

# I A A

INFORMACIÓN y ACTUALIDAD ASTRONÓMICA

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

OCTUBRE 2008, NÚMERO: 26

ASTRONOMÍA Y ARTE  
CONDENSADOS DE BOSE-EINSTEIN  
ASTEROIDES

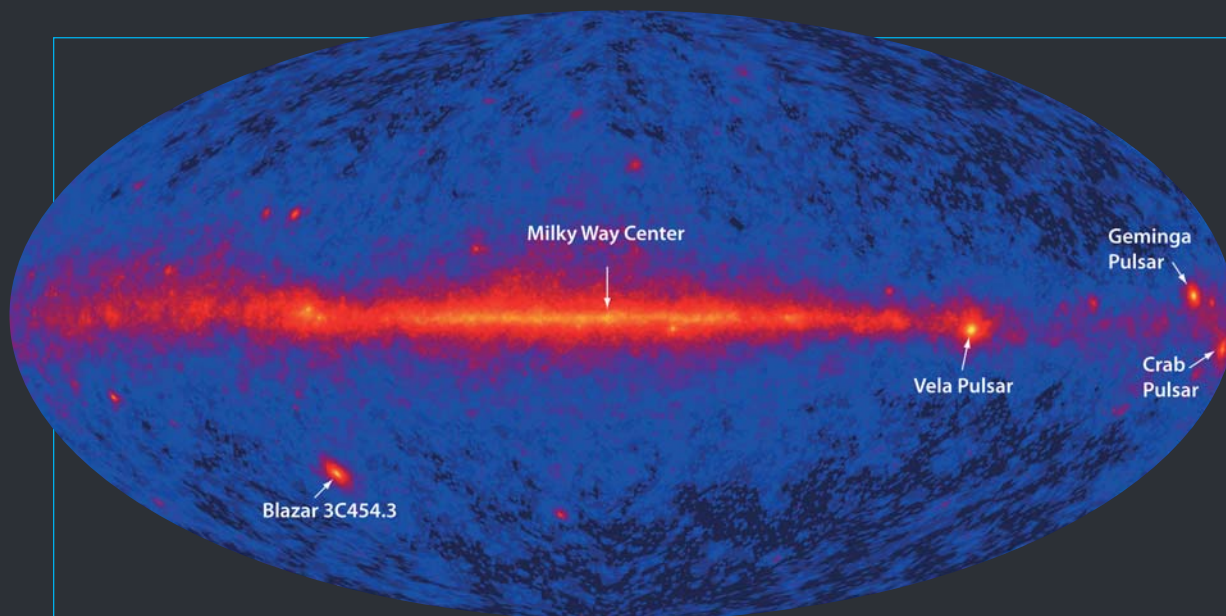
# MAGNETARES



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

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





## La primera imagen de GLAST (ahora *Fermi*)

El satélite GLAST, lanzado el pasado 11 de junio para explorar el Universo en altas energías, ha sido oficialmente renombrado *Fermi* en honor a Enrico Fermi (1901-1954), pionero en el estudio de la física de altas energías y ganador del premio Nobel. En la imagen vemos, en falso color, el primer mapa del cielo en rayos gamma obtenido por *Fermi*. Se aprecia el plano galáctico en el centro, así como la fuerte emisión de algunas estrellas de neutrones (*Vela Pulsar*, *Geminga Pulsar*, *Crab Pulsar*) y una galaxia activa distante (*blazar 3C454.3*). Se trata de un prometedor avance de sus futuros hallazgos, ya que este mapa combina observaciones de tan sólo cuatro días, equivalentes a un año de observaciones con la misión CGO (*Compton Gamma-ray Observatory*) de los años noventa.

## SUMARIO

### REPORTAJES

Estrellas de neutrones: furioso magnetismo ...3

La astronomía en el arte ...7

### DECONSTRUCCIÓN Y otros ENSAYOS

Lo más frío del Universo ...10

### CIENCIA: PILARES E INCERTIDUMBRES

Los meteoritos "ordinarios" ...12

### ACTUALIDAD ...13

### ENTRE BASTIDORES

Las generaciones perdidas ...16

### HISTORIAS DE ASTRONOMÍA

El organista que descubrió Urano ...17

### ACTIVIDADES IAA ...18

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, Iván Agudo, 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 FCT-08-0130 del Programa Nacional de Fomento de la Cultura Científica y Tecnológica 2008.



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.





Fuente: ESO/L.Calcada.

# FURIOSO MAGNETISMO

LA MUERTE DE UNA ESTRELLA MUY MASIVA PUEDE DAR LUGAR A UNA ESTRELLA DE NEUTRONES, UN TIPO DE OBJETO QUE OSTENTA RÉCORDS EN VELOCIDAD Y MAGNETISMO

Por Silbia López de Lacalle (IAA-CSIC)

**UN HALLAZGO RECIENTE DE INVESTIGADORES DEL IAA** nos acerca a uno de los objetos más extremos del bestiario cósmico, las estrellas de neutrones. Se trata de objetos muy compactos, que pueden albergar la masa del Sol en unas decenas de kilómetros (una cucharada de estrella de neutrones pesaría en la Tierra unas tres mil millones de toneladas), y cuyo nacimiento ya anticipa una carrera brillante.

## Un origen turbulento

Las estrellas de neutrones son en realidad el núcleo “pelado” de una estrella muy masiva -de entre 8 y 15 veces la

masa del Sol-, que ha expulsado su envoltura en una explosión de supernova. Pero las últimas fases de la estrella han modificado este núcleo hasta hacerlo irreconocible: incapaz de producir energía, se contrae hasta que toda la materia se encuentra dissociada en los componentes más simples (protones, neutrones y electrones) y la acción de los neutrones estabiliza la estrella; así se obtiene una estructura formada por una corteza sólida y muy densa y un interior fluido formado en su mayoría por neutrones.

Este agitado nacimiento otorga a la estrella de neutrones ciertas característi-

cas especiales, como una rápida rotación -de unas cincuenta veces por segundo- y un campo magnético tan potente que, teóricamente, puede alterar la forma de los átomos de hierro de la corteza y convertirlos en alargadas agujas. Podríamos pensar en un imán gigante que, al girar vertiginosamente, genera una tremenda cantidad de energía que se manifiesta, por un lado, en la expulsión de partículas en forma de viento y, por otro, en la emisión de radiación en forma de chorros situados en sus polos magnéticos. Como en las estrellas de neutrones el eje de rotación no coincide con el eje magnético (por donde emite la radiación), sólo detectamos su emisión cuando el eje magnético corta el eje de nuestra visual en cada rotación. El efecto se asemeja al de un faro, y parece que la estrella de neutrones, más que rotar, pulsa. Esto provocó que originariamente se las bautizara como púlsares.



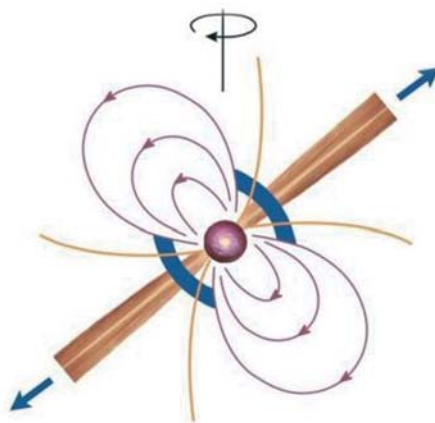
EL PÚLSAR DEL CANGREJO. Este pulsar, fruto de una explosión de supernova observada en el año 1054, rota cada 0,033 segundos y entra dentro de la categoría de pulsares "normales". Fuente: J. Hester (ASU) et al., CXC, HST, NASA.

Pero todo esto vale para las estrellas de neutrones "normales", ya que existe un díscolo grupo que no respeta las reglas. Se trata de los magnetares.

### Más difícil todavía

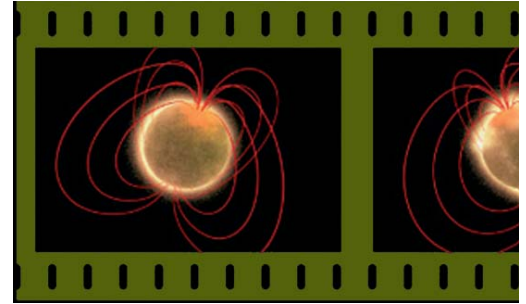
El 5 de marzo de 1979, los detectores de rayos gamma de varias misiones espaciales dispararon sus contadores durante apenas dos décimas de segundo; en esos breves instantes, un objeto cósmico había emitido tanta energía como el Sol a lo largo de diez mil años. Tras el intenso destello se observó un resplandor menos energético -los llamados rayos gamma "suaves" y rayos X-, que duró tres minutos y oscilaba con un periodo de ocho segundos. Demasiado lento para tratarse de un pulsar y demasiado repetitivo para ser una explosión de rayos gamma (de hecho, la repetición de la señal le dio un nombre, repetidor de rayos gamma suaves, o SGR de las siglas en inglés).

Ante el enigma, dos científicos americanos idearon un escenario que presentaba



ANATOMÍA DE UN PÚLSAR. Este esquema muestra los ejes de un pulsar, y la posición en la que debe encontrarse un observador -dirección de las flechas- para detectarlo.

una estrella de neutrones con una infancia especialmente agitada. Dentro de una estrella, el gas circula por convección: el gas caliente sube hacia la superficie y el frío desciende hacia el núcleo, donde se calienta y vuelve hacia arriba. Un estu-



dio había demostrado que, durante sus primeros diez segundos de existencia, el interior fluido de una estrella de neutrones podía alcanzar un ritmo de convección de cien veces por segundo. Si la estrella giraba entre cien y mil veces por segundo durante esos breves instantes, generaría un campo magnético mil veces superior al de la mayoría de los pulsares normales. Al evolucionar, las líneas del campo magnético se moverán a través de la rígida corteza de la estrella, que se deformará y, eventualmente, se agrietará en un poderoso "terremoto estelar". Como consecuencia, se crea una nube de partículas y un destello de rayos gamma suaves, lo que responde por el nombre ya asignado. Pero también, aunque menos frecuentemente, el campo magnético se desestabiliza y tiene lugar una reorganización a gran escala, tan violenta que produce ráfagas como la de marzo de 1979.

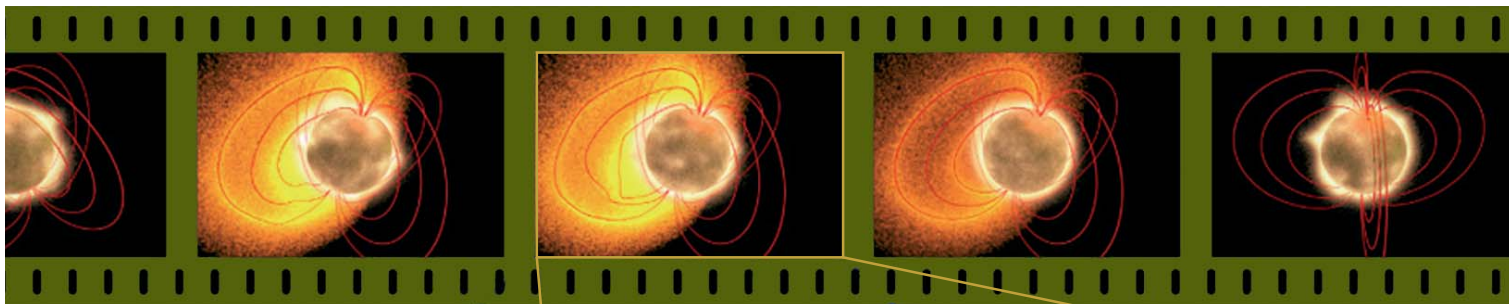
### La familia crece

En 1992, los autores de la teoría bautizaron a estos objetos como magnetares, aunque sus ideas tuvieron poco éxito: en 1998, uno de ellos fue relegado a la última charla de la última sesión en una reunión de la Sociedad Astronómica Americana, justo después de otro conferenciante que exploraba alternativas a la teoría de la relatividad general de Einstein.

Sin embargo, ese mismo año se detectó una explosión muy similar a la de 1979, pero proveniente de un objeto más cercano y por lo tanto más potente (afectó las transmisiones de radio terrestres e ionizó la alta atmósfera). Su análisis dio la confirmación a la teoría de los magnetares.

Más adelante, esta teoría pudo explicar también otro tipo de objetos misteriosos, los pulsares anómalos de rayos X (o AXPs, de su nombre en inglés). Estos pulsares resultaban anómalos porque su

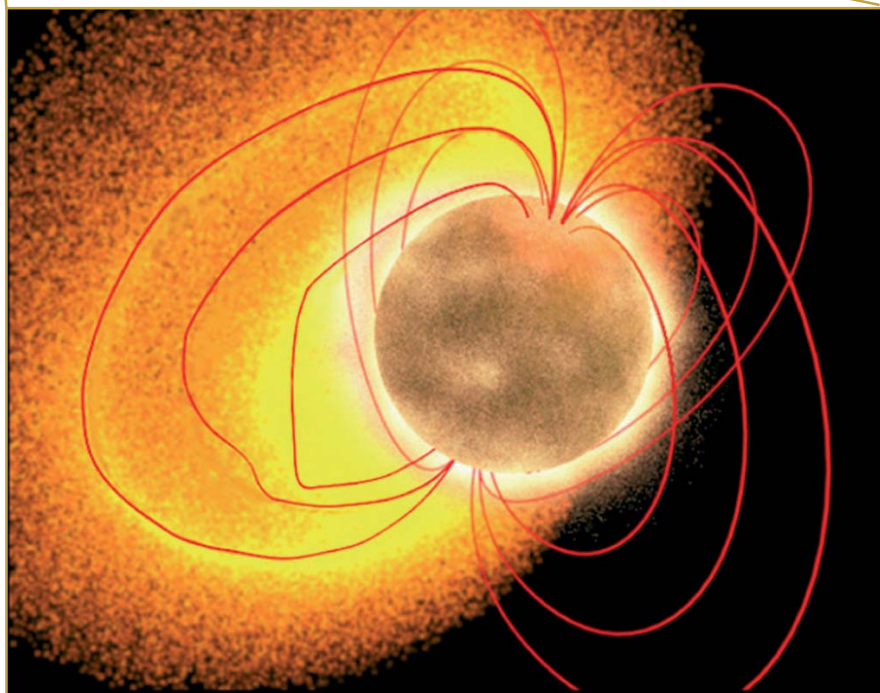




Magnetar en acción. El campo magnético de la estrella es tan potente que la rígida corteza se fractura, liberando una enorme cantidad de energía. Fuente: Robert Mallozzi (UAH, MSFC).

fuelle de energía no parecía la misma que la de los púlsares de rayos X "normales" y porque, aunque mantienen semejanzas con los SGRs, no experimentan estallidos violentos. Hoy se cree que se trata del mismo tipo objeto, una estrella de neutrones con un campo magnético descomunal -un magnetar-, sólo que en el caso de los SGRs es más joven y, por lo tanto, más activa.

De momento, sólo se han detectado unos doce magnetares, pero los científicos creen que no se debe a su escasez, sino a que son demasiado breves y requieren telescopios muy avanzados.



## ESTRELLAS DE NEUTRONES EN EL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA

# Un objeto único en la Vía Láctea

**ASTRÓNOMOS DEL INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA (IAA-CSIC) LIDERAN EL ESTUDIO DE SWIFT J195509+261406**, un extraño objeto que engañó a sus descubridores. Parecía un estallido de rayos gamma producto de la muerte de una estrella en una galaxia muy distante y se clasificó como tal. Después se comprobó que no sólo se halla mucho más cerca, en nuestra propia Galaxia, sino que además muestra un comportamiento único: tras la emisión en rayos gamma, y en apenas tres días, experimentó un total de cuarenta erupciones que se observaron en el óptico y, once días después, una pequeña erupción visible en el infrarrojo. Después desapareció.

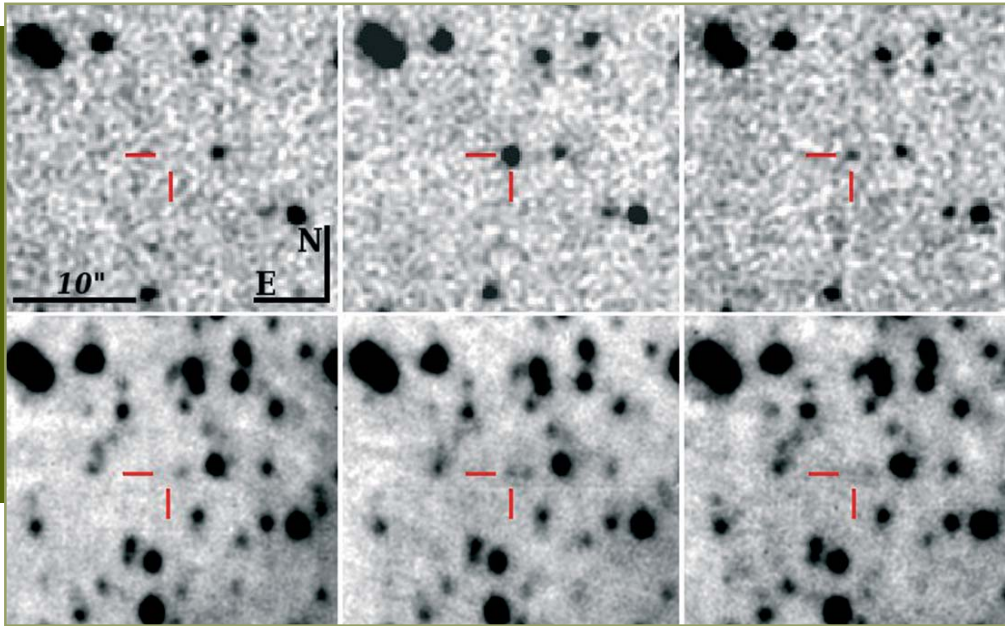
"Estamos ante un objeto en estado de hibernación e inactivo durante años para después entrar en actividad durante unos pocos días", explica Alberto J. Castro-Tirado, científico del IAA que figura como

*Los descubridores creen que podría constituir un "eslabón perdido" en esta familia de objetos*

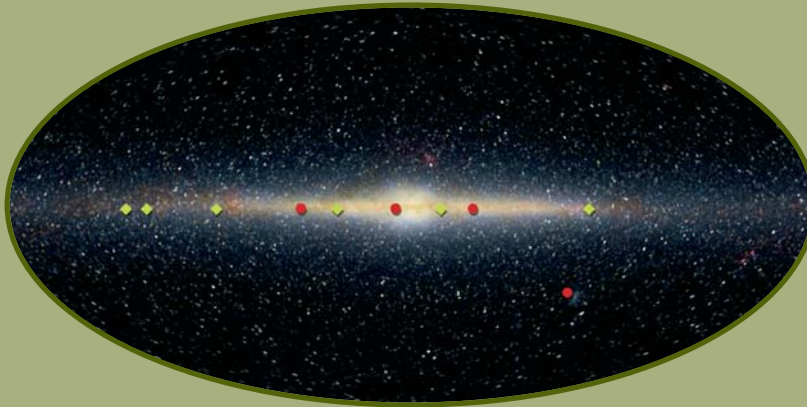
primer autor del artículo de *Nature* donde se publican los resultados. "De ahí la dificultad de estudiar este objeto, que muy probablemente sea un magnetar en nuestra

propia Galaxia, en virtud de nuestras observaciones multirango (desde radio hasta rayos-X) y de las propiedades estadísticas de las fulguraciones ópticas observadas. Los magnetares son estrellas de neutrones jóvenes con un campo magnético ultra intenso, pero inactivas durante décadas de modo que es posible que sean muy abundantes aunque apenas conozcamos una docena de ellas en la Vía Láctea".

Hasta ahora, faltaban miembros en la familia de las estrellas de neutrones: en el extremo más energético se encuentran los magnetares, objetos jóvenes que se detectan por sus intensas y fugaces emisiones en rayos gamma en algunos casos. En el otro



Fulguraciones en la nueva fuente descubierta en la Galaxia. Columna superior: secuencia de imágenes obtenidas con el telescopio de 1,5 m del Observatorio de Sierra Nevada en el óptico el 11 de junio. Columna inferior: secuencia de imágenes obtenidas con el telescopio VLT de 8,2 m del ESO en Chile en el infrarrojo cercano. En pocos segundos, el brillo del objeto aumentó más de cien veces.



Los magnetares son estrellas de neutrones con un campo magnético cientos de veces superior a la media. El campo magnético se mide en Gauss (el terrestre es de 0,05 Gauss) y, mientras que las regiones más magnéticas del Sol alcanzan unos dos mil Gauss, un magnetar puede alcanzar hasta mil billones de Gauss y en una de sus erupciones puede emitir tanta energía como el Sol a lo largo de mil años. En la imagen aparecen señalados los magnetares hallados en la Galaxia hasta el momento, los SGRs en rojo y los AXPs en verde. Fuente: NASA.

extremo se hallan las estrellas de neutrones aisladas, objetos muy débiles y viejos que emiten en radio. Aunque algunos científicos ya habían apuntado a una posible evolución de los magnetares hacia una vejez tranquila y débil, nunca se había detectado un objeto que pudiera encajar entre los dos estadios y probar así esa evolución. El insólito comportamiento de SWIFT J195509+261406, con sus fugaces erupciones en el óptico, lo convierte en el candidato ideal.

El grupo de cuarenta y dos científicos ha utilizado datos de ocho telescopios diseminados por todo el planeta, desde el robótico BOOTES-2 en la La Mayorra (EELM-CSIC) y el del Observatorio de Sierra Nevada (IAA-CSIC) hasta los gigantes BTA en Rusia y el VLT del ESO en Chile, además de los radiotelescopios del IRAM en el Pico Veleta y Los Alpes y los observatorios espaciales

SWIFT (NASA) y XMM-Newton (ESA).

### ¿El eslabón perdido?

Hasta la fecha, los magnetares mostraban su existencia a través de las dos vías que hemos comentado: las fuentes repetitivas de rayos gamma suaves (SGRs) emiten fugaces estallidos en rayos gamma, mientras que los púlsares anómalos de rayos X (AXPs) parecen tener una fuente de energía distinta a la del resto de púlsares y, aunque mantienen semejanzas con los SGRs, muchos no presentan destellos tan violentos. De confirmarse en un futuro SWIFT J195509+261406 como magnetar, sería una nueva manifestación de la actividad de estos objetos con origen en la magnetosfera de la estrella de neutrones. No obstante, los investigadores han dejado la puerta abierta a una segunda posibilidad: una binaria de rayos-X ultracompacta en la que una estrella de neutrones y una

estrella compañera mucho menos masiva que el Sol orbitan una alrededor de la otra en no más de 1 ó 2 horas.

El grupo investigador cree necesaria una observación detallada tanto en rayos X como en el óptico de J195509+261406 para esclarecer definitivamente su naturaleza y comprobar si se trata de un pariente algo menos joven que los SGRs y los AXPs y, por lo tanto, el eslabón que los une con las estrellas de neutrones aisladas. Habrá que esperar años hasta que se produzca un nuevo periodo de actividad.

*Los miembros del grupo investigador del Instituto de Astrofísica de Andalucía son Alberto J. Castro-Tirado, Antonio de Ugarte, Javier Gorosabel, Martín Jelinek, Martín Guerrero, Francisco J. Aceituno, R. Cunniffe, P. Kubánek y S. Vitek.*

<http://www.nature.com/nature/journal/v455/n7212/full/nature07328.html>



# La astronomía en el arte

Por Montserrat Villar  
(IAA-CSIC)

Montserrat Villar es Coordinadora del Año Internacional de la Astronomía (AIA-IYA 2009) en España

<http://www.iaa.es/IYA09/>

LA ASTRONOMÍA HA IMPREGNADO EL ARTE DE LA PINTURA, consciente o inconscientemente para el artista, desde tiempos muy remotos. Sea por la fascinación que los astros ejercen en el ser humano, por el interés científico que despertaron o por motivos religiosos, los ejemplos de obras en las que fenómenos y objetos astronómicos apare-

cen representados son muy numerosos. Hay tantas maravillas, tantas obras fascinantes, que la selección de una muestra reducida no es tarea sencilla. Este breve compendio hace un recorrido por una variedad de objetos y fenómenos astronómicos plasmados en obras de arte creadas en diferentes siglos y países, a través del tiempo y del espacio.

## LA CREACIÓN DEL MUNDO Y DE LOS ASTROS

Hartman Schedel (1493), *Crónicas de Nuremberg*

Hartmann Schedel (1440-1514) fue humanista, doctor en medicina e historiador alemán. Su obra más conocida son las *Crónicas de Nuremberg (Liber Chronicarum)*, publicado en Nuremberg en 1493. Se trata de un libro incunable ilustrado de la historia del mundo, que está dividida en siete épocas desde la Creación hasta el Apocalipsis. El reciente invento de la imprenta por Gutenberg (aproximadamente en 1444) permitió editar numerosas copias de esta gran obra.

En ella se ilustran admirablemente la creación del mundo y los siete días iniciales del relato del Génesis. En el grabado de la imagen se representa una de las fases de la Creación. En el cuarto día Dios crea los astros.

Génesis 1,14-19: <sup>14</sup>Dijo luego Dios: "Haya

en el firmamento de los cielos lumbreras para separar el día de la noche, y servir de señales a estaciones, días y años; <sup>15</sup>y luzcan en el firmamento de los cielos, para alumbrar la tierra". Y así fue. <sup>16</sup>Hizo Dios los dos grandes luminares, el mayor para presidir el día, y el menor para presidir la noche, y la estrellas; <sup>17</sup>y los puso en el firmamento de los cielos para alumbrar la tierra <sup>18</sup>y presidir al día y a la noche, y separar la luz de las tinieblas. Y vio Dios ser bueno, <sup>19</sup>y hubo tarde y mañana, día cuarto.

La esfera celeste está dividida en capas. La Tierra ocupa el centro y, por tanto, la interpretación es ptolemaica. El Sol, la Luna, los cinco planetas conocidos entonces y las estrellas ocupan diferentes esferas. La más externa es el *Primum Movi-*



le, que regulaba el movimiento de todas las esferas interiores.

Se utilizaron unos 650 bloques de madera para hacer los más de 1800 grabados de esta obra, basados en dibujos realizados por diferentes artistas (quizás Dürero entre ellos). Una de las maravillas del libro es que aparecen por primera vez mapas de países y ciudades que no habían sido cartografiados nunca.

## HUÍDA A EGIPTO, Adam Elsheimer (1609) . Alte Pinakothek, Munich, Alemania

Adam Elsheimer (1578-1610) fue un pintor alemán que ilustró en sus obras historias tomadas de la literatura clásica y de la Biblia. En este cuadro representa la huída a Egipto de la Sagrada Familia, donde las figuras humanas juegan un papel secundario respecto al paisaje.

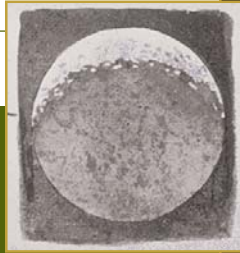
El artista logra representar el cielo estrellado con gran maestría. No sólo se aprecian multitud de estrellas y varias constelaciones, sino que por primera vez aparece en una obra de arte una representación realista de la Vía Láctea, resuelta en innumerables estrellas individuales. Esto ha despertado un interesante debate sobre si Adam Elsheimer conocía o no los trabajos de Galileo. Recordemos que este cuadro se realizó el mismo año en que Galileo apuntó su telescopio por primera vez al cielo. Como resultado de estas observaciones, descubrió entre otras cosas que la Vía Láctea está formada por incontables estrellas, como Elsheimer representa en su cuadro.



## LA ASUNCIÓN DE LA VIRGEN

Ludovico Cardi, Cigoli (1612)

Basílica de Santa Maria Maggiore (Roma)



Apocalipsis (12,1):

*‘Apareció en el cielo una señal grande, una mujer envuelta en el sol, con la luna bajo de sus pies, y sobre la cabeza una corona de doce estrellas.*

En 1610 Galileo publicó su obra *Sidereus Nuncius*, el primer tratado científico basado en observaciones astronómicas realizadas con un telescopio. En él aparecen los resultados de sus estudios sobre la Luna, las estrellas y los satélites de Júpiter. Con sus observaciones descubrió que la Luna tiene cráteres y montañas, que reflejó en dibujos publicados en este tratado (imagen superior). La irregularidad de la superficie

lunar contradecía las ideas aristotélicas, según las cuales los cuerpos celestes son esferas perfectas.

Cigoli (1559 -1613) fue pintor, poeta y arquitecto italiano, amigo de Galileo. En 1612 recibió el encargo de pintar el techo de la Capilla Paulina de la Basílica de Santa Maria Maggiore en Roma. En el fresco *Asunción de la Virgen* (imagen derecha) llama la atención la representación de la Luna a los pies de la Virgen, pues en ella se aprecian muy claramente los cráteres. Por aquella época solía representarse a la Virgen sobre una Luna suave, perfecta. Este fresco fue pintado tan sólo dos años después de la publi-

cación de *Sidereus Nuncius*. Es muy posible que Cigoli se inspirara en los dibujos hechos por Galileo.

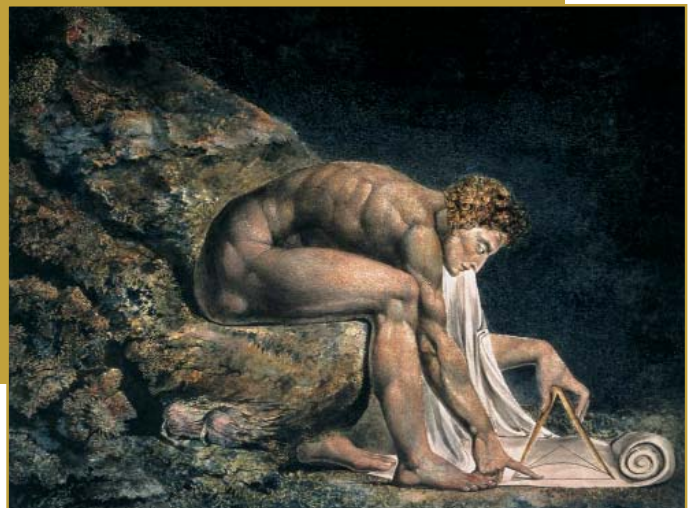
## NEWTON

William Blake (1795). Tate Britain (Londres)

Los grandes científicos también han sido fuente de inspiración para algunos artistas. El poeta, pintor y grabador inglés William Blake (1757-1827) representa aquí a Isaac Newton como un geómetra divino. El compás, a través de los siglos, se ha utilizado frecuentemente como símbolo de la creación.

Isaac Newton, (1642/3-1727) fue un científico, físico, filósofo, alquimista y matemático inglés, autor de los *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* donde describió la ley de gravitación universal y estableció las bases de la Mecánica Clásica mediante las leyes que llevan su nombre. Realizó además importantes avances en el campo de la óptica y las matemáticas.

William Blake (1757-1827) defendió la imaginación frente a la razón. Su obra gráfica, poderosa y simbólica, desafió las convenciones artísticas del siglo XVIII.



## MAR MUERTO

Paul Nash (1945)

Tate Gallery (Londres)

El pintor inglés Paul Nash (1889-1946) representa en este cuadro un Mar Muerto hecho de restos de aviones alemanes caídos durante la II Guerra Mundial.

Es curiosa la representación de la Luna en la que se aprecia la luz cenicienta. Se trata de esa luz débil que vemos en la parte del disco lunar no bañada por la luz solar. La Tierra refleja la luz del Sol hacia la Luna, que de esta manera aparece ligeramente iluminada. La luz cenicienta es perceptible sobre todo cuando la parte de la Luna iluminada por el Sol es muy pequeña.





## CRISTO RESUCITADO

Bramantino (1490), Museo Thyssen-Bornemisza

Inicialmente atribuida a Bramante, la autoría de esta obra corresponde probablemente a su discípulo Bramantino (aprox. 1460-1536). Fue adquirida para la colección Thyssen-Bornemisza en 1936. Viendo este maravilloso cuadro, ha de hacerse un esfuerzo para apartar la mirada de la pálida, trágica expresión de Cristo cargada de tristeza y dolor. No es un Cristo triunfante, vencedor de la muerte característico de otras obras que representan a Cristo resucitado.

Aparecen algunos detalles curiosos en el cuadro, como el paisaje de la izquierda, donde se observa una nave con mástil en T, las

velas recogidas y dos tiendas de campaña. La representación de la Luna es interesante, pues parecen apreciarse los llamados mares. Los mares de la Luna son grandes planicies oscuras que reflejan menos luz del Sol que zonas más elevadas. Se originaron en las etapas tempranas de la Luna, como consecuencia de afloraciones basálticas generadas como consecuencia de impactos y/o erupciones volcánicas. Aunque su nombre sugiere lo contrario, no contienen agua. Uno de los mayores es el Mare Imbrium (Mar de la Lluvia), con más de mil cien kilómetros de diámetro.

## UN MUNDO

Ángeles Santos (1929)

Museo Reina Sofía (Madrid)

El día y la noche en un gran cuadro (2,90m x 3,10m) de Ángeles Santos, que puede verse en el Museo Reina Sofía. Uno puede imaginar cómo rota este extraño planeta Tierra, de forma que el día y la noche van transcurriendo en las caras de este gran cubo distorsionado.

"Yo había escuchado entonces que el hombre llegaría al planeta Marte y eso me impresionó. Pinté ese cuadro para que lo enviaran allá y que los marcianos supieran cómo era nuestro planeta Tierra", relataba Ángeles Santos en 2003, riéndose un poco de su ingenuidad. (EL PAÍS, 20/9/2003).

Nacida en 1911 en Port Bou (Gerona), Ángeles Santos se dio a conocer en plena adolescencia. Éste, uno de sus cuadros más famosos, lo pintó en Valladolid cuando tan sólo contaba con diecisiete años. Lo presentó en 1929 en Madrid en el Salón de Otoño. Un año más tarde, el salón dedicó a la jovencísima artista su primera exposición individual en la que mostró treinta y cuatro obras.



## ECLIPSE DE GIRASOL

Paul Nash (1945)

Tate Gallery (Londres)

Este fue uno de los últimos cuadros de Nash (1889-1946). En esta época el artista estaba seriamente debilitado por el asma. Su plan era hacer una colección de ocho cuadros: cuatro pintados al óleo y cuatro acuarelas acompañantes: *Eclipse de Girasol* (*Eclipse of the Sunflower*), *Solsticio de Girasol* (*Solstice of the Sunflower*), *El Girasol Sale* (*The Sunflower Rises*), *El Girasol se Pone* (*The Sunflower Sets*).

Sólo pudo completar los dos primeros óleos. A Nash siempre le interesaron los ciclos de la naturaleza y le fascinaba la relación entre el Sol y los girasoles. El cuadro de la imagen, *Eclipse de girasol*, muestra cómo el Sol eclipsado adopta la forma de un girasol cuyos pétalos se funden con el resplandor de aquel.



EN ESTE NÚMERO, Y HACIENDO HONOR AL TÍTULO DE LA SECCIÓN, ENSAYAMOS ALGO NUEVO Y DECONSTRUÍMOS UNA IMAGEN. SE TRATA DEL CONDENSADO DE BOSE-EINSTEIN, UN ESTADO MUY PECULIAR DE LA MATERIA QUE SE OBTIENE ENFRIÁNDOLA MUCHO. BELÉN PAREDES, QUE TRABAJA ACTUALMENTE EN LA UNIVERSIDAD DE GUTENBERG EN MAINZ, ALEMANIA, NOS ECHA UNA MANO CONTESTANDO NUESTRAS PREGUNTAS.

Emilio J. García (IAA)

# LO MÁS FRÍO



## [1] ¿QUÉ ES LA TEMPERATURA?

Se trata de un concepto cotidiano que manejamos sin cesar. Usamos termómetros para medir la temperatura de nuestra casa o nuestro cuerpo, y lo que medimos en realidad es el grado de agitación de los átomos y las moléculas que forman los objetos o, en el caso de nuestro cuerpo, a qué velocidad en promedio se mueven las partículas que nos componen. Pensemos por ejemplo en las partículas del aire: si pudiéramos coger una y dejarla escapar, en un segundo estaría a casi un kilómetro de distancia, lo que equivale a una velocidad de varios cientos de metros por segundo.

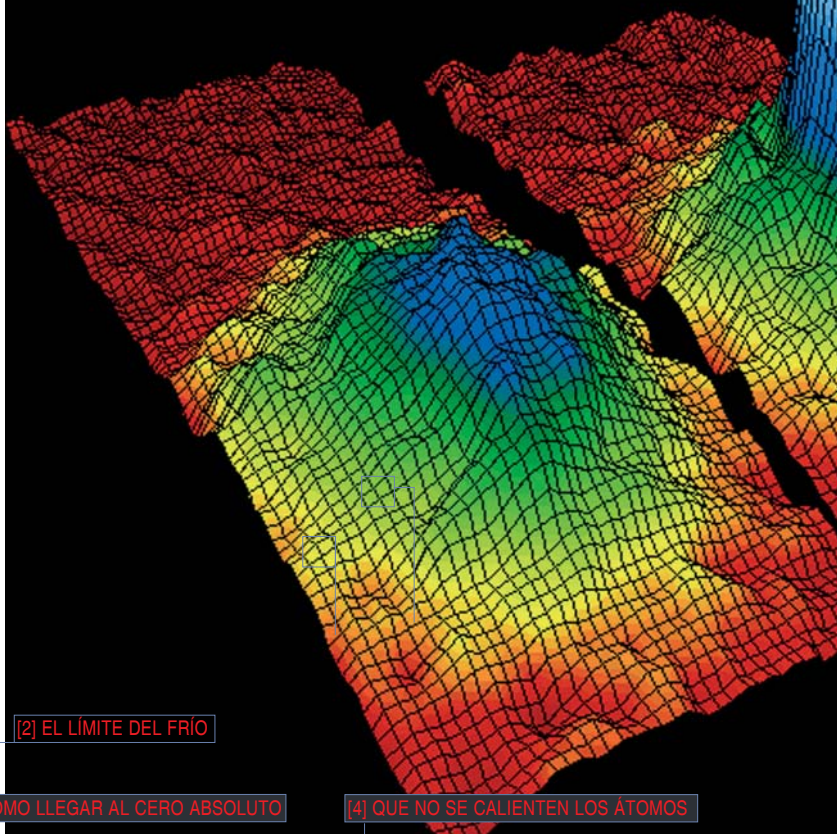
## [2] ¿HASTA DÓNDE PODEMOS ENFRIAR ALGO?

La temperatura mide la velocidad de las partículas y, por tanto, hay un límite claro a partir del cual no podemos enfriarlas más: es el momento en que las hemos parado completamente. Eso es lo que llamamos cero absoluto, que no es el mismo cero que marcan nuestros termómetros de casa. El cero de nuestros termómetros corresponde a la temperatura a la que se congela el agua. El cero absoluto es muchísimo más frío, equivale a  $-273$  grados centígrados.

## [3] ¿QUÉ MÉTODOS SE EMPLEAN PARA ENFRIAR TANTO, O IMPEDIR QUE SE MUEVAN LAS PARTÍCULAS?

En el laboratorio utilizamos el enfriamiento con láser. Esta aplicación del láser puede resultar curiosa, ya que en otros campos, como medicina o ingeniería, el uso del láser está relacionado con quemar, soldar o cortar. Pero el láser también puede enfriar, al ser capaz de frenar las partículas. De hecho, gracias al láser podemos acercarnos hasta una millonésima del cero absoluto. La idea es la siguiente: imaginemos que vamos conduciendo nuestro coche y empiezan a lanzarnos pelotas de tenis en sentido contrario a nuestra marcha. Si se trata de millones de pelotas lanzadas a gran velocidad llegará un momento en que nuestro coche se acabe parando. En este símil el átomo es el coche y las pelotas son los constituyentes del chorro de luz que sale del láser. La luz ejerce una fuerza, lo que se conoce como presión de radiación, que puede frenar a las partículas. Un ejemplo de este fenómeno es la cola de los cometas: la luz del sol empuja el material del cometa hacia atrás.

## [1] ENTENDIENDO LA TEMPERATURA



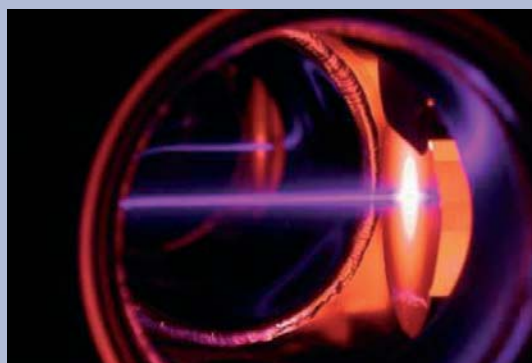
## [2] EL LÍMITE DEL FRÍO

## [3] COMO LLEGAR AL CERO ABSOLUTO

## [4] QUE NO SE CALIENTEN LOS ÁTOMOS

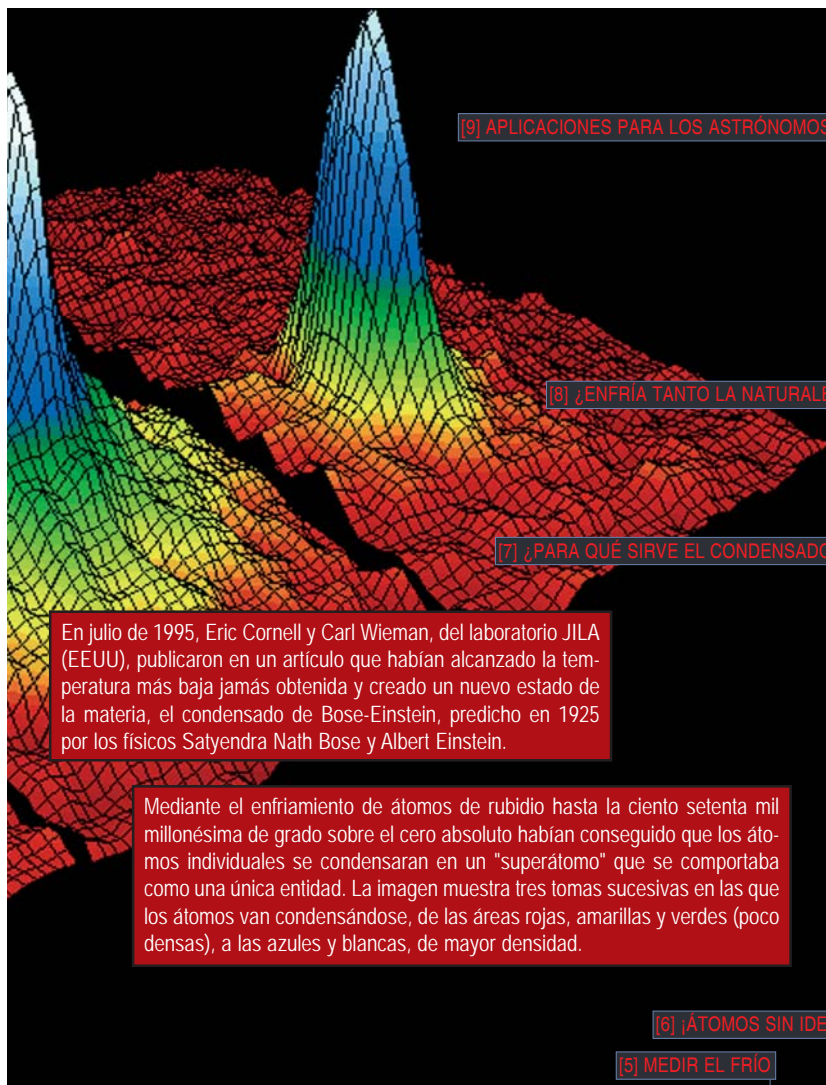
## [4] ¿QUÉ ES EL ATRAPAMIENTO MAGNÉTICO?

Se trata de una estrategia para evitar que los átomos ya enfriados se calienten. Los átomos con los que trabajamos se encuentran en un contenedor y los continuos choques con las paredes pueden aumentar su temperatura. Para evitar esto utilizamos campos magnéticos que mantienen levitando la nube de átomos en el centro, impidiendo que se aproxime a las paredes. La idea intuitiva es que los campos magnéticos crean una trampa en el centro del contenedor,



Un chorro de láser (que viaja de izquierda a derecha) empleado para ralentizar el movimiento de los átomos.





[9] APLICACIONES PARA LOS ASTRÓNOMOS

[8] ¿ENFRÍA TANTO LA NATURALEZA?

[7] ¿PARA QUÉ SIRVE EL CONDENSADO?

En julio de 1995, Eric Cornell y Carl Wieman, del laboratorio JILA (EEUU), publicaron en un artículo que habían alcanzado la temperatura más baja jamás obtenida y creado un nuevo estado de la materia, el condensado de Bose-Einstein, predicho en 1925 por los físicos Satyendra Nath Bose y Albert Einstein.

Mediante el enfriamiento de átomos de rubidio hasta la ciento setenta mil millonésima de grado sobre el cero absoluto habían conseguido que los átomos individuales se condensaran en un "superátomo" que se comportaba como una única entidad. La imagen muestra tres tomas sucesivas en las que los átomos van condensándose, de las áreas rojas, amarillas y verdes (poco densas), a las azules y blancas, de mayor densidad.

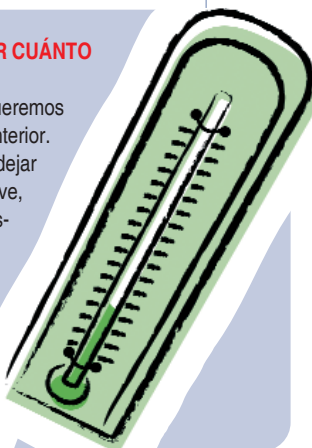
[6] ¿ÁTOMOS SIN IDENTIDAD!

[5] MEDIR EL FRÍO

parecida a una trampa en un bosque donde la presa cae debido a la gravedad. En el caso del atrapamiento magnético el mecanismo es un poco diferente: los átomos son pequeños imanes que responden a fuerzas magnéticas y "caen" en las zonas en las que el campo magnético se anula. Nuestra trampa magnética no es más que una configuración adecuada de corrientes que crean una zona de campo magnético nulo en el centro del recipiente, donde los átomos quedan atrapados.

[5] ¿QUÉ TERMÓMETRO UTILIZAMOS PARA MEDIR CUÁNTO LA ENFRIAMOS?

Imaginemos que tenemos una bombona de gas y queremos saber a qué temperatura se encuentra el gas en el interior. Para ello podemos abrir un boquete a la bombona, dejar que el gas se expanda y medir a qué velocidad se mueve, lo que reflejará su temperatura en la bombona. En nuestros experimentos hacemos exactamente lo mismo: eliminamos la trampa que mantiene confinados los átomos y dejamos que el gas se expanda. Midiendo su velocidad podemos medir su temperatura. La velocidad de unos átomos tan fríos es muy baja, se mueven a unos pocos milímetros por segundo, muchísimo más lentos que las partículas del aire.



[9] ¿TIENEN APLICACIONES EN ASTROFÍSICA?

Creemos que sí. El control que hemos adquirido en estos sistemas los convierte en lo que llamamos simuladores, sistemas tan versátiles y controlables que pueden simular cualquier otro sistema de la naturaleza. Por ejemplo podríamos simular comportamientos similares a los que ocurren en sistemas inalcanzables como agujeros negros o enanas blancas.

[8] ¿HAY CONDENSADOS EN LA NATURALEZA?

No. Los condensados sólo se forman a las temperaturas que hemos conseguido artificialmente en el laboratorio. Lo más frío que encontramos en la naturaleza es el fondo cósmico de microondas, aún varios grados por encima del cero absoluto.

[7] ¿TIENE YA APLICACIONES ESTE NUEVO ESTADO DE LA MATERIA?

Lo importante, de cara a las aplicaciones, no es tanto el nuevo estado en concreto, como el nivel de control que hemos adquirido sobre la materia a nivel cuántico. Hemos podido organizar a miles de millones de átomos en un estado en el que rigen leyes cuánticas, en el que la materia se comporta como luz y puede estar en varios sitios a la vez. Este poder en el mundo cuántico es muy interesante y puede utilizarse en tecnología. Por ejemplo, la gran promesa de la tecnología del futuro es el ordenador cuántico, un sistema que estaría hecho de partículas cuánticas, como los átomos de nuestro condensado. Estar en varios sitios a la vez se traduce en poder realizar varias tareas al mismo tiempo, una ventaja estupenda para un ordenador.

[6] ¿QUÉ LE OCURRE A LA MATERIA A ESAS TEMPERATURAS?

En las proximidades del cero absoluto la materia comienza a comportarse de forma muy peculiar, y se forma lo que se conoce como un condensado de Bose-Einstein. Se trata de un estado muy raro de la materia, distinto a los tres que conocemos, sólido, líquido y gaseoso. Su naturaleza es difícil de explicar con palabras cotidianas, pero quizás podríamos decir que es un estado de materia que se parece más a la luz, con su naturaleza de onda, que a la materia. Debemos imaginar los átomos de un condensado no como objetos puntuales con posición bien definida sino como paquetes de onda deslocalizados con posibilidad de estar al mismo tiempo en lugares muy distantes entre sí. En un condensado el tamaño de los paquetes es tan grande que todos solapan con todos y se deja de saber quién es y dónde está quién. Un observador fijo en una posición diría: "aquí hay un átomo", y el átomo de la derecha diría "sí, soy yo", y el de la izquierda diría "sí, soy yo". Podríamos decir que un condensado es un colectivo con crisis total de identidad en el que el sentido de individualidad se pierde y sólo queda el carácter de todo, un superátomo, como una bandada de pájaros o una orquesta sonando al unísono.

# LOS METEORITOS CONDRITOS ORDINARIOS

LOS CONDRITOS SON EL TIPO DE METEORITOS MÁS ABUNDANTE, LO QUE APUNTA A QUE UN ALTO PORCENTAJE DE ASTEROIDES SE COMPONE DE MATERIAL SIMILAR AL DE ESTOS

Los meteoritos son pequeños fragmentos de asteroides que impactan contra la Tierra. Si, antes de entrar a la atmósfera, el cuerpo es muy pequeño (de unos milímetros), nosotros lo observamos como una estrella fugaz que, tras concedernos un deseo y debido a la fricción con la atmósfera terrestre, se desintegra completamente. Si el cuerpo es mayor, sobrevive a la fricción con la atmósfera y llega a la superficie donde es encontrado (o no) como un meteorito. Estos objetos son una muestra de material extraterrestre que nos llega "gratis" desde el espacio. Para tener una idea, el flujo de material que normalmente cae en la Tierra es de una tonelada por día.

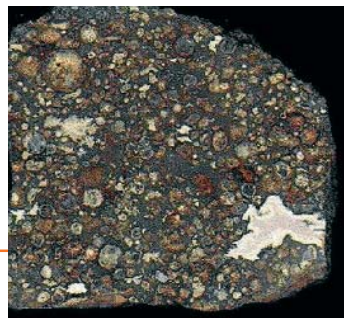
Los meteoritos más comunes son los condritos ordinarios, que constituyen aproximadamente el 75% de todos los meteoritos encontrados. De ahí provie-

ne el nombre de "ordinarios". Este tipo de meteoritos se caracterizan por estar formados por condritas, pequeñas esferas de algunos milímetros de diámetro. Estas condritas serían los primeros objetos en formarse, por condensación, en el Sistema Solar hace 4.550 millones de años. Cuando los cuerpos de nuestro Sistema Solar se formaron a partir de una gran nube de gas y polvo, las partículas se aglutinaron en estas pequeñas esferas de algunos milímetros que encontramos en el interior de los meteoritos condritos ordinarios. A partir de estas pequeñas esferas, los cuerpos mayores como los planetesimales y luego los planetas comenzaron a crecer en tamaño.

A partir de la década de los 80 se inició una búsqueda de meteoritos en la

Antártida, donde resulta fácil hallarlos por el contraste con la blancura de la nieve. La colección de meteoritos adquiridos en la Antártida sustenta el hecho de que el flujo de meteoritos hacia la Tierra mantiene ese porcentaje de condritas ordinarias. Con estas evidencias, sería fácil llegar a la conclusión que el 75% de los asteroides, que son la fuente de los meteoritos, se compone de material relacionado con las condritas ordinarias.

Hay otros tipos de meteoritos -cerca de un 10% de la muestra-, los llamados acondritos, que por su nombre es fácil concluir que no tienen condritos. Estos acondritos sufrieron alteraciones térmicas, grandes calentamientos, que destruyeron esas condritas. Cuando uno de estos cuerpos sufre un calentamiento tal, el material que lo forma se derrite, lo más pesado "cae" hacia el centro y finalmente tenemos un cuerpo con una estructura como la Tierra, un núcleo central de hierro y níquel, un manto formado por silicatos, y una corteza de material basáltico.



Meteorito de Allende.  
Un condrito ordinario donde se aprecian las condritas.

## Incertidumbres

LAS OBSERVACIONES Y LAS MISIONES ESPACIALES CONTRADICEN LA EVIDENCIA: AÚN NO SE HAN HALLADO LOS PROGENITORES DE LOS CONDRITOS

¿Qué nos dicen los meteoritos? ¿Cuál es la información que nos suministran? Algunos meteoritos nos dan información sobre el material previo a la formación del Sistema Solar; otros contienen partículas formadas en el ambiente interestelar antes de la formación del mismo. Los estudios sobre estos materiales nos ayudan a entender la formación de las estrellas y los sistemas planetarios. En un ambiente más local, nos ayudan a comprender las diferentes condiciones físicas de presión y temperatura que había en nuestro Sistema Solar primitivo. Si consideramos que el material que

cae en la Tierra es una muestra confiable de todo el material presente en el Sistema Solar interior, podemos llegar a la conclusión de que hay muchos cuerpos "condritos ordinarios" y algunos acondritos.

Desde la Tierra, podemos usar los telescopios y obtener información sobre la mineralogía de la superficie de los asteroides. En los estudios actuales con telescopios se han observado y caracterizado mineralógicamente unos tres mil asteroides de todo el cinturón principal. Y aquí aparece la incertidumbre, ya que por el momento no se ha encontrado un asteroide que presente las mismas características que los meteoritos condritos ordinarios.

Por otro lado, unos diez asteroides han sido visitados por naves espaciales que han obtenido fotografías y espectros de reflexión de su superficie. En

esta muestra de asteroides visitados, nuevamente, no se encontró una prueba fehaciente de un asteroide equivalente a los meteoritos condritos ordinarios.

En todos los casos, usando los telescopios desde Tierra y los instrumentos en naves espaciales, la incertidumbre continúa. ¿Por qué no encontramos material condrito ordinario en la superficie de los asteroides? Si esta clase de material es el más común que encontramos en la Tierra, ¿por qué no es así en los asteroides? ¿Existe algún proceso que oculta este material? ¿Estamos buscando mal? ¿Hay algún mecanismo que selecciona el material que cae en la Tierra y sobrevive hasta que es hallado? Definitivamente, no encontrar respuestas claras a problemas que parecen simples es una gran motivación para continuar investigando.



# Un Universo más transparente



El descubrimiento de rayos gamma de muy alta energía provenientes de un cuásar distante tiene importantes consecuencias sobre los modelos de formación de galaxias

Andalucía (IAA-CSIC) participantes en el hallazgo, explica el fenómeno de este modo: “la luz de fondo extragaláctica, producida por las estrellas y galaxias y acumulada a lo largo de toda la historia del Universo, funciona como un “filtro” entre el objeto que emite la luz y nosotros. Si esa luz de fondo es muy abundante, frenará buena parte de la radiación gamma de los objetos lejanos y, por lo tanto, responderá a un carácter opaco; si la luz es poco abundante, el Universo será casi transparente”. La determinación de la densidad de la luz de fondo resulta muy complicada, pero la detección de rayos gamma de un cuásar tan lejano como 3C 279 representa un serio problema para las teorías actuales: incluso la más conservadora, basada en el recuento de galaxias y el cálculo de la luz emitida a lo largo de sus vidas, presenta una densidad de luz de fondo por encima del límite máximo que impone este último descubrimiento. Así, este Universo más transparente, además de descartar automáticamente los modelos más opacos, impone una modificación de la teoría que, a su vez, afectará a los modelos de formación de galaxias.

*Los miembros del grupo investigador del Instituto de Astrofísica de Andalucía son Alberto Domínguez, Mariano Moles, Miguel Ángel Pérez-Torres, Francisco Prada, Miguel Ángel Sánchez-Conde y Fabio Zandanel.*

**Silbia López de Lacalle y Miguel Ángel Sánchez Conde (IAA)**

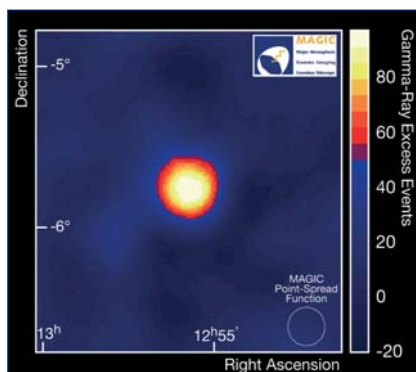
► El telescopio MAGIC (siglas en inglés de *Gran Telescopio de Imagen Cherenkov de Rayos Gamma*) registró la emisión en rayos gamma muy energéticos de 3C 279, un cuásar situado a más de cinco mil millones de años luz de la Tierra. El hecho de observar una emisión tan energética procedente de un objeto tan lejano (su luz tarda en alcanzarnos más de cinco mil millones de años, casi la mitad de la edad del Universo) indica que el Universo es más transparente a esta radiación de lo que se creía, lo que influye en las teorías sobre la formación de galaxias. El descubrimiento, en el que participan varios astrónomos del Instituto de Astrofísica de Andalucía, se publicó en la revista *Science* el 27 de junio.

## Un Universo más transparente

Los cuásares se definen como el núcleo brillante de una galaxia lejana, constituido por un agujero negro supermasivo (con más de mil millones de masas solares), rodeado de un disco de gas cuyo material, al caer hacia el agujero negro, se calienta y emite energía. Los cuásares emiten en todo el espectro electromagnético, desde

MAGIC es un telescopio de rayos gamma con un espejo de diecisiete metros de diámetro, construido y operado por una colaboración internacional de cerca de ciento cincuenta investigadores de España, Alemania, Italia, Suiza, Polonia, Finlandia, Bulgaria y Estados Unidos. Se encuentra en el observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma. Detecta los rayos gamma gracias a los cortos destellos de luz que producen cuando interactúan con las partículas de la atmósfera terrestre, conocidos

como radiación de Cherenkov. Entre los objetos de estudio de MAGIC se encuentran los fenómenos más violentos del Universo, como las supernovas, las explosiones de rayos gamma o los cuásares. Al tratarse en ciertos casos de objetos muy distantes permiten estudiar cuestiones de física fundamental y cosmología, en particular la evolución del Universo. Varios centros de investigación españoles participan en MAGIC, entre ellos el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC).



El cuásar 3C 279, visto por MAGIC en rayos gamma.

las ondas de radio hasta los rayos gamma. Pero, mientras que la mayor parte de esta emisión viaja a través del Universo sin encontrar obstáculos, parte de los rayos

gamma se pierden en las colisiones con los fotones de la luz de fondo extragaláctica. Francisco Prada, uno de los investigadores del Instituto de Astrofísica de

## La muerte de una estrella remota, observable a simple vista gracias a su orientación

El intenso brillo de GRB080319B parece deberse a que uno de los chorros de material que emanaban de la estrella apuntaba directamente a nuestro planeta

► El pasado 19 de marzo el satélite *Swift* (NASA) detectó un estallido de rayos gamma tan intenso que, a pesar de su extrema distancia, pudo observarse desde tierra a simple vista. Una amplia colaboración internacional ha compilado datos de observaciones en todas las longitudes de onda y ha trazado la evolución del fenómeno mediante un novedoso modelo de *jet* (chorro) doble, que atribuye el intenso brillo de este estallido a que uno de los chorros apuntaba hacia la Tierra. Tres científicos del Instituto de Astrofísica de Andalucía han participado en la investigación, cuyos resultados se publicaron en septiembre en la revista *Nature*.

Los estallidos de rayos gamma (GRBs, de su nombre en inglés) constituyen el fenómeno más energético del Universo y la mayoría tiene lugar cuando una estrella muy masiva consume todo su combustible y carece de energía para compensar la fuerza de la gravedad. Su núcleo se derrumba para dar lugar a un agujero negro y, en el proceso, emergen unos chorros bipolares que expulsan materia a una velocidad muy próxima a la de la luz. El estallido de rayos gamma se produce por fenómenos de choque dentro de los chorros y, a medida que estos colisionan con el material expulsado por la estrella a lo largo de la vida, lo comprimen y producen lo que se conoce como *afterglow* (resplandor), cuyo estudio permite determinar la distancia del evento.

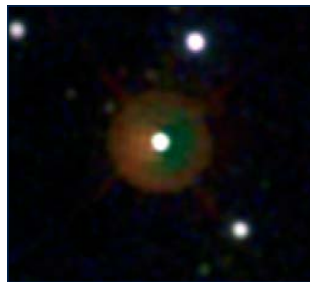
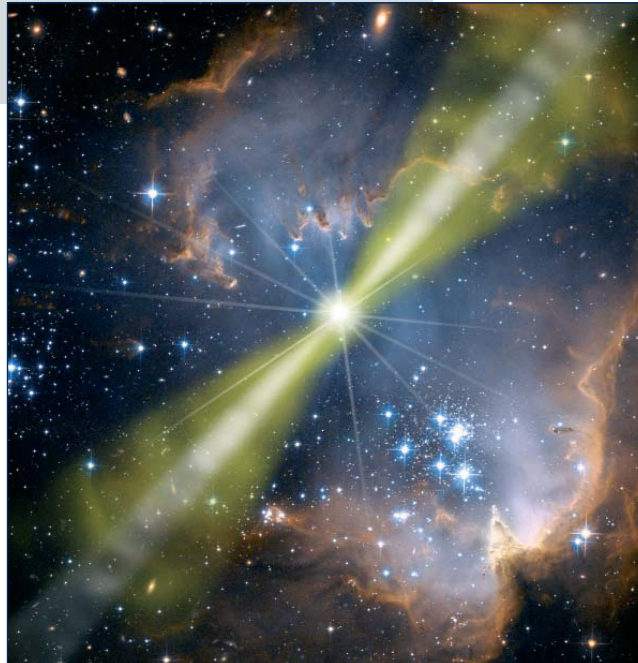


Imagen de GRB080319B tomada por el satélite *Swift* con su Telescopio Ultravioleta y Óptico.

### No más brillante, sino mejor orientado

El equipo de científicos que ha estudiado el estallido GRB080319B ha elaborado un novedoso modelo, el de *jet* doble, para explicar su intenso brillo (2,5 millones de veces superior al de la supernova más brillante detectada hasta la fecha). Javier Gorosabel, científico del IAA y coautor de la investigación, lo resume así: "GRB080319B fue un hallazgo importante por su brillo, pero puede que en realidad no fuera tan brillante. Creemos que del núcleo de la estre-

Concepción artística que ilustra el modelo de doble jet. Fuente: NASA/*Swift*/Mary Pat Hrybyk-Keith y John Jones.

lla partían dos chorros bipolares, uno muy estrecho y energético contenido dentro de otro menos energético y unas veinte veces más ancho; así que tenemos dos conos de luz, algo así como un faro contenido dentro de otro. Tuvimos la suerte de que el cono estrecho y más energético apuntara justo en nuestra dirección, y por eso el GRB parecía tan brillante". Los investigadores han calculado que el material expulsado en el chorro estrecho viajaba a un 99,99995 % de la velocidad de la luz, y plantean la posibilidad de que todos los estallidos de rayos gamma presenten chorros dobles. Sin embargo, las posibilidades de un alineamiento tan afortunado como el de GRB080319B se reducen, aproximadamente, a una cada diez años.

El grupo del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) que ha colaborado en el estudio, formado

por Alberto Castro-Tirado, Javier Gorosabel y Martin Jelínek, ha aportado datos esenciales a favor del modelo de *jet* doble. La distribución de energía que se obtiene con el modelo de *jet* único es muy distinta a la del *jet* doble, y existen algunas medidas capaces de discriminar entre un modelo y otro. Se trata de las observaciones en ondas submilimétricas, rango que también se conoce como microondas y que, precisamente, cubrieron los investigadores del IAA en colaboración con científicos del Instituto de Radioastronomía Milimétrica (IRAM). Los datos se recogieron con el interferómetro de *Plateau de Bure*, en los Alpes, el más potente de su clase en todo el planeta.

### El GRB mejor conocido

GRB080319B muestra la mayor cantidad y calidad de datos jamás recogidos para un estallido de rayos gamma. Los primeros datos ópticos son simultáneos a la explosión en rayos gamma y muestran, por primera vez y con gran resolución temporal, la emisión del llamado *flash* óptico, que brevemente pudo apreciarse a simple vista por un observador con cielo oscuro.

La obtención de datos ópticos de GRB080319B simultáneos a los rayos gamma se debe a la casualidad. Aproximadamente treinta minutos antes del evento, se había detectado otro estallido, GRB080319A, separado en el cielo tan sólo por diez grados de la posición de GRB080319B. Esto permitió que tanto *Swift* como algunos telescopios terrestres de gran campo, que ya estaban observando GRB080319A, observaran la región de GRB080319B incluso antes de que estallara. La temprana detección óptica permitió un seguimiento sin precedentes desde los primeros segundos hasta meses después del GRB. En la colaboración internacional participan más de doce países y se han compilado datos multifrecuencia de más de quince telescopios tanto en tierra como en el espacio.

Silbia López de Lacalle y Javier Gorosabel (IAA)



# Un asteroide con forma de diamante



► *Rosetta* se encontró el pasado 5 de septiembre con el asteroide 2867 Steins, lo que constituye un hito histórico para la exploración espacial europea. Las imágenes muestran un asteroide con forma de diamante, surcado por numerosos cráteres pequeños y dos muy grandes -uno de ellos de dos kilómetros de diámetro- que indican que se trata de un objeto muy viejo. Destaca una cadena de siete cráteres, provocados quizá por una corriente de meteoritos o por trozos de un cuerpo fragmentado. En esta fase de la misión tuvieron especial protagonismo las dos cámaras que componen OSIRIS (Sistema de Imagen Óptica, Espectroscópica y de Infrarrojos, en

La sonda espacial *Rosetta* se aproximó al asteroide 2867 Steins el pasado 5 de septiembre, situado a unos 360 millones de kilómetros de la Tierra

su acrónimo inglés), uno de los veintidós instrumentos que incorpora la sonda y en cuyo desarrollo ha participado un equipo del Instituto de Astrofísica de Andalucía.

Mientras que el funcionamiento de la Cámara de Ángulo Ancho fue perfecto a lo largo del sobrevuelo, los miembros del equipo advirtieron que la Cámara de Ángulo Estrecho se apagó unos minutos antes del máximo acercamiento y volvió a encenderse unas horas después. Una vez se analicen los datos científicos, que convertirán a Stein en el asteroide mejor caracterizado, se investigarán las causas de esta anomalía.

## Primer objetivo de *Rosetta*

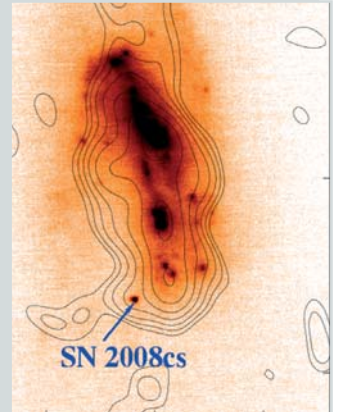
El estudio de Steins es el primer objetivo científico del viaje de *Rosetta*, que despegó el 25 de febrero de 2004. La misión tiene como objetivo final el cometa Churyumov-Gerasimenko, que dibuja una órbita elíptica alrededor del Sol. Con su encuentro, previsto para 2014, *Rosetta* se convertirá en la primera sonda que orbite en torno

a un cometa. Asimismo, está previsto que un módulo de descenso, llamado *Philae*, se pose sobre su superficie para analizarla en detalle. El propósito de este viaje es el estudio del origen y evolución de los cuerpos primitivos del Sistema Solar para trazar, así, su historia. En este sentido, como explica el investigador del IAA y participante en el proyecto Pedro J. Gutiérrez, "el examen de un asteroide es relevante, puesto que constituye una muestra de los bloques con los que se han construido los planetas de nuestro Sistema Solar. De ahí esta primera parada de *Rosetta* para estudiar Steins".

Gutiérrez explica que los responsables de la misión eligieron Steins como primer objetivo porque, aparte de que llegar hasta el objeto no comprometía la misión principal de *Rosetta*, es un asteroide de tipo E, asteroides que presumiblemente han sufrido procesos térmicos en su historia evolutiva.

"La NASA ya ha visitado varios asteroides tipo S, de composición rocosa, pero nunca se ha estudiado *in situ* un asteroide de tipo E, como Steins", apunta Gutiérrez.

## EN BREVE



### Una supernova en IRAS17138-1017

► Investigadores del IAA han contribuido en el hallazgo de los restos de una supernova, bautizada como SN2008cs, en la galaxia IRAS17138-1017. Situada a una distancia de más de 245 millones de años luz, IRAS17138-1017 pertenece a una muestra de galaxias caracterizadas por su alta tasa de formación estelar, lo que hace esperable que se produzcan numerosas explosiones de supernova.

### Retraso en el LHC

► Tras su exitosa puesta en funcionamiento el 10 de septiembre, el Gran Colisionador de Hadrones (LHC), el mayor acelerador de partículas jamás construido, ha sufrido una grave avería que ha obligado a sus responsables a retrasar hasta abril de 2009 su puesta en funcionamiento. La investigación apunta a que la avería, una gran filtración de helio, ha podido ser causada por una conexión eléctrica defectuosa entre dos de los imanes del acelerador.



# El origen de las primeras estrellas

## Una simulación supercomputacional muestra la formación de protoestrellas en el Universo primigenio

► Unos cientos de millones de años después del Big Bang surgieron las primeras estrellas, dando fin a lo que se conoce como la era oscura del Universo. Pero esas estrellas vivieron poco y no dejaron muchas evidencias sobre su tamaño o composición. Ahora,

científicos de la Universidad de Nagoya (Japón) y del Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics han desarrollado una simulación que sigue los procesos atómicos y moleculares relevantes en un gas primordial en un Universo en expansión y

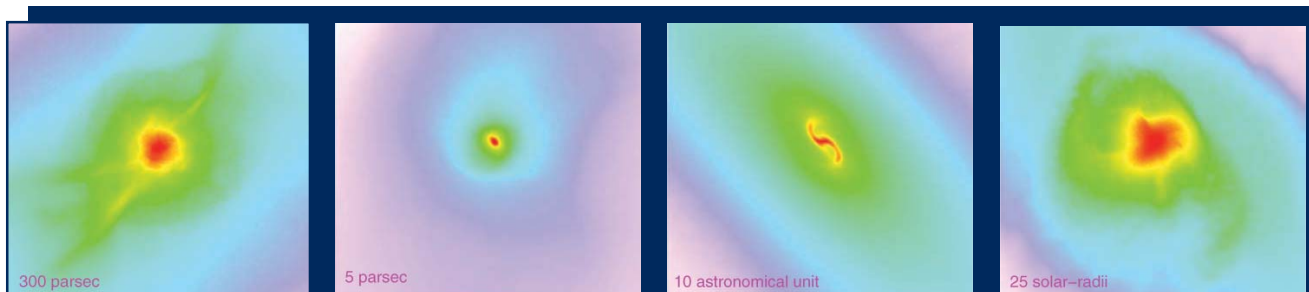
que desvela el proceso que pudo generar estas primeras estrellas. Dicho proceso parte de la fuerza de la gravedad que ejercieron las pequeñas variaciones de densidad existentes en los orígenes del Universo. Así se formaron las primeras protoestrellas, con una masa equivalente al 1% del Sol, que evolucionaron muy rápido hasta convertirse en estrellas de más de cien masas solares y con

una esperanza de vida de apenas un millón de años y que, no obstante, tuvieron tiempo para sintetizar elementos pesados. Aunque esta primera generación de estrellas desapareció hace mucho, existen objetos que hacen

necesaria su existencia. Por ejemplo, el cuásar más distante conocido, SDSS-J4010, contiene cantidades no despreciables de elementos pesados como carbono, oxígeno y hierro, así como granos de polvo. Estos elementos

tuvieron que formarse en el núcleo de estrellas masivas que, al morir como supernovas, los expulsaron al medio en el que se originó este cuásar. Lo mismo ocurre con unas estrellas muy pobres en elementos pesados

descubiertas hace poco en el halo de la Vía Láctea: uno de los escenarios sobre su formación alude al enriquecimiento de la nube de gas por parte de explosiones de supernova de las estrellas primigenias.



Distribución del gas en torno a una protoestrella: distribución a gran escala en torno al halo (300 pársecs), nube de gas que formará la estrella (5 pársecs), región central del núcleo molecular (10 UAs) y protoestrella final (25 radios solares). Fuente: *Science*.

## ENTRE BASTIDORES

### LAS GENERACIONES PERDIDAS

ANDRÉS MOYA (IAA-CSIC)

La carrera científica en España es una maratón de obstáculos con muchas contradicciones y fallos estructurales. Algo gravísimo teniendo en cuenta la importancia que tiene el I+D para el futuro de nuestro país. Como consecuencia, todo joven que hace el esfuerzo por recorrerla lo tiene que hacer necesariamente guiado no sólo por su vocación, sino por cierta obsesión con imprescindibles tintes masoquistas. El problema es que esto no asegura que siempre lleguen los mejores, sino los que más aguantan. Esto lo sabemos y casi lo aceptamos, pero hay momentos en los que decisiones políticas miopes colocan a los jóvenes científicos españoles en unas situaciones extremas intolerables. Este es el caso de las últimas convocatorias de los contratos Ramón y Cajal (RyC) en el área de Físicas y Ciencias de Espacio.

Los contratos RyC han pretendido incorporar a doctores a los centros españoles de I+D, creando las condiciones para su integración en el sistema español de ciencia. Es decir, son la penúltima pieza de la carrera científica ideada por los sucesivos Ministerios encargados de su gestión en nuestro país. Actualmente el Ministerio responsable es el Ministerio de Ciencia e Innovación de Doña Cristina Garmendia. Esta carrera científica la podríamos resumir en: Estancia posdoctoral en el extranjero (2 años), contrato Juan de la Cierva (JdC, 3

años), contrato RyC (5 años) y plaza estable.

Realmente, en los últimos dos años, los contratos RyC se han ido concediendo, en el área de Físicas, a cada vez un mayor número de personas formadas íntegramente fuera de España. En la convocatoria 2006, el porcentaje de españoles/extranjeros\* fue de 75% / 25% (igual que en los años anteriores), en la del 2007 de 60% / 40% y en la del 2008 de 46% / 54%.

Así, de dos promociones completas, sólo treinta personas formadas en España van a continuar investigando en el vasto campo de la Física. Un número irrisorio. Pero cuando uno se fija sólo en el subárea de astrofísica, la que nos afecta directamente, irrumpen la perplejidad y la rabia: este año se han concedido seis contratos RyC en el subárea, de los que cinco han sido concedidos a extranjeros y uno a un español que actualmente se encuentra fuera de nuestras fronteras. Ningún contrato para españoles actualmente en nuestros centros.

Con esta actitud están tirando a la basura la inversión realizada en un gran número de jóvenes. Permítanme un ejemplo ilustrativo: el programa JdC (2004-2005), que es el de las personas que ahora optan a una RyC, concedió 60 contratos a personas que estudiaron en España. Esto es, la mitad se han quedado fuera en favor de gente no formada aquí. Aparte de los dramas personales, que los hay, esto supone un derroche de millones de euros

en formación. Por no hablar de los grupos de investigación que se quedan sin el personal necesario para rentabilizar las inversiones millonarias que se han hecho en ellos, dejando en la estacada los proyectos en marcha y las colaboraciones internacionales. Una irresponsabilidad que, si no se corrige, continuará.

Centrándonos de nuevo en el subárea de astrofísica, según la ANEP, en una promoción completa, el sistema educativo español sólo ha sido capaz de formar una persona digna de ser estabilizada. Y eso que la inversión en formación ha sido millonaria. Algo falla: el nivel intelectual medio de los españoles ha bajado, el sistema de formación es muy malo, los criterios de selección utilizados no son compatibles con la rentabilización de la inversión en formación, un poco de todo....

Este cambio en las adjudicaciones coincide con un cambio en la política científica del Gobierno, escenificada en numerosas declaraciones de la Ministra Garmendia y del Secretario de Estado Sr. Martínez, en la que quieren hacer de España la "California de Europa". En principio quieren traer a todo el que se considere excelente, venga de donde venga. Pero desgraciadamente se puede demostrar que las personas incorporadas no formadas aquí no son sistemáticamente los mejores. Una California mal entendida.

\*Aquel que ha realizado tanto la licenciatura como el doctorado fuera de España.



# El organista que descubrió Urano

POR EMILIO J. GARCÍA (IAA-CSIC)

## OVERTURA (PRESTISSIMO "URANUS")

Bristol, Inglaterra, Viernes Santo de 1782. Como cada Semana Santa, y ante un público selecto, se va a representar el Mesías de Handel. Dirige la orquesta y coro el experimentado y prestigioso organista de la Capilla Octogonal de Bath, reconocido compositor y un gran conocedor de la obra de Handel. El éxito está garantizado. Pero algo imprevisto ocurre. El director agita la batuta con inusitada rapidez, parece impaciente por acabar la representación. Los músicos apenas pueden seguirle. Duetos y coros se suprimen de la obra con gran enfado por parte de la audiencia, y la orquesta entra en un auténtico caos. Al finalizar tan desastrosa interpretación, el afamado director abandona apresuradamente el escenario, no por miedo al linchamiento, sino para partir hacia Windsor, donde le espera la Corte Soberana inglesa. El motivo es la adjudicación, en nombre del rey Jorge III, de una pensión vitalicia que le permitirá por fin cumplir su sueño: vivir de su otra gran pasión, la astronomía. El nombre de este músico-astrónomo: Friedrich William Herschel; la causa de este premio: haber descubierto el planeta Urano. Pero ¿qué hace que este hombre de cuarenta y cuatro años, de origen alemán, y por cuya sangre corre la música a borbotones (su padre, un hermano y cinco de sus sobrinos eran músicos profesionales), decida abandonar su profesión para dedicarse de lleno a la astronomía?

## PRIMER MOVIMIENTO (ALLEGRO "APPASSIONATO")

En 1755, con 17 años de edad, el joven e inquieto Herschel llega a Inglaterra huyendo de la Guerra de los Siete Años. Gracias a su excelente formación musical (era un magnífico interprete de oboe y violín) logra acceder al puesto de organista oficial de la Capilla Octogonal en la musicalmente vibrante ciudad de Bath. Allí desarrolla toda su labor musical: toca el órgano, realiza conciertos de cámara, da clases de música, dirige un coro, compone multitud de piezas y comienza a dirigir sus primeros oratorios. No hay ninguna referencia a la astronomía durante estos años, pero un 19 de abril de 1773, William escribe en su memorando, habitualmente plagado de fechas de conciertos y clases de música, lo siguiente:

*10 de mayo - Compré un libro de astronomía y uno de tablas astronómicas.*

*24 de mayo - Compré una lente de diez pies de focal.*

*1 de junio - Compré varios prismáticos y tubos de plomo [...].*

¿A qué se debió este súbito interés por la astronomía? Quizá *La astronomía explicada bajo las leyes de Newton* de James Ferguson (el libro que menciona), o quizá un pequeño refractor que cayó en sus manos. El caso es que desde aquel 19 de abril, el organista de Bath se entregó apasionadamente a su nueva afición, que con el tiempo le convertiría en uno de los astrónomos más relevantes de la historia.

## SEGUNDO MOVIMIENTO (DUETO "FRATELLISSIMA")

En su primer acercamiento a la observación nocturna William quedó defraudado por los pequeños refractores, así que decidió construirse su propio reflector. Dedicó interminables horas experimentando aleaciones, técnicas de pulido, configuración de los espejos, etc. Durante el día, músico profesional; durante la tarde, constructor de telescopios con la ayuda de su hermano Alexander y, sobre todo, de su hermana pequeña Caroline Herschel, a la que William había "rescatado" de su Alemania natal. Caroline se convirtió en su mano derecha, tanto como amanuense de las largas y sistemáticas observaciones nocturnas como en la construcción de su siguiente telescopio, un reflector de seis metros de focal y espejo de treinta centímetros (a la larga Caroline se reveló como una excelente astrónoma, pero esa es otra historia).

## TERCER MOVIMIENTO (VIVACE "OSTINATO")

Caroline recuerda en su diario cómo William transformó su casa en un taller para la construcción de este telescopio, y que incluso contrató trabajadores de su propio bolsillo. Era normal encontrarse una habitación llena de ebanistas trabajando en la montura, o un dormitorio ocupado por una pulidora, así como planos y lentes repartidos por doquier. Era tremenda la actividad que rodeaba la casa de los Herschel, a la que William se entregaba de manera obsesiva y casi enfermiza. Caroline tenía que introducir el alimento en la boca de su hermano para evitar que enfermara mientras este no dejaba de trabajar. La astronomía iba desplazando a la música en la cabeza de William: terminaba hablando de estrellas en sus clases de música y, poco a poco, comenzó a ser objeto de burla entre la clase musical de Bath. Pero los esfuerzos dieron sus frutos.



Cartel del Mesías dirigido por W. Herschel con la participación de Caroline.

## CUARTO MOVIMIENTO (ADAGIO "SCOPERTA")

El 13 de marzo de 1787, mientras realizaba un muestreo de estrellas brillantes, William se topó con "una curiosa estrella nebulosa o quizá un cometa". Acababa de descubrir el séptimo planeta del Sistema Solar, al que originalmente bautizó como Georgium Sidus (estrella de Jorge), en honor del, por entonces aún cuerdo, rey Jorge III. Se acabó tener que vivir de la música, y más cuando en 1786 se casó con una viuda acaudalada. A partir de este momento la leyenda del músico astrónomo no dejó de crecer. A Herschel le debemos formidables avances astronómicos con respecto a la naturaleza de la Vía Láctea y las nebulosas. Descubrió el movimiento del Sol, nuevos satélites, la radiación infrarroja y un largo etcétera.

## MOVIMIENTO FINAL (RÉQUIEM)

Su pasión le llevó a plantear la construcción de un telescopio de doce metros de focal y ciento veinte centímetros de apertura, pero el esfuerzo que supuso la construcción de este titán le provocó un ataque por agotamiento del que su cuerpo nunca se recuperaría. En 1819, ya bastante enfermo, escribió la que sería la última misiva a su hermana que demuestra que su mente siguió obsesionada con el Cosmos hasta sus últimos días:

*"Lina. Hay un gran cometa. Quiero que me asistas[...]. Si vienes pronto, tendremos tiempo de preparar los mapas y telescopios. Conozco su posición[...]- tiene una larga cola -".*

William Herschel moriría pocos años después. Su hermana le sobrevivió veintiséis años más.

## La influencia del estudio del Universo en el pensamiento humano

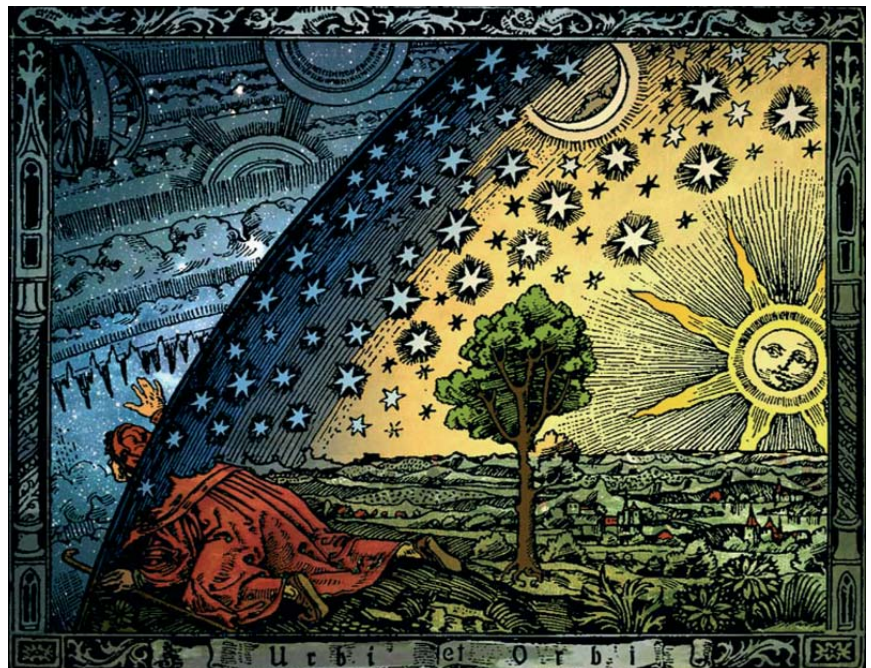
Organizado por el Instituto de Astrofísica de Andalucía y el Instituto de Astrofísica de Canarias, y con el patrocinio de la Sociedad Europea para la Astronomía en la Cultura, buscaba unir especialistas de distintas ramas para obtener una visión completa de la cosmología

Granada acogió en septiembre una reunión internacional donde el único protagonista, el Universo, fue examinado desde diversos puntos de vista. El congreso, al que asistieron más de cien participantes de todo el mundo y presentó más de cincuenta ponencias, se organizó con la idea de agrupar a especialistas tanto de la cosmología moderna como del estudio de la astronomía como elemento cultural. Así, se estableció un único foro multidisciplinar donde intercambiar, analizar, revisar o incluso poner en tela de juicio las ideas sobre la comprensión de la naturaleza del Universo. La reunión, dividida en sesiones con nombres tan evocadores como *Ecos de Al Andalus* o *Percepciones cósmicas y lunares*, presentó las investigaciones más recientes sobre multitud de aspectos relacionados con el estudio del Universo, desde el calendario egipcio o la cosmología prehistórica hasta la materia y energía oscuras o las simulaciones de formación de galaxias.

### El Universo en la historia de la humanidad

La astronomía es una de las ciencias más antiguas que existen. Antes incluso de la invención de la escritura, las civilizaciones primitivas ya habían puesto nombre a los cuerpos celestes. Las estrellas y los planetas, que por un lado ejercían una intensa fascinación religiosa o supersticiosa, por otro despertaban el sentido práctico de los primeros observadores, que diseñaron calendarios para establecer con precisión las épocas de cosecha y recogida de la siembra y empleaban los astros como método fiable para orientarse en el campo y en el mar.

La cosmología, la rama de la astronomía que trata de las leyes del Universo, su origen y evolución, resulta especialmente rica por su nexa con la cultura y la filosofía. El hombre ha ideado innumerables



teorías para explicar la naturaleza del Universo, su estructura y evolución, apelando a la magia, al mito, a la religión o a la ciencia. El siglo pasado constituyó, a este respecto, una etapa de especial relevancia, durante la que el choque entre diversas ideas concluyó con la aceptación de la que mejor se adecuaba con las observaciones, asentándose así el denominado modelo cosmológico estándar. El congreso *Cosmology across cultures* contempló el estudio del Cosmos desde muchos de estos ámbitos y etapas históricas, enriqueciendo sin duda nuestro conocimiento del mismo.

### Un "experimento" para unir definitivamente ciencia y cultura

En el acto de inauguración, los ponentes coincidieron en la importancia del conocimiento científico como parte de la cultura, una idea en la que Francisco Prada (IAA) y Juan Antonio Belmonte (IAC), ambos organizadores del congreso, qui-

sieron hacer hincapié en una reunión con los medios previa a la inauguración. Preguntados sobre la filosofía de la reunión, confesaron que se trataba de un experimento que llevaban proyectando desde hacía unos cinco años, que busca unir la astrofísica con la investigación científica de la historia de la ciencia. "Encontramos el problema del cómo -apuntó Prada-, ya que las dinámicas y los lenguajes pueden resultar distintos, pero compartimos el método científico y es necesario que la visión que tenemos hoy de la astrofísica se halle en contexto con la visión histórica de la ciencia".

Juan Antonio Belmonte, por su parte, incidió en la importancia de un contexto global para evitar un problema que afecta a la ciencia actual: "realizamos investigaciones tan específicas que muchas veces nos olvidamos de buscar un contexto, y con esta reunión buscamos, en cierto modo, ampliar, profundizar e incluso discutir lo que sabemos".



## ¿Cómo observar con OSIRIS?

Los días 15 y 16 de septiembre tuvo lugar en el IAA la escuela-taller *¿Cómo observar con OSIRIS?*, patrocinada por la Red de Infraestructuras Astronómicas (RIA), dependiente del Ministerio de Ciencia y Tecnología, el proyecto CONSOLIDER-INGENIO 2010 *Primera Ciencia con el GTC*, el Instituto de Astrofísica de Canarias y el Instituto de Astrofísica de Andalucía.

### ¿Cómo observar con OSIRIS?

OSIRIS es el instrumento de primer día en el rango óptico que entrará en operación en el Gran Telescopio Canarias (GTC), para el que la primera llamada de propuestas de observación finalizó a principios de octubre. Esta fue la causa de que pensáramos en organizar una escuela-taller que familiarizara a la comunidad astronómica española con las capacidades y modos de observación del instrumento, y que a la vez que le introdujera las diferentes herramientas de cálculo que le pudieran facilitar la elaboración de las



propuestas de observación.

El plantel de profesores provenía principalmente del equipo de diseño de OSIRIS y estaba formado por Emilio J. Alfaro, Jordi Cepa (ambos organizadores), Angel Bongiovanni, Alessandro Ederoclite, Ignacio González-Serrano, Ana Pérez y Miguel Sánchez-Portal, con la participación especial de Antonio Cabrera-Lavers, quien nos dio una visión actualizada (de alguien que está a pie de máquina) del

estado actual del telescopio.

El número de participantes estaba limitado por la logística necesaria para un curso eminentemente práctico, contando al final con treinta y seis astrónomos que tuvieron una participación muy activa y entusiasta.

Esperamos que este curso se refleje en el número y calidad de las propuestas del primer semestre de GTC.

Emilio J. Alfaro (IAA)

## Semana de la Ciencia 2008

El Instituto de Astrofísica de Andalucía y la Estación Experimental del Zaidín organizan, con motivo de la Semana de la Ciencia 2008, un nuevo ciclo de Noches de Ciencia, con el tiempo como protagonista.

martes 18 nov. 19:00  
cronobiología y cronomedicina

miércoles 19 nov. 19:00  
tiempo físico vs. tiempo psicológico

jueves 20 nov. 19:00  
medición y viajes en el tiempo

viernes 21 nov. 19:00  
la flecha del tiempo y el envejecimiento

PALACIO DE QUINTA ALEGRE (Av. Cervantes), Granada.

[www.iaa.es/scyt2008](http://www.iaa.es/scyt2008)



## RECOMENDADOS

### WEB EUROPEA DEL TELESCOPIO ESPACIAL HUBBLE

<http://www.spacetelescope.org>

#### Web completísima sobre astrofísica

Sólo por su archivo fotográfico, merece la pena visitar la web europea del Telescopio Espacial Hubble. Imágenes de altísima calidad de todos los campos de la astronomía, vídeos y concepciones artísticas, noticias y multitud de proyectos de divulgación son accesibles en esta web, que incluso elabora un Video Podcast.

#### El Telescopio Espacial Hubble (HST)

El HST es un proyecto conjunto de las agencias espaciales europea y americana que, tras más de quince años observando el cielo, ha realizado algunos de los descubrimientos más importantes en la historia de la astronomía y ha fotografiado miles de objetos celestes con increíble precisión y detalle. Desde su privilegiado punto de vista a unos seiscientos kilómetros por encima de la Tierra, su "vista" es cinco veces más aguda que la de los mejores telescopios terrestres y ha obtenido imágenes de hasta unos diez mil millones de años luz de distancia.

El Hubble da una vuelta a la Tierra cada 97 minutos a una velocidad de 28.000 kilómetros por hora, y tiene una precisión de apuntado inigualable: la desviación es inferior al grosor de un cabello humano visto a una distancia de un kilómetro y medio.

<http://www.revistapopularscience.es>

### REVISTA POPULAR SCIENCE

#### Nueva revista de divulgación en español

En abril de este año apareció en nuestros kioscos la edición española de *Popular Science*, revista estadounidense fundada en 1872 que hoy día cuenta con más de seis millones y medio de lectores.

La edición española, de carácter mensual, pretende descubrir al público general los últimos avances científicos y desvelar las claves del desarrollo tecnológico, desde las aplicaciones más cercanas a la vida cotidiana hasta las grandes innovaciones y la investigación de frontera.

Todo ello con un lenguaje cercano y muy accesible, que seguro convencerá a todos los que sientan curiosidad por la ciencia y la tecnología.



## AGENDA

### REUNIONES Y CONGRESOS

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

UTILIZACIÓN DEL INTERFERÓMETRO VLT EN EL PRESENTE Y EN EL FUTURO INMEDIATO  
GRANADA, 5-7 NOVIEMBRE.

### 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 Emilio J. García (Tel.: 958 12 13 11; e-mail: [garcia@iaa.es](mailto:garcia@iaa.es)).