRI
ASTROFILO
bimestrale di informazione scientifica e tecnica • settembre-ottobre 2015 • € 0,00

LA RIVISTA MULTIMEDIALE GRATUITA DI ASTRONOMIA CHE TI AGGIORNA SUGLI ULTIMI AVVENIMENTI EXTRATERRESTRI
ASTROFILO
bimestrale di informazione scientifica e tecnica • settembre-ottobre 2016 • € 0,00

LA RIVISTA MULTIMEDIALE GRATUITA DI ASTRONOMIA CHE TI AGGIORNA SUGLI ULTIMI AVVENIMENTI EXTRATERRESTRI
ASTROFILO
bimestrale di informazione scientifica e tecnica • settembre-ottobre 2016 • € 0,00

LA RIVISTA MULTIMEDIALE GRATUITA DI ASTRONOMIA CHE TI AGGIORNA SUGLI ULTIMI AVVENIMENTI EXTRATERRESTRI
ASTROFILO
bimestrale di informazione scientifica e tecnica • settembre-ottobre 2016 • € 0,00

LA RIVISTA MULTIMEDIALE GRATUITA DI ASTRONOMIA CHE TI AGGIORNA SUGLI ULTIMI AVVENIMENTI EXTRATERRESTRI
ASTROFILO
bimestrale di informazione scientifica e tecnica • settembre-ottobre 2016 • € 0,00

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • February 2015 • € 0,00

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • March-April 2015

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • November-December

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • July-August 2015

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • September-October 2015 • € 0,00

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • September-October 2016 • € 0,00

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • September-October 2016 • € 0,00

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • February 2015 • € 0,00

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • March-April 2015

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • November-December

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • July-August 2015

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • September-October 2015 • € 0,00

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • September-October 2016 • € 0,00

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • September-October 2016 • € 0,00

revista bimestral de informação científica e técnica
NOTÍCIA DO ESPAÇO

LE MAGAZINE MULTIMÉDIA GRATUIT QUI VOUS TIENT AU COURANT DE L'ACTUALITÉ SPATIALE
MACROCOSMOS
bimestriel d'information scientifique et technique • mars-avril 2016

LES ONDES GRAVITATIONNELLES ENFIN RÉVÉLÉES
Planète Neuf
probabl

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • July-August 2015

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • September-October 2015 • € 0,00

THE FREE MULTIMEDIA MAGAZINE THAT KEEPS YOU UPDATED ON WHAT IS HAPPENING IN THE UNIVERSE
ASTRONOMY
Bi-monthly magazine of scientific and technical information • September-October 2016 • € 0,00

surprenante
PLUTONIE

Even today
there is life

A REVISTA MULTIMÉDIA LIVRE QUE MANTÉM-TE A PAR DO QUE ESTÁ A ACONTECER NO ESPAÇO
NOTÍCIA DO ESPAÇO
revista bimestral de informação científica e técnica
Maio-Junho 2016

Mundos cada vez
mais inabitáveis

LA RIVISTA GRATUITA DE ASTRONOMIA QUE TE MANTIENE ACTUALIZADO SOBRE TODO LO QUE SUCEDE EN EL ESPACIO
UNIVERSO
Revista bimestral de información científica y técnica • Número de enero-febrero 2015

234 señales extrañas desde la Galaxia

NortheK

Instruments - Composites - Optics

DALL KIRKHAM 350 MM

F/20 23% DE OBSTRUCCIÓN

ÓPTICA DE PRECISIÓN SUPREMAX 33 DE SCHOTT

ESTRUCTURA DE CARBONO - CELDA DE 18 PUNTOS FLOTANTES

ENFOCADOR MOTORIZADO FEATHER TOUCH DE 2.5"

SISTEMA DE VENTILACIÓN Y SUCCIÓN DE
LA CAPA TÉRMICA ADYACENTE

PESO 34 KG.

TAMBIÉN DISPONIBLE EN LAS VERSIONES

NEWTON F/4.1 CON CORRECTOR DE 3",

RITCHEY CHRÉTIEN CON

CORRECTOR/REDUCTOR A F/9,

CASSEGRAIN CLÁSICO A F/15

