

INFORMACIÓN y ACTUALIDAD ASTRONÓMICA

<http://www.iaa.csic.es/revista.html>

JUNIO 2006, NÚMERO: 19

MÁS ALLÁ DE NEPTUNO

OBJETOS TRANSNEPTUNIANOS
NOVAS RECURRENTE

STARDUST REGRESA A LA TIERRA
SUPERVIENTOS ESTELARES



INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
IIA-CSIC

<http://www.iaa.csic.es>



SUMARIO

REPORTAJES

Objetos transneptunianos. Revolución en el Sistema Solar.....3

Novas recurrentes.....6

Stardust regresa a la Tierra.....8

CIENCIA: PILARES E INCERTIDUMBRES.....9

DECONSTRUCCIÓN Y ENSAYOS
Supervientos estelares.....10

ACTUALIDAD.....12

ENTRE BASTIDORES.....16

HISTORIAS DE ASTRONOMÍA
La lucha por la Vía Láctea.....17

ACTIVIDADES IAA.....18



PARA NO OLVIDAR...

25 ANIVERSARIO DEL OBSERVATORIO DE SIERRA NEVADA

El IAA ha organizado varias actividades con motivo del aniversario del OSN, entre las que se encuentran las visitas guiadas, charlas y un concurso de dibujo. *Más información en la página 18.*

El siguiente número de esta revista incluirá un cuadernillo especial sobre el Observatorio de Sierra Nevada.

UN NÚMERO LLENO DE NOVEDADES

Con este número de la revista IAA estrenamos un nuevo equipo editorial. En su nombre quiero agradecer a todas aquellas personas, una larga lista, que han contribuido a la realización de la revista durante sus ya casi seis años de andadura.

Por supuesto, más aún a los lectores de IAA, entusiastas del saber científico, que son al fin y al cabo los que nos motivan a seguir divulgando la ciencia que hacemos y estudiamos.

Aprovechando el comienzo de una nueva etapa, hemos rediseñado ligeramente la revista añadiendo nuevas secciones a las ya tradicionales de Reportajes, Noticias, Actividades y Agenda. Las cuatro nuevas secciones que nos van a acompañar en adelante llevan por título: "Ciencia: pilares e incertidumbres", "Deconstruyendo y otros ensayos", "Historias de Astronomía" y "Entre bastidores". En "Ciencia: pilares e incertidumbres" contrastaremos preguntas todavía abiertas en astrofísica con pilares básicos del conocimiento científico de nuestros días. "Deconstruyendo y otros ensayos" será nuestro laborato-

rio de prensa: textos avanzados serán despedazados ante nuestros lectores. La serie "Historias de Astronomía", que comenzó en el número anterior, nos deleitará con el lado humano del desarrollo de la Astronomía. Por último, en "Entre bastidores" ejercitaremos la autocrítica -sí, la necesitamos, y mucho- como único medio de mantener la salud científica.

Esperamos que os gusten. Además hemos abierto un "Buzón del lector" (por e-mail revista@iaa.es o por correo normal indicando "Buzón del lector" en vuestras cartas) para que podáis mandarnos todos vuestros comentarios.

Solo queda decir que todos aquellos aficionados a la Astrofísica y a las ondas pueden escuchar las últimas noticias y mucho más, a la vez que pasan un buen rato, en el programa "A través del Universo" de Radio Contadero, los martes a las 18:00 en el 100.9 de la FM para vecinos de Granada, o a través de Internet en www.radiocontadero.com. (Todos los programas pueden ser descargados en formato mp3 desde la página <http://www.iaa.es/radioiaa>).

Carlos Barceló

Director: Carlos Barceló. **Jefa de ediciones:** Silbia López de Lacalle. **Comité editorial:** Antxon Alberdi, Emilio J. García, Rafael Garrido, Javier Gorosabel, Rafael Morales, Olga Muñoz, Miguel Ángel Pérez-Torres, Julio Rodríguez, Pablo Santos y Montserrat Villar. **Edición, diseño y maquetación:** Silbia López de Lacalle. **Imprime:** ELOPRINT S.L.

Esta revista se publica con la ayuda de la Acción Especial DIF 2003-10261-E del Programa Nacional de Difusión de la Ciencia y la Tecnología.

Se permite la reproducción de cualquier texto o imagen contenidos en este ejemplar citando como fuente "IAA: Información y Actualidad Astronómica" y al autor o autores.

Revolución en el Sistema Solar

PLUTÓN Y SU SATÉLITE CARONTE NO ESTÁN SOLOS. Hay muchos más mundos flotando en esa región helada más allá de Neptuno, a más de treinta veces la distancia de la Tierra al Sol, donde nuestro astro rey aparece como la estrella algo más brillante del cielo y apenas caliente. Con el descubrimiento, por los astrónomos David Jewitt y Jane Luu, del objeto 1992QB1 en 1992, comenzaba una verdadera revolución en nuestro conocimiento del Sistema Solar y se explicaba, por fin, el misterio de Plutón: un planeta extraño y pequeño que parecía estar donde no debía; un mundo de roca y hielo en el reino de los grandes planetas gaseosos. Este nuevo tipo de cuerpo del Sistema Solar se bautizó con el nombre de objeto transneptuniano, y no es más que el primero de una larga lista de compañeros de Plutón.

Los primeros en lanzar la idea de la posible

existencia de un cinturón de objetos más allá de Neptuno fueron Frederick C. Leonard y Kenneth Edgeworth, en los años 1930 y 1943, respectivamente, pero más a modo de conjetura que como algo real. Gerard Kuiper sugirió, en 1950, la existencia de un cinturón de pequeños cuerpos situados más allá de Plutón, basándose en la creencia de que la nebulosa solar no podía terminar abruptamente en Plutón. La idea fue ignorada por la ciencia hasta treinta años más tarde, cuando el científico uruguayo Julio Fernández la rescató del olvido publicando un artículo que aportaba los razonamientos físicos que demostraban la existencia de un cinturón de cuerpos más allá de Neptuno. Fernández propuso que los cometas de corto periodo (aquellos que giran alrededor del Sol en menos de doscientos años) procedían de un cinturón de cuerpos situado más allá de Neptuno, y no

DESDE EL DESCUBRIMIENTO, EN 1992, DEL PRIMER OBJETO TRANSNEPTUNIANO –APARTE DE PLUTÓN–, EL SISTEMA SOLAR NO HA DEJADO DE DARNOS SORPRESAS, ¿CÓMO VEN LOS ASTRÓNOMOS EL SISTEMA SOLAR A RAÍZ DE ESTE Y OTROS HALLAZGOS?

Por Pablo Santos (IAA-CSIC).

de una nube esférica de objetos ubicados a gran distancia del Sol y conocida como nube de Oort. Razonamientos físicos posteriores apoyaban con fuerza la hipótesis planteada por Fernández. Hubo que esperar doce años más para que se detectara el primero de los cuerpos (aparte de Plutón y su satélite Caronte) de este cinturón de objetos transneptunianos, también conocido como cinturón de Kuiper.

Arqueología del Sistema Solar

¿Por qué son tan importantes para los astrónomos estos cuerpos helados situados más allá de Neptuno? Precisamente porque



Concepción artística de Sedna, uno de los objetos transneptunianos mayores encontrados. Fuente: NASA.

están y han estado siempre "helados". A las enormes distancias del Sol a las que se hallan, la temperatura difícilmente supera los 220° grados bajo cero. Esa gran distancia les protege también de la propia radiación solar, que puede alterar las propiedades físico-químicas de sus superficies. Por estas dos razones son los objetos menos alterados y menos evolucionados que podemos encontrar en el Sistema Solar. De alguna manera son vestigios del lejano pasado en el que este se gestó, ya que se trata de los restos sobrantes de la formación de los planetas; algo así como los "escombros" o "desechos" de una obra. Pero lo más importante, como ya se ha dicho, es que estos escombros apenas han sido alterados por la radiación solar, y han permanecido conservados durante miles de millones de años en uno de los mejores congeladores que puedan existir: el espacio más allá de Neptuno. Los astrónomos suelen llamar también a estos cuerpos planetésimos, o planetesimales (que significa algo así como "pequeños planetas"), pues se cree que son los ladrillos que dieron lugar a la formación de los planetas al irse uniendo, por choques sucesivos, para dar lugar a objetos cada vez más grandes. Este proceso de unión de planetesimales para formar cuerpos más grandes hasta dar lugar a los planetas se conoce con el nombre de acrecimiento.

El estudio de estos cuerpos, por tanto, nos da información sobre cuál fue el material primitivo con el que se formó nuestro Sistema Solar hace 4.500 millones de años. Estudiándolos estamos excavando en el pasado remoto de la formación de los planetas; estamos haciendo, de algún modo, arqueología del Sistema Solar.

¿Un planeta más o un planeta menos?

Plutón, más por razones históricas que por su tamaño, ha sido considerado siempre el noveno y último planeta del Sistema Solar; pero hoy sabemos que es solo uno más de ese cinturón de cuerpos situados más allá de Neptuno, el llamado cinturón de objetos Transneptunianos. Actualmente se han detectado 931 objetos Transneptunianos, algunos de ellos casi tan grandes como Plutón, como 2003EL61, 2005FY9, o Sedna, y uno, al menos, mayor que Plutón; 2003UB313 (descubierto en julio de 2005). La controversia tras este descubrimiento está servida: ¿degradamos a Plutón de la categoría de planeta, o elevamos a 2003UB313 a la categoría de planeta? El debate se complica aún más si pensamos que muchos científicos opinan que puede haber más cuerpos más allá de Neptuno aún

Concepción artística del Cinturón de objetos transneptunianos. Fuente: NASA.



■ DIME CÓMO ORBITAS Y TE DIRÉ QUÉ ERES

No todos los objetos descubiertos más allá de Neptuno tienen órbitas similares a las de Plutón, y según sus órbitas alrededor del Sol podemos clasificarlos en cuatro tipos de objetos:

OBJETOS CLÁSICOS O DEL CINTURÓN PRINCIPAL

A ellos pertenece el primero de los objetos descubiertos, 1992QB1, por lo que a veces se llaman también "cubewanos" (de la pronunciación inglesa de QB1). Tienen órbitas circulares situadas a distancias entre las 40 y 50 Unidades Astronómicas (la Unidad Astronómica -UA- es la unidad típica para medir distancias en el Sistema Solar, y es la distancia media que separa a la Tierra del Sol, unos 150 millones de kilómetros).

OBJETOS RESONANTES

Sus órbitas están ligadas al movimiento de Neptuno; están de alguna forma "forzados" por la órbita de Neptuno a girar de

determinadas maneras. Algunos de los objetos resonantes presentan órbitas similares a la de Plutón: efectúan dos giros completos alrededor del Sol en el tiempo en que Neptuno efectúa tres (esto se conoce como resonancia 2:3). A los objetos atrapados en la resonancia 2:3 se los conoce como "Plutinos", es decir, pequeños Plutones.

OBJETOS DEL DISCO DISPERSADO

Son tan numerosos como la suma de las dos familias anteriores. Se cree que fueron expulsados del cinturón principal tras tener un encuentro cercano con el planeta Neptuno que perturbó sus órbitas. Por ello sus órbitas suelen ser muy elípticas (excéntricas) e inclinadas con respecto al plano de los planetas. La órbita de alguno de estos cuerpos puede verse perturbada aún más y terminar girando entre Júpiter y Neptuno (estos objetos reciben el nombre de

Centauros). Los Centauros no son estrictamente objetos transneptunianos, ya que no están más allá de Neptuno, pero sí se cree que están muy relacionados con ellos y que tienen un origen común. Estos Centauros pueden evolucionar para dar lugar a cometas de corto período.

OBJETOS DEL DISCO DISPERSADO EXTENDIDO

Se han descubierto dos objetos que no pertenecen a ninguna de las clasificaciones anteriores, con órbitas mucho más alejadas de la órbita de Neptuno: 2000CR105 y el objeto conocido como Sedna, que se encuentran a distancias enormes del Sol (Sedna fue descubierto cuando se hallaba a ¡90 UA del Sol!). Algunos científicos han sugerido también que dichos cuerpos podrían pertenecer a la llamada nube interna de Oort.

no descubiertos con tamaños quizá comparables al del planeta Marte ¿Qué hacemos entonces?, ¿consideramos planetas a todos los cuerpos del Sistema Solar mayores que Plutón que orbiten alrededor del Sol?, ¿cambiamos los libros de texto cada vez que se descubra un nuevo cuerpo mayor

que Plutón?, ¿y dónde ponemos el límite: diez planetas, once, doce, veinte...? La palabra definitiva en esta controversia la tiene la IAU (Unión Astronómica Internacional, del inglés *International Astronomical Union*), organismo que decide sobre asuntos astronómicos a nivel inter-

nacional, y que ya ha nombrado una comisión especial que está trabajando en el tema desde el año 2005.

Pequeños, fríos y lejanos...¡pero con lunas!

A finales de 2005 se descubrieron dos nuevos satélites de Plutón, con lo que a día de hoy sabemos que este cuerpo es un sistema cuádruple: Plutón, Caronte, y los llamados provisionalmente P1 y P2. En muchos de los objetos transneptunianos descubiertos, sobre todo en los más grandes, se están detectando también satélites.

LA GUARDERÍA DEL SISTEMA SOLAR

Hay un conjunto muy nutrido de cuerpos que orbitan alrededor del Sol, y que son conocidos con el nombre de "cuerpos menores" o "planetas menores".

Diariamente se descubren nuevos planetas menores, por lo que su número aumenta considerablemente mes a mes. Estos cuerpos son, con diferencia, los más numerosos del Sistema Solar. Sin entrar en mucho detalle podemos clasificar a los pequeñines del Sistema Solar en:



ASTEROIDES. Su nombre significa literalmente "parecidos a estrellas" por el aspecto que presentan. El primero de ellos, bautizado como Ceres, fue descubierto por el astrónomo siciliano Giuseppe Piazzi el 1 de enero de 1801 mientras trabajaba en un catálogo de estrellas. La mayor parte de ellos giran en órbitas comprendidas entre Marte y Júpiter, entre 2 y 3.5 UA, en el llamado cinturón principal de asteroides. Hay otros fuera del cinturón principal denominados asteroides cercanos a la Tierra (como las familias Amor, Apolo, Atón, etc.), que a veces pueden incluso llegar a cortar la órbita de la Tierra. Otra gran familia de asteroides son los llamados Troyanos; los más numerosos se encuentran en la órbita de Júpiter, aunque también los hay asociados a Marte y Neptuno. Conocemos del orden de 300.000, aunque se descubren unos 5.000 nuevos cada mes.

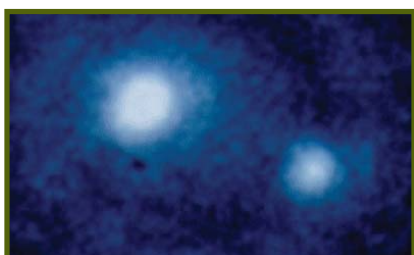
El primer objeto transneptuniano, aparte de Plutón, en el que se ha hallado más de un satélite es 2003EL61 (detectado en julio de 2005). Si tenemos en cuenta que Plutón es sólo uno más entre todos los objetos transneptunianos, es posible que muchos de estos objetos tengan aun muchas lunas heladas y oscuras por descubrir. ¿Fueron capturadas o se originaron tras un impacto? Muchas de ellas parece que han sido originadas tras violentos choques, lo que también nos aporta importante información sobre el origen y evolución de nuestro sistema planetario.



COMETAS. Objetos con órbitas muy excéntricas que los llevan muy cerca del Sol. En las proximidades del Sol los hielos que los componen subliman (pasan directamente de sólido a gas) arrastrando gas y partículas de polvo. Este gas y polvo es impulsado hacia atrás por el viento solar y la presión, lo que les da el típico aspecto con una o varias colas. Podemos distinguir cometas de corto período (menor de 200 años) y de largo período (mayor de 200 años).

CENTAUROS. Objetos helados que giran en torno al Sol entre Júpiter y Neptuno. Se cree que se originan a partir de una familia especial de objetos transneptunianos, y parecen estar muy relacionados con los cometas de corto período. Se conocen unos 150.

OBJETOS TRANSNEPTUNIANOS. Los situados más allá de Neptuno, incluido Plutón; cuerpos fríos y oscuros que encierran los secretos de la formación del Sistema Solar. Se cree que son los que originan los Centauros, y quizá los cometas de corto período. Se conocen unos 1000.



ANATOMÍA DE UN OBJETO TRANSNEPTUNIANO

¿Qué sabemos realmente de los objetos situados a más de 30 UA del sol? Sabemos que son muy fríos (unos -220°C) y que se mueven muy lentamente debido a la enorme distancia que los separa del Sol. El agua helada parece ser su principal componente, aunque debido al poco brillo de estos objetos sólo se ha detectado en los más brillantes. Algunos de ellos, sobre todo los más grandes, parecen tener también metano, detectado hasta ahora en Plutón, y en alguno de los recientemente descubiertos. Son objetos extremadamente oscuros, que reflejan una fracción muy pequeña de la luz que reciben del Sol. Se cree que sus superficies pueden estar oscurecidas debido a la acción de los rayos cósmicos sobre ciertos compuestos de carbono que forman parte de la composición de estos cuerpos. Gracias a que algunos de ellos poseen satélites se puede estimar su masa y densidad, esta última compatible con una composición de roca y hielo de agua. Parecen ser objetos muy frágiles, cuya estructura puede deformarse fácilmente debido a la propia rotación. Esto parece ser lo que ocurre con uno de los más grandes descubiertos, 2003EL61, que con unos 2.000 kilómetros de diámetro parece rotar alrededor de su eje en sólo cuatro horas lo que, debido a su baja densidad y fragilidad, hace que se deforme y adopte una forma parecida a la de un puro. Desgraciadamente, debido al bajo brillo de la mayoría los objetos transneptunianos, necesitamos utilizar telescopios muy grandes, o fuera de la atmósfera (como el telescopio infrarrojo Spitzer, o el Hubble) para poder desvelar los misterios que aún encierran. El siguiente paso será acercarnos a estos oscuros objetos para arrojar algo más de luz sobre su oscuridad...

ESCUDRIÑANDO EL CONGELADOR CÓSMICO

En enero de 2005 fue lanzada una nave espacial con destino al cinturón situado más allá de Neptuno. La nave, llamada Nuevos Horizontes (*New Horizons*, en inglés) llegará, si todo va bien, en el año 2015 a los confines del Sistema Solar para estudiar de cerca Plutón y algún otro objeto transneptuniano. Nos abrirá una puerta al congelador cósmico, donde seguro se guardan muchos misterios y secretos que han estado conservados en los confines del Sistema Solar durante 4500 millones de años; por tanto, no sólo es un viaje en el espacio, sino un viaje en el tiempo al pasado remoto. Quizás entonces podamos responder con mayor exactitud a la pregunta de cómo se formaron los planetas de nuestro Sistema Solar, y cuál era la composición de ese material primigenio que dio origen a todo lo que conocemos.

Explosiones controladas

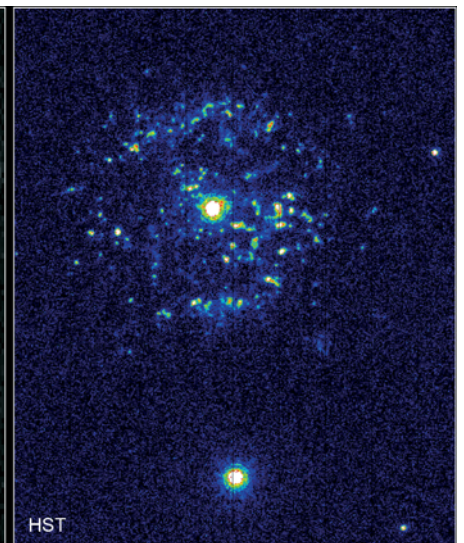
EN UN UNIVERSO DONDE PARECE QUE SE COMPITE POR GENERAR FENÓMENOS VIOLENTOS Y ENERGÉTICOS, LAS NOVAS, PROGENITORAS ETIMOLÓGICAS DE LAS SUPERNOVAS E HIPERNOVAS, HAN RECIBIDO MÁS BIEN ESCASA ATENCIÓN.

Aunque las novas constituyen un fenómeno explosivo muy poderoso, equivalente a la detonación de billones de toneladas de dinamita y que produce una variación en el brillo de la estrella de entre cien y varios millones de veces en apenas unos meses, sus parientes "super" e "hiper" resultan una difícil competencia.

Novas, a secas

El nombre "nova" procede de una publicación del astrónomo danés Tycho Brahe, que descubrió la supernova SN 1572 y tituló su libro "De stella nova" -en latín, "Sobre la estrella nueva"- . Aunque se trataba de una supernova y no de una nova, los términos fueron intercambiables durante muchos años y hasta los años treinta del siglo pasado no se establecieron las diferencias entre ambos fenómenos. Estas diferencias, aunque ignoradas durante siglos, resultan esenciales: supernova es el nombre que recibe la última fase en la evolución de las estrellas muy masivas (diez veces mayores que el Sol) cuando, una vez agotado su combustible, se derrumban sobre sí mismas y producen una explosión que compite en luminosidad con la galaxia que las alberga. Existe, no obstante, otro tipo de supernovas que se crea a partir de la explosión de una enana blanca en un sistema binario. Estas últimas sí que muestran similitud con las novas, que también se producen en un sistema binario en el que una de las componentes es una enana blanca. Las enanas blancas son los restos de una estrella como el Sol que, incapaz de generar energía, ha expulsado su atmósfera y conserva un núcleo muy compacto; en condiciones normales se enfriará y perderá de vista, pero si tiene una compañera cercana puede atraer el gas de su atmósfera, que se va acumulando en un disco. Cuando el material robado alcanza determinado volumen (más o menos 1/100.000 de la masa de nuestro Sol), la presión en la base se eleva tanto que se desata una explosión nuclear que expulsa las capas

LAS NOVAS SON FENÓMENOS EXPLOSIVOS QUE SUCEDEN EN SISTEMAS ESTELARES DOBLES, Y QUE PUEDEN SER RECURRENTES SIN QUE LA ESTRELLA SE DESTRUYA
Por Silbia López de Lacalle (IAA-CSIC).



La nova recurrente T Pyxidis, observada con telescopios terrestres y con el Telescopio Espacial Hubble, cuyos restos aparecen como burbujas de gas. Fuente: HST.

externas y produce un aumento de brillo tal que algunas hasta pueden verse a simple vista. Tras unos pocos días, el brillo va descendiendo y tras unos meses vuelve a su nivel antes de la explosión. Entonces, la enana blanca, otra vez hambrienta, retoma su dieta anterior (siempre que su compañera pueda proveerle materia) y comienza a formar un nuevo disco.

Novas recurrentes

Se cree que, visto el proceso, todas las novas experimentarán a lo largo de su vida varias explosiones, quizá con intervalos de varios miles de años. Sin embargo, existe un reducido grupo (tan reducido que sus integrantes pueden contarse con los dedos de las manos), las denominadas novas recurrentes, que sufren explosiones mucho más a menudo. El pasado febrero, astrónomos aficionados informaron de que una estrella débil, RS Ophiuchi (RS Oph, para abreviar), se había vuelto, de repente, visible en el cielo sin la ayuda de telescopios. RS Oph es una vieja conocida que, a lo largo de poco más de un siglo de observaciones, ha experimentado varias explosiones con una frecuencia bastan-

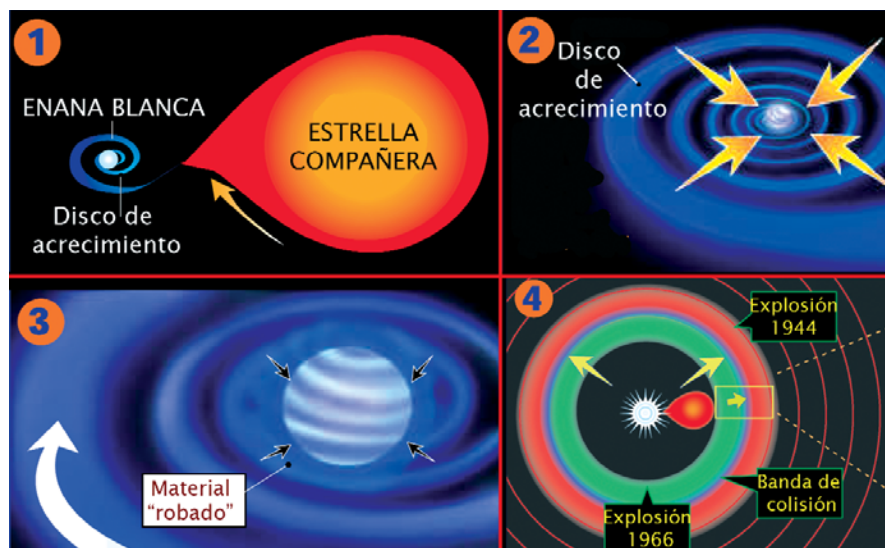
te irregular: 1898, 1933, 1958, 1967, 1985 y 2006. Se trata de un sistema estelar binario formado por una enana blanca y una gigante roja que giran muy próximas una alrededor de la otra. Tiene, además, otra particularidad: la gigante roja está perdiendo gran cantidad de materia en forma de un viento estelar que envuelve todo el sistema; como resultado, la explosión de la enana blanca se pro-

T Pyxidis, con una frecuencia de estallidos bastante regular (más o menos cada veinte años), ha desmentido lo que las novas parecían tener en común: la expulsión de materia en forma de "cascajón"

duce dentro de esta atmósfera "extendida" de la gigante roja, y el gas expulsado choca contra ella a gran velocidad (se han calculado temperaturas de unos cien millones de grados -diez veces mayores que las del núcleo del Sol- para un fenómeno semejante).

Otra curiosa integrante del exclusivo grupo de novas, T Pyxidis, tuvo su último momento de gloria en 1997. Con una frecuencia de estallidos bastante regular (más o menos cada veinte años), ha desmentido lo que las novas parecían tener en común: la expulsión de materia en forma de "cascarón". Aunque los telescopios terrestres mostraban una burbuja de gas alrededor de la estrella como producto de su última explosión, el Telescopio Espacial Hubble la examinó más detenidamente y vio que en realidad se trataba de un conjunto de más de dos mil burbujas gaseosas, algunas del tamaño de nuestro Sistema Solar, que podrían deberse a las colisiones entre el material recién expulsado (que se mueve muy rápido) y los restos fósiles (más lentos) de explosiones anteriores. Además, T Pyxidis mostraba un par de chorros de material que emanaban de las regiones centrales del disco alrededor de la enana blanca, algo tan inesperado como inusual.

Los datos de que se disponen de las pocas novas recurrentes conocidas apenas permiten generalizaciones, pero parece que sobresalen ciertas características: la enana blanca debe



Este esquema muestra un posible escenario que explica por qué los restos T Pyxidis se distribuyen de modo irregular.

estar cerca del límite máximo de masa para estos objetos (situado en 1,4 masas solares) y tiene que ser capaz de robar materia a su compañera a buen ritmo. Así, aunque los estallidos no puedan competir en violencia

con los de las supernovas o hipernovas, las novas guardan cierta ventaja: al contrario de sus parientes, no se destruyen con la explosión, lo que les permite volver a sorprendernos cada cierto tiempo.



MISIÓN STARDUST

Stardust regresa a la Tierra

EL 2 DE ENERO DE 2004 LA MISIÓN STARDUST PASÓ A SOLO UNOS 240 KILÓMETROS DEL COMETA WILD 2.

En su paseo por las cercanías del cometa, la cápsula de la misión recogió distintas muestras de polvo y las trajo a la Tierra para su posterior estudio. El hecho de regresar con muestras cometarias convierte esta misión en una de las más ambiciosas de la era espacial al tratarse de la primera vez que se trae material extraterrestre de más allá de la órbita lunar. La cápsula con las muestras de polvo regresó a la Tierra el pasado 15 de enero aterrizando mediante un paracaídas en el desierto de Utah. Desde el punto de vista tecnológico la misión ha sido un éxito rotundo, pero la parte más excitante no ha hecho más que empezar. Resultados preliminares de las muestras de polvo han venido a confirmar algo que ya sabíamos desde 1989, la existencia de olivino cristalino en los cometas. En efecto, en 1989, los espectros del cometa Halley revelaron la existencia de olivino cristalino rico en magnesio en dicho cometa. Posteriores observaciones han

MUESTRAS DE POLVO COMETARIO OBTENIDAS POR LA MISIÓN STARDUST HAN CONFIRMADO LA PRESENCIA DE OLIVINO CRISTALINO EN LOS COMETAS. ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE ESTE RESULTADO? Por Olga Muñoz (IAA-CSIC).



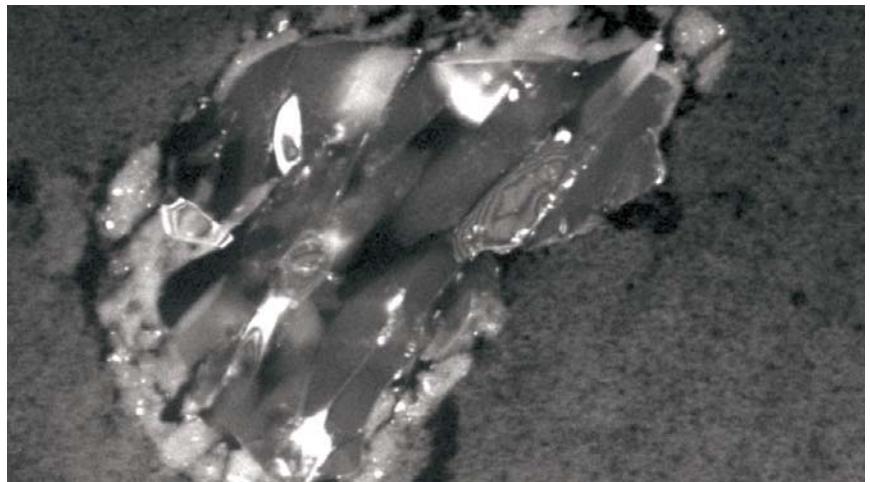
demostrado también su existencia en otros cometas. El olivino es uno de los minerales más abundantes en el Universo y tenemos muchas posibilidades de verlo si pasamos por ejemplo, por las cercanías de un volcán. Entonces, ¿qué hace que este "descubrimiento" sea tan apasionante?

Empecemos viendo qué quiere decir que un mineral sea cristalino o amorfo: supongamos que tenemos un mineral de una composición determinada. En algunos casos, los átomos constituyentes del mineral se distribuyen con una estructura muy ordenada formando lo que se conoce como estructura cristalina. En otras ocasiones, el mineral, aunque tenga la misma composición, distribuye los átomos que lo forman de una forma caótica. En el primer caso hablaremos de minerales cristalinos y el segundo de minerales amorfos. El que tengamos uno u otro material dependerá de las condiciones de presión y temperatura a las que el mineral se ha formado. El caso más conocido es el del diamante (estructura cristalina) y el carbón (estructura amorfa). Ambos minerales tienen exactamente la misma composición, pero más de uno/a preferiríamos que nos regalasen un diamantito en lugar de un precioso trozo de carbón.

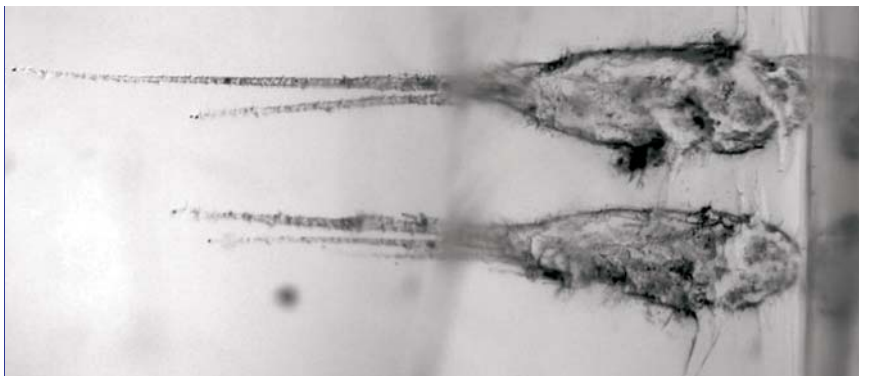
Formación de cristales

Veamos ahora cómo se piensa que se forma el polvo que vemos en el Universo. El ciclo de la vida del polvo cósmico empieza cuando una estrella de tamaño mediano (hasta unas ocho veces la masa del Sol) se acerca al final de su existencia. En este punto empieza a expandirse produciendo, en algunas ocasiones, un flujo de materia saliente de la estrella. Este gas en expansión se enfriará y parte de él se condensará en pequeños granos de polvo. La principal composición de estas "semillas" son los silicatos cuyo bloque principal es SiO_4 con distintas concentraciones de hierro y magnesio. Numerosas observaciones demuestran que este polvo tiene una estructura amorfa y solo un muy bajo porcentaje se encuentra en forma cristalina. El polvo formado de esta forma es expulsado hacia el medio interestelar. Con la muerte de esta estrella comienza el nacimiento de otra nueva. Las regiones de mayor densidad se contraerán hasta dar lugar a protoestrellas. En algunas ocasiones las densidades en el disco circunestelar serán lo suficientemente altas como para que los granos de polvo coagulen y formen partículas mayores e incluso planetas, cometas y/o asteroides.

Como dijimos al principio del artículo, se ha detectado la existencia de olivino crista-



Una de las partículas recogidas por Stardust. Mide unas dos micras y su principal componente es forsterita (Olivino rico en magnesio).



Marca de las partículas al penetrar en el Aerogel, una sustancia diseñada para capturarlas.

lino rico en magnesio ($\text{SiO}_4 \text{Mg}_2$) en diferentes cometas. El olivino cristalino debe haberse formado en el disco protoplanetario. Pero, ¿cuáles son los procesos físicos responsables de su formación? El calentamiento del material amorfo a temperaturas

Resultados preliminares de las muestras de polvo han venido a confirmar algo que ya sabíamos desde 1989, la existencia de olivino cristalino en los cometas

¿La existencia de olivino cristalino implica que los cometas se formaron en partes más cercanas al Sol de lo que se cree? o, por el contrario, ¿podemos asumir que la cristalización se produjo a bajas temperaturas?

superiores a unos 1000° Kelvin podría producir olivino cristalino a partir del material amorfo. Este hecho implicaría que los granos de polvo han estado cercanos a su estrella.

Sin embargo, siempre se ha creído que los cometas se formaron en las partes más frías y exteriores del disco que dio lugar a nuestro Sistema Solar. Esta podría ser la razón del contenido en hielo de los cometas. ¿La existencia de olivino cristalino implica que los cometas se formaron en partes más cercanas al Sol de lo que se cree? o, por el contrario, ¿podemos asumir que la cristalización se produjo a bajas temperaturas? Observaciones de polvo cristalino en discos rodeando estrellas gigantes rojas parecen apoyar esta última sugerencia. ¿O podría indicar la existencia de algún tipo de mecanismo que produjese mezcla radial de polvo en el disco llevando material de las partes internas a las externas del disco?, ¿deberemos revisar los modelos de formación de los cometas para explicar los resultados de la misión Stardust? La pregunta queda en el aire.

EXPLOSIONES DE RAYOS GAMMA

A PESAR DE LOS GRANDES HALLAZGOS REALIZADOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS EN EL CAMPO DE LAS EXPLOSIONES DE RAYOS GAMMA (GRBs, DEL INGLÉS "GAMMA-RAY BURSTS"), ESTE SIGUE SIENDO UN NICHO DE SORPRESAS.

Los GRBs son breves destellos de rayos gamma que ocurren a un ritmo aproximado de dos o tres al día. Desde los años 90 se conocen dos grandes familias de GRBs: los largos (duraciones mayores de dos segundos; LGRBs) y los cortos (duraciones menores de dos segundos; SGRBs). Según la corriente más extendida de pensamiento, los LGRBs se deben a la explosión de estrellas muy masivas (teoría de las hipernovas). Las observaciones detalladas realizadas hasta la fecha para decenas de LGRBs encajan razonablemente bien con las predicciones hechas en el marco esta teoría.

Los SGRBs son mucho más desconocidos, ya que hasta la fecha solo se han observado detalladamente

cuatro. Según la teoría más aceptada, los SGRBs se forman cuando dos objetos compactos que giran uno alrededor de otro chocan para acabar fusionándose. El acercamiento progresivo de los objetos orbitantes se atribuye a la emisión de ondas gravitatorias. Los constituyentes de dichos sistemas binarios podrían ser agujeros negros, estrellas de neutrones o bien una combinación de ambos.

Independientemente de los constituyentes, el periodo de acercamiento por emisión de ondas gravitatorias es relativamente largo: se necesitarían del orden del 10^{8-9} años para que el colapso finalmente se produzca. A este tiempo habría que añadirle el tiempo previo necesario para que los constituyentes del sistema orbital se creen y se ligen gravitatoriamente. Esto hace que desde el nacimiento de los constituyentes (dos estrellas masivas) hasta el SGRB puedan transcurrir 10^9 años. Esta escala de tiempo es una fracción no desprecia-

Incetidumbres

ble de la edad del Universo, por lo que, si el marco teórico de los SGRBs es correcto, estos deberían ser aproximadamente diez veces más viejos que los LGRBs y, por tanto, observarse a distancias diez veces más cercanas que los LGRBs. Un reciente estudio publicado en *Nature* (Tanvir et al. 2005, Nat 438, 991) encontró una correlación posicional entre una muestra de SGRBs y galaxias cercanas. Esto parecía apoyar definitivamente el esquema de los objetos compactos orbitantes.

Sin embargo, el debate no está ni mucho menos zanjado. Muy recientemente se han detectado dos SGRBs a distancias aparentemente similares que los LGRBs, contradiciendo las expectativas. ¿Cómo encajar estos inesperados resultados con los modelos teóricos?

JAVIER GOROSABEL (IAA)

RAYOS GAMMA

EN 1896, JACQUES BECQUEREL DESCUBRÍA QUE CIERTAS SUBSTANCIAS (QUE CON POSTERIORIDAD SE LLAMARÍAN RADIOACTIVAS) EMITÍAN ESPONTÁNEAMENTE UNA RADIACIÓN INVISIBLE A NUESTROS OJOS Y CAPAZ DE ATRAVESAR OBJETOS OPACOS A LA LUZ NATURAL.

En 1899, Ernest Rutherford demostró que esta radiación correspondía en realidad a la superposición de dos tipos de radiación de distinta naturaleza a los que denominó radiación α (alfa) y radiación β (beta). Muy pronto, en 1900, Paul Ulrich Villard anunciaba la existencia de una tercera componente en la misteriosa radiación: esta última, a diferencia de las anteriores, no modificaba su trayectoria cuando se la hacía pasar cerca de un imán.

Pronto, esta última radiación comenzaría a ser llamada con la tercera letra

del alfabeto griego, radiación γ (gamma). Durante casi catorce años no se estuvo seguro de la naturaleza de la radiación: ¿estaba compuesta de partículas o, por el contrario, tenía un carácter ondulatorio como las ondas en un estanque? Después de diversos esfuerzos experimentales de científicos como Charles Glover Barkla, Max von Laue, William Henry y William Lawrence Bragg, finalmente fueron Rutherford y Edward Andrade quienes demostraron, en 1914, que la radiación tenía un carácter ondulatorio equivalente al de la luz visible (esto mismo había sido probado para otra forma de radiación, los ahora archiconocidos rayos X, en 1912 por el grupo de Max von Laue).

Ahora sabemos que los rayos γ son agregados de ondas electromagnéticas, absolutamente iguales a las ondas de radio, las microondas, la luz visible o los rayos X, pero poseen las lon-

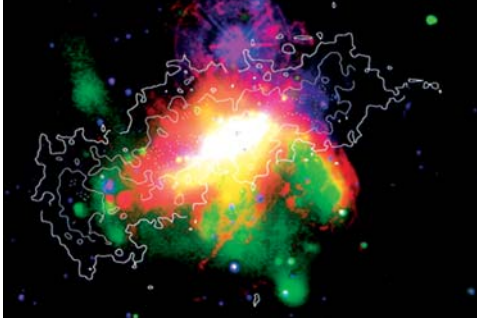
Pilares científicos

gitudes de onda más cortas (o lo que es lo mismo, las mayores energías): la longitud de onda en la luz visible es del orden del tamaño de una minúscula mota de polvo (10^{-7} metros); las de los rayos X están en torno al tamaño de un átomo (10^{-10} metros); se consideran rayos γ cuando sus longitudes no sobrepasan los 10^{-11} metros. Dada sus longitudes características, los rayos γ aparecen típicamente como producto de reestructuraciones energéticas de los núcleos atómicos o como aniquilación de materia con anti-materia. Sus aplicaciones en nuestra sociedad van desde la esterilización de material quirúrgico hasta la fotografía clínica por seguimiento de isótopos. Además, se están convirtiendo en una de las herramientas más poderosas para observar los confines del Universo.

CARLOS BARCELÓ (IAA)

LA RETROALIMENTACIÓN ESTELARES SOBRE EL

[1] Las regiones gigantes de formación estelar son la cuna de los supercúmulos estelares, con cientos de miles o millones de estrellas; estas regiones de gas y estrellas pueden llegar a tener tamaños de hasta algunos miles de años luz. Por contraste, una región típica de formación estelar en nuestra galaxia, como la nebulosa de Orión, tiene unos 30 años luz de diámetro. El ritmo de formación estelar, que se mide en masas solares por año (la masa del Sol es de unos 2×10^{30} kg), nos indica cuán rápidamente el gas se está transformando en estrellas; la Vía Láctea, con sus 10^{11} masas solares en estrellas, apenas convierte cuatro masas solares por año en nuevas estrellas.

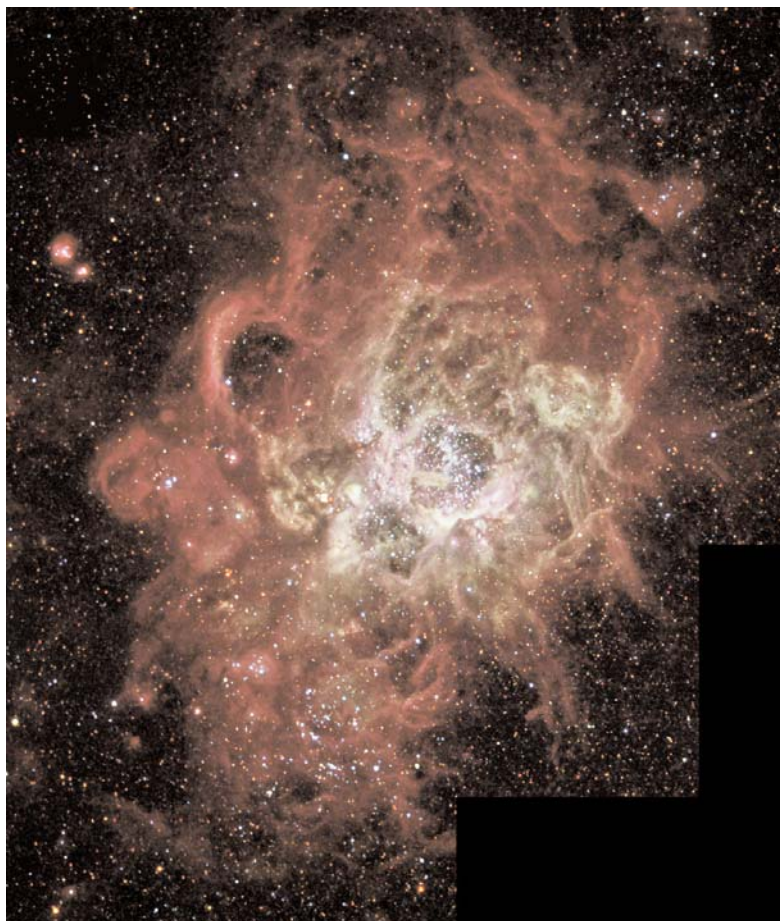


La galaxia NGC 1569. Falso color: emisión del gas templado ionizado en la línea H α del hidrógeno (rojo), del gas caliente rarificado emisor en rayos X (verde), y de las estrellas (azul). Los contornos indican la distribución del hidrógeno neutro. Fuente: VLA, Chandra, Kitt Peak, C. Martin y co.

[2] Las estrellas son el crisol donde se cuece la evolución química del Universo, mientras que el medio interestelar proporciona la coccinera donde se realizan las proporciones de mezcla. Es por esto que tiene un gran interés entender en detalle las propiedades de estos grandes complejos de formación estelar.

Observemos las preciosas imágenes de regiones gigantes de formación estelar que, a modo de ejemplo, ilustran este texto. Estos grandes complejos [1] suponen el principal mecanismo de formación estelar a escala universal, debido a su elevado ritmo y a la gran cantidad de estrellas masivas que los forman. Para entender [2] cómo se forman estas enormemente complejas estructuras no parece viable utilizar modelos sencillos como los que normalmente les imponemos: aquellos en los que suponemos condiciones uniformes, estáticas, homogéneas, isotrópicas. Por otra parte, tampoco resultaría realista el tratar de modelizar todos y cada uno de los detalles de ninguna de ellas, ya que nuestra información sobre las mismas siempre es relativamente limitada. Nuestro acercamiento al estudio de estas regiones sigue un camino intermedio: nos hemos dado cuenta de que, bajo esa diversa maraña de complejidad estructural, existe una aparente consistencia de temas que siempre están presentes. Entre los más obvios, (i) existe un supercúmulo estelar [3], a veces más compacto, a veces más disperso, (ii) situado en el interior de (iii) una estructura

en forma de burbuja o cascarón, (iv) que se expande con una cierta velocidad, y del que salen (v) una serie de cascarones mucho más débiles con su (vi) propia velocidad de expansión; finalmente, (vii) tanto el cascarón central como los secundarios están formados por gas ionizado a temperaturas templadas, unos 10^4 K, que vemos en el óptico, y (viii) llenos de gas muy poco denso a temperaturas muy elevadas, 10^6 K, que vemos en rayos X. Estas son las propiedades comunes que nos hemos planteado reproducir en su generalidad en un trabajo recientemente publicado en el *Astrophysical Journal*. En este se desarrollan unas simulaciones hidrodinámicas [4] que tienen en cuenta los procesos físicos más importantes, incluyendo la radiación ionizante [5] y el viento estelar [6], generados por un supercúmulo central de 106 masas solares, que actúa sobre una distribución arbitraria discreta de nubes de densidad elevada embebidas en un medio más rarificado. Este es el hecho diferencial con respecto a otros trabajos, que hasta ahora han considerado una distribución con propiedades uniformemente cambiantes de manera suave, y que no



[3] Los supercúmulos estelares son asociaciones de estrellas que se han formado de manera coetánea, durante un intervalo de tiempo de apenas unos cientos de miles de años. Para distinguirlos de los cúmulos de estrellas más comunes en nuestra galaxia, que apenas tienen unas docenas o cientos de estrellas, se les añade el prefijo 'súper', ya que estos contienen típicamente tres órdenes de magnitud más estrellas, desde unas docenas de miles hasta algunos millones. Aún así, la eficiencia de la formación estelar es relativamente baja: apenas un diez por ciento de la masa de gas en la nube molecular parental se transforma finalmente en estrellas; el resto permanece en forma gaseosa.

[4] Los modelos hidrodinámicos se desarrollan en forma de complejos programas informáticos que analizan la complicada evolución dinámica de sistemas gaseosos. Cuando se habla de simulaciones, se quiere indicar los resultados de la reconstrucción matemática de esta dinámica mediante el uso de ordenadores, resultados que a menudo se visualizan en forma de animaciones, como en este caso.

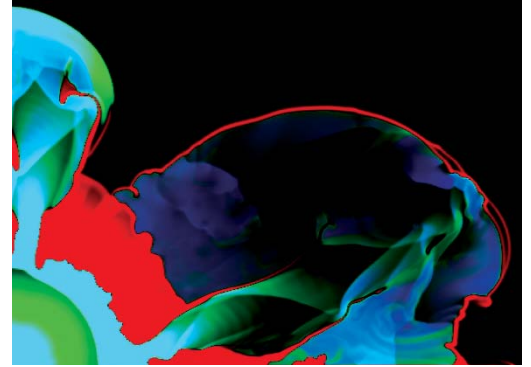
NGC 604, región gigante de formación estelar en la galaxia M33. Emisión en gas templado ionizado y en estrellas masivas. Fuente: Telescopio Espacial Hubble, Hubble Heritage, D. Garnett, J. Hester y J. Westphal.

DE LOS SUPERCÚMULOS MEDIO INTERESTELAR

han sabido reproducir las propiedades generales, que con nuestro trabajo obtenemos. El pilar de este trabajo se encuentra en la dinámica que se genera entre la acción del superviento estelar por un lado, que trabaja sobre el gas circundante barriéndolo mientras trata de escapar de la barrera material que supone la alta densidad de estas nubes; y, por otro lado, el efecto que la fotoionización tiene sobre estas nubes, que las hace expandirse (debido a la presión diferencial con el medio rarificado internube [7]) de manera que se cierran los posibles caminos de baja densidad por los que el viento trata de escapar. A medida que la enorme energía mecánica del superviento estelar va destrozando las nubes individuales a través de los choques que se forman en la interfase, las apila formando una cáscara más densa y continua, aunque de forma irregular de manera que las zonas ligeramente menos densas facilitan el escape del viento, que se expande rápidamente hacia el medio rarificado circundante, formando cáscaras más difusas. Por otro lado, la fotoionización contribuye a aumentar la densidad de estos canales de escape, blo-

queando en gran medida el avance del frente de choque del superviento. El resultado final, ilustrado en la figura acompañante (y cuyo desarrollo temporal puede apreciarse en la página electrónica de este trabajo, www.iaa.csic.es/~eperez/ssc/ssc.html), muestra las arriba mencionadas propiedades generales deseables de reproducir en regiones gigantes de formación estelar: cáscaras dentro de cáscaras, estructuras filamentosas de gas templado (emisor en líneas de recombinación del hidrógeno), producidas por la ablación [8] de las nubes, y cuyo interior está relleno de material emisor en rayos X. Estas simulaciones indican que uno de los factores fundamentales en el resultado final de la estructuración de estos sistemas tiene mucho que ver con el contraste de densidad entre el gas en las nubes y el material más rarificado que llena el espacio entre las nubes residuales de la formación estelar en la estructura gaseosa parental.

GUILLERMO TENORIO-TAGLE Y
ENRIQUE PÉREZ (IAA)
deconstrucción: CARLOS BARCELÓ (IAA).



Fase tardía en la evolución de uno de nuestros modelos. Nótese la cáscara densa de color rojo que frena el superviento estelar que, sin embargo, ya ha conseguido escapar por dos túneles, formando burbujas mayores pero más tenues que se expanden con alta velocidad en el medio rarificado externo.

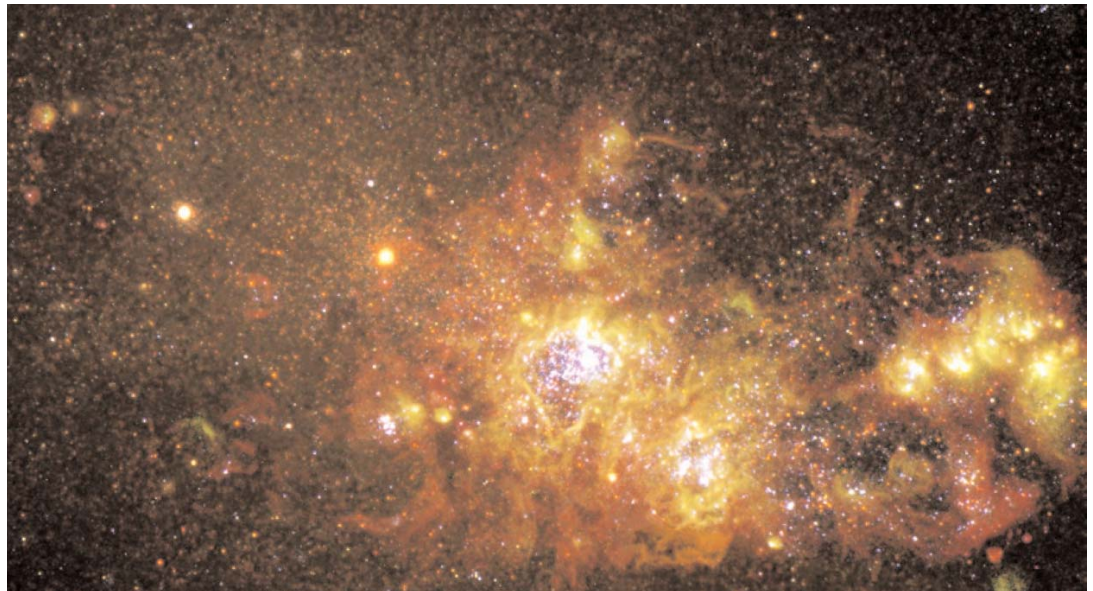
[8] La palabra ablación tiene un significado técnico muy preciso, y en este contexto denota el efecto de erosión que sufren las nubes por el arrastre debido al viento estelar.

[7] ¿Por qué la fotoionización hace aumentar la densidad de los canales de escape? Inicialmente tenemos un sistema de nubes discretas de alta densidad sumergidas en un medio de muy baja densidad. Al estar fotoionizados, ambos sistemas tienen aproximadamente la misma temperatura, 104 K, por lo que esta configuración no es estable, ya que la presión (proporcional al producto de la densidad por la temperatura) es mucho mayor dentro de las nubes, lo que hace que estas tiendan a disminuir su densidad aumentando la del medio internube.

[5] Debido a la gran luminosidad de las estrellas masivas, particularmente en forma de fotones de alta energía, la nube parental residual es ionizada. Esto es, el choque de fotones ultravioletas con el hidrógeno atómico de la nube hace que este quede separado en sus componentes básicos, un núcleo con carga eléctrica positiva y un electrón con carga eléctrica negativa. Podemos imaginar una nube ionizada como un gas con cargas sueltas y, por tanto, muy sensible a las fuerzas electromagnéticas. En los procesos físicos resultantes se emite además una enorme cantidad de fotones en transiciones atómicas entre niveles (líneas de emisión) que podemos detectar fácilmente desde la Tierra. Esto hace que las regiones gigantes de formación estelar sean visibles a lo largo y ancho del Universo, y así se convierten en testigos notariales de la historia evolutiva del mismo.

[6] Además de radiación, las estrellas están continuamente emitiendo partículas, en un flujo constante que se conoce como viento estelar. La tasa a la que las estrellas pierden masa de esta manera constante depende de cuán masivas sean para empezar. El Sol apenas pierde una billonésima de su masa en un siglo, pero una estrella 50 veces más masiva puede perder una millonésima de su masa en sólo un año. La interacción del viento solar con el campo magnético terrestre es la responsable de las preciosas auroras boreales. El Sol produce a veces 'vientos huracanados', que perjudican los sistemas de comunicación o incluso pueden llegar a dañar las líneas de alta tensión, produciendo enormes apagones.

Zona central de la galaxia NGC 4214 donde puede apreciarse un complejo con varias regiones gigantes de formación estelar en diferentes etapas de su evolución de unos pocos de millones de años. Fuente: J. Mackenty, J. Maíz Apellániz y Telescopio Espacial Hubble.



España, miembro oficial del Observatorio Europeo Austral

España se suma, tras años de negociaciones, a los once países que ya forman parte del Observatorio Europeo Austral (ESO)

► Finalmente podemos decir que España es miembro oficial del Observatorio Europeo Austral (*European Southern Observatory*, ESO) tras el acuerdo firmado el pasado lunes 13 de febrero entre la ministra de Educación y Ciencia, María Jesús San Segundo, y la directora de ESO, Catherine Cesarsky. ESO es una organización científica a la que pertenecen actualmente once países: Alemania, Bélgica, Dinamarca, Finlandia, Francia, Italia, Países Bajos, Portugal, Suecia, Suiza y Reino Unido. La organización tiene su sede central en Garching, Alemania, y gestiona tres instalaciones en

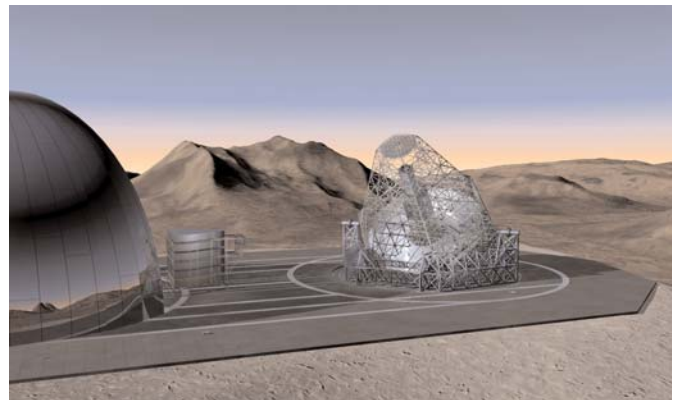
suelo chileno: Paranal, La Silla y ALMA.

La entrada en ESO puede ser un factor determinante en muchos aspectos de la Astrofísica en España, entre ellos en la formación de nuevos astrónomos en el Observatorio de La Silla en Paranal. El número de españoles contratados por ESO ha sido muy bajo en estos últimos años (por ejemplo, sólo un 3% de estudiantes españoles desde 1992), por lo que esperamos que esta situación mejore con la entrada de España en la organización y que más astrónomos puedan beneficiarse de sus becas y contratos.

Algunos de estos contratos se con-

cederán para cubrir plazas de astrónomo de soporte en el observatorio. En este sentido, la política del ESO es clara: al menos un 40% del tiempo de observación adjudicado a los investigadores debe ser en modo 'visitante', lo que permite que los astrónomos, especialmente

los más jóvenes, entren en contacto directo con los telescopios y con los métodos actuales de observación, favoreciendo que obtengan así la experiencia suficiente para llegar a formar parte algún día de la plantilla de astrónomos de ESO. **Pedro Amado (UGR-IAA).**



OWL, proyecto de ESO en la categoría de los ELT (*Extremely Large Telescopes*). En inglés, OWL significa BUHO, en referencia a la magnífica visión nocturna de estas aves. OWL tendrá un diámetro de 100 metros y estará en funcionamiento para 2016.

► La misión de la Agencia Espacial Europea (ESA) *Mars Express*, recientemente extendida durante otro año marciano, continúa desvelando algunos de los misterios de ese planeta: el radar MARSIS ha realizado las primeras medidas de la subsuperficie marciana, y el espectrómetro OMEGA ha identificado minerales que implican, según su equipo científico, la presencia de agua líquida en la superficie durante un considerable periodo de tiempo.

Mars Express, primera misión genuinamente europea a un planeta de nuestro Sistema Solar, continúa sorprendiéndonos con sus resultados. Ha descubierto que los procesos volcánicos y glaciales que afectaron a este planeta en el pasado son mucho más recientes de lo esperado; ha confirmado la presencia de hielo de agua y dióxido de carbono en las dos regiones polares; ha realizado la primera detección de metano en la atmósfera marciana, aunque sujeta a

debate; ha observado las primeras auroras marcianas, relacionadas con el campo magnético localizado en regiones de la corteza del planeta; viene realizando un mapa global de la densidad y presión de

la atmósfera entre 10 y 100 kilómetros de altura; está estudiando los procesos de escape en las capas superiores atmosféricas; y ha cartografiado con alta resolución e imágenes en 3D el 20% de la

superficie marciana, algunas con una resolución espectacular. Con todo ello, esta misión está contribuyendo de una manera crucial a nuestro entendimiento de la evolución climática y geológica del planeta.

A esta lista de hallazgos se han sumado recientemente dos más: la subsuperficie marciana, inexplorada hasta el momento, ha comenzado a desvelar sus secretos gracias al radar MARSIS. Este instrumento, que fue desplegado a mediados del año pasado y constituye uno de los más ambiciosos y esperados de toda la misión, ha descubierto un cráter de impacto que posiblemente contiene una gruesa capa de material rico en agua enterrado

Novedades de *Mars Express*

La exitosa misión europea confirma que el agua líquida pudo haber sido abundante y permanente en el pasado de Marte



Imagen del instrumento HRSC, con resolución de unos quince metros por píxel, que muestra un cráter situado en Vastitas Borealis. El cráter tiene 35 kilómetros de ancho y una profundidad máxima de 2 kilómetros. El material brillante es hielo de agua. Fuente:ESA/DLR/FU Berlín.

en las tierras bajas de las latitudes medias del hemisferio Norte, las que se consideran más jóvenes del planeta. Este hallazgo puede obligar a reconsiderar la cronología hasta ahora aceptada de formación y evolución de la superficie. MAR-SIS también ha estudiado los depósitos de material que rodean al polo Norte, y ha hallado una capa de espesor superior al kilómetro de hielo de agua frío y casi puro situado sobre una capa de regolito. Esto parece descartar la presencia de una zona fundida en esta región, predicha por algunas teorías.

Por otra parte, los últimos resultados de OMEGA, un espectrómetro que trabaja en el visible y el infrarrojo para determinar la composición mineralógica de la superficie, indican que una cantidad importante de agua líquida pudo haber estado permanentemente presente en la superficie de Marte durante sus primeras etapas evolutivas. En concreto, OMEGA ha encontrado minerales hidratados cuya formación solo parece ser posible, según

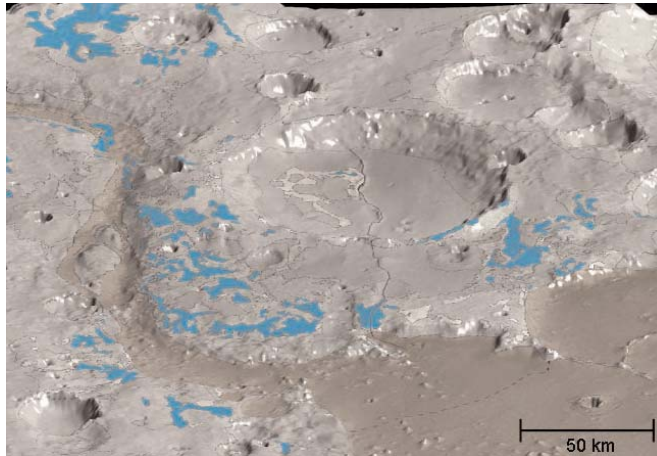


Imagen de HRSC (gris), a la que se han superpuesto las medidas de OMEGA de minerales hidratados (azul). Mientras que en el seno del canal no aparecen minerales hidratados, son abundantes en el terreno erosionado. Fuente: ESA/OMEGA/HRSC.

los científicos del equipo de este instrumento, en contacto con el agua durante un tiempo largo. Este material aparece en regiones altamente erosionadas o excavadas por impactos de meteorito. Una posible explicación sostiene que estos materiales se formaron en las primeras fases de la evolución del planeta, hace al menos 3.800 millones de años, época en la que el

planeta pudo haber contado con un sistema hidrológico activo.

Posteriormente el agua desapareció y este material fue enterrado por depósitos de lava. La erosión de estos depósitos, debida a posibles escorrentías puntuales posteriores, expuso el material subyacente, como muestra la imagen superior.

Francisco González Galindo (IAA).

¿Un nuevo tipo de cometas?

Denominados "cometas del Cinturón Principal", podrían explicar el origen del agua terrestre

► La clave sobre el origen de los océanos de la Tierra podría esconderse en tres cometas helados en órbita entre los asteroides rocosos del llamado cinturón principal de asteroides, situado entre Marte y Júpiter. Este nuevo grupo de cometas, bautizado como "cometas del Cinturón Principal", tiene órbitas similares a las de los asteroides y, al contrario que otros cometas, parece haberse formado en el cálido Sistema Solar interior, en órbitas más cercanas al Sol que la de Júpiter, y no en el frío Sistema Solar exterior, más allá de Neptuno.

La existencia de estos cometas del Cinturón Principal sugiere que los asteroides y los cometas están mucho más relacionados de lo que anteriormente se creía, y apoya la idea de que los objetos helados del cinturón principal de asteroides

podrían ser la fuente fundamental del agua terrestre.

Se cree que el agua de la Tierra fue adquirida por nuestro planeta después de su formación, cuando se enfrió lo suficiente. El agua pudo obtenerse de cometas y asteroides que chocaron contra la Tierra primitiva. Hasta ahora, los cometas eran los candidatos más plausibles para explicar el origen del agua terrestre, pero análisis recientes del agua presente en los cometas han demostrado que el agua cometaria es significativamente distinta del agua terrestre.

Hasta ahora se pensaba que cualquier hielo de agua que los asteroides pudieran haber tenido se habría perdido hace tiempo, o se hallaría escondido en su interior. El descubrimiento de este nuevo tipo de Cometas del Cinturón Principal

significa que el hielo de origen asteroidal no ha desaparecido y que aún puede ser analizado. Misiones espaciales a este Cinturón Principal de Cometas aportarían importante información sobre su contenido en agua helada, arrojando una nueva visión sobre el origen del agua terrestre y, en última instancia, de la vida sobre la Tierra.

Las observaciones cruciales para este descubrimiento se hicieron durante noviembre de 2005 usando el telescopio Gemini Norte, en Mauna Kea, Hawái. Con este telescopio se descubrió que el asteroide designado como 118401 estaba expulsando polvo igual que lo hace un cometa. Este asteroide, junto con el misterioso cometa 133P/Elst-Pizarro, conocido hace una década aunque con un comportamiento extraño y poco comprendido hasta ahora, y otro cometa (P/2005 U1) constituyen la nueva familia de cometas.

Pablo Santos (IAA).

EN BREVE

Nuevas mini-lunas en Saturno

► La sonda espacial *Cassini* (NASA), ha descubierto por primera vez indicios de la existencia de cuatro mini-lunas en uno de los grandes anillos del planeta Saturno. El diámetro de esos satélites naturales es del orden de los 100 metros. Los científicos de la Universidad de Cornell en Ithaca, Nueva York, sostienen, a partir de sus observaciones, que en los anillos de Saturno se podrían esconder unos 10 millones de estas mini-lunas. Este descubrimiento podría ayudar a comprender la formación de los anillos de Saturno.

Sorpresa en un cúmulo de galaxias

► Una imagen del quinteto de Stephan (situado a unos 300 años luz de la Tierra en la constelación de Pegasus) en falso color muestra claramente una de las mayores ondas de choque nunca observadas. Dicha onda está producida por una galaxia que se está precipitando sobre otra a una velocidad superior a un millón de kilómetros por hora. La imagen ha sido obtenida con datos del telescopio Spitzer y del Observatorio de Calar Alto (Almería).



Agua líquida en Encelado

► La sonda espacial *Cassini* (NASA) ha descubierto lo que parece ser agua en grandes cantidades en Encelado, uno de los satélites de Saturno. Imágenes captadas por las cámaras de la sonda *Cassini* revelan que se trata de columnas de hielo disparadas a grandes alturas desde la superficie del planeta.

Fuentes transitorias de radio

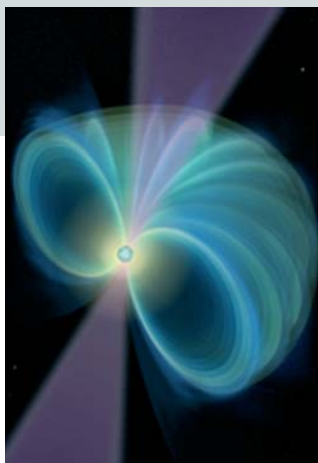
Un grupo de astrónomos británico descubre las estrellas Rotantes RAdio Transitorias, un nuevo tipo de estrella de neutrones

► En astrofísica, como en cualquier otra ciencia, los aspectos más interesantes suelen hallarse en las nuevas preguntas que surgen al estudiar en detalle un determinado fenómeno. Tampoco es nada extraño que, mientras se realiza un trabajo rutinario, se descubran objetos exóticos y desconocidos. Esto es lo que le sucedió, por ejemplo, a Jocelyn Bell, astrónoma del observatorio Jodrell Bank del Reino Unido, que descubrió en 1967 un nuevo tipo de objetos celestes mientras realizaba un seguimiento de fuentes del cielo que mostraban variabilidad a longitudes de onda radio. Por un tiempo se llegó incluso a proponer que las señales que provenían de una de las fuentes del cielo estudiadas por Jocelyn Bell eran enviadas por una

civilización extraterrestre, ya que los pulsos de luz radio se repetían con la misma periodicidad.

Finalmente, la hipótesis de la civilización extraterrestre fue descartada en favor de los púlsares, estrellas de neutrones que rotan muy rápidamente y emiten pulsos de luz con una precisión mucho mejor que la de nuestros relojes, y que los astrofísicos teóricos habían predicho decenios antes, pero nunca se habían detectado.

Casi 30 años más tarde, Maura McLaughlin, otra astrónoma británica, ha emulado la gesta de Jocelyn Bell. McLaughlin ha liderado el esfuerzo de un equipo internacional de astrofísicos que ha publicado recientemente en la revista Nature el hallazgo de lo que parece ser un nuevo tipo de estrellas de



neutrones. El descubrimiento se realizó de modo completamente casual, mientras el equipo de McLaughlin analizaba datos tomados entre 1998 y 2002 con el radiotelescopio de Parkes (Australia), de 64 metros de diámetro.

Las observaciones se habían diseñado para optimizar la búsqueda de púlsares en nuestra galaxia. Además de descubrir nuevos púlsares, el equipo de McLaughlin ha

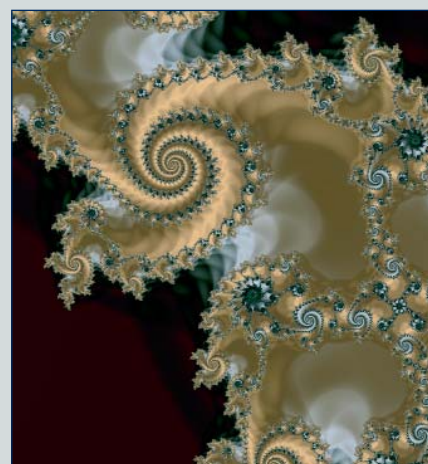
detectado once fuentes galácticas desconocidas hasta ahora, y con un comportamiento muy peculiar, ya que muestran potentes estallidos de emisión a longitudes de onda radio, con una duración de dos a treinta milésimas de segundo, para luego apagarse por completo durante un intervalo que oscila de unos pocos minutos a varias horas. Los campos magnéticos que McLaughlin y su equipo infieren para estas fuentes son de hasta diez mil millones de veces superiores al campo magnético de las manchas del Sol, por lo que sugieren que estos objetos pertenecen a un tipo de estrellas de neutrones muy diferentes de las observadas hasta ahora. Los investigadores han denominado a este tipo de estrellas Rotantes RAdio Transitorias (RRATs). Es muy probable que las observaciones en radio con el telescopio de Parkes resulten en el descubrimiento de nuevos tipos de radiofuentes galácticas transitorias, algunas de las que quizá no podemos ni imaginar hoy día.

Miguel Ángel Pérez-Torres (IAA).

► Se acaba de cumplir el 50 aniversario de la publicación de la Ley de Salpeter (1955). Esta ley empírica describe la distribución de las masas estelares en las galaxias y nos dice que las estrellas se distribuyen, de acuerdo a su masa, siguiendo una ley de potencia de exponente negativo; es decir, hay muchas más estrellas de baja masa, como el Sol, que estrellas de alta masa, como las que acaban en supernovas. El dato verdaderamente relevante es que, dentro de los errores, el exponente de la distribución parece ser una constante universal que no varía de región a región dentro de una galaxia, ni de galaxia a galaxia.

Durante estos cincuenta años se ha trabajado mucho sobre los posibles mecanismos físicos que han podido dar lugar a esta universalidad de la distribución y en la literatura científica se pueden encontrar numerosos ejemplos basados en distintas hipótesis de partida. Existe, sin embargo, un aspecto nuevo y fundamental que ha cambiado nuestra visión

Soles, supernovas y fractales



FRACTALES. Un objeto con geometría fractal está compuesto de infinitos elementos y tiene la propiedad de que su aspecto y distribución estadística no cambian cualquiera que sea la escala con que se observe. En la naturaleza encontramos muchos sistemas así, como la coliflor de la izquierda, pero también se crean por ordenador a través de ecuaciones iterativas muy simples, donde el resultado es utilizado nuevamente como punto de partida para el mismo proceso (izq.).

del Universo. Este se nos presenta, a diferentes escalas y en una gran variedad de aspectos y circunstancias, con una geometría fractal. La estructura de las cuencas fluviales

y sus afluentes, la geometría de las costas, los conglomerados de estructuras cristalinas, las nubes interestelares, las regiones de formación estelar en una galaxia e

incluso la estructura a gran escala del Universo presentan una morfología que puede ser descrita por la geometría fractal y que, con un alto grado de simplificación, puede ser

representada por un número real denominado la dimensión fractal. En un artículo aparecido en el número de 10 de abril de la revista *The Astrophysical Journal*, tres investigadores del Instituto de Astrofísica de Andalucía han abordado el análisis de la distribución en masa de las estrellas partiendo de la estructura fractal de las nubes moleculares donde nacieron. ¿Va implícita la ley de Salpeter en la estructura interna de las nubes moleculares? ¿Qué papel juegan en la universalidad de la ley de

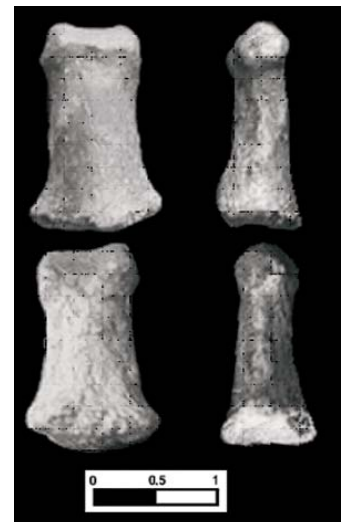
Salpeter los mecanismos de disparo de la formación estelar? Néstor Sánchez, Emilio J. Alfaro y Enrique Pérez han analizado la distribución de masa de las estrellas nacientes dentro de nubes moleculares generadas numéricamente para diferentes dimensiones fractales y diferentes eficiencias de formación estelar (porcentaje de la nube que se transforma en estrellas). Así, han llegado a la conclusión de que el exponente e incluso la forma de la distribución varían con la eficiencia de forma-

ción estelar. Sin embargo, para eficiencias alrededor del 10%, un valor típicamente observado en las regiones de formación estelar, la distribución de masas es muy próxima a la ley de Salpeter para un amplio rango de dimensiones fractales. Este resultado liga la geometría de la nube con los mecanismos de formación estelar a través de la eficiencia de formación, para proporcionar un modelo "universal" de la distribución de masas estelares observadas.

Emilio J. Alfaro (IAA).

Técnicas astrofísicas en paleontología

► Recientes hallazgos paleoantropológicos en las puertas de Europa parecen comprobar la presencia humana en el Mediterráneo Norte durante el Pleistoceno temprano. Sin embargo, tales descubrimientos trajeron también fuertes polémicas, siendo la más conspicua la del Hombre de Orce, dado que gran parte de la comunidad paleontológica no acepta la atribución de ciertos fósiles encontrados en esta región a la especie *Homo*. La industria lítica (artefactos de piedra) encontrada en Orce es, sin embargo, plenamente aceptada. Otro punto de crítica es la atribución a la especie humana de una falange fósil encontrada en Cueva Victoria, en Murcia (en la imagen). Un grupo multidisciplinar (varios paleontólogos con diferentes especializaciones y un astrofísico del IAA) aplicaron diversas técnicas a tal fósil y concluyeron que la falange muy probablemente pertenece a un primate de la especie *Theropithecus oswaldi* y no al género humano. De hecho, el único resto fósil indiscutible de primate preservado en Cueva Victoria es un diente de la especie *T. oswaldi*. Además de las técnicas usuales de paleontología, como la anatomía comparada, la morfometría o la radiología, se han utilizado también algunas técnicas usuales en Astrofísica: el análisis de discriminantes y las series de Fourier. Los resultados fueron publicados en el número 48 de la revista *Journal of Human Evolution* (pág. 517). **Antonio Claret (IAA).**



Venus Express, en órbita

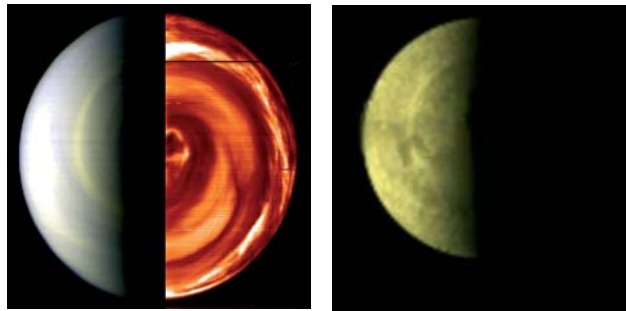
Tras viajar 400 millones de kilómetros en cinco meses, la nave de la Agencia Espacia Europea ha llegado a su destino

► El pasado 11 de abril aconteció uno de esos momentos en los que la adrenalina se dispara: la entrada en órbita de la misión *Venus Express* (VEX para los amigos), el momento más crítico del viaje después del lanzamiento.

La maniobra de inserción en órbita de Venus (VOI) consiste básicamente en frenar la nave, que viaja a una velocidad de 29.000 km/h relativos a Venus, en un 15% hasta los 24.650 km/h, para así ser capturada por la gravedad del planeta. Claro la cosa es un poco más compleja: A las 08:03 (en España) VEX comienza la maniobra girándose para que el motor principal apunte en la dirección de avance. 09:17: se enciende el motor principal de la nave; está previsto que funcione durante 50 minutos y de esta forma frenarla.

09:45: VEX se queda muda durante diez minutos debido a una ocultación del planeta, (es decir, entre la nave y nosotros se interpone un planeta, Venus). 09:55: se vuelve a tener contacto con VEX, tal y como estaba previsto, al salir de la sombra. 10:07: se apaga el motor principal. ¡Ya está en órbita!

Con esta maniobra se ha consumido el 90% de los 570 kilos de combustible que llevaba a bordo la nave, aunque realmente se ha



Las primeras imágenes de Venus obtenidas por VIRTIS y VMC. Fuente: ESA.

ahorrado suficiente combustible como para extender la misión, inicialmente prevista para dos días venusianos (486 días terrestres) a un par de años (terrestres) más.

Pero todavía la VOI no ha acabado: la nave debe reorientarse de forma que los paneles solares vean el Sol y las antenas de alta ganancia puedan comunicarse con Tierra, y así a las 11:07 se conectaron los transmisores y tras un viaje de unos 125 millones de kilómetros, la telemetría (información de la nave) fue recibida a las 11:12.

Todas las operaciones de la nave se controlan y ordenan desde el equipo de control en tierra de *Venus Express* de la ESA, ubicado en el Centro Europeo de Operaciones Espaciales (ESOC) de Darmstadt, Alemania.

Recordemos que el viaje de VEX comenzó el 9 de noviembre del

año pasado cuando se lanzó desde el cosmódromo de Baikonur en Kazajistán a bordo de un cohete Soyuz-Fregat. Ha viajado 400 millones de kilómetros en cinco meses hasta llegar a su destino.

La órbita final no se alcanzará hasta el 7 de mayo: órbita polar de 24 horas de periodo variando entre los 66.000 kilómetros como punto más alejado y los 250 como el más cercano.

Aunque la misión nominal comienza el 4 de junio, no ha habido que esperar tanto para obtener los primeros resultados. Al día siguiente de su inserción en órbita, VEX ya ha mandado sus primeras imágenes del polo sur venusiano tomadas con VMC (*Venus Monitoring Camera*) y por VIRTIS (*Ultraviolet/Visible/Near-Infrared mapping spectrometer*). Espectaculares.

Julio Rodríguez (IAA).

Astrónomos desvelan misterios artísticos

► *Muchachas en el muelle*, uno de los cuadros más conocidos del pintor noruego Edvard Munch, escondía dos misterios que un grupo de astrónomos americanos ha conseguido explicar. Se ignoraba, por un lado, si la esfera amarilla pintada en el cielo correspondía al Sol o a la Luna y, por otro, el motivo de que su imagen no apareciera reflejada en el estanque.

Los astrónomos viajaron a Noruega y hallaron, gracias a viejas fotografías y cálculos topográficos, el lugar donde Munch pintó el cuadro. Después establecieron las trayectorias para el Sol y la Luna y dedujeron que la imagen solo podía corresponder a esta última, ya que el Sol quedaría muy lejos a la derecha del artista.

La segunda incógnita, la falta de reflejo de la Luna, había sido explicada como licencia artística en varias ocasiones. Los astrónomos recurrieron a un libro sobre óptica atmosférica y hallaron una explicación lógica: "La clave -explican- reside en que el ojo se halla a unos once pies sobre el nivel del agua, o superficie reflectante". La luz de la Luna llega al observador, pero en su trayectoria hacia el estanque queda bloqueada por la casa; el efecto se debe a que el ojo del observador se encuentra sobre el nivel del agua. "Si pudiéramos observar la escena al ras del agua veríamos lo mismo, pero una posición normal genera la asimetría. Así, se trata de una razón física y no psicológica o simbólica".

Silbia López de Lacalle (IAA).



ENTRE BASTIDORES

■ "SONETO DE REPENTE"

■ POR RAFAEL GARRIDO

Al **Fénix de los ingenios españoles** le ocurrió con Violante lo que a mí con el Comité Editorial cuando me sugirieron escribir esta sección:

*Un soneto me manda hacer Violante;
que en mi vida me he visto en tal aprieto,*

Aunque, como se verá, con menos tino poético.

"Va de cosas nuestras, con no más de 600 palabras. Debería ser una línea novedosa que anime a nuestros colegas a participar".

*catorce versos dicen que es soneto,
burla burlando van los tres delante.*

Al principio no se me ocurría nada.

Yo pensé que no hallara consonante

Seguro, pensé, les animará recordar que las palabras de Lord Kelvin en la reunión de la Real Sociedad Británica de Física de 1900 no parecen estar lejos de las actuales posiciones de algunos colegas.

O que algunas investigaciones astrofísicas teóricas pudieran ser cuestionadas hoy día por Popper: e.g. el psicoanálisis es considerado actualmente una pseudo ciencia debido básicamente a la imposibilidad de ser falsado.

O que las modas estén dictadas por nuestras creencias religiosas: en *Nature* de 23-marzo-2006 se lee que el cosmólogo John Barrow ha sido galardonado con un premio de US\$1.4

millones por descubrimientos que "*expand human perceptions of divinity*".

O que la importancia que se le da a las actuales líneas de investigación sobre descubrimientos de nuevos planetas -en nuestro Sistema Solar o en otras estrellas- pudiera venir dada por nuestra pretendida, aunque no reconocida explícitamente, posición preeminente en el Universo.

O que los criterios para la aceptación de nuestras publicaciones puedan dar lugar a que el físico Jan Hendrik Schön llegara a publicar en dos años (2000/01) 8 artículos en *Science* y 7 en *Nature*, y todos fraudulentos. Y es que resulta que la Ciencia también está hecha por humanos.

A propósito de humanos ¿son nuestras relaciones laborales tan altruistas como la profesión parece dar a entender? o ¿compartimos con el resto de la humanidad actitudes tan mundanas como la explotación?: el Informe sobre la Astronomía española del año 2002 ofrece algunos datos.

No hay que olvidar que nuestro famoso dramaturgo, metido en esta ocasión a poeta, también necesitó de alguna ayuda para escribir sus 1800 obras de teatro.

Pasado lo más difícil, el resto animará a los más reticentes.

*y estoy a la mitad de otro cuarteto;
mas si me veo en el primer terceto,
no hay cosa en los cuartetos que me espante.*

Es, no obstante, cierto que nuestra profesión ha contribuido históricamente a desmentir las pesimistas palabras de Einstein:

"Triste época la nuestra. Es mas fácil desintegrar un átomo que superar un prejuicio."

Y, si no, recordemos que Galileo fue finalmente "rehabilitado" por Juan Pablo II. El filósofo (intencionadamente vilipendiado como monje herético visionario por la Iglesia Católica) Giordano Bruno, quemado vivo en 1600, todavía no.

Y su contrapartida, ¿qué debemos hacer para que la Ciencia no sea entendida como otra religión más?, ¿necesitamos divulgar mejor, tal y como Carl Sagan apuntaba?

Finalmente recuerdo la irónica publicación de Sokal, que "deconstruyó" a los deconstructivistas demostrando la impostura de determinadas corrientes filosóficas actuales, y así me doy un respiro creyendo seguir al poeta sugiriendo temas "con pie derecho":

*Por el primer terceto voy entrando,
y aún parece que entré con pie derecho,
pues fin con este verso le voy dando.*

En fin, temas y forma que espero sean lo suficientemente polémicos como para motivar la participación de nuestros colegas y así complacer a nuestra/o Violante/Comité Editorial:

*Ya estoy en el segundo, y aún sospecho
que estoy los trece versos acabando:
contad si son catorce, y está hecho.*

...contad si son 600...

La lucha por la Vía Láctea

EL DEBATE CURTIS-SHAPLEY

POR EMILIO J. GARCÍA (IAA-CSIC)

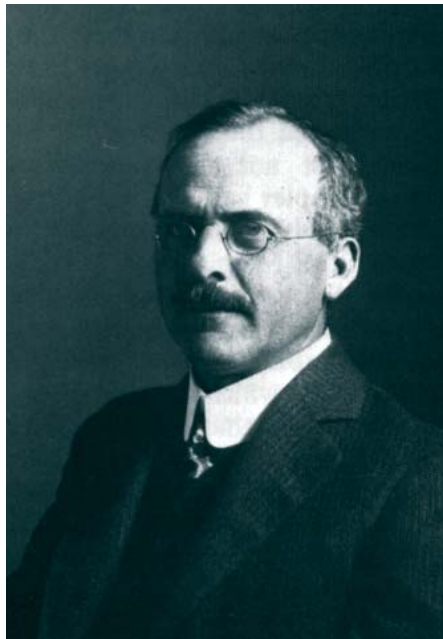
Eran las 8:30 del 26 de abril de 1920. Un joven y muy prometedor astrónomo del Observatorio de Mount Wilson (Los Ángeles, California) intentaba llenar con su voz el auditorio de la *National Academy of Sciences* (Washington, D.C), repleto de consagrados físicos y astrónomos, incluido su jefe, George Ellery Hale, principal promotor del acto. Era Harlow Shapley y, muy cerca de él, esperaba impaciente su turno Herbert Curtis, un respetado astrónomo del Observatorio de Lick (San José, California). Aquella mañana ambos astrónomos eran rivales y su objeto de discusión el tamaño del Universo. Comenzaba lo que pasó a la historia de la astronomía como el "El gran debate".

El Universo en 1920

Trescientos años antes de este momento, Galileo Galilei inventaba el telescopio y con él nacía toda una nueva era de descubrimientos astronómicos que cambiaron drásticamente la visión de nuestra Galaxia y del Universo, y que culminaba a finales del siglo XIX con el modelo de Vía Láctea propuesto por Jacobus Kapteyn. Según éste, la Vía Láctea era un disco aplanado de estrellas de 30.000 años luz de diámetro y con el Sol situado en el centro. Además, para Kapteyn nuestra galaxia contenía todo el Universo existente, incluyendo unas difusas nebulosas con forma espiral que se venían observando en el cielo desde hacía más de un siglo.

Pero en las primeras décadas del siglo XX este modelo empezó a ser cada vez más cuestionado. Por un lado, en 1918 y 1919, Shapley publicó una serie de artículos en los que proponía un modelo de Vía Láctea unas diez veces más grande que la de Kapteyn, incluyendo la revolucionaria idea de que el Sol se encontraba a más de 60.000 años luz del centro galáctico. Shapley fundamentó sus conclusiones en la distribución asimétrica de los cúmulos globulares en el cielo, y en un novísimo método de medir distancias basado en la observación de un tipo de estrellas variables: las cefeidas. En lo que Shapley sí estaba totalmente de acuerdo con Kapteyn era en que no había más Universo que la Galaxia, sobre todo considerando su nueva y enorme dimensión.

Por otro lado, Curtis formaba parte de un grupo de astrónomos que no creía en el innovador método de las cefeidas y rechazaba las mega-dimensiones de la Vía Láctea de Shapley, pero sobre todo no concebía que el Sol no fuera el centro de esta. En cambio,



Drcha. Herbert Curtis (Michigan 1872 - Michigan 1942) tras el Gran debate pasó a ser director del Observatorio de Allegheny y posteriormente de los Observatorios de la Universidad de Michigan. Izq. Harlow Shapley (Nashville 1885 - Cambridge 1972) fue director del Observatorio de la Universidad de Harvard entre 1921 y 1952.

defendía la teoría de los Universos-Isla, que afirmaba que las nebulosas espirales eran agrupaciones de estrellas tan distantes que no pertenecían a la Vía Láctea. Curtis argumentaba en favor de esta idea al observar explosiones de nova, un fenómeno puramente estelar, en el corazón de muchas de estas nebulosas espirales.

Había muchas preguntas en el aire: ¿Cómo de grande era nuestra Galaxia?, ¿ocupaba el Sol el centro de la Vía Láctea?, ¿cuál era la naturaleza de las nebulosas espirales? El debate estaba servido.

El "Gran debate"

La excusa perfecta fueron unas lecturas científicas que anualmente se celebraban en la National Academy of Sciences fundadas por W.E. Hale (padre de G.E. Hale), y que se bautizaron para la ocasión con el título de "La escala del Universo". En realidad el "Gran debate" no fue tal debate, pues se acordó que cada astrónomo llevaría a cabo una exposición de cuarenta minutos con un solo turno de réplica. Shapley fue el primero en exponer, y optó por una charla dirigida a la mayoritaria audiencia no especializada, con el objetivo de convencerles de que su modelo de Vía Láctea era el correcto. La participación de Curtis fue, en cambio, más técnica y detallada, centrada principalmente en la distancia y naturaleza de las nebulosas espirales, punto tan solo brevemente mencionado por Shapley al final de su charla.

Aunque el debate no levantó gran expectación en la prensa de la época, los asistentes no dudaron en catalogarlo de un momento único en la historia de la ciencia, y partidarios de uno y otro se afanaban por mostrar a su candidato como vencedor.

Pero, ¿quién gana?

Cuatro años después del "Gran debate", Harlow Shapley recibía una carta en su despacho de director del Observatorio de la Universidad de Harvard. Tras leerla exclamó: "Esta es la carta que ha destruido mi Universo". La carta provenía de otro astrónomo, Edwin Hubble, que con el nuevo telescopio Hooker de 2,5 metros, el más grande de la época, había resuelto estrellas individuales en el brazo de la nebulosa Andrómeda, algunas de ellas cefeidas, lo que le había permitido determinar la distancia: ¡800.000 años luz! (hoy sabemos que es 2.200.000 años luz). Andrómeda, como muchas otras nebulosas, no pertenecía a la Galaxia.

Atendiendo a este hecho podríamos pensar que Shapley perdió el debate pero, por otro lado, su modelo de Vía Láctea con un Sol lejos del centro galáctico, así como su tamaño, es mucho más acertado que lo defendido por Curtis y compañía. ¿Empate?

Y es que, como tantas otras veces en ciencia, teorías a veces aparentemente contradictorias no son más que piezas de un mismo puzzle mucho más complejo y que el tiempo, casi siempre, termina por resolver.

La atmósfera de Marte, a debate en Granada

Recientemente, del 27 de febrero al 3 de marzo, se celebró en el Palacio de Congresos el Second Workshop on Mars Atmosphere Modelling and Observations, organizado por nuestro Instituto (IAA), en colaboración con el *Laboratoire de Météorologie Dynamique*

(CNRS) y la Universidad de Oxford, y financiado por la Agencia Espacial Europea (ESA) y el Centro de Estudios Espaciales francés (CNES).

Se trataron muy diversos temas relacionados principalmente con la dinámica de la atmósfera del Planeta Rojo, tanto resultados de observaciones como de modelos teóricos.

Destacamos que durante el Workshop se presentó la última versión del Mars Climate Database (MCD), una base estadística de datos atmosféricos realizada por los tres centros organizadores del workshop y disponible online para la comunidad científica en <http://www-mars.lmd.jussieu.fr/>.

Se presentaron trabajos relacionados con la posibilidad de un pasado remoto de Marte en el que el agua líquida fuera posible y abundante. Unas simulaciones climáticas en alta resolución presentadas por Francois Forget y colaboradores mostraron que el ciclo de vapor de agua, en condiciones de alta oblicuidad (e.g 45 grados) probables en un pasado en Marte, produce la acumulación de hielo en el lado oeste de los Montes Tharsis. Este resultado favorece la sinergia entre las observaciones geológicas y los modelos atmosféricos y podría ayudar a aclarar la historia climática de este planeta.

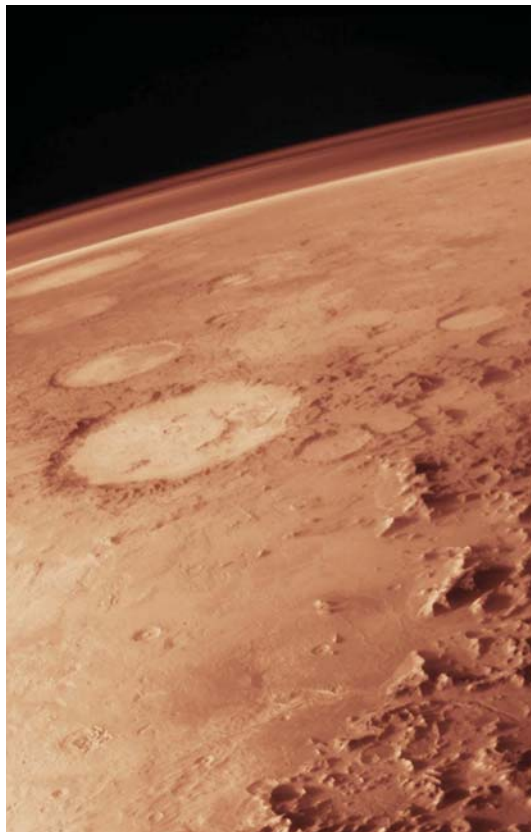
Medidas de ozono actuales, como las de SPICAM/Mars Express, pueden proporcionar importante información sobre las

condiciones de habitabilidad en Marte. En esta dirección, Frank Lefèvre presentó un modelo químico tridimensional para explicar dichas medidas de ozono concluyendo que la química heterogénea podría jugar un papel importante.

Michael Smith presentó los resultados obtenidos por TES (Mars Global Surveyor) durante casi tres años marcianos, lo que constituye la base de datos más extensa hasta la fecha con una sola misión. Estos datos muestran ciclos anuales repetitivos sobre los que se superponen variaciones interanuales debidas, sobre todo, a la naturaleza intermitente de las tormentas de polvo.

En cuanto a la alta atmósfera, región de gran interés científico para nuestro Departamento, Steve Bougher presentó simulaciones que revelan la gran variabilidad termosférica durante la estación de perihelio debido a la variabilidad de la carga de polvo en la baja atmósfera en Marte en dicha época. Además, Francisco González Galindo presentó resultados de la primera intercomparación detallada entre modelos termosféricos, concretamente el MTGCM y el EMGCM, obteniendo un buen acuerdo global pero con algunas diferencias debidas, posiblemente, a propagación de ondas desde la baja atmósfera.

Gabriella Gilli y Francisco González Galindo (IAA).



Coloquio sobre el Observatorio de Calar Alto



El Calar Alto Colloquium es un congreso internacional organizado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (CSIC) en Granada, junto con el Max-Planck Institut für Astronomie de Heidelberg. Se trata de un congreso anual que se celebra alternativamente en ambos centros, desde los acuerdos firmados entre el CSIC y el MPG en el año 2004. El obje-

tivo de este acuerdo consiste en llevar a cabo conjuntamente la gestión del Centro Astronómico Hispano Alemán (CAHA), ubicado en observatorio de Calar Alto (Almería).

En este coloquio participan astrónomos pertenecientes a diversas instituciones europeas -principalmente españolas y alemanas- y estadounidenses. Los participantes pre-

sentan los resultados de programas científicos desarrollados con datos obtenidos con los telescopios del observatorio de Calar Alto. También se presentan resultados sobre la puesta a punto de instrumentos que operan u operarán en el futuro en el observatorio. Este congreso se celebra siempre previamente a la reunión que mantiene el comité de asignación de tiempos en el

periodo de primavera. El comité, constituido por siete astrónomos de prestigio internacional y un secretario, participa y colabora en la organización del coloquio. De esta forma, el comité puede valorar directamente los resultados obtenidos por los participantes con proyectos aprobados en semestres anteriores, y los objetivos de proyectos que se someten por primera vez para su aprobación.

Este año en el coloquio participaron más de cincuenta astrónomos, la mitad pertenecientes a diversas instituciones españolas. El congreso constó de tres sesiones científicas (Instrumentación, Astronomía Extragaláctica y Astronomía Galáctica) que se distribuyeron durante los días 25 y 26 de abril. Se presentaron un total de dieciocho contribuciones orales, entre las que podemos destacar la del doctor Prada (IAC) sobre GAW y la titulada "Mas about PMAS", presentadas por el doctor Kelz (Astrophysikalisches Institut, Potsdam). GAW, un proyecto aún en fase de viabilidad, proyecta la instalación de tres telescopios de tipo Cherenkov con lentes de Fresnel para la detección de radiación de rayos cósmicos de muy alta energía. PMAS es un instrumento de campo integral cons-



Algunos asistentes al coloquio, en un descanso.

truido por el grupo Potsdam que está instalado en el telescopio 3.5m de CAHA. Actualmente constituye el instrumento de mayor éxito en CAHA, tanto por el número de noches aprobadas como el impacto de los resultados obtenidos. Hay que destacar los estudios cinemáticos realizados en centros de galaxias cercanas, así como la bús-

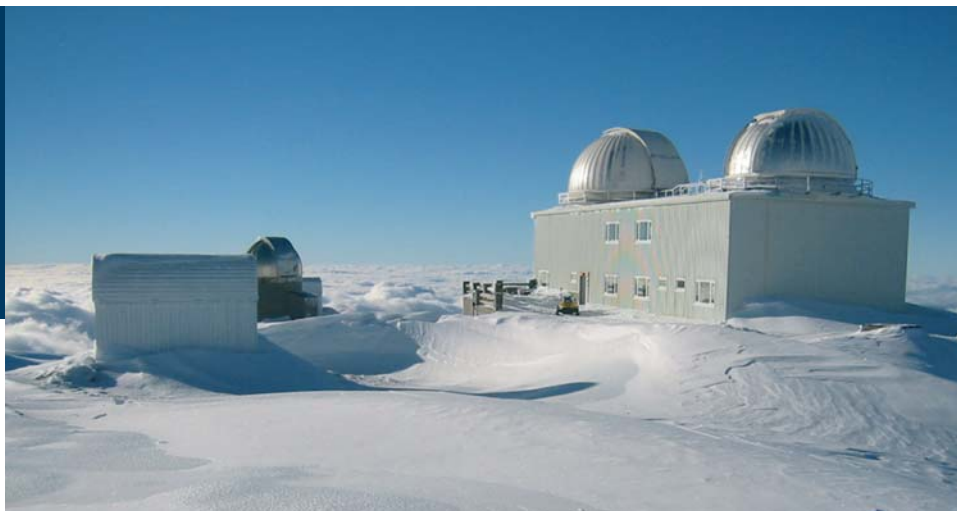
queda y detección de galaxias de alto movimiento al rojo con emisión en la línea Lyman alpha. El programa y la lista de participantes se encuentran disponibles en: <http://www.iaa.es/~rosa/caha2006/caha-main.html>.

Rosa González (IAA).

25 aniversario del Observatorio de Sierra Nevada

En octubre de 1981 se inauguró, por parte del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC), el Observatorio de Sierra Nevada, que sustituyó al antiguo Observatorio del Mohón del Trigo, operativo hasta 1980. Durante estos 25 años dos generaciones de telescopios se han sucedido para generar buena parte de la ciencia desarrollada por los científicos del IAA. Para conmemorar este aniversario, el IAA está preparando diversas actividades, entre las que se destacan las visitas guiadas al observatorio y un concurso escolar de dibujo.

Más información en:
<http://fortius.osn.iaa.es/25Aniversario/>



Programa de visitas. Fechas: 3 junio, 1 julio, 5 agosto

Las visitas partirán del Albergue universitario, donde se impartirá una conferencia de divulgación sobre el Observatorio de Sierra Nevada y la antena del IRAM, en la que se explicará su funcionamiento, instrumentación y tipo de observaciones que se efectúan con ellos. Después, personal del IAA y del IRAM guiará las visitas ambas instalaciones. Se han programado dos tipos de visita: la de un día, que finalizaría ahí, y de dos días, que contempla también actividades nocturnas y observación con telescopios y prismáticos (los visitantes dormirían en el Albergue universitario).

Las reservas se pueden realizar hasta quince días antes de la visita elegida a través de la página web <http://www.osn.iaa.es/25Aniversario/visitasOSN.html>.

Más información: <http://fortius.osn.iaa.es/25Aniversario/visitasOSN.html>

Dudas en relación con la parte astronómica de la visita: visitasOSN-astro@iaa.es

Para dudas en relación con el Albergue Universitario dirigirse a nevadensis@albergueugr.com

Hasta siempre, Lucas

El pasado 22 de marzo falleció el astrofísico Lucas Lara Garrido. Lucas era Profesor Titular de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada y Doctor Vinculado al Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC).

Tras realizar la licenciatura de Físicas en la Universidad de Granada, Lucas comenzó su carrera científica en el IAA, donde realizó su tesis doctoral en el campo de la radioastronomía. Se doctoró en mayo de 1994. Desarrolló su trabajo postdoctoral en el Instituto de Radioastronomía de Bolonia (Italia), centro de referencia internacional en el campo de la radiointerferometría. Volvió a Granada como contratado postdoctoral en el IAA, hasta su incorporación definitiva como Profesor Titular de la Universidad de Granada. En todas las instituciones en las que ha trabajado es recordado por ser un científico creativo y brillante, una persona entrañable y generosa, y un excelente compañero. Para el abajo firmante es también un amigo inolvidable. Lucas hizo contribuciones muy relevantes en el campo de la actividad de las regiones centrales de las radiogalaxias, y estudió los procesos que generan los fenómenos de reactivación y la influencia del entorno en su evolución.

Lucas ha tenido también una capacidad natural para la divulgación de la ciencia. Muchos granadinos habrán leído sus artículos en las páginas de *Ideal* y de *Granada Hoy*, y habrán asistido a sus charlas de divulgación en el Instituto de Astrofísica. Lucas era una de nuestras apuestas habituales en las actividades de la Semana de la Ciencia y la Tecnología, siendo el guía de las



noches de observación astronómica. Sus charlas mezclaban el rigor científico con un fino sentido del humor y una capacidad de simplificar los conceptos astronómicos muy destacada. A los que hemos tenido el placer de tenerle como amigo, siempre nos quedará su huella y el ejemplo de su actitud positiva ante la vida. La grandeza y la dignidad con la que ha afrontado su enfermedad serán un estímulo permanente para todos nosotros. Siempre le recordaremos. Su mujer Rosa, sus hijos Pablo y Lucas, sus padres y demás familiares, fueron su mejor soporte y constituyen su mejor legado.

Hasta siempre, Lucas.

Antxon Alberdi (IAA-CSIC).

LIBROS DE DIVULGACIÓN

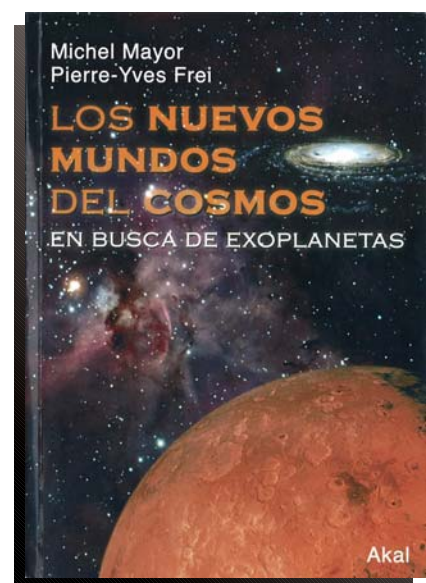
Los nuevos mundos del cosmos (En busca de Exoplanetas). Michel Mayor & Pierre-Yves Frei. Editorial Akal 2006.

COMENTARIO DE EMILIO J. GARCÍA (IAA-CSIC). El 5 de octubre de 1998, en un congreso celebrado en Florencia, los astrónomos Michel Mayor y Didier Queloz, del Observatorio de Ginebra, anunciaron en público el descubrimiento del primer planeta no perteneciente al Sistema Solar orbitando alrededor de una estrella similar al Sol (anteriormente ya se habían descubierto planetas en torno a un púlsar). Era el primero de la larga lista de exoplanetas descubiertos hasta la fecha.

En este libro, de muy reciente aparición en España, el propio Michel Mayor y el periodista científico Pierre-Yves Frei relatan la historia de esta emocionante búsqueda de nuevos mundos; desde los descubrimientos de Urano, Neptuno y Plutón, hasta los futuros proyectos para la detección de indicios de vida fuera de nuestra vecindad solar (algunos próximos a la ciencia ficción).

De manera amena, rigurosa y algo novelesca, describen la evolución de las diferentes técnicas para el descubrimiento de exoplanetas (astrometría, velocidades radiales, tránsitos, etc.), siempre al límite de las capacidades instrumentales, así como las teorías sobre la formación de los planetas y otros aspectos más generales. Todo ello sin olvidar la parte más humana de la ciencia: las anécdotas biográficas, la emoción del descubrimiento, la incertidumbre, la carrera por tener la primicia o el miedo al fracaso.

Un libro que se lee de un tirón y que nos demuestra que la ciencia se nutre de los triunfos pero sobre todo de los fracasos y, que a pesar de todo, no hay telescopio más potente que el ingenio humano.



CHARLAS DIVULGATIVAS PARA COLEGIOS EN EL IAA

El IAA organiza mensualmente charlas de divulgación astronómica para estudiantes, a petición de los colegios interesados. Pueden obtener más información en la página Web del instituto o contactando con Cristina Torrededia (Tel.: 958 12 13 11; e-mail: ctr@iaa.es).