



IAC NOTICIAS

Revista del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) **N. 1-2006**



Fotografía Astronómica

SUMARIO

	4	ÚLTIMA HORA
	4	III Congreso Internacional sobre Ciencia con el GTC
	5	CONSEJO RECTOR
	5	Reunión del Consejo Rector del IAC
	11	ARTÍCULOS
	11	Astrofotografía desde el Observatorio del Teide Alex Oscoz
	20	NOTICIAS ASTRONÓMICAS
	20	Cometa 73P/Schwassmann-Wachmann 3
	21	Detección de exoplanetas
	23	Ricos en hierro
	25	Pariente de Plutón
	27	Espejo secundario
	29	El Universo en su red
	31	Radiación de un microcuásar
	33	Cúmulo supermasivo
	35	OBSERVATORIOS
	35	Inauguración de los telescopios STELLA I y STELLA II en el Observatorio del Teide
	39	Pruebas del rover de ExoMars en el Observatorio del Teide
	41	TESIS
	44	ENSEÑANZA
	44	Máster en Astrofísica
	46	A TRAVÉS DEL PRISMA
	46	Los cúmulos globulares Elvira Rodríguez
	51	CONGRESOS
	51	Congreso "The Nature of V838 Mon and its Light Echo"
	56	Congreso "The Metal-Rich Universe"
	61	OTRAS NOTICIAS

SUMARIO

ENTREVISTAS	62		
<i>FRANCISCO JOSÉ SOLER GIL</i> Por Iván Jiménez Montalvo	62		
<i>JUAN IGNACIO CIRAC</i> Por Eva Rodríguez Zurita e Iván Jiménez Montalvo	68		
ACUERDOS	73		
Formación de la EAST	73		
Encuentros Astrofísicos "Blas Cabrera"	74		
EDICIONES	75		
DIVULGACIÓN	79		
Aula 2006	79		
Exposición "Cosmocolor" en Tegueste	80		
Conferencias, cursos y otros	82		
PREMIOS	85		
LA REALIDAD DE LA FICCIÓN <i>Destrucciones planetarias</i> Héctor Castañeda	87		
LA JERGA DE LAS ESTRELLAS <i>El hilen o ylem de Gamow</i> Carmen del Puerto	88		
ASTROCULTURA <i>A la sombra de una metáfora</i> Alberto Molino	89		



III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CIENCIA CON EL GTC

Los días 28, 29 y 30 de junio se celebró, en el Hotel Biltmore de Coral Gables, en Miami (Florida, EEUU), el “III Congreso Internacional sobre Ciencia con el Gran Telescopio CANARIAS (GTC): Ciencia de Primera Luz con el GTC”, organizado por el Departamento de Astronomía de la Universidad de Florida.

La primera reunión científica, organizada por el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), tuvo lugar en febrero de 2002 en Granada; la segunda se celebró en el año 2004 en México de la mano del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México (IA-UNAM) y del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de México (INAOE). La de junio pasado fue la tercera ocasión en la que los científicos ponían en común sus intereses y programas frente a la futura explotación del GTC.

(Información sobre este congreso, en el próximo número de *IAC Noticias*).



FOTO DE PORTADA:
Composición con la galaxia NGC 3718, uno de los objetos del proyecto de Astrofotografía del Observatorio del Teide.

Director del IAC: *Francisco Sánchez*
Jefe del Gabinete de Dirección: *Luis A. Martínez Sáez*
Jefa de Ediciones: *Carmen del Puerto*
Redacción y confección: *Carmen del Puerto*
Colaboraciones: *Natalia R. Zelman, Karin Ranero, Iván Jiménez, Eva Rodríguez Zurita y Gara Mora*
Asesoramiento científico: *Luis Cuesta y Alexandre Vazdekis*
Asesoramiento técnico: *Carlos Martín*
Directorio y distribución: *Ana M. Quevedo*
Diseño original y maquetación: *Gotzon Cañada y Carmen del Puerto*
Edición digital: *Inés Bonet y M.C. Anguita*
Dirección web: <http://www.iac.es/gabinete/iacnoticias/digital.htm>
Fotografías: *Servicio Multimedia del IAC (SMM), Gabinete de Dirección y otros*
Tratamiento digital de imágenes: *Gotzon Cañada, Inés Bonet y SMM del IAC*
Edita: *Gabinete de Dirección del IAC*
Preimpresión e Impresión: *Producciones Gráficas*
Depósito Legal: *TF-335/87 ISSN: 0213/893X. Núm. 58.*

Se permite la reproducción de cualquier texto o imagen contenidos en esta revista, citando como fuente al autor y al Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).

El Consejo Rector del IAC apuesta por la consolidación de este centro de investigación

Según su presidenta, la Ministra de Educación y Ciencia, el IAC está realizando “una labor pionera” en ciencia básica, desarrollo tecnológico y divulgación



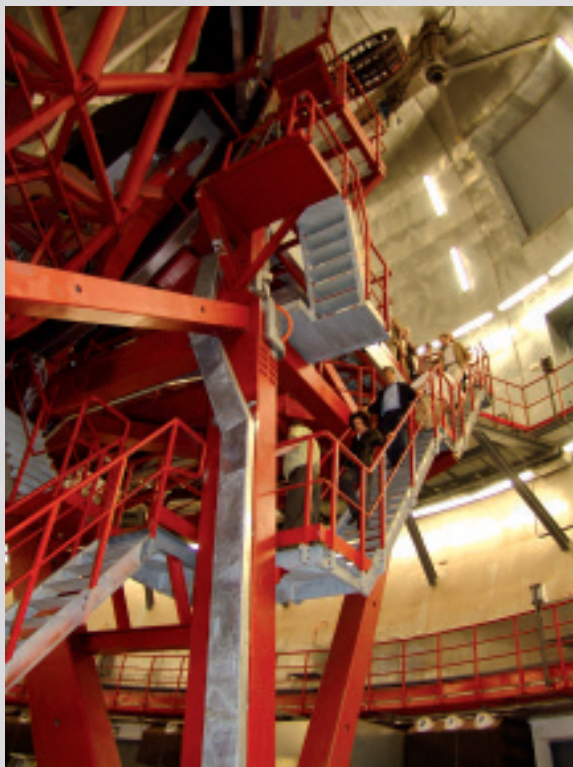
*Los miembros del Consejo Rector del IAC, momentos antes de comenzar su reunión en La Palma.
Foto: Luis Cuesta (IAC).*

El Consejo Rector del IAC, presidido por la Ministra de Educación y Ciencia, Mercedes Cabrera Calvo-Sotelo, y del que forma parte el Presidente del Gobierno de Canarias, Adán Martín Menis, se reunió el pasado 12 de junio, en el Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), en el municipio palmero de Breña Baja.

La ministra comentó, en rueda de prensa, que la reunión del Consejo Rector ha-

bía sido muy fructífera. “Hemos aprobado –dijo– el Plan Estratégico del IAC, y todas las entidades que formamos el Consorcio nos hemos puesto de acuerdo en el compromiso de continuar en el empeño del desarrollo de este Instituto, que está en uno de sus momentos clave.”

También expresó su satisfacción por la visita realizada ayer domingo al Observatorio del Roque de los Muchachos, donde pudo conocer de cerca el Gran Telesco-



pio CANARIAS (GTC), así como algunas otras instalaciones, entre ellas el Telescopio MAGIC, el Telescopio William Herschel (WHT) y el Telescopio Nazionale Galileo (TNG). “La mejor manera –subrayó– de entender lo que significa un instituto de este tipo es verlo directamente y que se lo expliquen a uno quienes trabajan normalmente y a diario en él.” Y añadió: “Después de esta visita, he confirmado que el IAC es uno de los institutos importantes de nuestro sistema de ciencia y tecnología y que su apuesta por el Gran Telescopio CANARIAS es un gran paso hacia delante.”

Según Mercedes Cabrera, dentro de las tareas que incumben a su Ministerio, la ciencia y la transferencia de conocimiento desde los centros de investigación hacia el mundo de la empresa privada es uno de los objetivos fundamentales. Al respecto señaló que el IAC está realizando “una labor pionera, no sólo porque tiene un proyecto de investigación de ciencia básica magnífico, sino también, por ejemplo, por el proceso de construcción del GTC, que ha movido algo que en este país cuesta mucho trabajo mover: el desarrollo tecnológico que puede y debe acompañar a una investigación en ciencia básica.”

IAC-Tecnología

El Consejo Rector también aprobó la definitiva puesta en marcha de IAC-Tecnología, un centro

La Ministra de Educación y Ciencia, durante su visita a las instalaciones del Gran Telescopio CANARIAS (GTC), en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Foto: Luis Cuesta (IAC)



Miembros del Consejo Rector, en la sala de espejos del GTC. Foto: Luis Cuesta (IAC)

ligado precisamente a esa transferencia y que ha surgido al hilo de la actividad desarrollada con el GTC. Este telescopio, cuya primera luz está prevista para la primavera de 2007, es “una oportunidad para la comunidad científica”, advirtió la Ministra, quien recordó que este proyecto fue “una apuesta arriesgada en su momento; no todo el mundo confiaba en que, en este país, se pudiera construir un telescopio de estas características. El GTC es una demostración de cómo podemos llevar este proyecto adelante si tenemos el empeño, los recursos y las personas para ello.”

Adán Martín comentó, por su parte, que confiaba en que la Ministra ayudará “a movilizar la puesta en marcha del Gran Telescopio CANARIAS y a seguir creciendo y aportando, a la sociedad palmera y a la sociedad canaria, el valor añadido en nuevas tecnologías y en investigación, que es un poco la apuesta de futuro.” También señaló que se iba a “intentar

acelerar el proceso para que la Ley de Protección del Cielo se pueda cumplir en La Palma, con algunas ayudas a los ayuntamientos”. Y añadió que se está haciendo un estudio sobre “las necesidades y la priorización con un plan de racionalización en el alumbrado público existente y futuro, para tener el cielo lo más limpio posible. La aportación real de Canarias es su suelo, su gente y su cielo, y para poder aportar un cielo muy transparente necesitamos esa racionalización, en la que está trabajando la Consejería de Industria.”

Según Francisco Sánchez, IAC-Tecnología “no es una frase”. “Ya hacemos tecnología en el Instituto y el IAC como Consorcio tiene ciertas capacidades de gestión que otros organismos no tienen. Pero no son suficientes para estimular eficazmente la transferencia de tecnología. Por ello, queremos utilizar lo que se ha aprendido con el GTC, con los proyectos espaciales y con todo lo que estamos haciendo



De izquierda a derecha, Adán Martín, Mercedes Cabrera y Francisco Sánchez, en un momento de la rueda de prensa. Foto: Luis Cuesta (IAC)

do en instrumentación científica para disponer de una herramienta formal que permita al telescopio ir de la mano de las empresas españolas que han sido capaces de dar un salto adelante con el GTC. No sólo queremos que en Canarias, y en La Palma especialmente, se instalen los mejores telescopios del futuro, sino también que nuestras empresas los construyan. Nos va a venir muy bien disponer de este dispositivo complementario, que es IAC-Tecnología, para implicarnos aún más en la transferencia de tecnología a las empresas del entorno.”

Parque Cultural

Sobre el Parque Cultural del Roque de los Muchachos, Adán Martín señaló que “en estos momentos hay un acuerdo con el Ayuntamiento de Garafía y con el Cabildo de La Palma, y hay que tramitar un plan territorial para poder construir en esa zona, que cuando llegue al Gobierno, lo agilizaremos al máximo.” Francisco Sánchez añadió que “ya estamos en la recta final”. Tras una lar-

ga historia de este proyecto –hace unos quince años se iniciaron los acuerdos con ICONA para hacerlo-, al final de este año se podrá completar el trámite administrativo y esperamos que el año que viene pueda comenzarse su construcción.”

“Hay una tarea –subrayó la Ministra- que el IAC está haciendo de una manera ejemplar, aparte del puente que ha tendido con empresas tecnológicas, y es la divulgación científica. Entiendo que el Parque Cultural formará parte de esta tarea. Muchos otros institutos deberían tomar ejemplo de lo que aquí se hace en este sentido.”

Por último, el Consejo Rector aprobó el presupuesto del IAC para 2007, el cual asciende a 17,6 millones de euros, sin contar con unos seis millones que se podrían conseguir de convocatorias nacionales e internacionales y de venta de servicios y tecnología.

El Consejo Rector del IAC es el órgano decisorio en materia administrativa y económica a través del cual ejercen sus res-

pectivas competencias sobre el Consorcio Público IAC la Administración del Estado, la Comunidad Autónoma de Canarias, la Universidad de La Laguna y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Asistieron a esta reunión:

- **Mercedes Cabrera**, Ministra de Educación y Ciencia.
- **Adán Martín**, Presidente del Gobierno de Canarias.
- **Carlos Martínez**, Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).
- **Luis Herrero**, Subsecretario del Ministerio de Presidencia.
- **Ángel Gutiérrez**, Rector de la Universidad de La Laguna.
- **Miguel Ángel Quintanilla**, Secretario de Estado de Universidades e Investigación.
- **Marisa Tejedor**, Consejera de Industria, Comercio y Nuevas Tecnologías del Gobierno de Canarias.
- **Isaac Cristóbal Godoy**, Consejero de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.
- **Xavier Torres**, Asesor de la Ministra de Educación y Ciencia.
- **José Luis Perestelo**, Presidente del Cabildo Insular de La Palma.
- **Francisco Sánchez**, Director del IAC.
- **Carlos Martínez**, Subdirector del IAC.
- **Rafael Arnay**, Administrador de los Servicios Generales del IAC.
- **Luis A. Martínez Sáez**, Jefe del Gabinete de Dirección del IAC.



*La Ministra Mercedes Cabrera, con el Administrador del Observatorio del Roque de los Muchachos, Juan Carlos Pérez Arencibia, mostrándole una fotografía aérea del Observatorio.
Foto: Luis Cuesta (IAC)*

VISITA AL OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS



Arriba, la Ministra de Educación y Ciencia, Mercedes Cabrera, con el Director del IAC, Francisco Sánchez, en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Abajo, la Ministra realizando observaciones con un pequeño telescopio. Foto: Luis Cuesta (IAC)

Astrofotografía

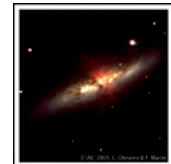
desde el Observatorio del Teide

El proyecto de Astrofotografía del Observatorio del Teide tiene como objetivo la creación de una base de datos de imágenes astronómicas de divulgación y promoción de este observatorio. La selección de los objetos que se presentan, los correspondientes al primer año de este proyecto, se ha realizado atendiendo a diversos criterios: espectacularidad, tamaño adecuado para la instrumentación disponible, visibilidad y magnitud, así como el hecho de que algunos no son los "objetivos típicos". Como resultado, se incluye un objeto diferente cada mes disponible en la página web creada al efecto.

La imagen final de cada objeto es el resultado de la combinación de observaciones en varios filtros. Dicha imagen se acompaña por una ficha con información del objeto, además de datos acerca de la observación y reducción de las imágenes.



Alex Oscoz
(IAC)





Vista panorámica del Observatorio del Teide (Tenerife). Foto: Miguel Briganti (SMM/IAC).

La excepcional calidad del cielo del Observatorio del Teide (OT) hace que los resultados de los programas científicos que se llevan a cabo en el mismo sean numerosos y de notable importancia. El OT mantiene una actividad constante de obtención de imágenes astronómicas que, además de su evidente utilidad científica, son estándares y sirven como referencia para la observación de distintos campos del cielo.

Estos hechos condujeron a la creación, en 2004, de un proyecto que aprovechara la bondad del cielo astronómico del OT, que lo sitúa en el grupo de cabeza mundial, para disponer de un banco de imágenes de divulgación y promoción del observatorio. El objetivo final que buscamos es ofrecer estas imágenes al público, fundamentalmente a través de Internet, incluyendo información adicional de los objetos observados.

En una primera fase del proyecto se elaboró una lista con 57 objetos de diversa naturaleza, tales como galaxias (espirales, elípticas e irregulares), nebulosas (de emisión y reflexión), cúmulos globulares, etc., que cumplían con los criterios de selección iniciales: i) su espectacularidad, ii) que tengan dimensiones, visibilidad y magnitudes adecuadas a la instrumentación disponible y iii) el hecho de que muchos de ellos no fueran los «típicos objetivos perseguidos por los astrofotógrafos».

A partir de ese momento comenzaron las observaciones, desde octubre de 2004, con el telescopio IAC80 del OT, utilizando su cámara CCD con los filtros BVR, luz natural, hidrógeno, nitrógeno u oxígeno, entre otros, lo que permite construir una imagen en color mediante su combinación. La misma naturaleza del objeto ofrece los filtros

más adecuados para su observación (emisión en hidrógeno, presencia de nitrógeno, etc.). Fundamentalmente se observa un objeto por noche aunque, debido a su posición, algunos de ellos sólo se pueden observar durante unas pocas horas por noche, por lo que se tuvieron que completar en noches adicionales. En cada noche de observación se selecciona el objeto más apropiado por horas de visibilidad y tamaño. Y hasta la fecha, solamente con el IAC-80, ya son más de 20 las noches de observación.

Los tiempos de exposición no son muy largos (inferiores a 20 minutos) para evitar acumulaciones excesivas de rayos cósmicos. Habitualmente, el tiempo de observación total por filtro suele ser de una hora para cada banda ancha y sobre una hora y media para las bandas estrechas, distribuido entre 5 y 10 exposiciones por filtro. Adicionalmente, se toman *flat-fields* «normales» junto con otros sobre y sub-expuestos, que servirán para crear una máscara de píxeles malos que permita corregir en buena aproximación las no linealidades de la CCD.

La primera fase del proyecto consistió, por tanto, en demostrar que se podían obtener imágenes de calidad con el telescopio IAC-80 y que éstas se pueden situar en la web con su explicación correspondiente. La reducción inicial de las imágenes se realiza con IRAF, aplicándoseles la corrección de *overscan*, *flat-field*, rayos cósmicos y máscara de píxeles malos. Posteriormente se emplean programas como *RegiStar* para la alineación de las imágenes o *StellarImage* para la combinación de las diferentes imágenes en cada uno de los filtros. Finalmente, se utiliza *PhotoShopCS+* para la combinación/creación de las imágenes en

color y su correspondiente proceso de corrección (nivelado de colores, brillo, contraste, nitidez, etc.). Una vez obtenida la imagen con la calidad suficiente, se procede a su divulgación.

La publicación y distribución de estas imágenes se realiza a través de la página web de las Instalaciones Telescópicas del IAC. Allí se inserta, desde abril de 2005, la sección «Imagen Astronómica del Mes» (IAM, http://www.iac.es/telescopes/IAM/IndexAstrofoto_esp.htm). La IAM consiste en una ficha del objeto observado con una pequeña descripción de su historia y características, siempre con rigurosidad pero sin perder de vista que el contenido ha de ser comprensible para todo el público. Adicionalmente, se confecciona un póster mensual con los contenidos de dicha ficha que se cuelga en el tablón de anuncios del Área de Investigación. Asimismo, y con motivo del primer aniversario de la IAM, en abril de 2006 se publicó un mosaico con las doce primeras imágenes, mosaicos que seguiremos publicando en sucesivos aniversarios.

Además de esta iniciativa, cualquier astrónomo que haya obtenido alguna imagen que considere interesante y quiera compartirla con todos la puede publicar en la dirección <http://www.iac.es/telescopes/Astrofot/Astrofot.htm>.

Sin embargo, a pesar de que el IAC-80 es un telescopio excepcional, su relativamente pequeño campo de visión (entre 7 y 11 minutos de arco de lado, dependiendo de si está la CCD antigua o la nueva) hace que una gran parte de los objetos astronómicos de interés queden fuera de nuestra lista de objetivos.

Por tanto, la continuidad de este proyecto dio lugar al inicio de la segunda fase, más ambiciosa todavía. La prioridad fundamental ahora es ampliar el banco de fotografías mediante la observación de nuevos objetos aumentando, por un lado, la instrumentación empleada y mejorando, por otro lado, la calidad de las imágenes en varios órdenes de magnitud. De este modo, no sólo se utiliza el IAC-80 con su correspondiente CCD, sino también una cámara digital DSRL adaptada para la observación de objetos con emisión infrarroja que se encuentra acoplada a un telescopio Vixen apocromático de 11 cm. y cuyo seguimiento se realiza gracias a la presencia de un telescopio Sky Watcher de 11 cm (con una CCD ST-4 acoplada), lo que nos permite obtener imágenes de gran campo de los objetos. Las obser-

vaciones con el telescopio Vixen se llevan a cabo varias veces al mes, mientras que se sigue empleando el IAC-80 una noche cada mes.

La tercera fase del proyecto consistirá en la ampliación de los telescopios, bandas e instrumentación empleadas a otras disponibles en el OT, tales como la cámara de gran campo de la OGS o CAIN-II.

Hasta el momento, las imágenes obtenidas por el proyecto ya han servido para numerosas actividades, aparte de la IAM. Se han expuesto en la exposición que OPTICON llevó a los aeropuertos canarios, han aparecido en folletos de divulgación de las instalaciones telescópicas o se han publicado en la exposición «Astrofotografía: un paseo por el cosmos».

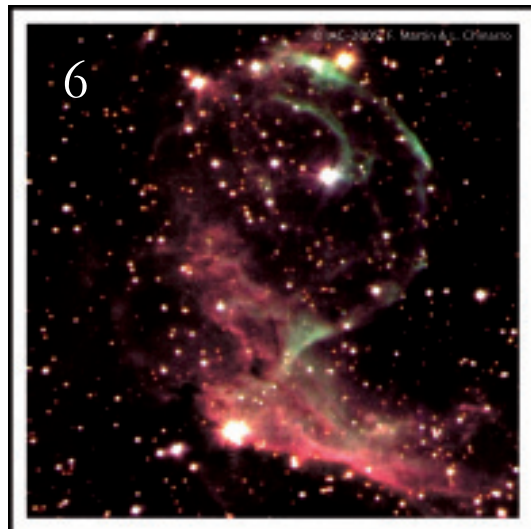
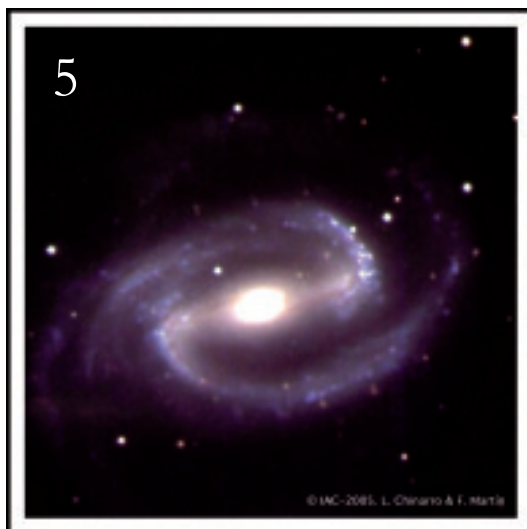
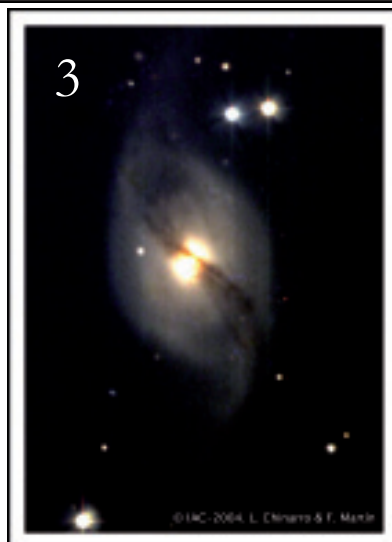
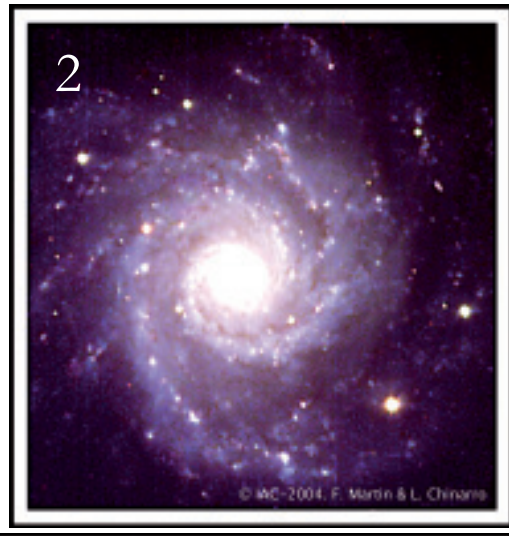
Por suerte, las mejores imágenes todavía están por llegar, disfrútenlas.

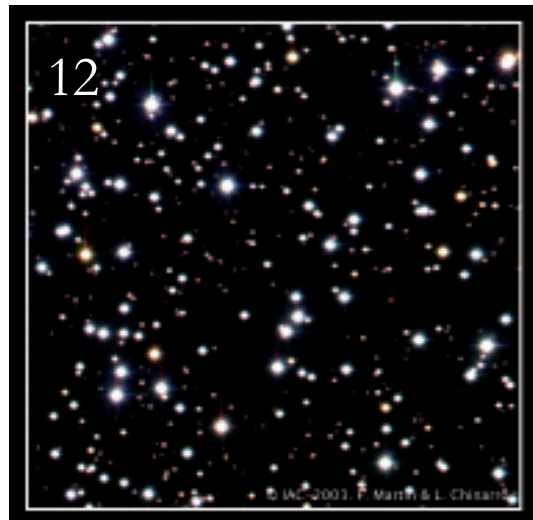
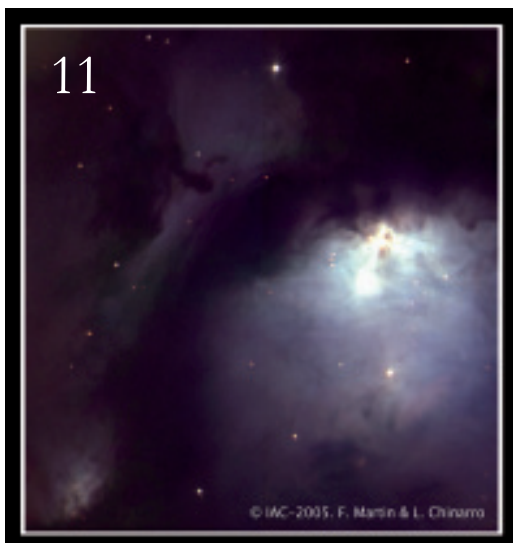
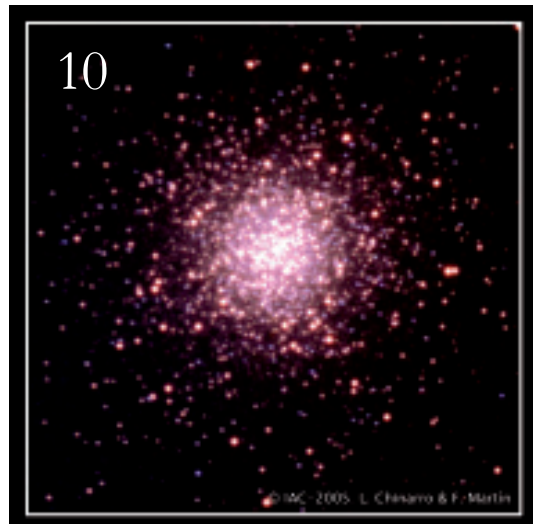
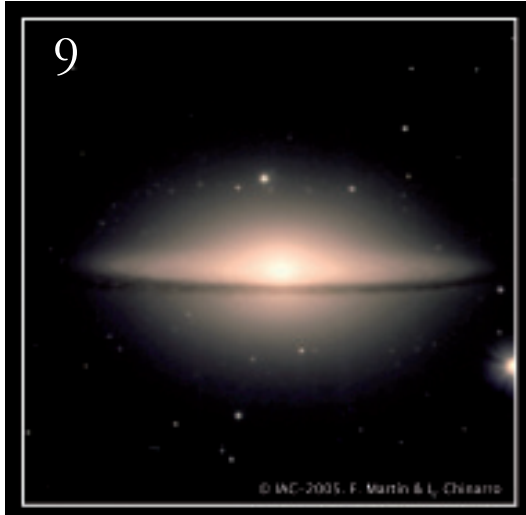
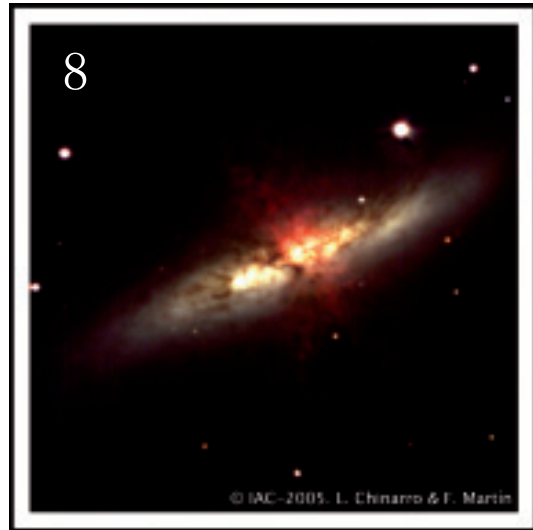
El grupo de astrofotografía del OT está compuesto por Luis Chinarro, Fabiola Martín, Pablo Rodríguez Gil y Alejandro Oscoz.



Exterior e interior del Telescopio IAC-80, con el que se han realizado las fotografías de este artículo.

Fotos: Miguel Briganti (SMM/IAC)





1. NGC 1042

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – NGC1042.
Fecha de observación – 30.10.2003.
Lugar de observación – Observatorio del Teide (Islas Canarias – España; 16° 30' 35" W, 28° 18' 00" N).
Telescopio – Telescopio IAC80 (diámetro 82cm).
Instrumento – CCD Thomson TH7896A.
Razón Focal – Cassegrain f/11.3.
Exposición – R: 2 x 1200s, V: 2 x 1800s, B: 2 x 2400s, L: 6 x 1200s.
Tamaño de la imagen – 868 x 1024 píxeles (6,3 x 7,3 minutos de arco).
Tipo de imagen – LLRGB.
Software – IRAF, RegiStar, StellaImage, PhotoShop CS+ (con PhotoShop Fits Liberator).
Imágenes obtenidas por L. Chinarro.
Imágenes reducidas por L. Chinarro y F. Martín.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – NGC1042.
Tipo de Objeto – Galaxia espiral de tipo SAB(rs)c I-II.
Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 – 02h 40m 23,6s; -08° 25' 59,0".
Tamaño Aparente – 4',7 x 3',6 (aprox.).
Distancia – 100.000.000 años luz.
Constelación – Cetus (Ballena).
NGC1042 es una galaxia espiral situada en una de las "patas delanteras" de Cetus, a aproximadamente 7.5 grados al suroeste de Mira y a una distancia en torno a 100 millones de años luz. La estructura general de la espiral es muy semejante a la de otra galaxia, la NGC4535.

2. M 74

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – M74.
Fecha de observación – 06.10.2004.
Lugar de observación – Observatorio del Teide (Islas Canarias – España; 16° 30' 35" W, 28° 18' 00" N).
Telescopio – Telescopio IAC80 (diámetro 82cm).
Instrumento – CCD Thomson TH7896A.
Razón Focal – Cassegrain f/11.3.
Exposición – R: 3 x 1800s, V: 3 x 1800s, B: 4 x 1800s, Ha: 2 x 1800s.
Tamaño de la imagen – 992 x 998 píxeles (6,6 x 6,6 minutos de arco).
Tipo de imagen – Ha(HaR)GB.
Software – IRAF, RegiStar, StellaImage, PhotoShop CS+ (con PhotoShop Fits Liberator).
Imágenes tomadas y reducidas por F. Martín and L. Chinarro.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – M74, NGC253.
Tipo de Objeto – Galaxia Espiral de tipo Sac.
Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 – 01h 36m 41,8s; +15° 46' 59,6".
Tamaño Aparente – 9',0 x 7',0 (aprox.).

Tamaño real – 80.000 años luz.
Distancia – 30.000.000 años luz.
Constelación – Piscis (Peces).
Si no perfecta, M74 es al menos una de las galaxias más fotogénicas. Es como un pequeño universo que contiene 100.000 millones de estrellas situado a 30 millones de años luz, en torno a la constelación de Piscis. Fue descubierta en 1780 por Pierre Méchain. Clasificada como una galaxia Sac, el diseño de sus brazos espirales, trazados por cúmulos de estrellas azules y brillantes y por franjas de polvo cósmico oscuro, es similar en muchos aspectos a nuestra propia galaxia. El gran número de regiones HII y la forma de espiral tan pronunciada indican que actualmente está teniendo lugar formación estelar en el disco de M74. Hasta el momento se han encontrado dos supernovas en esta galaxia: SN2002ap y SN2003gd.

3. NGC 3718

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – NGC3718.
Fecha – 28.04.2004.
Lugar de observación – Observatorio del Teide (Islas Canarias – España; 16° 30' 35" W, 28° 18' 00" N).
Telescopio – Telescopio IAC80 (diámetro 82cm).
Instrumento – CCD Thomson TH7896A.
Razón Focal – Cassegrain f/11.3.
Exposición – R: 2 x 1200s, V: 2 x 1200s, B: 5 x 1200s, L: 1 x 1200s.
Tamaño de la imagen – 768 x 1024 píxeles (5,5 x 7,3 minutos de arco).
Tipo de imagen – LLRGB.
Software – IRAF, RegiStar, StellaImage, PhotoShop CS+ (con PhotoShop Fits Liberator).
Imágenes tomadas y reducidas por L. Chinarro y F. Martín.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – NGC3718.
Tipo de Objeto – Galaxia Lenticular de tipo SBO.
Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 – 11h 32m 34,64s; +53° 04' 04,2".
Tamaño Aparente – 4',0 x 8',1 (aprox.).
Distancia – 52.000.000 años luz.
Constelación – Ursa Major (Osa Mayor).
NGC3718, una de las muchas galaxias que se localizan en la constelación de la Osa Mayor, es una galaxia de tipo lenticular que probablemente forma parte del grupo de galaxias de M81, aunque en la literatura astronómica no aparece mucha información acerca de ella. Dado que sólo presenta un ángulo de inclinación de 6 grados, nos permite ver su inusual cara. Su brillo etéreo de esta galaxia da testimonio de su escasez en estrellas. Las galaxias de este tipo presentan un disco similar al de las galaxias espirales -aunque sin los brazos espirales- y tienen poco gas

y polvo, lo que puede deducirse de lo sencillo que resulta observar su núcleo amarillento. Las espirales de polvo que rodean al disco son, sin duda, las partes más interesantes de esta galaxia.

4. NGC 7139

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – NGC7139.
Fecha – 05.09.2004.
Lugar de observación – Observatorio del Teide (Islas Canarias – España; 16° 30' 35" W, 28° 18' 00" N).
Telescopio – Telescopio IAC80 (diámetro: 82cm).
Instrumento – CCD Thomson TH7896A.
Razón Focal – Cassegrain f/11.3.
Exposición – R: 3 x 1200s, V: 3 x 1800s, B: 3 x 1200s, Ha: 3 x 1200s.
Tamaño de la imagen – 990 x 1016 píxeles (7,1 x 7,3 minutos de arco).
Tipo de imagen – Ha(HaR)GB.
Software – IRAF, RegiStar, StellaImage, PhotoShop CS+ (con PhotoShop Fits Liberator).
Imágenes tomadas y reducidas por F. Martín y L. Chinarro.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – NGC7139; PN ARO 54.
Tipo de Objeto – Nebulosa Planetaria de tipo 3b.
Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 – 21h 46m 08,2s; +63° 47' 34,0".
Tamaño Aparente – 1',3 x 1',4 (aprox.).
Constelación – Cepheus (Cefeo).
NGC7139 es una pequeña nebulosa planetaria localizada en el pentágono de Cefeo. Los objetos de este tipo son como una "cáscara" luminosa de gases que fueron eyectados por una estrella tardía en su estado de Gigante Roja. Cuando la estrella se volvió inestable en la fase post-Secuencia Principal, un incremento en la generación de energía produjo que se volviera inestable, expandiéndose y contrayéndose de nuevo. La contracción calentó su interior incrementando la razón de generación de energía, con lo que se provocó el inicio de una nueva expansión. Estos "pulsos térmicos" eventualmente pueden eyectar hidrógeno que no se ha consumido, y cuando se estimula ese hidrógeno se produce la emisión que da lugar a este tipo de fenómenos.

5. NGC 1300

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – NGC1300.
Fecha – 09.12.2004.
Lugar de observación – Observatorio del Teide (Islas Canarias – España; 16° 30' 35" W, 28° 18' 00" N).
Telescopio – Telescopio IAC80 (diámetro 82cm).
Instrumento – CCD Thomson

TH7896A.

Razón Focal – Cassegrain f/11.3.
Exposición – R: 2 x 1200s, V: 2 x 1200s,
B: 5 x 1200s, L: 1 x 1200s.

Tamaño de la imagen – 870 x 830
píxeles (6,2 x 5,9 minutos de arco).

Tipo de imagen – LRGB(GB).

Software – IRAF, RegiStar, StellaImage,
PhotoShop CS+ (con PhotoShop Fits
Liberator).

Imágenes tomadas y reducidas por L.
Chinarro y F. Martín.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – NGC1300.

Tipo de Objeto – Galaxia Espiral de tipo
SB(s)bc.

Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 –
03h 19m 40,9s; -19° 24' 40,0".

Tamaño Aparente – 6',3 x 5',7 (aprox.).
Tamaño real – 100.000 años luz.

Distancia – 69.000.000 años luz.

Constelación – Eridanus (Erdídano) .

NGC1300 es una galaxia espiral de
grandes dimensiones situada en medio
de la constelación del Eridano. Normal-
mente se la describe como el ejemplo
de galaxia espiral barrada más espec-
tacular. Naciendo de un núcleo tenu-
e, se detecta claramente una barra
en la dirección este-oeste y dos espira-
les que nacen de cada uno de los extre-
mos de la misma. La longitud de dicha
barra alcanza los 100.000 años luz, con
lo que resulta ser más larga que el diá-
metro de nuestra propia galaxia. Esta
pintoresca galaxia se encuentra a 69
millones de años luz, de modo que la
vemos ahora mismo tal y como era en
la época de los dinosaurios. Sin em-
bargo, y a pesar de su remota distan-
cia, los astrónomos han estudiado in-
tensamente esta galaxia, puesto que es
capaz de revelar información acerca
de la naturaleza de la Vía Láctea –que
también tiene una pequeña barra. A
partir de medidas de las velocidades a
las que orbitan tanto sus estrellas
como las nubes de gas se puede deter-
minar cómo se desarrollan las galaxias
espirales, lo cual resulta más sencillo
que buscar a través del polvo y gas de
nuestra propia galaxia.

6. Nebulosa «Casco de Thor»

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – Nebulosa "Casco
de Thor".

Fecha – 09.12.2004.

Lugar de observación – Observatorio
del Teide (Islas Canarias – España; 16°
30' 35" W, 28° 18' 00" N).

Telescopio – Telescopio IAC80 (diáme-
tro 82cm).

Instrumento – CCD Thomson
TH7896A.

Razón Focal – Cassegrain f/11.3.

Exposición – R: 1 x 1200s, V: 1 x 1200s,
B: 1 x 1200s.

Tamaño de la imagen – 1024 x 1024
píxeles (7,3 x 7,3 minutos de arco).

Tipo de imagen – RRGB.

Software – IRAF, RegiStar, StellaImage,
PhotoShop CS+ (con PhotoShop Fits
Liberator).

Imágenes tomadas y reducidas por F.
Martín y L. Chinarro.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – Nebulosa "Casco
de Thor"; NGC2359.

Tipo de Objeto – Nebulosa de emisión y
reflexión .

Estrella Ionizante – HD56925 (B=11,68,
V=11,40, TpSp: WN...).

Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 – 07h
18m 30,9s; -13° 13' 38,0".

Tamaño Aparente – 18',5 x 14',5 (aprox.).
Tamaño real – 30 años luz.

Distancia – 15.000 años luz.

Constelación – Canis Major (Can Ma-
yor).

NGC2359 es una llamativa nebulosa de
emisión y reflexión localizada en la es-
quina noreste del Can Mayor –a aproxi-
madamente 9 grados al Norte de Sirio-
con una extensión de unos 30 años luz
y a una distancia en torno a 15.000 años
luz. Debido a la forma que presenta,
suele denominarse Nebulosa del "Casco
de Thor" o Nebulosa del Pato. Esta ne-
bulosa se ha formado debido a la pre-
sencia de una estrella muy energética,
localizada cerca del centro de la misma,
de tipo poco común: una estrella "Wolf-
Rayet" (hasta el momento, sólo se han
descubierto unas 200). Estas estrellas
son gigantes azules muy masivas y muy
calientes (25.000 - 50.000K) que expul-
san sus capas de gas más externas a
velocidades enormes (miles de kilóme-
tros por segundo). Esta estrella en par-
ticular vive en un área de la galaxia que
contiene nubes de gas interestelar, de
manera que la interacción con esas
nubes contribuyen a que la nebulosa
tenga una forma compleja con estruc-
turas arqueadas en forma de lazo.

7. Nebulosa del Cangrejo

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – Nebulosa del Can-
grejo.

Fecha – 12.01.2005.

Lugar de observación – Observatorio del
Teide (Islas Canarias – España; 16° 30'
35" W, 28° 18' 00" N).

Telescopio – Telescopio IAC80 (diámetro
82cm).

Instrumento – CCD Thomson TH7896A.

Razón Focal – Cassegrain f/11.3.

Exposición – R: 2 x 1200s, V: 2 x 1200s,
B: 4 x 1200s, Ha: 2 x 1200s, L: 10 x 300s.

Tamaño de la imagen – 1000 x 1000
píxeles (7,2 x 7,2 minutos de arco).

Tipo de imagen – L(HaR)GB.

Software – IRAF, RegiStar, StellaImage,
PhotoShop CS+ (con PhotoShop Fits
Liberator).

Imágenes tomadas por P. Rodríguez-Gil
y F. Martín.

Imágenes reducidas por F. Martín y L.

Chinarro.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – M1 (Nebulosa del
Cangrejo); NGC1952.

Tipo de Objeto – Remanente de
Supernova.

Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 –
05h 34m 31,97s; +22° 00' 52,1".

Tamaño Aparente – 5',5 x 5',0 (aprox.).
Tamaño real – 10 años luz.

Distancia – 6.500 años luz.

Constelación – Taurus (Toro) .

La nebulosa del Cangrejo es el rema-
nente de supernova más famoso y llama-
tivo de los hasta ahora conocidos; una
nube de gas que surgió como re-
sultado de la explosión de una estrella
en el año 1054 y que fue observada por
astrónomos chinos. Fue tan brillante,
que resultó visible a simple vista du-
rante 23 días en el período diurno y
durante 653 noches, llegando a alcan-
zar 4 veces el brillo de Venus (mag -6).
El remanente fue descubierto por John
Bevis en 1731. En 1758, Charles Messier
lo encontró de manera independiente,
siendo éste su primer objeto observado
y el que dio origen a la creación de su
catálogo. La nebulosa está formada por
el material que fue expulsado durante
la explosión de la supernova. Este ma-
terial, que aún se sigue expandiendo a
una velocidad de 1.800 km/s, actual-
mente alcanza un volumen de 10 años
luz en diámetro. Después de la explo-
sión, la estrella comenzó a hacerse cada
vez más débil, de manera que ahora
tiene una magnitud visible de 16. Hoy
en día el núcleo del remanente es una
estrella de neutrones (Púlsar del Can-
grejo) que gira 30 veces por segundo
proyectando rayos X. Este púlsar fue el
primero para el cual se detectó su con-
trapartida visible.

8. M 82, Galaxia del Cigarro

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – M82; Galaxia del
Cigarro.

Fecha – 25.02.2005.

Lugar de observación – Observatorio
del Teide (Islas Canarias – España; 16°
30' 35" W, 28° 18' 00" N).

Telescopio – Telescopio IAC80 (diáme-
tro 82cm).

Instrumento – CCD Thomson
TH7896A.

Razón Focal – Cassegrain f/11.3.

Exposición – R: 2 x 1200s, V: 2 x 1200s,
B: 3 x 1200s, Ha: 4 x 1200s.

Tamaño de la imagen – 870 x 830 píxeles
(6,2 x 5,9 minutos de arco).

Tipo de imagen – Ha(HaR)GB.

Software – IRAF, RegiStar, StellaImage,
PhotoShop CS+ (con PhotoShop Fits
Liberator).

Imágenes tomadas y reducidas por L.
Chinarro y F. Martín.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – M82 (Galaxia del Cigarro); NGC3034.

Tipo de Objeto – Galaxia Irregular de tipo II.

Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 – 09h 55m 52,19s; +69° 40' 48,8".

Tamaño aparente – 10',0 x 6',0 (aprox.).

Tamaño real – 16.000 años luz.

Distancia – 12.000.000 años luz.

Constelación – Ursa Major (Osa Mayor).

M82, también conocida como la "Galaxia del Cigarro", fue descubierta junto a su compañera M81 a finales de 1774 por Johann Elert Bode. Esta galaxia se suele calificar como el prototipo de galaxia irregular de tipo II, siendo al mismo tiempo un ejemplo espectacular de galaxia de "erupción estelar" (del inglés *starburst galaxy*). El aspecto que presenta su núcleo hace creer que esta galaxia debió de sufrir un drástico acercamiento de su compañera, produciéndose así un fuerte estallido, que se estima que tuvo lugar hace unos 600 millones de años. En 1953, Henbury Brown descubrió que este flujo de gas explosivo y turbulento es también una fuerte fuente de emisión en ondas de radio. La fuente de radio fue llamada en primera instancia como Ursa Major A (la fuente de radio más fuerte de toda la constelación) y catalogada como 3C 231 en el *Third Catalogue of Radio Sources*. En el rango infrarrojo, M82 resulta ser la galaxia más brillante de todo el cielo, mostrando el conocido exceso infrarrojo (es mucho más brillante en longitudes de onda infrarrojas que en la parte visible del espectro). Como miembro del grupo de M81, se estima que se encuentra aproximadamente a 12 millones de años luz, teniendo un diámetro en torno a los 16.000 años luz.

9. M 104

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – M104.

Fecha – 14.03.2004.

Lugar de observación – Observatorio del Teide (Islas Canarias – España; 16° 30' 35" W, 28° 18' 00" N).

Telescopio – Telescopio IAC80 (diámetro 82cm).

Instrumento – CCD Thomson TH7896A.

Razón Focal – Cassegrain f/11.3.

Exposición – R: 2 x 1200s, V: 2 x 1200s, B: 2 x 1800s, L: 18 x 120s.

Tamaño de la imagen – 1020 x 1006 píxeles (7,3 x 7,2 minutos de arco).

Tipo de imagen – LLRGB.

Software – IRAF, RegiStar, StellaImage, PhotoShop CS+ (with PhotoShop Fits Liberator).

Imágenes tomadas y reducidas por F. Martín y L. Chinarro.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – M104, NGC4594.

Tipo de Objeto – Galaxia Espiral de tipo Sa-Sb.

Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 – 12h 39m 59,4s; -11° 37' 22,9".

Tamaño aparente – 8',7 x 3',5 (aprox.).

Tamaño real – 50.000 años luz.

Distancia – 28.000.000 años luz.

Constelación – Virgo (Virgen)

Esta galaxia brillante – descubierta en 1781 por Pierre Méchain – se denominó Galaxia del Sombrero obviamente debido a su apariencia, en la que destaca una perfilada banda de polvo muy gruesa, que probablemente fue la primera banda de oscurecimiento de este tipo que fue descubierta por William Herschel en su gran telescopio reflector. Esta galaxia, de tipo Sa-Sb, posee un núcleo muy brillante y, como puede observarse con exposiciones muy cortas, brazos espirales muy bien definidos. También tiene un halo muy pronunciado e inusual con un rico sistema de cúmulos globulares – pudiendo llegar a contarse por centenares en exposiciones largas con grandes telescopios. Fotografías recientes más profundas tomadas en el Observatorio Anglo-Australiano han revelado que esta galaxia tiene un segundo halo, mucho más débil y extenso. Ésta fue la primera galaxia con alto desplazamiento al rojo que fue detectada, con una velocidad de recesión en torno a 1.000 km/s causada por el efecto Hubble, es decir, por la expansión cósmica.

10. M 3

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – M3.

Fecha – 25.02.2004.

Lugar de observación – Observatorio del Teide (Islas Canarias – España; 16° 30' 35" W, 28° 18' 00" N).

Telescopio – Telescopio IAC80 (diámetro 82cm).

Instrumento – CCD Thomson TH7896A.

Razón Focal – Cassegrain f/11.3.

Exposición – R: 3 x 15s, 3 x 60s, 3 x 300s; V: 3 x 15s, 3 x 60s, 3 x 300s, B: 3 x 15s, 3 x 60s, 3 x 300s.

Tamaño de la imagen – 1022 x 1021 píxeles (7,3 x 7,3 minutos de arco).

Tipo de imagen – RGB.

Software – IRAF, RegiStar, StellaImage, PhotoShop CS+ (con PhotoShop Fits Liberator).

Imágenes tomadas y reducidas por L. Chinarro y F. Martín.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – M3, NGC5272.

Tipo de Objeto – Cúmulo Globular.

Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 – 13h 42m 11,2s; +28° 22' 31,6".

Tamaño aparente – 18' x 18' (aprox.).

Tamaño real – 180 años luz.

Distancia – 34.000 años luz.

Constelación – Canes Venatici (Perros de Caza).

M3, con cerca de medio millón de estrellas, es uno de los cúmulos globulares más conocidos. Es el cúmulo más alejado del centro de nuestra galaxia, a 34.000 años luz, con un diámetro aparente de 18 minutos de arco, que corresponde a una extensión lineal de aproximadamente 180 años luz. Su edad puede determinarse a partir de su diagrama color-magnitud, del cual se han obtenido valores que oscilan entre los 5.000 millones (Baade) y los 26.000 millones de años (Sandage). Se ha estimado que su masa total asciende a 245.000 masas solares (Sandage y Johnson), encontrándose que es extremadamente rico en estrellas variables. Hasta el momento, se han detectado 212 variables de las que ya se conoce el período para 186 de ellas – más que en cualquier otro cúmulo globular de la Vía Láctea. Además, se sabe que al menos 170 de ellas son de tipo RR-Lyrae.

11. M 78

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – M78.

Fecha – 09.11.2005.

Lugar de observación – Observatorio del Teide (Islas Canarias – España; 16° 30' 35" W, 28° 18' 00" N).

Telescopio – Telescopio IAC80 (diámetro 82cm).

Instrumento – CCD E2V 42-40.

Razón Focal – Cassegrain f/11,3.

Exposición – R: 6 x 300s; V: 6 x 300s; B: 6 x 500s.

Tamaño de la imagen – 2033 x 2048 píxeles (11,1 x 11,2 minutos de arco).

Tipo de imagen – RGB.

Software – IRAF, RegiStar, StellaImage, PhotoShop CS+ (con PhotoShop Fits Liberator).

Imágenes tomadas por L. Chinarro.

Imágenes reducidas por F. Martín y L. Chinarro.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – M78.

Tipo de Objeto – Nebulosa de Emisión.

Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 – 05h 46m 46,7s; +00° 00' 50,0".

Tamaño aparente – 6' x 8'.

Tamaño real – 3-4 años luz.

Distancia – 1500 - 1600 años luz.

Constelación – Orión.

M78, descubierta en 1780 por Pierre Méchain, es una de las nebulosas de reflexión más brillantes que se encuentran en el cielo. Es parte del "Complejo de Orión", que contiene la Gran Nebulosa de Orión y la Nebulosa de la Cabeza de Caballo. Esta enorme nube de gas se encuentra situada en el brazo exterior de la Galaxia, a unos 1500 - 1600 años luz de distancia, con unos 3 ó 4 años luz de diámetro y una edad en torno a los 100.000 años. M78 es una nube de gas y polvo interestelar en don-

de estrellas muy jóvenes están iluminando e ionizando el gas que se encuentra a su alrededor. En las nebulosas de este tipo predominan los colores azulados debido a que las longitudes de onda más cortas son las que se pueden dispersar con mayor facilidad. Con el tiempo, la mayoría del polvo y del gas que cubren a la nebulosa se dispersará por el espacio, dejando tras de sí un cúmulo de estrellas jóvenes.

12. M 46

Acerca de la imagen...

Título de la Imagen – M46.

Fecha – 27.02.2004.

Lugar de observación – Observatorio del Teide (Islas Canarias – España; 16° 30' 35" W, 28° 18' 00" N).

Telescopio – Telescopio IAC80 (diámetro 82cm).

Instrumento – CCD Thomson TH7896A.

Razón Focal – Cassegrain f/11.3.

Exposición – R: 1 x 1200s; V: 1 x 600s; B: 1 x 600s.

Tamaño de la imagen – 1022 x 1020 píxeles (7,3 x 7,3 minutos de arco).

Tipo de imagen – RGB.

Software – IRAF, RegiStar, StellaImage, PhotoShop CS+ (con PhotoShop Fits Liberator).

Imágenes tomadas por L. Chinarro.

Imágenes tomadas y reducidas por E. Martín y L. Chinarro.

Acerca del objeto...

Nombre del Objeto – M46, NGC2437.

Tipo de Objeto – Cúmulo Abierto de tipo Trumpler II,2,r.

Coordenadas Ecuatoriales J2000.0 – 07h 41m 48,0s; -14° 49' 00,0".

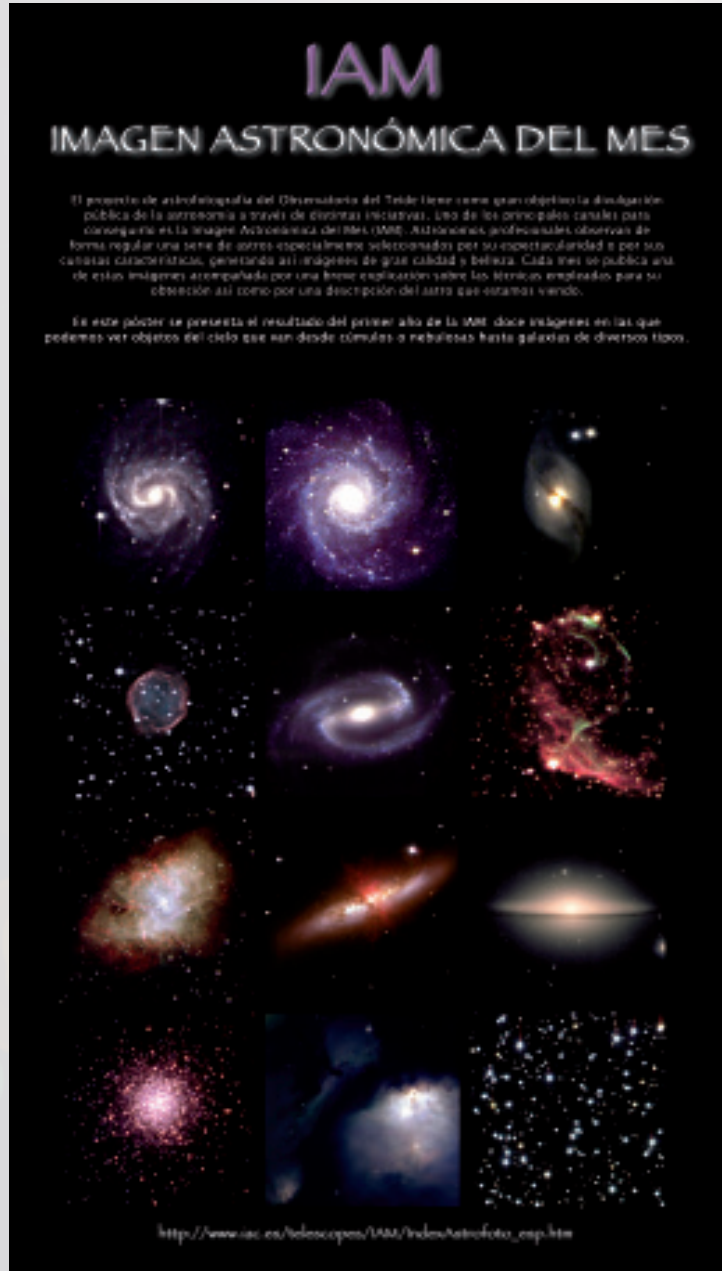
Tamaño Aparente – 27' x 27' (aprox.).

Tamaño real – 30 años luz.

Distancia – 5.400 años luz.

Constelación – Puppis ("Pupa" del antiguo navío de Argos).

M46 fue el primer objeto que descubrió Charles Messier tras la publicación de la primera edición de su catálogo (M1-M45). M46 es un cúmulo abierto muy rico, con 150 estrellas entre magnitud 10 y 13 y, probablemente, una población total por encima de las 500 estrellas. Teniendo en cuenta que sus estrellas más brillantes son de tipo espectral A0 y unas 100 veces más luminosas que el Sol (la más brillante tiene magnitud aparente de 8,7), esto indica que M46 tiene una edad en torno a 300 millones de años. Las estrellas están dispersas en un diámetro angular de 27 minutos de arco, correspondiente a una extensión lineal de 30 años luz si se considera que el cúmulo está a una distancia de 5.400 años luz, y está alejándose de nosotros a una velocidad de 41,4 km/sec, según Baade. Dentro del grupo de cúmulos abiertos, M46 ha sido clasificado como de tipo Trumpler II,2,r.



Poster con las 12 primeras imágenes del proyecto de Astrofotografía del Observatorio del Teide.



COMETA 73P/ SCHWASSMANN- WACHMANN 3

El cometa 73P/Schwassmann-Wachmann 3 es un cometa fragmentado desde su paso por el perihelio en 1995.

Este fragmento del cometa coincide en el campo con la

Nebulosa del Anillo (M 57) en la constelación de la Lira. La imagen fue tomada a las 4 de la mañana del día 8 de mayo por **Luis Chinarro** y **Fabiola Martín**, dentro del programa de Astrofotografía del Observatorio del Teide, del IAC.





DETECCIÓN DE EXOPLANETAS

Un grupo de astrofísicos estadounidenses y españoles, entre los que se encuentran los doctores **Garik Israelian** y **Eduardo Martín Guerrero de Escalante**, del IAC, han descubierto un nuevo planeta en órbita alrededor de una estrella joven situada a unos 100 años luz de distancia a la Tierra. Para ello han utilizado un telescopio de tan sólo 1 m, pero con un nuevo instrumento y una nueva técnica. El descubrimiento se presentó en enero de 2006 en la reunión de la Sociedad Americana de Astronomía celebrada en Washington D.C. (Estados Unidos).

Este hallazgo, que normalmente sólo es posible usan-

do los mayores telescopios del mundo, sugiere que el nuevo instrumento acelerará espectacularmente el ritmo de descubrimientos de "exoplanetas" o planetas fuera del Sistema Solar. Con ello, los astrofísicos esperan acercarse un poco más al descubrimiento "estrella" de la Astrofísica moderna: "la detección y caracterización de exoplanetas similares a la Tierra que puedan albergar vida extraterrestre", apunta **Eduardo Martín**.

"En las últimas dos décadas, los astrónomos han buscado planetas en torno a unas 3.000 estrellas", señala el Profesor **Jian Ge**, de la Universidad de Florida e investigador principal de esta colaboración internacional. "El éxito del pro-



Localización en el cielo del nuevo planeta descubierto por el instrumento Exoplanet Tracker del Observatorio Nacional de Kitt Peak de la National Science Foundation de Estados Unidos.

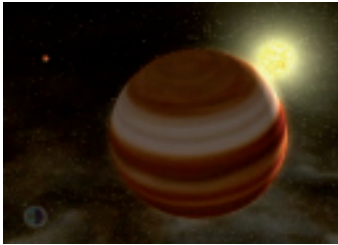


Imagen artística de una estrella joven con su compañero planetario.
Crédito: P. Marenfeld and NOAO/AURA/NSF

SE INCREMENTAN LAS POSIBILIDADES DE DETECTAR MÁS PLANETAS EXTRASOLARES.

UTILIZANDO UNA TÉCNICA INNOVADORA, UN GRUPO DE ASTROFÍSICOS ESTADOUNIDENSES Y DEL IAC DESCUBREN UN PLANETA EN ÓRBITA ALREDEDOR DE UNA ESTRELLA JOVEN SITUADA A UNOS 100 AÑOS LUZ DE DISTANCIA.

ESTOS RESULTADOS SE PRESENTARON EN LA REUNIÓN DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE ASTRONOMÍA.



*Imagen artística
de un planeta extrasolar
Autor: Gabriel Pérez (SMM/IAC)*

totipo de este nuevo instrumento implica que pronto podremos realizar las búsquedas de exoplanetas de manera más eficiente y la muestra se podrá multiplicar por diez".

El nuevo planeta tiene una masa estimada de aproximadamente la mitad que la de Júpiter y completa su órbita en menos de 5 días. "Es un exoplaneta del tipo "Júpiter caliente", demasiado cerca de su estrella como para albergar vida similar a la que conocemos", aclara **Garik Israelian**. Lo más significativo del descubrimiento es que es el primero que se hace con un nuevo método que Ge y sus colaboradores han estado desarrollando desde hace casi una década. Este método combina técnicas espectroscópicas de alta eficiencia con interferometría

para medir con precisión las variaciones en velocidad radial de las estrellas. Al no utilizar espectrógrafos convencionales de alta dispersión, el nuevo método aumenta considerablemente la cantidad de luz que se aprovecha y disminuye el costo del instrumento.

El nuevo planeta ha sido descubierto usando los telescopios de 0,9 m y 2,1 m de apertura del Observatorio de Kitt Peak (Arizona, Estados Unidos). Posteriormente, la estrella ha sido estudiada con más detalle utilizando el Telescopio Nazionale Galileo (TNG), de 3,6 m, del Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma), y el telescopio Hobby-Eberly, de 9,2 m, en el Observatorio de McDonald (Texas, Estados Unidos).

Más información:
<http://news.ufl.edu/2006/01/11/new-planet/>
<http://www.noao.edu/outreach/press/pr06/ir0601.html>



RICOS EN HIERRO

Muchos estudios apuntan a que las estrellas con planetas son más ricas en metales pesados, como el hierro, que sus vecinas solitarias. Pero lo que no está claro es si la formación y la evolución de los planetas afecta a la composición química de la estrella central. Para averiguarlo, **Alexandra Ecuivillon** y otros investigadores del IAC midieron el nivel de oxígeno de 155 estrellas de tipo solar, de las cuales 96 tienen planetas. “Si las estrellas con planetas obtuviesen el hierro sobrante de la materia planetaria, su nivel de oxígeno debería parecer bajo en comparación”, advierte **Alexandra Ecuivillon**. Pero el equipo no ha encontrado una diferencia en la proporción de oxígeno/hierro entre los dos grupos de estrellas. Este descubrimiento se suma al creciente número de pruebas de que es más probable que los sistemas planetarios sean fruto de la condensación de nubes ricas en hierro.

Estos resultados se publicaron el 12 de enero de 2006 en la revista *Astronomy and Astrophysics*, artículo titulado “Oxygen abundances in planet-harboring stars” (Abundancias de oxígeno en estrellas con planetas) que ya recibió una atención especial previa en la revista *Nature*, en la sección “Research Highlights”, titulado

“Planetary Ingredients” (Ingredientes planetarios) el 5 de enero. Esta investigación se enmarca en el proyecto del IAC “Pruebas observacionales de los procesos de nucleosíntesis en el Universo”, que dirige el investigador **Garik Israelian**, y forma parte de la tesis doctoral de **Alexandra Ecuivillon**. Desde el año 2000, el grupo del IAC colabora con el grupo de planetas extrasolares del Observatorio de Ginebra (Suiza), dirigido por **Michel Mayor**, con objeto de investigar las características de las estrellas que tienen sistemas planetarios extrasolares, colaboración internacional que lidera actualmente la investigación en este campo.

Una de las líneas principales seguidas por esta colaboración es el estudio de las abundancias químicas en estrellas con planetas y estrellas ricas en metales sin planetas conocidos con el objetivo de entender el importante papel que desempeña la metalicidad en la formación de los sistemas planetarios. Como resultado, en 2001 demostraron que las estrellas con planetas tienen en sus atmósferas más metales (todos los elementos menos hidrógeno, helio, litio, berilio y boro) en promedio que las estrellas sin planetas conocidas.

Dos explicaciones han sido propuestas para relacionar el



*Imagen artística de un planeta extrasolar con su estrella de fondo.
Autor: Gabriel Pérez (SMM/IAC)*

NUEVAS PRUEBAS DE QUE LOS SISTEMAS PLANETARIOS Y SUS ESTRELLAS SE FORMAN EN NUBES CON MAYOR ABUNDANCIA DE METALES PESADOS.

ESTOS RESULTADOS SE PUBLICARON EN ENERO EN UN ARTÍCULO DE LA REVISTA ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS QUE YA RECIBIÓ UNA ATENCIÓN ESPECIAL PREVIA EN LA REVISTA NATURE.



exceso en metalicidad con la presencia de planetas. La primera, la hipótesis de auto-enriquecimiento, considera que la sobreabundancia de hierro observada es debida al acrecimiento de una gran cantidad de material rocoso planetario sobre la estrella. La segunda, el escenario primordial, sugiere que el alto contenido en metales de la nube protoplanetaria desde la que se formó el sistema estrella-planetas es la causa del exceso de hierro encontrado en estrellas que albergan planetas.

Según los investigadores del IAC y del Observatorio de Ginebra, en estrellas con planetas, el comportamiento del oxígeno y del azufre, los dos elementos volátiles, no es el que correspondería según los modelos de evolución química de nuestra galaxia. “La explicación puede estar relacionada o bien con la presencia

de planetas alrededor de esas estrellas o bien con la existencia de nuevos tipos de supernovas ricas en metales”, señala **Garik Israelian**.

Los datos han sido obtenidos con los telescopios VLT, del ESO (Cerro Paranal, Chile), el Telescopio Nazionale Galileo (TNG), del Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma), y los telescopios de 2,2 y 1,2 m, del ESO (La Silla, Chile).

Con objeto de profundizar en este campo y entender los procesos implicados, el IAC organizó el congreso “The Metal Rich Universe” (El Universo rico en metales), en Los Cancajos (La Palma), del 12 al 16 de junio. Fue el primer congreso internacional dedicado a estrellas ricas en metales, entre ellas las que poseen sistemas planetarios (ver Congresos).

Más información:

<http://www.iac.es/proyect/abuntest/>
<http://www.iac.es/proyect/mru/index.php>



PARIENTE DE PLUTÓN

Los objetos transneptunianos (TNO, del inglés Transneptunian Objects) son cuerpos del Sistema Solar cuya órbita se encuentra más allá de Neptuno, en una región con forma de anillo conocida como Cinturón de Kuiper. Se trata de objetos muy primitivos, residuos de la formación del Sistema Solar, por lo que su estudio proporciona información única para comprender el origen de nuestro sistema planetario. Recientes observaciones espectroscópicas realizadas por un grupo liderado por el astrónomo **Javier Licandro**, del Isaac Newton Group of Telescopes (ING) y del IAC, muestran las grandes semejanzas entre uno de esos objetos, 2005 FY9, situado en el cinturón de Kuiper, y Plutón. Los resultados se publican en enero de 2006 en la revista *Astronomy and Astrophysics*.

Las observaciones se han llevado a cabo con el Telescopio William Herschel (WHT) y el Telescopio Nazionale Galileo (TNG), del Observatorio del Roque de los Muchachos (Garafía, La Palma). La espectroscopía en el rango visible se obtuvo con el espectrógrafo ISIS, del WHT, y la espectroscopía en el infrarrojo cercano, con el NICS, del TNG. Según este estudio, los espectros de 2005 FY9 y de Plutón son muy similares.

“En ambos objetos –señala **Licandro**– dominan intensas bandas de absorción producidas por el hielo de metano y comparten el color rojizo de sus superficies, así como la presencia de compuestos orgánicos”.

Atmósfera tenue

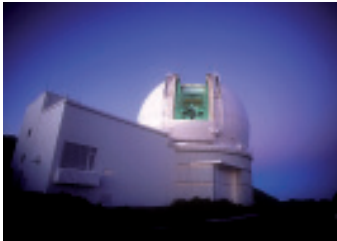
2005 FY9 fue descubierto, el año pasado, por **Michael Brown**, profesor del Instituto Tecnológico de California (Estados Unidos). El eje semimayor de su órbita es de 46 unidades astronómicas (unos 7.000 millones de km) y su distancia de perihelio, el punto de la órbita más cercano al Sol, de 39 unidades astronómicas (unos 6.000 millones de km). El análisis del tamaño (0,7 veces el de Plutón) y la composición de su superficie, realizado ahora en Canarias, apunta a que este objeto puede tener una atmósfera tenue. La importancia de este descubrimiento reside en que, hasta ahora, el único objeto transneptuniano conocido con este tipo de atmósfera era Plutón. Los resultados de esta investigación aportan a los astrónomos un nuevo laboratorio para posteriores estudios como el transporte y la mezcla de gases volátiles, escape y congelación atmosférica, química del hielo y transiciones de fase del nitrógeno en planetas lejanos.



Los tamaños de los mayores objetos conocidos en el Sistema Solar exterior comparados con el tamaño de la Luna. Crédito: ING.

INVESTIGACIONES REALIZADAS DESDE EL OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS DEMUESTRAN QUE EL OBJETO TRANSNEPTUNIANO 2005 FY9 ES MUY SIMILAR A PLUTÓN.

LOS RESULTADOS SE PUBLICARON EN ENERO EN LA REVISTA ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS.



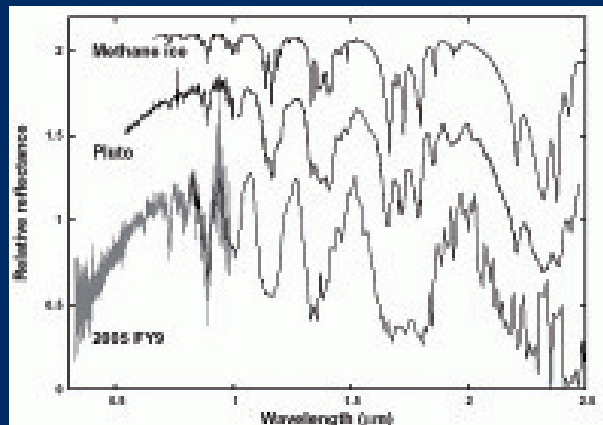
Telescopio William Herschel.
Crédito: Nik Szymanek and Ian King (ING).



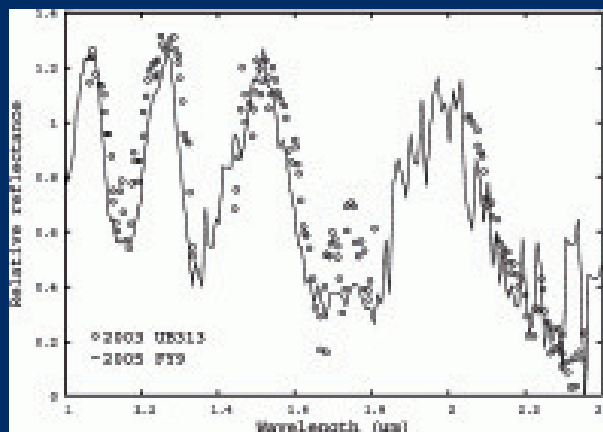
Telescopio Nacional Galileo.
Crédito: Miguel Briganti (SMM/IAC).

El equipo científico que ha realizado las observaciones en el Observatorio del Roque de los Muchachos está formado por los astrofísicos Javier Licandro (ING-IAC), William Grundy (Lowell

Observatory), Ernesto Oliva (FGG-TNG), Marco Pedani (FGG-TNG), Noemí Pinilla-Alonso (FGG-TNG) y Gian Paolo Tozzi (Osservatorio di Arcetri).



El espectro de 2005 FY9 comparado con el espectro de Plutón y el del hielo puro de metano. Nótese las fuertes bandas de absorción del hielo de metano presentes en el espectro de ambos TNOs.
Crédito: ING.



Espectro en el infrarrojo cercano de 2005 FY9 obtenido por Licandro et al. (2006) comparado con el de TNO 2003 UB313, de Brown et al. (2005). La semejanza de ambos espectros muestra que la composición de la superficie de los dos objetos debe ser similar.
Crédito: ING.

Más información:
<http://www.ing.iac.es/PR/press/2005FY9.html>

ESPEJO SECUNDARIO

En un telescopio, el espejo secundario es el que recoge la luz que llega del espejo primario y la reenvía directamente hacia el foco Cassegrain o hacia el espejo terciario, para que llegue a los focos Cassegrain acodados o a los focos Nasmyth. En los focos se encuentran ubicados los instrumentos científicos que recogerán esa luz.

En algunos telescopios es necesario cambiar el espejo secundario según se vaya a estudiar en rango visible o infrarrojo. Esta operación es muy costosa y se pierde tiempo de observación, ya que puede tardarse un día o incluso más en el proceso de cambio.

El GTC cuenta con un solo espejo secundario válido para observar en ambos rangos. Se trata de un substrato de berilio, un material mucho más rígido y ligero que el vidrio, que va recubierto con una capa de níquel. Con una forma cuasi-hexagonal (adaptada a la forma del espejo primario), una superficie hiperbólica convexa, un peso de tan sólo 38 kg y una dimensión de 1,2 m de diámetro, este espejo contará con las prestaciones tecnológicas más avanzadas.

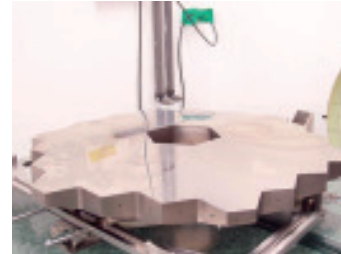
Los complejos mecanismos de movimiento y control del secundario permitirán corregir

vibraciones y, sobre todo, hacer medidas diferenciales en el rango del infrarrojo térmico (dentro del infrarrojo, la radiación con longitud de onda más larga). Ésta técnica, que también se denomina basculación (*chopping* en inglés) precisa que el espejo secundario oscile rápidamente.

Historia de la fabricación

En el año 2001 se contaba con un bloque de berilio ya sintetizado para empezar a darle la forma necesaria. Pero, en el proceso de mecanizado del agujero central que lleva este espejo, el bloque se rompió. Era necesario sintetizar un nuevo bloque de berilio, con toda la complejidad que esto conlleva.

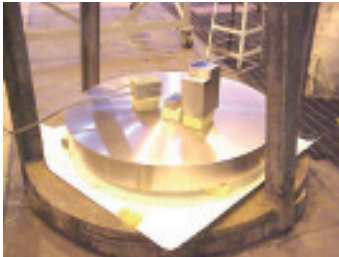
Sólo hay una empresa en el mundo que produzca e integre berilio: la empresa estadounidense Brushwellman. Esto se debe, probablemente, a la alta cualificación requerida cuando se trata de un producto altamente explosivo y tóxico, como es el polvo de berilio. Para conseguir un bloque sólido, el polvo se somete a un proceso denominado HIP, "Presión Isostática en Caliente" (*Hot Isostatic Pressure* en inglés), que consiste en aplicar altas temperaturas y altas presiones a un contenedor lleno de polvo de



*El espejo secundario durante el proceso de limpieza.
Crédito: IAC.*

LLEGA A LA PALMA EL ESPEJO SECUNDARIO DEL GRAN TELESCOPIO CANARIAS (GTC).

TRAS PASAR POR EL PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN Y ACEPTACIÓN, SE INICIARÁN LAS PRUEBAS CON SU MECANISMO DE MOVIMIENTOS.



*Bloque de Berilio recubierto con Níquel, antes de darle forma.
Crédito: Axsys*



*Técnico de REOSC-SAGEM
limpiando el M2.
Crédito: IAC*

berilio, consolidando así una pieza sólida. Tras tres intentos, el nuevo bloque fue sintetizado.

Para su mecanizado, el bloque de berilio pasó en 2002 a manos de la también estadounidense Axsys, encargada de aligerar el bloque (eliminando hasta un 85% del sustrato original y dejando espesores del orden de entre 3,5 y 7 mm), darle la figura hexagonal serrada definitiva y recubrirlo de níquel para, posteriormente, ser pulido.

Éste último proceso lo llevó a cabo la empresa francesa SAGEM (que también ha pulido los segmentos del espejo primario) y dio comienzo en el año 2003. La cara de la superficie óptica tenía al principio

unas 125 micras de espesor y era necesario eliminar entre 50 y 70 micras del recubrimiento de níquel (1 micra=0,001 mm). Aunque se ha retrasado la entrega del espejo hasta lograr alcanzar los niveles de calidad exigidos, finalmente se dispone de un espejo secundario de gran calidad óptica.

El espejo llegó recubierto de una capa protectora de color azul. Tras retirarla, lo han limpiado cuidadosamente y ha pasado por el procedimiento de aceptación. La siguiente fase será unir el espejo a su mecanismo de movimiento y realizar las pruebas específicas, una labor que puede requerir de unos meses de trabajo hasta lograr la correcta sintonía, ya que se trata de un proceso de prueba y error.

Más información y vídeo:
www.gtcdigital.net:

UN SECUNDARIO MUY IMPORTANTE
27/03/2006

[http://www.gtcdigital.net/
articulo.php?id_articulo=76](http://www.gtcdigital.net/articulo.php?id_articulo=76)



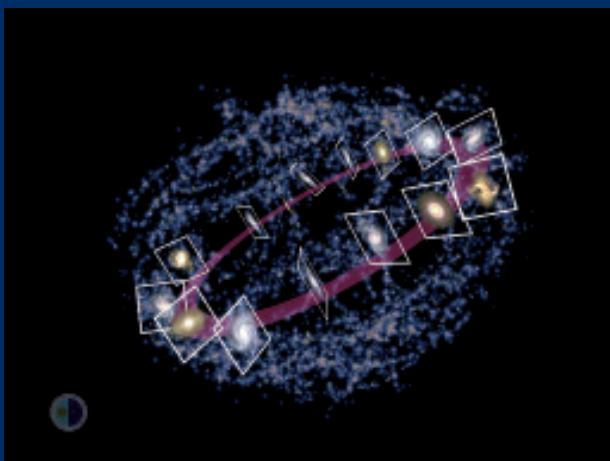
EL UNIVERSO EN SU RED

Investigadores del IAC y de la Universidad de Nottingham (Reino Unido), han obtenido las primeras pruebas observacionales de que las galaxias no están orientadas al azar, sino que se encuentran alineadas de un modo característico dictado por la distribución de materia oscura a gran escala que las rodea. Este descubrimiento supone la confirmación de uno de los aspectos fundamentales de la teoría de la formación de las galaxias e implica la existencia de una conexión directa entre las propiedades generales del Universo y las propiedades individuales de las galaxias. Las teorías de formación de las galaxias predecían dicho efecto, pero su verificación empírica no había sido posible

hasta la fecha. Los resultados de este trabajo se publicaron el 1 de abril, en la revista *The Astrophysical Journal Letters*.

Filamentos de materia

En la actualidad, la materia no se encuentra distribuida uniformemente en el Cosmos, sino que se dispone formando una intrincada red de estructuras filamentosas que se entrelazan entre sí dando lugar a regiones con alta concentración de galaxias, denominadas "cúmulos", y otras donde la densidad de materia es muy baja, regiones casi vacías llamadas "huecos". Esta disposición no homogénea de la materia constituye la llamada "Estructura a Gran Escala del Universo". Cuan



Visión artística que muestra la alineación de las galaxias en el Universo. Autor: Gabriel Pérez (SMM/IAC).

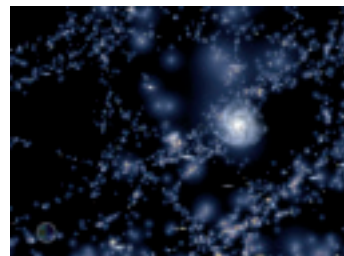
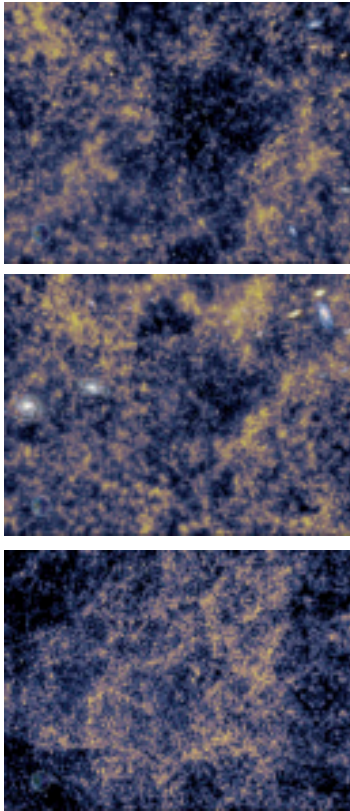


Imagen artística de la estructura del Universo.

Autor: Gabriel Pérez (SMM/IAC)

**EL UNIVERSO
ATRAPADO EN SU RED:
SE ENCUENTRAN LAS
PRIMERAS EVIDENCIAS
DE QUE LAS GALAXIAS
NO ESTÁN ORIENTADAS
AL AZAR.**

**LOS RESULTADOS DE
ESTAS
INVESTIGACIONES, EN
LAS QUE PARTICIPAN
ASTRÓNOMOS DEL IAC,
SE PUBLICARON EN
ABRIL, EN LA REVISTA
THE ASTROPHYSICAL
JOURNAL LETTERS.**



*Imágenes artísticas de la estructura del Universo.
Autor: Gabriel Pérez (SMM/IAC)*

do se considera el Universo en su conjunto, éste posee una apariencia similar a la de la red de neuronas del cerebro. Pero no siempre fue así. Tras el Big Bang, cuando el Universo era mucho más joven, la materia sí se distribuía de forma homogénea. A medida que fue evolucionando, la fuerza gravitatoria comenzó a comprimir la materia en determinadas regiones dando lugar a la Estructura a Gran Escala que observamos hoy en día. Según estos modelos y teorías, una consecuencia directa de este proceso es que las galaxias deberían estar orientadas perpendicularmente a la dirección de los filamentos.

En los últimos años han sido numerosos los intentos de detectar estos alineamientos de las galaxias con la Estructura

a Gran Escala, pero ninguno ha dado resultado debido a la dificultad que entraña caracterizar los filamentos. El estudio, realizado por los investigadores españoles **Ignacio Trujillo** y **Conrado Carrero** y el argentino **Santiago G. Patiri**, ha podido medir este efecto, confirmando las predicciones de los modelos teóricos. Para lograrlo emplearon una nueva técnica basada en el análisis de los grandes vacíos en la Estructura a Gran Escala del Universo, junto con información relativa a la posición de más de 500.000 galaxias en un radio de 1.000 millones de años-luz de distancia, proporcionada por los cartografiados del Firmamento más completos que existen actualmente: el *Sloan Digital Sky Survey* y el *Two Degree Field Galaxy Redshift Survey*.

RADIACIÓN DE UN MICROCUÁSAR

Los microcuásares son sistemas binarios de estrellas que se componen de una estrella normal, muy masiva, y un objeto compacto (muy denso) que puede ser bien una estrella de neutrones o un agujero negro orbitando alrededor de la estrella normal. Cuando ambas estrellas están suficientemente cerca, se produce transferencia de materia de la estrella masiva hacia el objeto compacto, debido a la atracción gravitatoria. Parte de esta energía se libera en forma de haces de partículas que viajan a velocidades cercanas a la de la luz, produciendo espectaculares emisiones de radiación. El telescopio MAGIC, instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos (Garafía, La Palma), del IAC, ha detectado rayos gamma de alta energía procedente de LSI +61 303, uno de los 20 microcuásares hasta ahora conocidos.

Cuásares a pequeña escala

El término “microcuásar” proviene de las similitudes entre este tipo de sistemas y los cuásares, que también presentan haces de partículas. Pero, en su caso, el objeto compacto es un agujero negro, con una masa un millón de veces mayor que la del Sol y que se encuentra en el centro de una galaxia. Por tanto, los microcuásares son versiones a escala reducida de los cuásares. Los fenómenos que rigen la vida de los haces de partículas se desarrollan en escalas de tiempo de años en los cuásares, pero de días o meses en los microcuásares, lo que hace a éstos más adecuados para la observación humana. Los microcuásares son también sospechosos de contribuir a la producción de rayos cósmicos cuyo origen, casi cien años después de su descubrimiento, sigue siendo un misterio.



Telescopio MAGIC.
Crédito: Colaboración MAGIC.

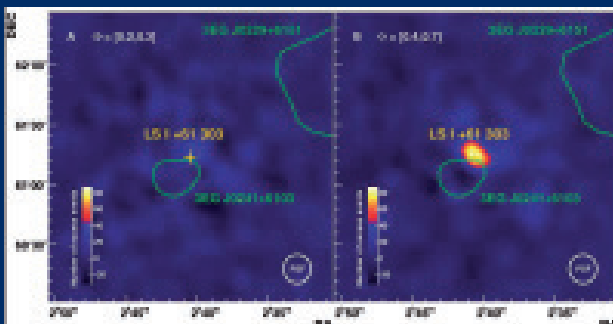


Imagen doble del microcuásar LSI +61 303.
Crédito: Colaboración MAGIC.

EL TELESCOPIO MAGIC, DEL OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS, DETECTA RADIACIÓN DE ALTA ENERGÍA VARIABLE PROCEDENTE DE UN MICROCUÁSAR.

LOS RESULTADOS DE ESTA INVESTIGACIÓN FUERON PUBLICADOS EN MAYO, EN LA REVISTA SCIENCE.



Logo de MAGIC..

El microcuáasar LS I +61 303 ha sido observado usando el telescopio MAGIC (Major Imaging Gamma-ray Atmospheric Cherenkov). Las observaciones, realizadas entre octubre de 2005 y marzo de 2006, han revelado dos aspectos interesantes. Uno, que el LS I +61 303 emite rayos gamma de alta energía que alcanzan la Tierra a razón de aproximadamente uno por metro cuadrado al mes. Y otro, que la intensidad de la emisión de rayos gamma de LS I +61 303 varía con el tiempo. Las observaciones se realizaron durante varios ciclos orbitales del sistema binario, y se encontraron indicaciones de que el patrón de emisión se repite cada 26 días, precisamente el tiempo de duración de la órbita de la estrella de neutrones alrededor de la estrella masiva. Esto nos indica que los rayos gamma se producen por la interacción de los dos objetos que componen el sistema binario. El resultado también hace pensar que podríamos estar ante una propiedad inherente a este tipo de sistemas. Futuras observaciones de LS I +61 303 con MAGIC, junto con la interpretación teórica de los resultados presentes, ayudarán a esclarecer los mecanismos de producción de rayos gamma en microcuásares y en objetos astrofísicos con haces de partículas relativistas en general.

Telescopio de rayos gamma

MAGIC es el mayor telescopio de su clase, consta de un espejo de 17 m de diámetro e incorpora en su diseño numerosas innovaciones tecnológicas, que han hecho posible

el presente descubrimiento. En su operación colaboran 130 científicos de España, Alemania, Italia, Suiza, Polonia, Finlandia, EEUU, Bulgaria y Armenia. Su finalidad es detectar los rayos gamma de alta energía (la radiación más energética que se conoce, y que se produce en los fenómenos más violentos del Cosmos, como por ejemplo en explosiones de supernova o en los cuásares). Detecta los rayos gamma de muy alta energía a través de las cortas ráfagas de luz que producen al penetrar en la atmósfera. Esto lo hace pese a que a la Tierra llegan menos de uno por metro cuadrado y por semana. Un segundo telescopio MAGIC está en fase avanzada de construcción a una distancia de 85 m del primero. Su operación conjunta aumentará aún más la capacidad de detectar rayos gamma.

La investigación que ha dado lugar a los resultados presentados se ha llevado a cabo en el Institut de Física d'Altes Energies (IFAE). Ha sido dirigida por los doctores **Juan Cortina** (Investigador Ramón y Cajal) y **Javier Rico** (Investigador Juan de la Cierva), y forma parte de la tesis doctoral de **Nuria Sidro** (Profesora Asociada en la UAB), los tres pertenecientes al grupo que dirige el Dr. **Manel Martínez** (Investigador Catedrático del IFAE y portavoz de MAGIC durante varios años). Otros investigadores que han participado en este estudio son el Dr. **Diego Torres** (Ramón y Cajal en el Institut d'Estudis Espacials de Catalunya/Centro Superior de Investigaciones Científicas) y el grupo del Dr. **Josep María Paredes** (Profesor titular de la UB).

Más información:
<http://www.sciencemag.org/sciencexpress/recent.dtl>
<http://magic.ifae.es/LSI>

CÚMULO SUPERMASIVO

Un equipo internacional de astrónomos dirigido por **Donald Figer**, del Instituto del Telescopio Espacial Hubble (STScI), de Estados Unidos, y en el que participan los astrofísicos españoles **Artemio Herrero**, del IAC y de la Universidad de La Laguna, y **Francisco Najarro**, del Instituto de Estructura de la Materia (IEM), del CSIC, ha descubierto un cúmulo estelar extraordinariamente masivo en la Vía Láctea, a unos 6 kiloparsecs del Sol (unos 18.000 años luz). El cúmulo contiene 14 supergigantes rojas, algo único en nuestra galaxia, pues el siguiente cúmulo en la lista apenas contiene cinco de estos objetos.

“Estamos aprendiendo –señala **Artemio Herrero**– que nuestra galaxia es una máquina de formar estrellas muy masivas, mucho más potente de lo que creíamos. Este cúmulo es una impresionante muestra de ello. Ya disponemos de tiempo en los telescopios del Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, para continuar su estudio.”

La presencia de estas estrellas, que nacieron con masas de entre 15 y 25 veces la masa del Sol y que están cerca de morir como supernovas, indica que el cúmulo debió contener entre 20.000 y 40.000 veces la masa del Sol cuando comenzó a formar estrellas,

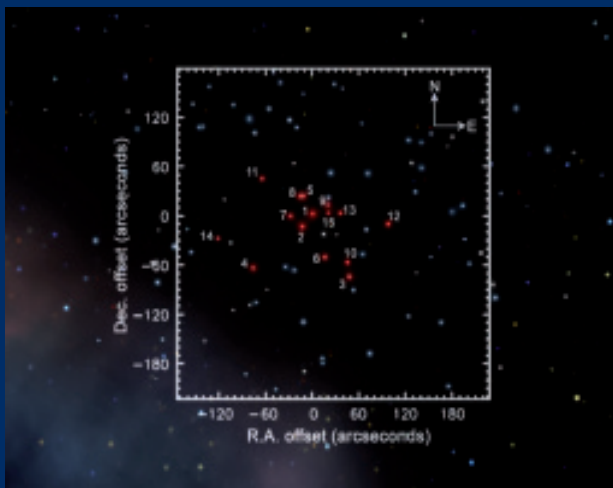


Imagen del cúmulo con las estrellas supergigantes rojas identificadas por número y ejes de coordenadas superpuestos.
Crédito: Gabriel Pérez (IAC/SMM), adaptado de Figer et al. 2006.

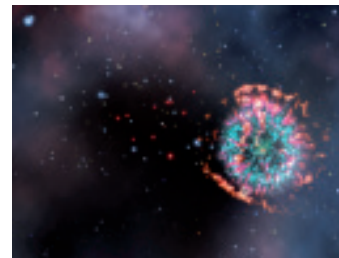


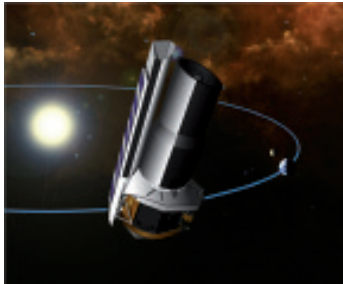
Imagen artística del cúmulo con la explosión de una de sus estrellas como supernova.

Crédito: Gabriel Pérez (IAC/SMM).

DESCUBIERTO UN CÚMULO DE ESTRELLAS SUPERMASIVO EN LA VÍA LÁCTEA.

ESTE CÚMULO CONTIENE 14 SUPERGIGANTES ROJAS, CON VEINTE VECES LA MASA DEL SOL.

LOS RESULTADOS, ANUNCIADOS EN LA ÚLTIMA REUNIÓN DE LA SOCIEDAD ASTRONÓMICA AMERICANA, SE PUBLICARON EN JUNIO, EN LA REVISTA ASTROPHYSICAL JOURNAL.



*Telescopio Espacial Spitzer, uno de los utilizados en esta investigación.
Crédito: NASA/JPL.*

hace unos 10 millones de años. En este tiempo, han explotado estrellas todavía más masivas, dejando fuentes de alta energía como las observadas en las cercanías de estas supergigantes rojas.

Esta investigación es parte de un programa para encontrar la población de estrellas masivas de la Vía Láctea escondidas por el polvo del plano galáctico. Los astrónomos sospechan que la mayor parte de estas estrellas están escondidas y no están a nuestra vista.

Los primeros resultados del trabajo, que utiliza datos de diferentes satélites, como Spitzer, y de telescopios en tierra, como el de 4 m de Kitt Peak (Tucson, Arizona, Estados Unidos), fueron presentados en la reunión de la American Astronomical Society y recibieron la confirmación de la comunidad científica mediante su publicación, el 1 de junio, en la revista científica *Astrophysical Journal*.

INAUGURACIÓN DE LOS TELESCOPIOS “STELLA I” Y “STELLA II” en el Observatorio del Teide

El 18 de mayo, con música de Mozart de fondo, se inauguraron los dos telescopios robóticos gemelos que componen el proyecto STELLA, del Instituto Astrofísico de Potsdam (IAP, Alemania) e instalado en el Observatorio del Teide (Tenerife), del IAC. Estos telescopios, de 1,2 m de diámetro cada uno, se destinarán, uno tomando imágenes y el otro espectros, al estudio de la actividad de las estrellas y el origen de sus campos magnéticos, así como a la búsqueda de planetas extrasolares. La conexión de los telescopios con Internet permitirá a los estudiantes escolares y universitarios experimentar con la estrategia de la inteligencia artificial de STELLA. Según los Acuerdos Internacionales, España dispondrá, como en los demás telescopios de los Observatorios de Canarias, del 20% del tiempo de observación más un 5% en programas de cooperación internacional.

En el acto de inauguración, Francisco Sánchez, director del IAC, señaló que Alemania y España deben seguir insistiendo en su histórica, cercana y exitosa colaboración científica y técnica. Especialmente, “deben impulsar los esfuerzos para conseguir el mayor apoyo posible a nivel de la Unión Europea para el diseño, la financiación y la construcción de la próxima generación de instrumentos que nuestra nueva generación de astrofísicos necesita para estar en la vanguardia de este campo tan emocionante y privilegiado”. En concreto se refirió al futuro Telescopio Extremadamente Grande (ELT son sus siglas en inglés), que podría instalarse en Canarias y “que debe figurar –dijo– como una alta prioridad dentro de las recomendaciones del ESFRI (European Strategy Forum on Research Infrastructures o Comité de Estrategia Europea de Infraestructuras de Investigación) para una futura financiación europea”.



*Uno de los momentos del acto de inauguración de STELLA, con algunos responsables del proyecto y el Director del IAC, Francisco Sánchez.
Fotos de la inauguración: Gabriel Pérez (SMM/IAC).*



Uno de los telescopios STELLA.

En el mismo sentido se expresó Rainer Köpke, Director del Consejo Rector del Instituto Astrofísico de Potsdam y Subsecretario de Universidades e Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia alemán, quien destacó la colaboración hispano-alemana existente en distintos campos y ya iniciada en materia de Astrofísica en los años setenta con el Instituto Kiepenheuer para la Física Solar (KIS), de Friburgo (Alemania), responsable de los telescopios solares alemanes del Observatorio del Teide. Esta colaboración se continúa ahora con STELLA. Y como anunció Wolfgang Schmidt, Subdirector del KIS, culminará con la inauguración el próximo año, también en el Observatorio del Teide, del GREGOR, que con 1,5 m de diámetro será el mayor telescopio solar del mundo.

Matthias Steinmetz, Director Ejecutivo del Instituto Astrofísico de Potsdam, destacó en clave de humor la inauguración de STELLA, como una fecha importante que recordar en la historia europea. Por su parte, Klaus G. Strassmeier, Director del IAP y del proyecto, dijo que el objetivo de estos telescopios es encontrar estrellas similares al Sol, buscar estrellas gemelas a nuestra estrella y hacer un seguimiento muy detallado no sólo para la búsqueda de planetas extrasolares y sistemas planetarios, sino para una mayor precisión



Los dos telescopios STELLA.

astrofísica en la caracterización y composición química de estas estrellas. “Canarias –dijo- era, indudablemente, el lugar más adecuado y lógico para instalar estos telescopios”. En cuanto al desarrollo de este proyecto señaló que en Astrofísica “cada telescopio es un prototipo y nunca es definitivo”. STELLA 1 y STELLA 2 “no sólo son robóticos y su operación se realiza de manera externa, sino que incorporan programas de inteligencia artificial y son capaces de decidir por sí mismos sobre la marcha”. Además –añadió- “STELLA es la única instalación telescópica que tiene un espectrógrafo Eschelle de alta resolución para hacer medidas muy detalladas”. Y subrayó la importancia, desde el punto de vista tecnológico, del software desarrollado para este tipo de telescopios, “que es necesariamente de tecnología punta”.

INTERÉS CIENTÍFICO

Entre los principales intereses científicos de estos telescopios robóticos se encuentran: la actividad cromosférica de las estrellas, el origen de sus campos magnéticos, la astrosismología, la pulsaciones de estrellas masivas, la variabilidad de los vientos estelares, el estudio de estrellas binarias y el tránsito de planetas extrasolares.

La tarea asignada a STELLA I será obtener espectros de las estrellas con el espectrógrafo *echelle* de alta resolución SES, alimentado con fibras ópticas. Jamás un telescopio robótico había sido equipado con un espectrógrafo así y «será la primera vez que los astrónomos tengamos la oportunidad de realizar proyectos de seguimiento espectroscópico de estrellas masivas y de baja masa», señala Garik Israelian, investigador del IAC y representante científico en STELLA. «Esto significa –añade- seguimientos de meses, incluso de años o más. Sabemos que hay procesos físicos importantes en la evolución estelar de los que no conocemos ni cómo empiezan ni cómo terminan. Por ejemplo, la historia de la estrella V838 Mon y su sorprendente ‘eco de luz’, a la que se ha dedicado un congreso celebrado en La Palma».

OBSERVATORIOS



El Prof. Klaus G. Strassmeier.

Esta estrella estalló en enero de 2002 y en pocas semanas su luminosidad aumentó 10.000 veces, tanto que se convirtió durante algún tiempo en la estrella más brillante de toda nuestra galaxia, la Vía Láctea. La liberación de esta enorme cantidad de energía producida en tan poco intervalo de tiempo produjo un «eco de luz», o burbuja luminosa, que a medida que se expandía iba reflejándose en el gas y el polvo previamente expulsados por la estrella en una fase anterior de su evolución. Fenómeno poco frecuente, en pocas ocasiones observado por los astrónomos. «Habría sido muy interesante disponer ya entonces de STELLA para poder hacer un seguimiento diario de su evolución. Y lo mismo cabe decir de la estrella Ro de Casiopea, que anunció la entrada en el nuevo milenio con una espectacular explosión. Este objeto, que experimenta este tipo de explosiones cada cincuenta años, perdió en el último estallido una masa equivalente al 10% de la masa del Sol. Con STELLA -concluye Garik Israelian-, seguiremos la evolución espectral de esta estrella y de otras semejantes».

Para observar la superficie de las estrellas utilizamos las líneas oscuras en el espectro estelar. Una vez

magnificadas, las líneas se presentan levemente deformadas debido a que diferentes zonas en la superficie contribuyen a diferentes partes de la línea espectral. La distribución de la temperatura en la superficie de una estrella se reconstruye a partir de la variación de las deformaciones de las líneas en el tiempo.

Uno de los ingredientes claves en la generación de campos magnéticos es la rotación de las estrellas. Si éstas tienen manchas, el brillo de las estrellas varía levemente. Utilizando la CCD de gran campo visual del fotómetro WIFSIP, se puede observar un número enorme de estrellas y registrar incluso sus variaciones más ligeras. Una vez trazada la superficie de la estrella, podemos encontrar diferencias entre el período de la rotación en el ecuador de la estrella y cerca de sus polos. El efecto se llama “rotación diferencial”.

Cuando los planetas extrasolares giran alrededor de una estrella, pueden bloquear accidentalmente parte de la luz estelar. El planeta pasa delante de la superficie estelar y produce una reducción del brillo estelar medido. La cantidad enorme de estrellas que se pueden observar de forma



Otro momento de la presentación de STELLA a los personalidades, científicos y medios de comunicación invitados.



Detalle de STELLA.

monitorizada por WIFSIP aumenta las oportunidades de descubrir estos tránsitos del planeta. STELLA II se ajusta perfectamente para esta tarea rutinaria.

TELESCOPIOS GEMELOS

Los dos telescopios son construcciones basadas en espejos. Los espejos principales tienen un diámetro de 1,2 m. STELLA I, con una longitud focal de 10 m, dirige la luz hacia los sensores del fotómetro WIFSIP, el cual tiene un campo de visión mayor que el área que ocupa la Luna en el cielo. STELLA II, con una longitud focal de 12 m, y conduce la luz hacia el espectrógrafo de alta resolución SES por medio de una fibra. Los telescopios han sido construidos por Teleskoptechnik Halfmann, en Alemania.



Con la cúpula cerrada.

WIFSIP es un fotómetro CCD óptico de canal único con guiado fuera de eje. La matriz sensora es una CCD monolítica de 4096 x 4096 píxeles con un tamaño de 15 micras y alcanza una eficiencia cuántica máxima del 92%. El campo de visión será de 22'x 22' con una escala de 0,3" por píxel. Se ha empleado alta tecnología para conseguir unos sensores con un grosor de una centésima de milímetro. Están montados al revés para, de esta manera, colocar la superficie sensible más cerca de la luz entrante. Esto mejora la sensibilidad de WIFSIP.

El espectrógrafo echelle de STELLA (SES) es un espectrógrafo alimentado por fibras con un formato en longitud de onda fijo que cubre de 390 nm a 860 nm. El núcleo es una moderna red R2 que actualmente permite una resolución de 55.000 para una abertura de entrada de 1,7". Una CCD E2 v42-40 graba 100 órdenes espectrales simultáneamente. Todo el espectrógrafo se encuentra en un entorno de temperatura controlada para garantizar una muy alta estabilidad.

La enorme flexibilidad y capacidad de producción de datos en los telescopios se consigue por medio de un control robótico. Un software de inteligencia artificial programa las observaciones con objetos seleccionados por el astrónomo de acuerdo con las condiciones astronómicas y atmosféricas. El observatorio trabaja enteramente de forma autónoma y transmite todos los datos de una noche de observación vía Internet al Centro de Comunicación y Medios del AIP en Potsdam.

A este centro llegarán todas las secuencias de datos de los instrumentos robóticos. La conexión de los telescopios con Internet permitirá a los estudiantes escolares y universitarios experimentar con la estrategia de la inteligencia artificial de STELLA. RoboTel es una versión 80 cm de los telescopios de STELLA en el campus del AIP que se utilizará para las pruebas de los instrumentos y para los experimentos de los estudiantes.

Más información: <http://www.aip.de/stella/>



El equipo, brindando por STELLA.

OBSERVATORIOS

PRUEBAS DEL ROVER DE “ExoMars” en el Observatorio del Teide

El pasado 13 de mayo, en una rueda prensa celebrada en el Observatorio del Teide (Tenerife), del IAC, se presentaron los resultados de las pruebas de moción realizadas durante esta semana con el vehículo espacial rover de “ExoMars” en el Parque Nacional del Teide. Este prototipo, desarrollado por ingenieros de la compañía espacial inglesa “EADS Astrium”, es uno de los que valorará la Agencia Europea del Espacio (ESA) para la misión Aurora, un proyecto de la ESA para la exploración del Sistema Solar a largo plazo. Tras la presentación del proyecto, tuvo lugar una exhibición del funcionamiento del “rover” en los alrededores de las instalaciones del Observatorio del Teide.

Lester Waugh, ingeniero de sistemas y director del proyecto, explicó a los medios de comunicación en qué habían consistido estas pruebas y se mostró muy satisfecho de los resultados obtenidos. Se trataba de la primera fase del proyecto, en la cual debían probar el sistema de moción del vehículo. Y añade: “A diferencia de los dos rover que se encuentran ahora en Marte, este prototipo, que obtendrá el mismo rendimiento, presenta la ventaja de incorporar un tipo de ruedas flexibles que permiten un mayor agarre al suelo. Además, tendrá una mayor autonomía en su control al poder identificar muestras por sí solo, con el consiguiente ahorro de tiempo”. A esta primera fase de pruebas le seguirá una segunda, en la que se desarrollará el sistema de navegación para su control y una tercera con la carga científica incorporada a esta plataforma.

El equipo de “EADS Astrium” eligió el Parque Nacional de Tenerife por el paisaje, con gran variedad de arena y rocas de distintas texturas, y por estar situado por encima del mar de nubes, permitiendo una mayor estabilidad climatológica y unas condiciones de sequedad similares a las del planeta Marte. Lester Waugh no descarta volver a Tenerife a realizar más pruebas de campo y espera seguir contando con la colaboración del IAC, al que agradeció el apoyo logístico prestado por



Lester Waugh, director del Proyecto.
Abajo, el rover sorteando obstáculos.

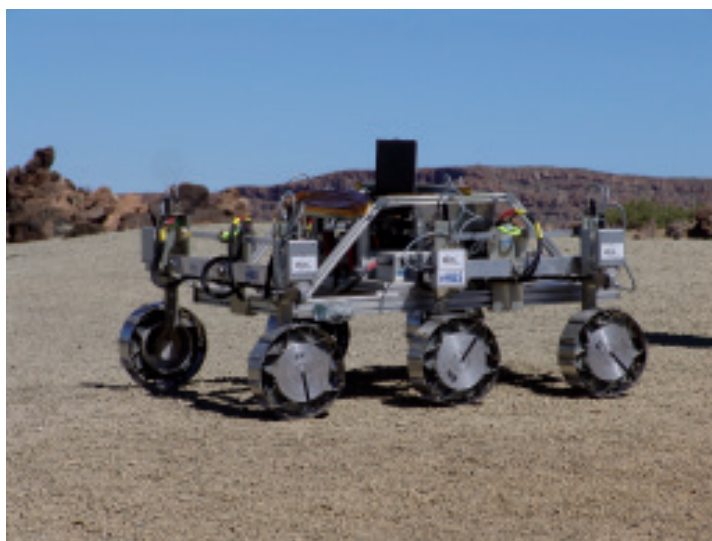


El rover y los medios de comunicación, tras la rueda de prensa.
Fotos: Luis Cuesta e Inés Bonet (IAC)

haber podido disponer en el Observatorio del Teide de un lugar de almacenamiento, líneas de datos de alta velocidad y electricidad para el recargo de baterías, además de haber facilitado la tramitación administrativa de los permisos necesarios.

Por su parte, Miquel Serra-Ricart, administrador del Observatorio de Teide, destacó en la rueda de prensa el interés de haber colaborado en este proyecto. “El IAC –señaló– seguirá apoyando este tipo de iniciativas, a pesar de que no sean propiamente astronómicas y no estén relacionadas con la operatividad de los telescopios terrestres. Además, este proyecto está relacionado con una cuestión que nos interesa a todos y sobre la que aún no hay una respuesta clara: si hay o hubo vida en Marte”. También comentó que los responsables del rover hicieron también una presentación a los ingenieros del IAC y que esto, sin duda, es un retorno importante. “Probablemente –añadió–, la precisión de algunas de estas piezas será la que deberá tener el Gran Telescopio Canarias (GTC); de ahí que este intercambio de información sea tan importante para el área tecnológica del IAC.”

El “rover” de la “EADS Astrium” es un vehículo robótico de unos 150 kg, creado para atravesar la superficie marciana y poder estudiarla con todo detalle. Está diseñado para viajar a varios kilómetros desde el punto de aterrizaje, y subir pendientes pronunciadas a través de terreno difícil, con una velocidad máxima de 144m/h. Debido a la configuración del diseño de su chasis y ruedas, es altamente maniobrable, siendo capaz de dar la vuelta en el mismo sitio para evitar obstáculos. Su capacidad todo terreno le permite recoger ejemplares de diversos lugares en un corto periodo de tiempo, maximizando el valor científico de la misión. Además estará equipado con un software de navegación de alta tecnología, con lo que podrá “ver” los alrededores en tiempo real, utilizando una serie de cámaras panorámicas y de navegación. También incluirá un conjunto de sensores con cámaras de alerta que le permitirán reconocer situaciones de peligro, detenerse automáticamente y pedir ayuda desde el control de tierra. Contará, igualmente, con un sistema especial de potencia y control térmico diseñado para que siga funcionando incluso bajo temperaturas muy frías y sobrevivir a las tormentas de polvo marciano.



El rover de ExoMars. A la derecha, detalle de una rueda.



Responsables del Proyecto con personal del IAC.

Este vehículo robótico tiene la capacidad de entrar y salir de cráteres y riveras, regiones de especial interés para los científicos dado que podrían contener la clave de algunos de los misterios del Planeta Rojo. Para intentar responder si alguna vez ha habido vida en Marte y otras cuestiones de gran interés científico, el rover llevará integrada la carga “Pasteur”, una combinación de instrumentos para estudiar el medioambiente, la superficie y el subsuelo del planeta. Incluso podrá taladrar hasta una distancia de 2 m por debajo de la superficie, para recolectar material sin contaminar para ser analizado. Por ese motivo, el rover debe estar extremadamente limpio, dentro de una protección biológica hasta que aterrice en Marte.



Más información de EADS Astrium sobre el proyecto:

<http://www.iac.es/gabinete/noticias/2006/m05d13/info.pdf>

Información sobre Marte:

- Para profesores: www.iac.es/cosmoeduca/sistemasolar/charlas/index.html

- Listado de Misiones a Marte: www.iac.es/gabinete/noticias/marte.doc

- Mars Exploration Program: <http://mars.jpl.nasa.gov>

TRÁNSITOS DE EXOPLANETAS

“Detección y caracterización de exoplanetas mediante el método de los tránsitos”

ROI ALONSO SOBRINO

Directores: Juan Antonio Belmonte y Hans Deeg (IAC)

Fecha: 10/01/2006

Un tránsito de un exoplaneta ocurre cuando éste se interpone entre el observador y la estrella en torno a la cual orbita. La disminución en el flujo de la estrella que provoca nos permite conocer ciertos parámetros orbitales y algunas características físicas del planeta que son inaccesibles mediante otras técnicas. La diversidad de estudios realizados y de conocimiento adquirido tras la detección de los tránsitos de HD 209458b motivó el empleo de esta técnica como herramienta para el descubrimiento de exoplanetas.

En esta tesis, describimos el instrumento STARE (nodo situado en el Observatorio del Teide de la red TrES, que dispone de otros dos instrumentos similares en los observatorios de Lowell, Arizona, y Monte Palomar, California, ambos en EEUU) dedicado a la búsqueda de exoplanetas mediante el método de tránsitos. Se trata de una pequeña cámara Schmidt (10 cm de diámetro) que realiza fotometría diferencial de amplios campos estelares ($6,1^{\circ} \times 6,1^{\circ}$), durante campañas de centenares de horas de duración. Realizamos una completa descripción de las herramientas de análisis utilizadas para alcanzar las precisiones requeridas para detectar tránsitos de exoplanetas gigantes (es necesario superar precisiones del 1 % en millares de estrellas) así como de las fuentes de ruido que limitan esta precisión.

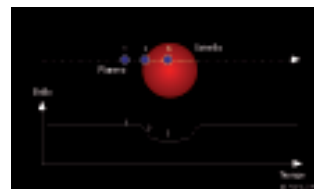
Hay diversas configuraciones estelares que simulan las señales producidas por un exoplaneta en tránsito, y se requieren técnicas de seguimiento que permitan desenmascarar estas falsas alarmas. Realizamos un estudio detallado de estas técnicas, que van desde el análisis cuidadoso de la curva de luz original, sin la necesidad de más observaciones, hasta medidas precisas de la velocidad radial de la estrella, último paso necesario para la confirmación del descubrimiento de un exoplaneta. El rápido ritmo de detección de falsas alarmas en proyectos como TrES nos lleva a proponer un protocolo de confirmación de un exoplaneta, ordenado de acuerdo con el esfuerzo requerido para realizar cada uno de los pasos correspondientes.

Estas técnicas de seguimiento son aplicadas a 16 candidatos a exoplanetas obtenidos en una campaña de observación de TrES, en un campo en la constelación de la Lira. Los análisis detallados de las curvas de luz originales nos permiten descartar 15 de los 16 candidatos, mientras que las diversas observaciones de seguimiento realizadas nos muestran las distintas configuraciones estelares que causan señales fotométricas similares a las producidas por un exoplaneta. De esta forma, 6 demostraron ser sistemas estelares binarios y 7 sistemas triples (bien físicamente ligados, o bien dos estrellas ligadas y una situada en la línea de visión). Para otros dos candidatos no fue posible resolver la configuración.

El único candidato que superó todas las pruebas exigidas, TrES-1, es el primer exoplaneta descubierto por el método de tránsitos en torno a una estrella relativamente brillante. TrES-1 orbita en torno a una estrella tipo K0V, con un periodo de $3,030065 \pm 0,000008$ d, tiene una masa de $0,76 \pm 0,05$ MJ, un radio de $1,04 \pm 0,08 - 0,05$ RJ, una órbita básicamente circular, con una inclinación de

$i = 89,5 + 0,5 - 0,3$ grados, y una temperatura efectiva de $T_{\text{eff}} = 1.060 \pm 50$ K. La estrella en torno a la que orbita tiene una metalicidad de $[Fe/H] = 0,00 \pm 0,09$, una $T_{\text{eff}} = 5.250 \pm 75$ K, una gravedad superficial de $\log g = 4,6 \pm 0,2$, y no muestra restos de Litio, mientras que sí hay indicios de actividad estelar. Con estos parámetros, TrES-1 es en la actualidad el segundo exoplaneta mejor conocido, tras HD 209458b. Su magnitud en el infrarrojo resultó ser idónea para la utilización de IRAC a bordo del satélite Spitzer, lo que permitió la detección del eclipse secundario. Esta detección sirvió para estimar la temperatura efectiva del planeta y su excentricidad, y constituye la primera detección de emisión térmica procedente de un exoplaneta (junto con la detección anunciada simultáneamente de emisión térmica en 24 micras de HD 209458b, Deming et al. 2005).

Finalmente, presentamos un análisis preliminar de unas observaciones del tránsito de Venus en junio de 2004 en el telescopio solar VTT (Vacuum Tower Telescope) del Observatorio del Teide, en las que se detectan $^{12}\text{CO}_2$ y $^{13}\text{CO}_2$ en la mesosfera de Venus por el método de espectroscopía de transmisión. Este método ha sido aplicado con éxito para estudiar la atmósfera de HD 209458b, y permitirá en los próximos años estudiar diferentes componentes de las atmósferas exoplanetarias.



Curva de luz observada en una estrella brillante por el tránsito de uno de sus planetas. Se aprecia una reducción en el brillo observado.

ENANAS MARRONES Y EXOPLANETAS GIGANTES

“Formación, evolución y multiplicidad de enanas marrones y exoplanetas gigantes”

JOSÉ ANTONIO CABALLERO HERNÁNDEZ

Directores: Rafael Rebolo (IAC/CSIC)

Fecha: 27/03/2006

Las enanas marrones son el puente entre las estrellas menos masivas y los planetas gigantes. Más de diez años después de su descubrimiento, los mecanismos de formación de las enanas marrones aún no están completamente entendidos. Podrían formarse siguiendo el mismo proceso que origina las estrellas, pero también se han postulado otros alternativos. La función inicial de masa en cúmulos estelares, la presencia de enanas marrones alrededor de estrellas, su multiplicidad y sus discos de acreción son observables que pueden permitir restringir los modelos de formación.

En este contexto, hemos pretendido realizar una determinación precisa de la función de masa en un cúmulo estelar joven idóneo por su edad, distancia y baja extinción, para explorar un rango de masas que llegue hasta el dominio planetario. Hemos estudiado las poblaciones estelares y subestelares del cúmulo σ Orionis, incluyendo la presencia de discos de acreción. Además, se ha llevado a cabo un estudio de la presencia de objetos subestelares como compañeros de estrellas jóvenes del vecindario solar con sensibilidad para detectar planetas, complementario a las búsquedas Doppler de exoplanetas.

Hemos realizado un intenso esfuerzo observacional, utilizando un amplio abanico de instrumentos y telescopios, así como distintas metodologías observacionales, como imagen profunda de campo ancho en el rango óptico con seguimiento en el infrarrojo cercano, óptica adaptativa en el infrarrojo cercano, coronografía con el Telescopio Espacial Hubble, espectroscopía multifibra de campo ancho y fotometría diferencial.

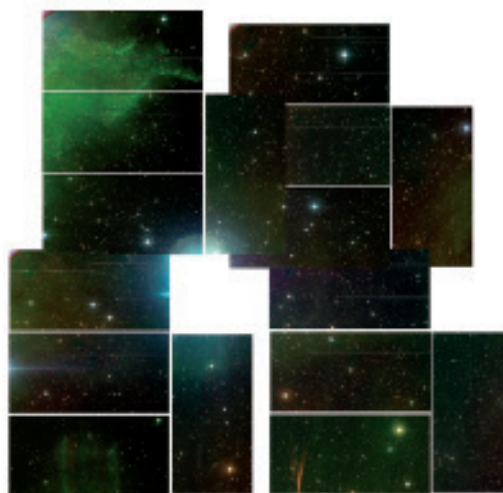
Entre los resultados más importantes de nuestros estudios en el cúmulo σ Orionis, podemos mencionar que la función de masa (dN/dM) se ha determinado en el intervalo entre 0,5 y 0,006 masas solares, siendo creciente con un índice alfa = $+0,4 \pm 0,2$.

Se han detectado cinco nuevos objetos aislados de masa planetaria (13-6 masas jovianas). Las poblaciones estelares y subestelares poseen la misma distribución radial, lo que indica que durante las primeras etapas evolutivas comparten una región de origen y una distribución de velocidades similares. Hemos medido una alta frecuencia de estrellas con discos de acreción, a partir de emisión $H\alpha$, exceso de flujo en el infrarrojo cercano o emisión en rayos X.

También hemos encontrado discos de acreción en enanas marrones, como es el caso del análogo T Tauri subestelar S Ori J053825,4-024241. Aproximadamente, el 2% de las estrellas del cúmulo tienen enanas marrones como compañeras a grandes separaciones (1.000 AU). A esas mismas

distancias no hemos descubierto ningún compañero subestelar nuevo en nuestra búsqueda alrededor de estrellas jóvenes cercanas, por lo que la frecuencia de estos sistemas en el campo parece ser inferior al 2%. En muchos de ellos hemos podido explorar separaciones más pequeñas, de hasta 50 AU, con un resultado también negativo.

A separaciones menores (≤ 5 AU), las búsquedas de velocidad de radial muestran que las enanas marrones también son muy poco frecuentes ($\approx 0,5\%$), lo que podría indicar que tienen un origen distinto al de los planetas. Frente a esta escasez, las enanas marrones aisladas en cúmulos como σ Orionis son muy frecuentes, y posiblemente representan una extensión natural del mecanismo de formación estelar. Los planetas aislados en cúmulos podrían continuar esta extensión o bien formarse en discos y ser expulsados de su sistema durante sus primeros cientos de miles de años.



Cuatro apuntados en el cúmulo σ Orionis con la Wide Field Camera del Telescopio Isaac Newton (INT), del Observatorio del Roque de los Muchachos.

CUÁSARES Y EFECTO MICROLENTE

“Influencia del efecto microlente gravitatorio en las líneas de emisión anchas de los cuásares”

CRISTINA ABAJAS BUSTILLO

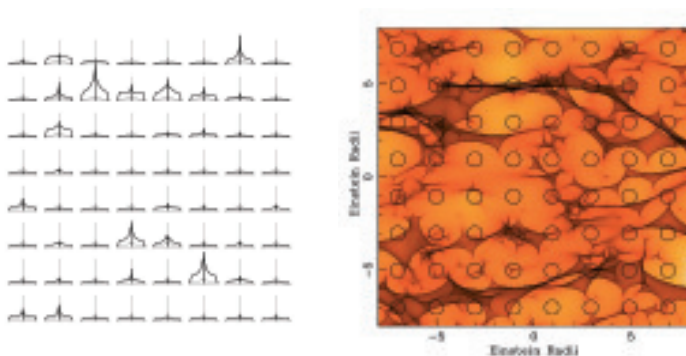
Director: Evencio Mediavilla (IAC/ULL)

Fecha: 20/06/2006

En esta tesis se estudia la influencia del efecto microlente gravitatorio sobre las líneas anchas de emisión (BEL) de los cuásares (QSO) usando las estimaciones más recientes del tamaño de la región de líneas anchas (BLR) y la relación de escalado que existe entre este tamaño y la luminosidad.

El efecto microlente, causado por estrellas u otros objetos compactos, puede producir importantes amplificaciones en las BEL de algunos cuásares sujetos al efecto lente gravitatoria. El efecto microlente podría ser especialmente relevante en las líneas de alta ionización que se generan en la BLR. Hemos identificado un grupo de 10 lentes gravitatorias, que representan aproximadamente al 30% de la muestra estudiada, en las cuales resultaría más favorable observar el efecto microlente. Usando modelos cinemáticos estándar para los núcleos activos de galaxias (AGN), se han estudiado los cambios que una microlente situada en diferentes posiciones respecto al centro de la BLR produce sobre los perfiles de las líneas. El efecto microlente induciría importantes efectos sobre las líneas, tales como la amplificación selectiva de diferentes partes del perfil o el desplazamiento de su pico. El estudio de los perfiles de las BEL con diferente grado de ionización en la misma imagen de un cuásar que haya sufrido el efecto microlente sería un método alternativo para probar cuál es la estructura y el tamaño de la región donde se originan las líneas.

En la segunda parte de esta tesis se ha considerado la aproximación de caústica rectilínea para estudiar la influencia del efecto microlente sobre las BEL. Básicamente, se reproducen los mismos resultados obtenidos que cuando se considera una microlente aislada, especialmente las amplificaciones asimétricas de distintas partes del perfil de las líneas. Esta aproximación es válida para las



A la izquierda está representado un patrón de magnificación de la imagen B de la lente gravitatoria B1600+434. Este patrón se utiliza para calcular los cambios en la forma del perfil de una línea ancha. Cada círculo representa la BLR en distintas posiciones sobre el patrón de magnificación. A la derecha están representados los perfiles de una línea ancha generadas con un modelo bicónico en cada posición del patrón de magnificación. La línea sólida representa el perfil amplificado y la línea fina representa el perfil normalizado a la amplificación media del patrón.

regiones más internas de los AGN, donde es probable que se generen las líneas de emisión en rayos X. Finalmente, hemos seleccionado una geometría bicónica para los cuásares con el objetivo de discutir en detalle la influencia del efecto microlente de un patrón de caústicas sobre los perfiles de las líneas anchas de emisión. La amplificación causada por el efecto microlente usando este modelo anisotrópico no está directamente relacionada con el tamaño intrínseco del bicono (tal y como se medió por el método del eco o reverberación), sino que depende de la orientación del bicono y de la apertura del cono. La orientación del bicono proyectado respecto a la distorsión del patrón de magnificación puede inducir efectos muy interesantes, como las amplificaciones casi periódicas de la parte azul o roja de los perfiles de las líneas de emisión o la carencia de correlación entre las curvas de luz de la región de líneas anchas y del continuo de los cuásares. Los perfiles de las líneas de emisión de una región de líneas anchas, en movimiento respecto a una alta concentración de caústicas, muestran características muy claras y bien definidas en longitud de onda. Estas características son el resultado de muestrear la cinemática de la BLR con el cúmulo de caústicas. El modelo bicónico puede reproducir la variación recurrente del ala azul de la línea detectada en las líneas anchas de emisión de la imagen A de la lente gravitatoria SDSS J1004+4112. Sin embargo, no parece posible reproducir el tiempo de escala observado para este efecto si la fracción de masa en estrellas en el deflector es mayor de un 1% de la masa total. Movimientos paralelos entre el eje del bicono proyectado y la orientación de la distorsión gravitatoria externa conducirían a tiempos de escala excesivamente grandes.

Máster en Astrofísica

Tras la autorización por parte del Gobierno de Canarias, el Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna (ULL), en colaboración con el IAC, ofertaron 50 plazas para cursar el POSTGRADO OFICIAL EN ASTROFÍSICA en el curso académico 2006-2007.

El Programa Oficial de Postgrado en Astrofísica consta de un Máster en Astrofísica de 120 ECTS (según el Sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos) distribuidos en dos cursos de periodicidad anual, y un doctorado de 180 ECTS en tres años.

EL MÁSTER

El Máster consta de dos especialidades, que pueden cursarse simultáneamente:

- Experto en Computación y Teoría
- Experto en Instrumentación y Tecnología

El Máster en Astrofísica está diseñado para proporcionar a los alumnos:

- Formación científica completa, rigurosa, actualizada y práctica en Astrofísica.
- Iniciación a la investigación científica.
- Formación avanzada en computación. Lenguajes de programación. Códigos numéricos. Aplicaciones informáticas. Experimentación y simulación numérica en 3D. Visualización de estructuras y procesos. Paralelismo. Bases de datos. Supercomputación. Observatorios virtuales
- Formación en Tecnología moderna e Instrumentación. Detección en el visible, infrarrojo y otros rangos espectrales. Instrumentación óptica y electrónica. Gestión de proyectos de alta tecnología. Proyectos espaciales. *Software* instrumental. Especificaciones científicas. Control de calidad y seguimiento de requisitos técnicos.
- Capacitación para la utilización de grandes infraestructuras científicas en todo el mundo.



- Aptitud para la investigación y el trabajo en equipo.
- Dominio de la comunicación científica con medios audiovisuales e informáticos modernos.
- Preparación para la didáctica y la divulgación.
- Dominio del inglés científico para incorporarse en equipos internacionales.

ACCESO

Podrán acceder al Máster:

- Licenciados en Física.
- Licenciados en otras Ciencias Experimentales, Matemáticas o Ingenierías. En estos casos deberán haber cursado al menos 30 créditos de asignaturas de Física.

PLAN DE ESTUDIOS

Consta de cuatro módulos semestrales impartidos en dos cursos académicos, en el siguiente orden:

- Fundamentos de Física y Matemáticas: Mecánica de Fluidos, Física del Plasma, Relatividad General, Espectroscopía Atómica y Molecular, Electrónica Digital.
- Astrofísica Fundamental: Atmósferas Estelares, Estructura y Evolución Estelar, Física Solar, Física Galáctica, Física Extragaláctica, Cosmología, Técnicas de Fotometría Estelar, Técnicas de Espectroscopía Estelar, Técnicas Astrofísicas de Nebulosas y Galaxias, Instrumentación Astrofísica, Técnicas de Simulación Numérica, Métodos de Cálculo en Astrofísica.
- Cursos avanzados de Astrofísica: Astrofísica Computacional, Técnicas avanzadas de programación, Astrofísica de altas energías, Instrumentación Astrofísica Avanzada, Física Estelar Avanzada, Procesos de Acreción, Exoplanetas y Exobiología, Nebulosas Ionizadas, Magnetismo y Polarización en Astrofísica, Poblaciones Estelares, Nuevas Fronteras en Cosmología, Nucleosíntesis y Evolución Química, Diseño y Calibración de Instrumentación, Radioastronomía, Sistema Solar, Formación estelar, Astronomía Clásica e Historia de la Astronomía.
- Iniciación a la Investigación: Introducción a la Investigación en Astrofísica, Actividades Complementarias de Investigación, Comunicación de Resultados Científicos.

DOCTORADO

El Doctorado no tiene docencia en forma de cursos y consiste en la realización de un trabajo de investigación original conducente a una tesis doctoral.

El alumno podrá acceder al doctorado una vez conseguido el título de Máster en Astrofísica o bien en ciencias Experimentales, Matemáticas o Ingeniería. En estos casos, los alumnos deberán tener cursados al menos 30 ECTS docentes en Astrofísica y otros 20 de iniciación a la investigación. Caso de no tenerlos, se dispone de un módulo de acceso que constará de 30 ECTS de docencia y/o investigación.

Las líneas de investigación que se pueden seguir en el doctorado, abarcan:

- Estructura del Universo y Cosmología
- Estructura de las Galaxias y su Evolución
- Estructura de las Estrellas y su Evolución
- Materia Interestelar
- El Sol
- El Sistema Solar
- Óptica Atmosférica y alta resolución espacial
- Instrumentación Óptica
- Instrumentación Infrarroja
- Historia de la Astronomía
- Astrofísica desde el Espacio

PROFESORADO

El profesorado que imparte el Máster está formado por investigadores activos en distintos campos de la Astrofísica, con un reconocimiento académico de su labor investigadora en proyectos de investigación internacionales, publicaciones en revistas internacionales de alto impacto y diseño de instrumentación científica para grandes telescopios en tierra o en el espacio.

Una parte del profesorado proviene de otras universidades o centros de investigación españoles o extranjeros y de empresas colaboradoras del sector aeroespacial.

RECURSOS MATERIALES

Los alumnos del Máster de Astrofísica de la Universidad de La Laguna podrán utilizar las siguientes instalaciones:

- Bibliotecas de la Facultad de Física y del Instituto de Astrofísica de Canarias.
- Salas de estudio de la Universidad de La Laguna
- El centro de cálculo de alumnos del Departamento de Astrofísica.
- El Observatorio de la Facultad de Física, y los observatorios profesionales del Teide y del Roque de los Muchachos.
- El Laboratorio de Instrumentación del Departamento de Astrofísica.

INSTITUCIONES Y EMPRESAS COLABORADORAS

Las siguientes instituciones y empresas aportan profesionales para la docencia, dirección de proyectos de introducción a la investigación o/y realización de prácticas:

- Instituto de Astrofísica de Canarias
- University of Southampton
- Observatoire de Paris-Université Paris VI-VII-XI
- Universidad de Valencia
- Universidad de Salamanca
- Universidad de Jaén
- Universidad Nacional Autónoma de México
- Museo de la Ciencia y el Cosmos
- Gran Telescopio de Canarias, S.A.
- Grupo Mecánica Vuelo, S.A.
- Ingeniería y Servicios Aeroespaciales, S.A.

RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS CURSADOS EN LA LICENCIATURA

Una Comisión de Convalidaciones estudiará caso por caso el reconocimiento de los créditos cursados en la Licenciatura. Como norma general:

- A los licenciados en Física con la orientación de Astrofísica de la Universidad de La Laguna se les reconocerán 60 ECTS.
- A los licenciados en Física de otras universidades u otras especialidades de la ULL se les reconocerá un mínimo de 30 y un máximo de 60 ECTS.

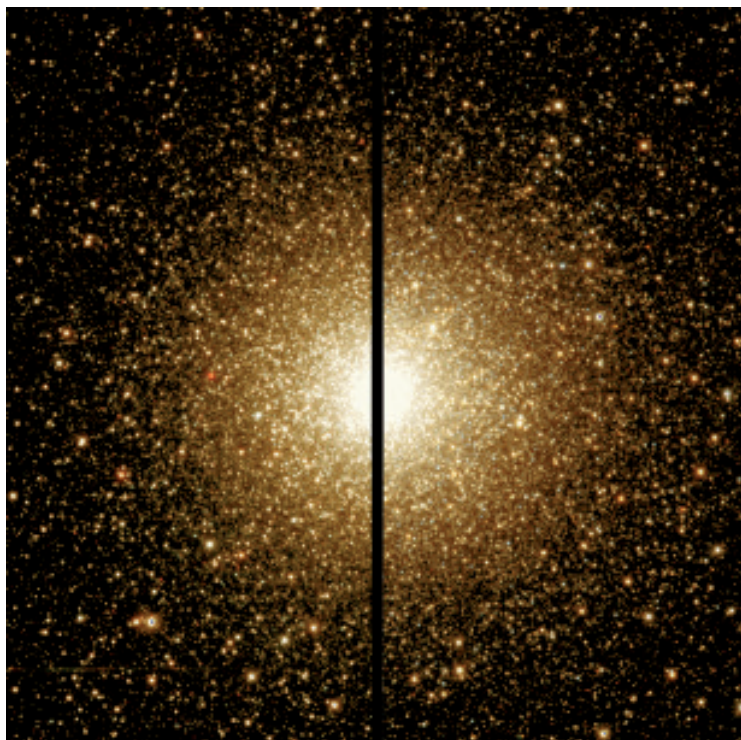
Para más información:

<http://www.iac.es/ensenanza/master>
corens@iac.es

CÚMULOS GLOBULARES: "Los ancestros del Universo"

Investigadores del IAC estudian los cúmulos globulares, densas agrupaciones de estrellas que se formaron al mismo tiempo que nuestra galaxia

«He aquí por donde se debió empezar. El cielo.
Ventana sin alféizar, sin marco, sin cristales.
Un hueco, sin más,
pero abierto de par en par»
«Cielo». *Fin y principio* (1993) Wislawa Szymborska. Premio Nobel de Literatura 1996.



En M54, como en cualquier cúmulo globular, las estrellas se distribuyen de forma esférica en torno a su centro. FOTO: A. Rosenberg (IAC)

Nos asomamos a esa enorme ventana que es el cielo. Buscamos satisfacer nuestra curiosidad sobre los orígenes del Universo. Miramos al pasado a través de las estrellas. Y nos tropezamos con los cúmulos globulares: lejanos ovillos de lucecitas de navidad, restos fósiles que guardan galácticos secretos.

Como describió Allan Poe en *Eureka* «...el universo visible es como un cúmulo de cúmulos irregularmente repartidos». Un cúmulo de cúmulos de galaxias que contienen cúmulos de materia rehogados en una cantidad infinita de estrellas. Y muchas de estas estrellas no aparecen aisladas como ermitaños

espaciales, sino formando agrupaciones de numerosísimos miembros que también llamamos «cúmulos».

Todas las estrellas que habitan en un cúmulo se forman al mismo tiempo y a partir de una misma materia interestelar: tras el colapso de una gran y única nube de gas. Según cuando se haya producido este colapso o «parto de estrellas», los cúmulos se clasifican en lo que podríamos llamar tres «grupos generacionales» distantes entre sí. Los cúmulos globulares, tan viejos como tatarabuelos; las asociaciones OB, a modo de tataranietos envueltos en los pañales de su nube de formación; y los cúmulos abiertos, nietos adolescentes y dispersos, de «tan sólo» millones o miles de millones de años.

De esta numerosa familia de cúmulos estelares, nos detenemos en sus miembros más antiguos: los cúmulos globulares. Son densas agrupaciones de estrellas con forma esférica que se mantienen unidas por la gravedad. Podemos identificar las estrellas de un cúmulo globular porque se mueven todas juntas, como cogidas de la mano. Contienen desde decenas de miles a millones de estrellas que nacieron en las primeras etapas del Universo, hace unos 14.000 millones de años.

En la Vía láctea se conocen 150 cúmulos globulares repartidos por el halo de forma aleatoria y con órbitas elípticas alrededor del centro masivo de la galaxia. Se encuentran a una distancia comprendida entre 15.000 y 400.000 años luz de la Tierra (el Sol está a 8 minutos luz de nuestro planeta). Estos objetos, los más viejos que se conocen, pertenecen a lo que el astrónomo Walter Baade denominó, en 1944, «Población II». La «Población I»

A TRAVÉS DEL PRISMA

está compuesta por los cúmulos abiertos, concentrados en el disco de la Vía Láctea.

Los cúmulos globulares son testigos de la historia del Universo a los que los astrofísicos interrogan a través de satélites y telescopios. Alfred Rosenberg, investigador del IAC, explica que el hecho de que sus estrellas tengan la misma edad y composición química «los convierte en laboratorios astrofísicos ideales para contrastar modelos teóricos. Tras ser comprobados y calibrados, los modelos pueden ser aplicados a galaxias, sistemas mucho más complicados por la cantidad de edades y composiciones químicas que albergan».

En el interior de los cúmulos globulares, los astrofísicos encuentran algunas de las piezas de los grandes pilares de la investigación astronómica: la formación y evolución de las galaxias, y la teoría de la evolución estelar.

14.000 MILLONES DE AÑOS AL SON DEL TIC-TAC

Los cúmulos globulares son los primeros objetos que aparecen cuando se forma la Vía Láctea: poco después del Big Bang y a partir de una gran nube de gas que colapsa en un medio todavía no enriquecido por la explosión, en forma de supernova, de estrellas de generación previa. Sencillamente, porque no hay generaciones previas. En este sentido, los cúmulos globulares configuran la rama más antigua del árbol genealógico de la Vía Láctea y proporcionan un límite inferior a la edad del Universo.

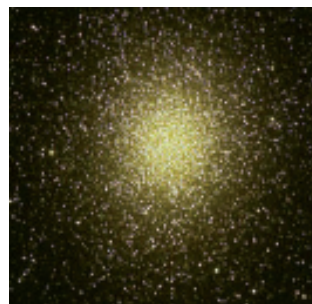
La fecha de nacimiento de un cúmulo se calcula por la edad de sus estrellas, que funcionan como relojes precisos de su ancianidad. Pero para calcular la edad de una estrella, necesitamos saber a qué distancia se encuentra. Situando todas las estrellas de un cúmulo globular en un Diagrama de Color-Magnitud, podemos calcular su edad y distancia. Este diagrama representa gráficamente la temperatura o color de cada estrella (eje horizontal) frente a su brillo o magnitud absoluta (eje vertical).

El diagrama nos muestra que estrellas de la misma edad, pero distinta masa, evolucionan de manera diferente. Como explica Rosenberg: «Una estrella es una gran bola de hidrógeno, un gran depósito de combustible nuclear. Y este combustible se quema más rápido en las estrellas más masivas, simplemente porque las temperaturas de esta enorme cantidad de masa que cae sobre su centro de gravedad es tanto mayor cuanto mayor es la presión, que viene dada por la cantidad de masa. Así, una estrella de 2 masas solares vivirá 1/4 de la vida del Sol, y una de la mitad de masa, cuatro veces más». La mayoría de las estrellas de un cúmulo globular tienen menos masa que el Sol, llevan 14.000 años danzando y permanecerán en el maratón de baile universal hasta que mueran convertidas en enanas blancas.

La distribución en el diagrama, con estrellas de igual edad en distinta fase evolutiva, convierte a los cúmulos globulares en una prueba empírica de los modelos de evolución estelar. Y una vez testeados en los «laboratorios» globulares, pueden aplicarse a la Vía Láctea y otras galaxias.

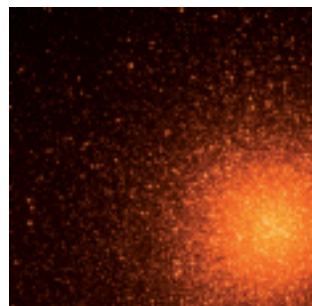
METALICIDAD RIMA CON EDAD

El hecho de que los cúmulos se hayan generado casi con el material original con el que se formó nuestra galaxia implica que son sistemas de baja metalicidad. Es decir, en un cúmulo globular apenas encontramos elementos pesados (como hierro, carbono u oxígeno), sino fundamentalmente elementos ligeros (hidrógeno y helio). La composición química de los cúmulos globulares



Johannes Bayer, descubridor de Omega Centauri, nombró las estrellas con letras griegas seguidas por el nombre latino de la constelación en que se hallaban.

FOTO: ESO

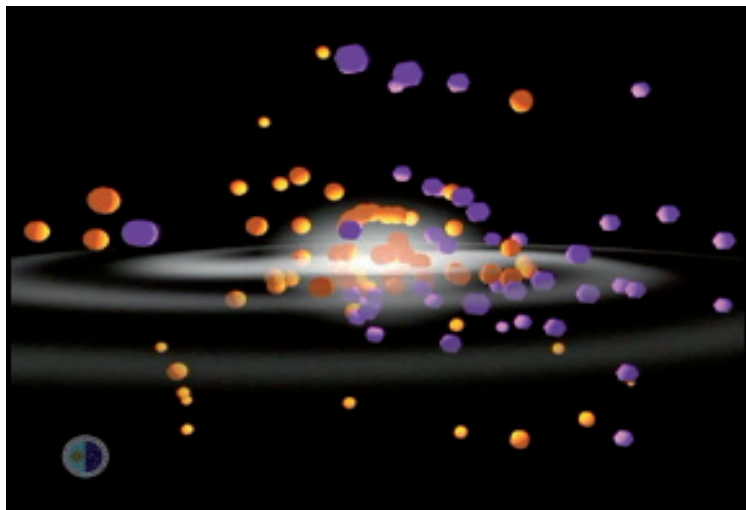


El Cúmulo de Hércules (M13) es el más brillante del hemisferio boreal.

FOTO: A. Rosenberg (IAC)

se puede conocer con bastante precisión mediante espectroscopía, técnica que representa la relación entre la intensidad de radiación y la longitud de onda emitida por un cuerpo celeste, a modo de «análisis físico-químico» de un cuerpo. Actualmente se conoce con bastante exactitud la composición química del 80 por ciento de los cúmulos globulares de nuestra galaxia.

Y aunque la baja metalicidad es una característica de los cúmulos globulares, no es un parámetro indicativo de su edad. Rosenberg explica que «a distintas metalicidades, casi todos los cúmulos globulares tienen la misma edad. Los cúmulos más



*Los cúmulos globulares se distribuyen por el halo de la Vía Láctea.
IMAGEN: Gabriel Pérez (SMM/IAC)*

pobres en metales no son más viejos, pueden tener la misma edad que otros más ricos». De esta manera, aunque metalicidad y edad parecen ir unidas, la primera no siempre implica la segunda, así como no todos los ancianos usan dentadura postiza, aunque la mayoría de personas con dentadura postiza suelen ser ancianas.

ARQUEOLOGÍA GALÁCTICA: PICO Y PALA

La suma de la masa de todos los cúmulos globulares es inapreciable con relación a la masa total de la Vía Láctea (del orden de la cienmilésima de ésta). Entonces, se pregunta el propio Rosenberg: «¿Cuál es nuestro interés en una parte tan insignificante de nuestra galaxia?» Y él mismo contesta: «Pues la habilidad de estos objetos para narrarnos la historia de formación y evolución de la Vía Láctea. Los cúmulos globulares son fósiles astronómicos que permiten desvelar los procesos de formación de nuestra galaxia y por extensión, de las demás galaxias». El estudio de los cúmulos nos ha dicho, como resultado de la tesis doctoral de Rosenberg, que la Vía Láctea se formó en un lapso de tiempo de 500 y 1.000 millones de años, un tiempo récord a escala cósmica.

Se sabe que hay cúmulos globulares en casi todas las galaxias. De hecho, se consideran elementos comunes a su formación. Gracias a la avanzada tecnología, los cúmulos extragalácticos han podido observarse y comprobar semejanzas (en cuanto a metalicidad, luminosidad e historia de formación) pero también diferencias (en cantidad y distribución, fundamentalmente).

LO QUE CAE POR SU PROPIO PESO

A simple vista, o incluso mirando a través de un pequeño telescopio, observamos los cúmulos globulares como densísimos enjambres de luciérnagas. Sin embargo, si nos acercamos con un telescopio como el Hubble, comprobamos que, si bien las distancias entre estrellas son más estrechas que en el disco de la galaxia, no están en absoluto pegadas unas a otras. Vamos, que no es la Puerta del Sol en Nochevieja ni Benidorm en época estival. No obstante, al haber mayor densidad, la probabilidad de colisión entre estrellas es mayor. Una colisión de estrellas no es necesariamente un choque violento, sino un gran acercamiento de sus cuerpos

debido a la mutua atracción ejercida. Las estrellas pueden entonces «enamorarse» y unirse formando un sistema binario, en el que una girará alrededor de la otra.

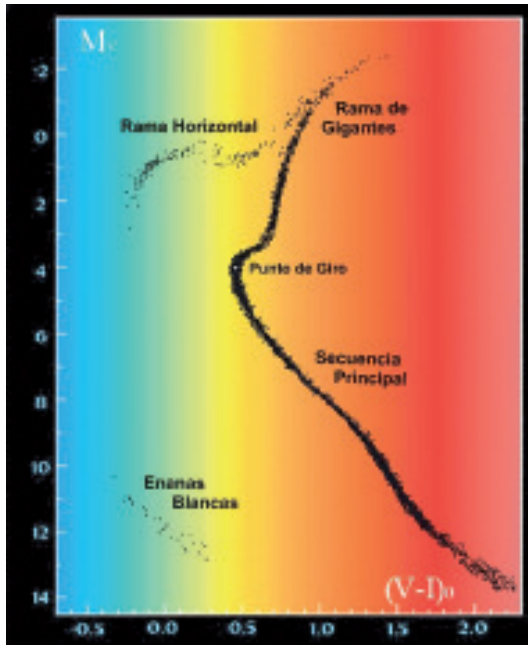
A partir de un sistema binario, puede formarse una «errante azul»: una estrella que aparentemente debería haber muerto porque ha consumido todo su combustible, pero que permanece viva gracias a que otra estrella le cede el «carburante» que necesita para seguir en funcionamiento. Y esta estrella generosa no es otra que su compañera de órbita. Otra posibilidad para explicar la aparición de estos «zombis errantes», fuera de un sistema binario, es el choque con una estrella que le ceda material.

Como vemos, en un cúmulo globular, las estrellas se encuentran unas con otras como en la plaza de un pueblo pequeño. La densidad del cúmulo crece a medida que nos acercamos a su centro, donde además abundan las estrellas de mayor masa. ¿Pero por qué hay más estrellas en la plaza que en las afueras? La



M15 está situado al suroeste de la constelación de Pegaso, a 40.000 años luz de distancia. FOTO: Telescopio Espacial Hubble

A TRAVÉS DEL PRISMA



En un diagrama color-magnitud, cuanto más a la derecha se encuentra una estrella, más fría está; cuanto más arriba, más brillante.

IMAGEN: A. Rosenberg (IAC)

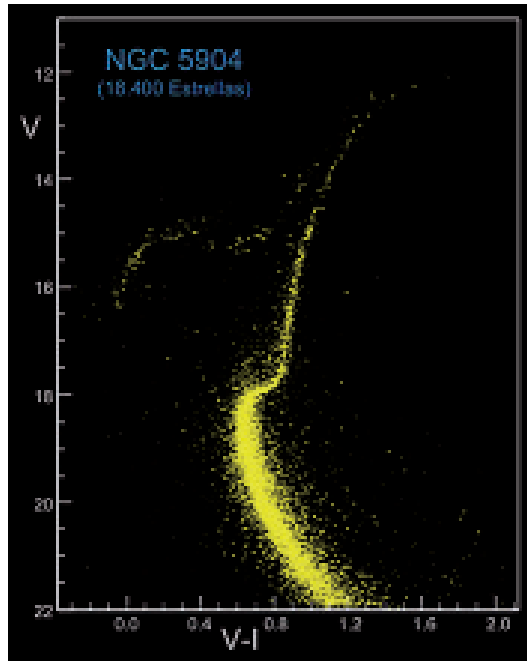
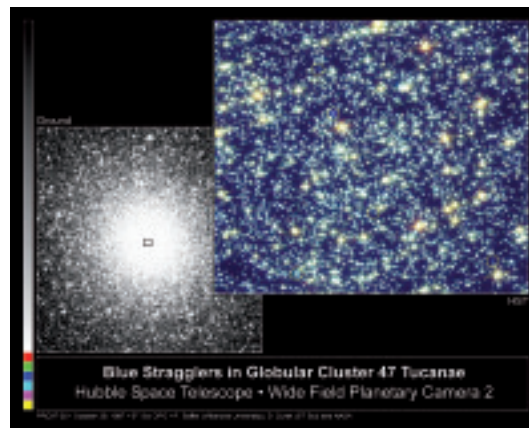
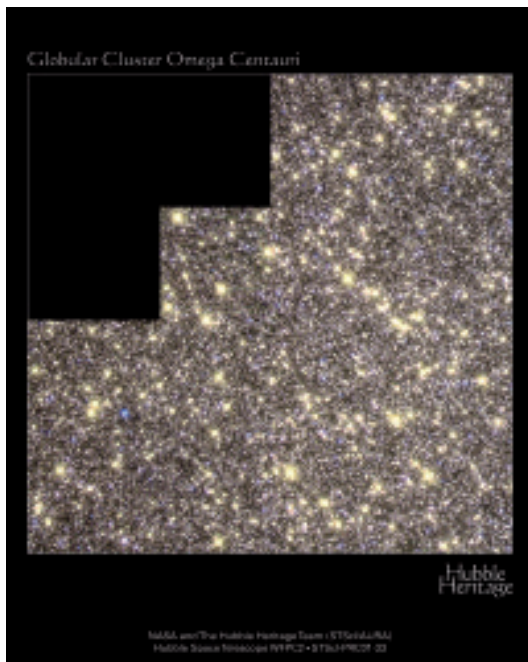


Diagrama de color-magnitud, en el que se distribuyen las estrellas de un cúmulo globular y se puede observar su evolución.

IMAGEN: A. Rosenberg (IAC)



A la izquierda, en el centro de Omega Centauri las estrellas parecen estar pegadas entre sí.

FOTO: Telescopio Espacial Hubble.

Arriba, "errantes azules" en el interior de 47 Tucanae, estrellas rejuvenecidas gracias al combustible de otra estrella. La densidad de las estrellas en el centro de un cúmulo, como en 47 Tucanae, es 100.000 veces mayor que en el espacio que ocupamos.

FOTO: Telescopio Espacial Hubble.

respuesta nos la da lo que se denomina «Segregación de masa en el cúmulo»: a medida que pasa el tiempo y como resultado de encuentros entre estrellas de distinta masa, las más grandes pasan a concentrarse en el interior del cúmulo y las más pequeñas en las afueras.

VIDA EN UN CÚMULO GLOBULAR: ¿PAJAR SIN AGUJA?

Imaginemos un planeta situado en un cúmulo globular. Si sus habitantes contemplasen el firmamento podrían ver millones de estrellas con un brillo tan intenso como desde la Tierra vemos Sirio. Si este planeta estuviera situado en el centro del cúmulo, tal vez sus habitantes no conocerían la oscuridad. En su cielo reinarían incansables varios soles que habrían sugerido una mitología riquísima. Los astrónomos solares estarían desbordados de trabajo. Pero no habría oscuridad. Si un día, porque se apagasen sus soles, anocheciera en este planeta, sus habitantes enloquecerían. Esto es lo que plantea *Anochecer*, relato de ciencia-ficción escrito por Isaac Asimov.

Akasa-Puspa es el nombre de un conocido cúmulo globular de este género literario. Es el escenario de las novelas *Mundos en el Abismo* e *Hijos de la Eternidad* de Javier Redal y Juan Miguel de Aguilera. *Akasa-Puspa* es una región densamente poblada por estrellas y en la que existen planetas habitados. En cada uno de estos planetas se levanta una torre de Babel: ascensores espaciales que permiten viajar entre las estrellas.

Los científicos nos dicen que, en principio, sí es posible que exista un planeta en un cúmulo globular, aunque la escasa metalicidad dificultaría su formación. Además, en el caso de que hubiera planetas en los cúmulos globulares, ¿sería posible la vida? La respuesta científica es muy improbable: las perturbaciones gravitatorias y la intensa radiación emitida por tal cantidad de estrellas tan cercanas harían prácticamente imposible su aparición.

LIENZO DE GLOBOS LUMINOSOS

En 1665, Abraham Ihle, astrónomo aficionado alemán, se encuentra con una especie de racimo de estrellas cercano a Sagitario. Se trata de M22, tal vez el primer cúmulo reconocido como tal. Fue el famoso William Herschel, en 1778, quien llegó a la conclusión de que, ya que estos cúmulos tenían manchas, estaban formados por estrellas. En la constelación de Sagitario también nos encontramos con M54, descubierto por el astrónomo (y dibujante) francés Charles Messier en 1778.

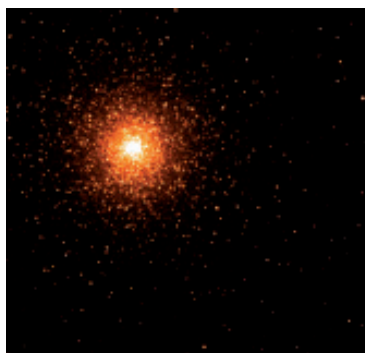
En 1784, también Messier cataloga el Cúmulo de Hércules ó M13, el más espectacular del hemisferio norte. Otro cúmulo situado en este hemisferio es el Cúmulo de Pegaso ó M15. Puede identificarse a simple vista, en el cielo de otoño, al suroeste de la imaginativa figura del caballo alado.

Omega Centauri ó NGC5139, en el hemisferio sur, está considerado como el cúmulo globular más bonito del firmamento, con un millón de soles que parecen pegados entre sí. Por este motivo, al astrónomo alemán Johannes Bayer (1572-1625) le pareció una estrella borrosa y lo bautizó con nombre estelar. Actualmente no se

sabe con certeza si Omega Centauri es el resultado de la suma de dos o más cúmulos globulares, o el núcleo de una galaxia cedido a la nuestra, ya que sus estrellas no tienen una metalicidad ni edad única. También desde el hemisferio sur, podemos ver el Cúmulo de Tucán ó 47 Tucanae, con nombre de estrella por el mismo motivo que el anterior.

REINTERPRETACIÓN DE LOS CLÁSICOS

«El estudio de las poblaciones estelares a las que me dedico está considerado como astrofísica clásica,» comenta Alfred Rosenberg. *«No es una investigación puntera, no es buscar planetas o agujeros negros. Sin embargo nos brinda unas bases, nos ayuda a calibrar nuestros modelos con mucha precisión. Y esto resulta fundamental para establecer la unidad de medida y aspectos básicos que, aunque muchas veces se creen resueltos, no lo están tanto como deberían.»*



En el cielo de otoño, M15 puede observarse a simple vista o a través de un pequeño telescopio.
FOTO: A. Rosenberg (IAC)

En este afán por profundizar en el estudio del Universo a través de los cúmulos, los astrofísicos del IAC Alfred Rosenberg, Antonio Aparicio y Antonio Marín llevan a cabo un proyecto de investigación en colaboración con científicos de Italia y Estados Unidos. Los resultados de este estudio, tras la observación de unos 72 cúmulos globulares con el Telescopio Espacial Hubble, saldrán a la luz a lo largo de los próximos dos años. Asimismo, Rosenberg trabaja en la configuración de la base de datos más precisa, completa y homogénea sobre cúmulos abiertos viejos.

ELVIRA RODRÍGUEZ (IAC)

La estrella V838 Mon y su «eco de luz»

Los Cancajos (La Palma), del 16 al 19 de mayo de 2006

Organizado por el Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING), en el Hotel H10 Taburiente Playa, en Los Cancajos (La Palma), del 16 al 19 de mayo se celebró un congreso internacional para discutir sobre la enigmática naturaleza de la estrella V838 Mon y su «eco de luz».

V838 Mon es una estrella única y misteriosa. Estalló en enero de 2002 y en pocas semanas su luminosidad aumentó 10.000 veces, tanto que se convirtió durante algún tiempo en la estrella más brillante de toda nuestra galaxia, la Vía Láctea.

La liberación de esta enorme cantidad de energía producida en tan poco intervalo de tiempo produjo un «eco de luz», o burbuja luminosa, que a medida que se expandía iba reflejándose en el gas y el polvo previamente expulsados por la estrella en una fase anterior de su evolución. Este fenómeno es muy inusual y en pocas ocasiones ha sido observado por los astrónomos.

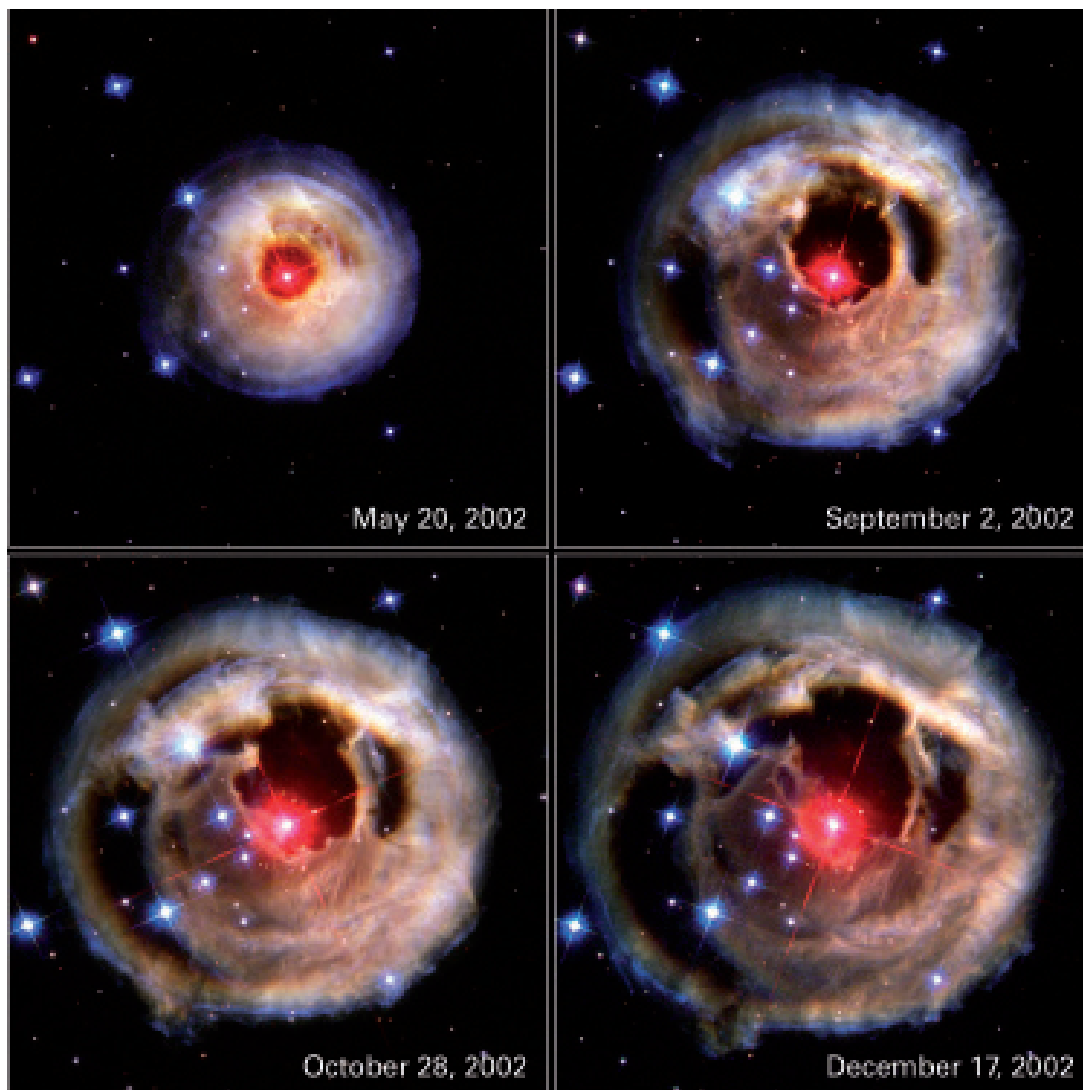
Una de las primeras imágenes de este eco de luz fue obtenida por el Telescopio William Herschel, del Grupo Isaac Newton (Observatorio del Roque de los Muchachos, La Palma). Posteriores observaciones realizadas con el mismo telescopio y también por el Telescopio Espacial Hubble han permitido el seguimiento del eco, revelando la compleja y espectacular estructura del gas y el polvo que rodea a V838 Mon.



La estrella V838 Mon y su eco de luz. Crédito: NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI). La estrella recibe la denominación «V838 Mon» debido a que se ha utilizado la nomenclatura propia de los objetos variables en brillo y a que se encuentra en la constelación de Monoceros (Mon es la abreviatura de Monocerotis). V838 Mon es, por lo tanto, la estrella variable V838 de la constelación de Monoceros.



Participantes en el Congreso «The Nature of V838 Mon and its Light Echo».



Evolución de mayo a diciembre de 2002 de la estrella V838 Mon. Crédito: HST ACS/WFC.

Después de 4 años de intensas observaciones, sigue sin descubrirse la verdadera naturaleza de la estrella V838 Mon. Según comenta Romano Corradi, astrofísico del Grupo de Telescopios Isaac Newton y organizador del congreso, “se han propuesto varias teorías para explicar el origen de la explosión que observamos en 2002: una apunta a que fuera causada por la fusión de dos estrellas parecidas al Sol, otra por varios planetas que habrían sido fagocitados por una estrella durante una fase determinada de su evolución, y finalmente, una última teoría atribuye el origen a reacciones termonucleares

producidas en las capas más externas de una estrella gigante, unas 50 ó 100 veces más masiva que el Sol”.

El congreso internacional de La Palma congregó a 50 expertos de todo el mundo para discutir sobre el origen de la explosión que dio lugar al eco de luz e intentar desvelar así el misterio que rodea a V838 Mon. Asimismo, permitió planificar futuras observaciones y establecer nuevas colaboraciones. Los resultados del congreso han sido publicados en *ASP Conference Series*, Vol, 363 (2007, R.L.M. Corradi & U. Munari eds.).

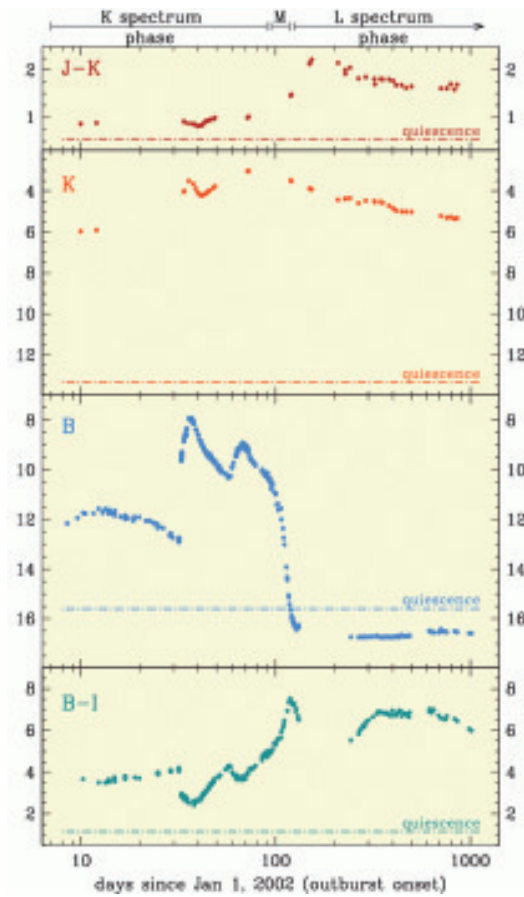


V838 Mon en febrero de 2004. Crédito: HST ACS/WFC.

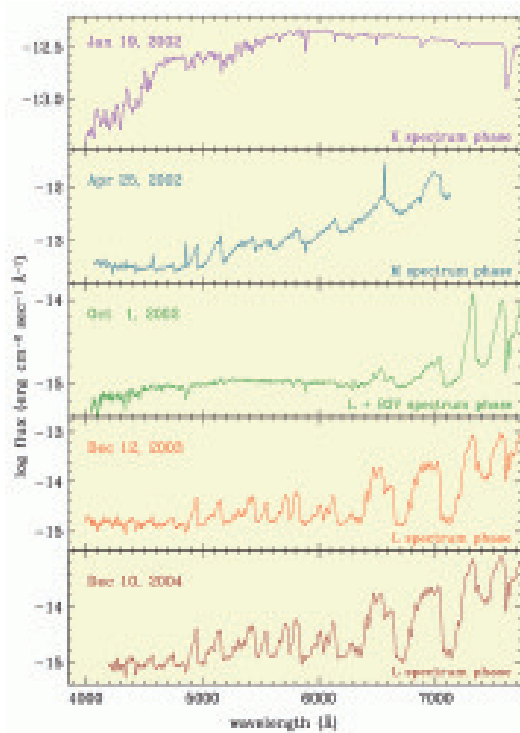
El congreso fue organizado por el Grupo de Telescopios Isaac Newton y contó con la colaboración del IAC, las instituciones italianas Instituto Nazionale di Astrofisica

y Osservatorio Astronomico di Padova, el Cabildo Insular de La Palma, el Patronato de Turismo de La Palma y el Hotel H10 Taburiente Playa.

El Grupo de Telescopios Isaac Newton (ING) es una institución operada conjuntamente por el *Particle Physics and Astronomy Research Council* (PPARC) del Reino Unido, el *Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek* (NWO) de los Países Bajos y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). El ING opera, mantiene y es responsable del desarrollo de los telescopios William Herschel, Isaac Newton y Jacobus Kapteyn, de 4,2, 2,5 y 1,0 metros de diámetro respectivamente. El telescopio William Herschel es el mayor de los instalados en Europa Occidental. Todos estos telescopios se encuentran en el Observatorio del Roque de los Muchachos, del Instituto de Astrofísica de Canarias.



Evolución fotométrica óptica e infrarroja de V838 Mon. Figura: Munari & Henden, en "Interacting Binaries: Accretion, Evolution, and Outcomes", AIP Conf. Proceedings, Vol. 797, 331



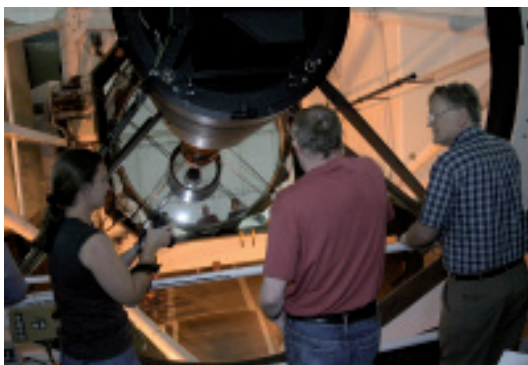
Muestreo de la evolución espectral de V838 Mon. Figura: Munari & Henden, en "Interacting Binaries: Accretion, Evolution, and Outcomes", AIP Conf. Proceedings, Vol. 797, 331

A la derecha, imágenes de la rueda de prensa, de las sesiones del congreso y de la visita al Observatorio del Roque de los Muchachos, donde los participantes pudieron acceder a las instalaciones del Gran Telescopio CANARIAS (GTC). Fotos: Javier Méndez (ING).



Telescopio William Herschel. Una de las primeras imágenes del eco de luz de V838 Mon fue obtenida por este telescopio, en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma). Autor: Nik Szymanek.

CONGRESOS



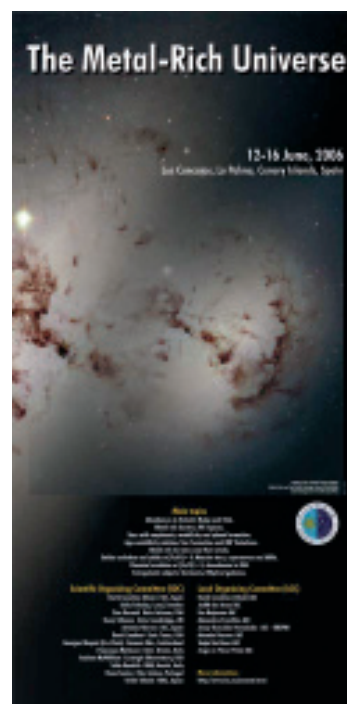
La evolución química del Universo

Los Cancajos (La Palma), del 12 al 16 de junio de 2006

El congreso The Metal-Rich Universe (“El Universo rico en metales”), organizado por el IAC en el Hotel H10 Taburiente Playa, en Los Cancajos (La Palma), del 12 al 16 de junio, fue el primer encuentro internacional dedicado al estudio de sistemas que presentan una alta metalicidad, es decir, una gran abundancia de elementos más pesados que el helio en el Universo.

”Hasta ahora -explica Garik Israelian, investigador del IAC y organizador de este congreso-, los estudios sobre este tema se habían centrado en sistemas y estrellas con baja metalicidad -estrellas con elementos pesados (todos los elementos menos litio, berilio, boro, hidrógeno y helio)-, hasta diez mil veces menor que la del Sol. La novedad de este congreso, que reunió a cerca de cien investigadores de todo el mundo, estuvo en que puso el acento en sistemas donde la abundancia de metales es mucho mayor que en el Sol, es decir, que ya han procesado estos elementos y que se corresponden, por tanto, con fases avanzadas de su evolución.”

Otro de los puntos interesantes de este encuentro fue que, por primera vez, se estudiaba la alta metalicidad en sistemas con un origen tan diferente como bulbos galácticos, galaxias elípticas y estrellas ricas en metales. También se presentaron trabajos relacionados con la abundancia de elementos químicos en estrellas con planetas o sin planetas conocidos, con el objetivo de entender el importante papel que desempeña la metalicidad en la formación de los sistemas planetarios. Con anterioridad ya se demostró



Cartel del Congreso.
Diseño: Gotzon Cañada.



Participantes en el Congreso «The Metal-Rich Universe».

que las estrellas con planetas tienen en sus atmósferas en promedio más metales que las estrellas conocidas sin planetas. “Todo esto apunta a que la metalicidad es un buen medidor de la existencia de planetas alrededor de una estrella”, concluye Israelian.

Los asistentes a esta reunión científica visitaron al Observatorio del Roque de los Muchachos el 14 de junio.

El congreso contó con el apoyo financiero del Cabildo Insular de La Palma, el Patronato de Turismo de La Palma, DISA Corporación Petrolífera, S.A., y el Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA).

Más información:
<http://www.iac.es/proyect/mru/index.php>





Max Pettini
Instituto de Astronomía de
Cambridge (Reino Unido)

Cómo se generan entornos ricos en metales a elevados desplazamientos al rojo?

“Los entornos ricos en metales se producen cuando una fracción lo bastante grande del gas disponible ya se ha convertido en estrellas. Actualmente, en nuestra galaxia, entre el 80 y el 90% de la masa está en forma de estrellas, y el 10 ó 20% restante es gas. En estas condiciones

la metalicidad del gas es casi solar, es decir, la proporción de ciertos elementos creados en las estrellas (hierro, carbono y otros), en relación con el hidrógeno es aproximadamente la misma que medimos en el Sol. La composición solar generalmente se toma como referente para comparar otros entornos astrofísicos.

Para altos desplazamientos al rojo observamos las galaxias como eran en el pasado lejano, cuando el Universo tenía tan sólo uno o dos mil millones de años de edad, joven comparado con su edad actual de 13,5 mil millones de años. Pero no por esto han de ser químicamente más pobres que la Vía Láctea. Lo que determina la metalicidad es el ritmo de transformación del gas en estrellas -si algunas galaxias hacen esto muy rápido, pueden alcanzar la metalicidad solar en unos pocos cientos de millones de años, un tiempo corto comparado con la edad del Universo. Recientemente, usando telescopios de La Palma y Hawai, hemos medido la composición química de muchas galaxias con altos desplazamientos al rojo, y hemos encontrado que algunas están bastante enriquecidas en metales. Éstas probablemente sean las progenitoras de las galaxias elípticas que hoy vemos, cuyas estrellas son tanto viejas (se formaron con altos desplazamientos al rojo), como ricas en metales.”

... ¿Cree que este congreso ha sido importante y que deberían organizarse congresos semejantes en el futuro?

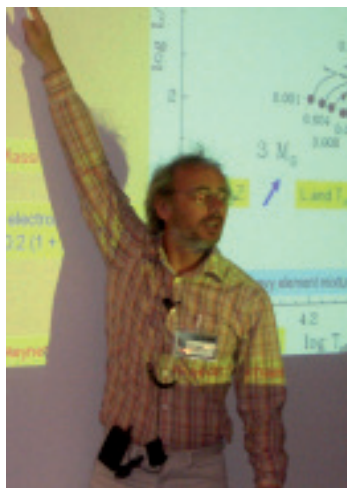
“Este congreso ha sido extremadamente importante, y su éxito es un homenaje a la visión científica de sus organizadores. Recientemente, muchos astrónomos se han preocupado de las ‘primeras estrellas’ que se formaron en nuestro universo. Esta es una de las fronteras de la cosmología moderna, pero también un campo de estudio bastante incierto, ya que probablemente hoy en día no queda ninguna de aquellas estrellas, o al menos no se han encontrado. Por este motivo, el extremo opuesto del espectro de metalicidades (el Universo rico en metales), ha sido relativamente olvidado, aun cuando es un área en la que se pueden hacer progresos relevantes con la instrumentación astronómica disponible. Estoy convencido de que esta reunión marcará un hito, y que estimulará una gran cantidad de actividad investigadora, así como futuros encuentros sobre el tema.”



... ¿Existe alguna nube, estrella u objeto con metalicidad 10 ó 100 veces la del Sol?

“Hasta ahora no se ha encontrado ningún objeto de este tipo. Nuestro conocimiento sobre cómo se forman las estrellas, más concretamente cuántas estrellas de una determinada masa se forman cuando una nube molecular colapsa, y sobre la nucleosíntesis que tiene lugar en su interior, indica que es difícil producir regiones donde la metalicidad sea mayor que el triple de la solar. Aunque, por supuesto, siempre hay lugar para la sorpresa en astronomía.”

A la izquierda, una de las fotos más famosas del universo lejano, el campo profundo capturado por el Telescopio Espacial Hubble, muestra multitud de galaxias elípticas, como la galaxia alargada naranja cercana a la estrella brillante justo a la izquierda del centro. Estas galaxias son viejas y ricas en metales, consumieron la mayor parte de su gas en estrellas a altos z . Crédito: HST/NASA.



Georges Meynet
Observatorio de Ginebra
(Suiza)

Cuál es la principal diferencia entre estrellas masivas ricas en metales y pobres en metales?

“Una de las principales diferencias es el ritmo de pérdida de masa debida a vientos estelares, producidos por la radiación que emerge desde el interior de la estrella. En estrellas masivas ricas en metales, este ritmo es mucho mayor. El alto contenido en metales de las capas externas las hace más opacas a la radiación, y como consecuencia la presión de radiación las empuja con mayor eficacia, aumentando así las pérdidas de masa. Por ejemplo, se espera que una estrella que comienza su vida con una masa inicial 60 veces la masa del Sol, y metalicidad cero, termine su vida con la misma masa, 60 masas solares. Probablemente dará lugar a un agujero negro masivo, y es posible que éste devore toda la masa de la estrella. La misma estrella, si al comienzo de su evolución tiene siquiera un 2% de su masa en forma de elementos metálicos (aquellos más pesados que el hidrógeno y el helio), terminará su vida con una masa de tan sólo 10 ó 15 masas solares, habiendo expulsado hasta el 80% de su masa inicial mediante vientos

estelares. El material del viento es rico en helio y carbono recién sintetizados. Así, vemos que una pequeña cantidad de metales cambia de manera ostensible la evolución de una estrella masiva. En este sentido, la metalicidad sería como la sal en la comida, ¡una pequeña cantidad puede cambiar completamente su sabor!

... ¿Por qué es tan importante el estudio de estrellas en regímenes de supermetalicidad?

“El estudio de las estrellas masivas ricas en metales ayuda a comprender mejor la variación en función de la metalicidad de tres características: los vientos estelares impulsados por radiación, las poblaciones estelares y la contribución de las estrellas masivas a la evolución química de las galaxias. Todos estos aspectos son especialmente importantes para conocer mejor las regiones centrales de las galaxias, zonas en las que se espera encontrar un mayor número de poblaciones estelares ricas en metales que en las regiones externas.

En las estrellas de baja masa, un alto contenido en metales parece favorecer la presencia de planetas gigantes a su alrededor, lo que sugiere la posibilidad de que una elevada metalicidad sea condición necesaria para la formación de este tipo de planetas alrededor de estrellas poco masivas.”

... ¿Por qué es tan importante la metalicidad en la física estelar?

“Como he explicado antes, el contenido metálico es un factor clave en la evolución de estrellas masivas. Pero la importancia de la metalicidad probablemente sea más general y aún está por descubrir. Algunas preguntas que sería necesario responder y en futuros trabajos son: ¿cómo influye la metalicidad en el proceso de formación estelar?; a metalicidad cero, ¿tan sólo se pueden formar estrellas muy masivas?; ¿disminuye el límite superior de masa cuando aumenta la metalicidad?; ¿cuál es el efecto de la metalicidad en el modo en que las estrellas Cefeidas pulsan, en las progenitoras de supernovas de tipo Ia y en el rango inicial de masas de estrellas progenitoras de agujeros negros?; ¿por qué parece que las erupciones de rayos gamma sólo se manifiestan en regiones pobres en metales?; la distribución inicial de velocidades de rotación ¿depende de la metalicidad?; ¿cuál es la mínima cantidad de metales necesaria para la formación de planetas terrestres?”

... ¿Será capaz el Universo de crear alguna vez estrellas con metalicidades 100 ó 1000 veces la del Sol?

“La metalicidad en el Sol es de aproximadamente el 1%. Esto quiere decir que el 1% de la masa del Sol está formada por elementos más pesados que el hidrógeno y el helio. Si tomamos esta definición, aumentando la metalicidad en un factor 100, ¡obtendríamos una estrella con metalicidad del 100%!

¿Existen este tipo de estrellas? Ciertamente, ninguna estrella joven se formó con esa composición original. Pero estrellas más evolucionadas sí pueden alcanzar un estado similar. Por ejemplo, las estrellas WO, que han perdido su envoltorio rico en hidrógeno y casi todo su envoltorio rico en helio. Estas estrellas están formadas por un núcleo desnudo de CO de estrellas masivas. Si han conseguido mantener una cantidad suficiente de momento angular, darían lugar a una erupción de rayos gamma.

Por supuesto, uno puede preguntarse, y ésta puede ser la intención de la pregunta, si existe un límite superior de la metalicidad con la que una estrella puede nacer en el Universo. En este caso podemos considerar la metalicidad no como la fracción de masa de la suma de los elementos más pesados que el hidrógeno y el helio, sino tan sólo como la fracción de la masa

del hierro. En el caso del Sol, el hierro representa aproximadamente un uno por mil de la masa total. En este caso, ¿sería posible, en un momento determinado, ver estrellas en el Universo con, por ejemplo, 100 veces esta cantidad de hierro, es decir, una estrella cuya décima parte de masa sea hierro? Esto parece poco probable, ya que las galaxias se quedarían si gas antes de que las estrellas pudieran alcanzar semejante contenido en metal. Incluso aunque localmente se pudiera compensar el contenido en metales, cabría preguntarse si el proceso de formación estelar

podría funcionar en regiones con tanta metalicidad. Esta es una pregunta interesante, pero, sin duda, se le prestará más atención cuando haya observaciones que demuestren que tales estrellas existen.”



Michael Rich
Universidad de California en Los Angeles (Estados Unidos)

Es la primera vez que se trata el tema del Universo rico en metales en un congreso, ¿por qué es tan importante?

“Existe un gran interés en el estudio de las estrellas más pobres en metales. Se cree que las supernovas dan lugar a los elementos metálicos a lo largo del tiempo, así que las estrellas más pobres en metales podrían ser representativas de la primera generación estelar. La alta metalicidad evidencia o bien una formación estelar explosiva, o bien la acumulación de metales durante el tiempo. Asimismo, las poblaciones ricas en metales pueden ser antiguas.”

... ¿Qué problemas quedan aún por resolver en el bulbo galáctico? ¿Por qué es necesario estudiar el bulbo y su evolución química?

“El bulbo galáctico tiene forma de barra, lo que sugiere que en su formación han tenido lugar procesos seculares determinantes. Por otra parte, el rango de edades de las estrellas del bulbo es pequeño, lo que indica formación estelar explosiva y temprana. No sabemos el espacio de tiempo que tardó el bulbo en formarse y acumular sus elementos. Este problema está sin resolver, y también el asunto de la relación entre el bulbo y el disco interno, y si la barra constituye una población químicamente diferenciada.”

... ¿Cree usted que deberían organizarse más congresos de este tipo en el futuro?

“Ha sido un encuentro muy provechoso, para fomentar la cooperación científica y para reavivar viejas amistades. Otro encuentro dentro de 3 ó 5 años sería lo más oportuno.”



Una región del cúmulo globular NGC 6397. Michael Rich y sus colaboradores de UCLA descubrieron las estrellas más débiles en este cúmulo, uno de los objetos más viejos de la Vía Láctea. Crédito: HST/NASA.

OTRAS NOTICIAS

Campaña mundial de observación del cielo



El pasado día 22 de marzo se puso en marcha el proyecto “GLOBE at night”, una campaña, desarrollada en todo el mundo y apoyada por el IAC, cuya finalidad es observar y registrar la magnitud de las estrellas visibles como una manera de medir la contaminación lumínica en un lugar determinado.

Más información:

http://www.globe.gov/GaN/GaNActivityPacket_Family_ES.pdf

<http://www.globe.gov/GaN/index.html>

El IAC suprime las barreras arquitectónicas de su sede central

El IAC ha adaptado las instalaciones de su sede central, en La Laguna, para facilitar el acceso a personas con discapacidad física y cumplir así la normativa vigente al respecto. La realización de este proyecto ha supuesto un gran esfuerzo, también económico, dada la complejidad del edificio y la actividad propia del centro.

La ejecución material de la obra, terminada a finales de 2005, ha sido cofinanciada con Fondos FEDER, a través de un Convenio de Colaboración

Esta contaminación se produce por el reflejo de la luz artificial en las partículas del aire, de forma que dificultan la observación del cielo nocturno.

Esta actividad, que finalizó el 29 de marzo, estaba orientada a los estudiantes y sus familias que pudieron aprender cómo ubicar la constelación de Orión y las estrellas con diferente magnitud de luminosidad durante la noche.

La información de los participantes se ingresó en una base de datos en Internet, de manera que se pudo documentar el cielo nocturno visible entre los días 22 y 29 de marzo del 2006.

A fin de que los participantes pudieran ver los resultados de esta campaña mundial, estos se encuentran disponibles a través de la red.

“GLOBE at Night” es una colaboración entre The GLOBE Program, the National Optical Astronomy Observatory (NOAO), Centro de Apoyo a la Didáctica de la Astronomía (CADIAS), Windows to the Universe, and Environmental Systems Research Institute, Inc. (ESRI).

entre el IMSERSO y la Fundación ONCE. Durante el mes de abril se realizó la visita de control y se dio ya por concluida la obra y la justificación de la ayuda.

En la primera fase del proyecto, el IAC contó con la colaboración de la Sociedad Insular para la Promoción del Minusválido (SINPROMI), entidad dependiente del Cabildo Insular de Tenerife, para la elaboración de un Estudio Técnico sobre las acciones a emprender para la eliminación de estas barreras.



Francisco José Soler Gil

FRANCISCO JOSÉ SOLER GIL



Facultad de Filosofía de la Universidad de Bremen (Alemania)

La relación del hombre con el Universo es una de las más antiguas de la historia humana. La filosofía comienza con las noches estrelladas, cuando surge la irremediable pregunta de cómo empezó todo. No es extraño que la primera revelación bíblica concierna al Universo y la creación del mundo. Hoy, la cosmología ha sido rehabilitada por la ciencia para retomar la pregunta. Sin embargo, lejos de esclarecer el discurso teológico, se ha convertido en una historia de fantasmas repleta de objetos ocultos y vértigos metafísicos. Esta situación es, en realidad, una ventaja. La cosmología ha abierto el diálogo y está sirviendo de punto de encuentro entre dos disciplinas divorciadas desde hacía varios siglos, la filosofía y la física. Y en este cruce de caminos se encuentra Francisco José Soler Gil, Doctor en Filosofía por la Universidad de Bremen (Alemania), que el pasado 2 de junio visitó el IAC para ofrecer una charla titulada «Modelos cosmológicos: ¿Ficción útil o descripción realista del Universo?». A fin de cuentas, el diálogo es el mejor anzuelo para pescar grandes respuestas en un mar de dudas.

FILOSOFÍA Dios y la Cosmología

FILOSOFÍA **Dios y la Cosmología**

ENTREVISTA
CON FRANCISCO JOSÉ SOLER GIL



¿Qué camino le condujo desde la física a la filosofía?

«Empecé estudiando en la facultad de Física, pero me fui inclinando, cada vez más, hacia temas que estaban en la frontera con la filosofía: las explicaciones de la mecánica cuántica sobre si la luz es al mismo tiempo onda y corpúsculo o la teoría de la relatividad y cómo podemos entender nuestra experiencia subjetiva del tiempo, eran cuestiones que me interesaban mucho. Sin embargo, en la facultad de Física insistían en la parte teórica y no en entender el mundo según si esas teorías eran correctas. Así que me pasé a la facultad de Filosofía. Pero allí la gente tenía una desconfianza radical hacia la ciencia. Me sentía muy incómodo. Al final encontré en Alemania, en la Universidad de Bremen, un grupo de gente, físicos y filósofos al mismo tiempo, que trabajaban entre los dos ámbitos.»

¿Desde cuándo la ciencia deja de ser un saber filosófico?

«El divorcio entre las humanidades y las ciencias tiene mucho que ver con la especialización. Como es más difícil dominar distintos ámbitos, uno se especializa en una determinada área y lo que se aleja de ella suena muy extraño. El filósofo ha tenido grandes problemas en los dos últimos siglos. Las ciencias han crecido mucho. Antiguamente, hasta el siglo XVIII un filósofo serio trataba de saber todo lo referente a las ciencias naturales de su época y las utilizaba como punto de partida en sus reflexiones que podían motivar una crítica de ciertos planteamientos científicos de ese momento. Entre ciencia y filosofía había un diálogo. Pero con la explosión de conocimientos es muy difícil seguir el ritmo. Incluso dentro de la propia especialidad hay áreas en las que uno no conoce nada de lo que hacen los otros.»

¿La ciencia se sustenta en dogmas o está abierta a nuevas ideas y planteamientos?

«En toda la investigación científica la línea principal tiende a mantenerse, simplemente porque los investigadores se han formado en esos parámetros y conocen mejor esos modelos. Abrir la mente a una cosa totalmente diferente y empezar una nueva línea es difícil. Cuando uno intenta buscar un modelo alternativo, lo normal es que consiga explicar uno o dos fenómenos con él, pero habrá otras cosas que no encajen. Los modelos hay que construirlos poco a poco. Hubiera sido muy difícil pasar, de repente, de Ptolomeo a Newton. Se necesitan dar pasos intermedios. Por ejemplo, en el paso del modelo de Ptolomeo a Copérnico, la Tierra dejó de ser el centro; en cambio, la idea de que hay una esfera de estrellas fijas de fondo y muchos de los epiciclos de Ptolomeo se mantuvieron. Es decir, el paso del geocentrismo al heliocentrismo fue una gran revolución, pero realmente cambiaba poco. Luego, con Kepler, las órbitas pasaron a ser elípticas, aunque conservó la imagen cosmológica antigua.»

¿La ciencia necesita de la filosofía? ¿Qué función tiene la filosofía respecto a la ciencia cada vez más especializada?

«Muchas de las teorías básicas se crean por inquietudes filosóficas. Si uno considera la ciencia como la tarea de recopilar datos y ajustarlos a un modelo fenomenológico que dé cuenta de ello, ninguna de las teorías importantes de la historia de la física se hubieran creado. Todo surge por un intento de descubrir la realidad que se oculta detrás de los fenómenos. Hay bastantes físicos creativos que han hecho aportaciones importantes a la filosofía. Galileo o Newton eran más filósofos que físicos. De hecho, la obra más famosa de este último, donde está instaurada la mecánica clásica, se titula «Principios Matemáticos de Filosofía Natural», ya que Newton pensó que estaba haciendo filosofía. También se sabe que las preocupaciones de Einstein sobre la

«Hay indicios de que se están añadiendo demasiadas cosas al modelo cosmológico original, simplemente porque de esa manera se ajustan los datos que preservan la teoría; ahí empieza el problema.»

teoría de la relatividad eran, sobre todo, filosóficas. O cuando se analizan las discusiones en torno a la mecánica cuántica es difícil distinguir qué razonamientos son de filosofía o cuáles son de física. En el momento de crear una teoría hay siempre una preocupación por cómo es la realidad. Otra cosa es que la ciencia en el trabajo de cada día no necesite la filosofía. Pero, llegado el momento, se requiere de un cierto espíritu crítico o distanciamiento respecto a los modelos imperantes. Y esta es la función de la filosofía, plantearse preguntas críticas.»

¿La cosmología es el nuevo punto de encuentro?

«La cuestión del espacio-tiempo o la constitución de la materia son áreas donde la física y la filosofía están muy cerca. Pero la cosmología es uno de los puntos donde más se puede dialogar ya que, si uno se la toma en serio y no sólo como un modelo, tiene muchas repercusiones filosóficas. Preguntarse el porqué del Universo y pensar que éste pueda ser racional no deja indiferente a nadie. Además, un científico siempre estará interesado en saber si los modelos utilizados son una descripción de la realidad o un ajuste de los datos. Hay indicios de que se están añadiendo demasiadas cosas al modelo original.»

Así, ¿puede que la cosmología moderna esté admitiendo entidades fantasmales de las que no tendría evidencia?

«Lo hace simplemente para mantener el modelo; eso es lo malo. Cuando uno empieza a añadir parámetros y entidades que no conoce, simplemente porque de esa manera se ajustan los datos para mantener el modelo, ahí empieza el problema. Hay aspectos de la física que podrían estar necesitando una revisión. Aunque esto no significa que el modelo esté equivocado, sino que puede haber partes del proceso, desde la obtención de los datos hasta la interpretación cosmológica, que sean erróneos. Aunque el hecho de que haya muchos parámetros da que pensar que a lo mejor el modelo no es tan correcto como se pensaba hace 20 ó 30 años.»

¿La cosmología es, por lo tanto, una ciencia incompleta?

«Cualquier teoría científica es incompleta. Siempre quedan problemas abiertos, si no no se hubiera desarrollado la física. Cuando se formuló la mecánica clásica de Newton daba la impresión de que se había hecho un gran avance, pero había cosas que no encajaban: órbitas que no eran exactas, aspectos del movimiento que no se explicaban bien... La evolución en ciencia se produce porque nunca se terminan de explicar todos los fenómenos. Que en cosmología queden datos sin explicación y puntos abiertos no es raro, es el propio proceso de la investigación. La cuestión es saber si la evolución que se está produciendo a partir del modelo que se tiene debería llevarnos a pensar que hay que sustituir el modelo o si las dificultades son normales y no hay de qué preocuparse. Por ejemplo, si encontráramos determinados datos que no se correspondieran con el modelo de la evolución de las galaxias o con la Gran Explosión, deberíamos preguntarnos si eso es un problema del modelo que tenemos y habría que ir más lejos en la determinación de las constantes cosmológicas, o bien es algo normal y podemos interpretar el Cosmos de forma realista. El problema de la cosmología es que depende de otras muchas partes de la astrofísica que no están bien establecidas.»

¿Y cuál puede ser el siguiente paso en la determinación de un modelo sólido?

«Mientras haya parámetros que tengan que ajustarse al modelo sin una base sólida habrá un cierto malestar entre los investigadores a estar abiertos a novedades. Hay mucha gente que se queja de que hay un sistema científico que orienta todo en una sola dirección. Eso es inevitable y ha pasado siempre. La cosmología solamente podría evolucionar si consigue reformar el modelo; por ejemplo, si se pudiera sustituir la teoría de la relatividad, que sirve de base al modelo de la Gran Explosión, por otra teoría de gravitación que resultara más adecuada y pudiera emplearse sin romper el marco establecido, o bien, si se desarrollara una física de partículas que nos llevara a un determinado modelo de la materia oscura que realmente pareciera sólido. Posiblemente, el modelo que estamos manejando no será el definitivo.»

«No creo que se vaya a producir una revolución que cambie todo de la noche al día: si la cosmología toma otra dirección será porque, poco a poco, los científicos irán dándose cuenta de que los modelos son demasiados artificiales, debido a los ajustes que se han ido añadiendo, e irán reformándolos parcialmente.»



Portada del libro *Dios y las cosmologías modernas*, de Francisco José Soler Gil, que reúne doce trabajos escritos por físicos, cosmólogos, matemáticos y teólogos dedicados a las relaciones entre la cosmología y la teología natural. Crédito: Biblioteca de Autores Cristianos.

FILOSOFÍA **Dios y la Cosmología**

ENTREVISTA
CON FRANCISCO JOSÉ SOLER GIL



«Que en cosmología queden datos sin explicación y puntos abiertos no es raro, es el propio proceso de la investigación; la cuestión es saber si las dificultades que se están produciendo a partir del modelo que se tiene es normal o hay que sustituirlo.»

¿Encontraremos aspectos sorprendentes en el futuro que nos obligarán a reorganizar nuestro conocimiento?

«La cosmología ha ido cambiando. El punto final de la física no se alcanzará nunca. Cada vez que cambia un modelo queda un poso del conocimiento anterior. No se puede saber hasta cuándo se va a mantener una cosmología. El modelo de Ptolomeo, que duró mil años, no era del todo falso ya que suponía un orden de los planetas que era correcto. Luego resultó que el movimiento de planetas no era circular sino elíptico. Pero no era un cambio radical. Este tipo de construcciones estaban más cerca de lo que se veía a simple vista que los modelos actuales. Si pasáramos de la cosmología actual a otro modelo, lo normal es que también se mantuvieran algunos rasgos. Por ejemplo, de la teoría de la expansión del Universo puede que heredemos la idea de un universo dinámico en lugar de estático. Pero no creo que se vaya a producir una revolución que cambie todo de la noche al día. Si la cosmología toma otra dirección será porque, poco a poco, la gente irá dándose cuenta de que los modelos son demasiados artificiales, debido a los añadidos que se han ido poniendo, e irá reformándolos parcialmente.»

¿Hay una influencia metafísica o religiosa en la elección de los modelos cosmológicos?

«Sin duda. Una perspectiva religiosa o atea favorece un determinado modelo. Por ejemplo, gran parte de los que defendieron el modelo estacionario lo hicieron desde una perspectiva muy militante, querían un modelo que no incluyera la Gran Explosión porque recordaba la idea de la creación. No había una intención, pero sí una motivación. Por otra parte, la idea de concebir el Universo como una entidad racional conecta fácilmente con la teología. Pero, si bien es posible que los cosmólogos se hayan inclinado por un modelo o por otro según sus inclinaciones religiosas, no todos los cosmólogos han estado motivados por este tipo de cuestiones. Por ejemplo, el propio Lemaître, que era sacerdote, fue quien tuvo la idea original de la Gran Explosión; sin embargo, se negaba a pensar que era una explicación física del relato de Génesis. En la historia de la física muchas motivaciones confluyen a la hora de decidir una línea de pensamiento.»

Pero la religión y la ciencia parecen cosas incompatibles.

«En absoluto, prácticamente todos los fundadores de la ciencia moderna eran personas religiosas o muy interesados en la teología. Kepler fue físico por casualidad ya que iba para pastor luterano y toda su vida mantuvo sus creencias religiosas. Newton, el fundador de la mecánica clásica, era un hombre apasionado por la filosofía y tenía muchos más libros de teología en su biblioteca que de física. Galileo también era un hombre interesado en polémicas teológicas aparte de cuestiones científicas. Es decir, se puede ser científico y religioso. La ciencia está subordinada a su contexto histórico; si la época tiende más a la religión o al ateísmo, es lógico que encontremos más científicos de esas posturas. Por ejemplo, en el inicio de la ciencia moderna jugó un papel muy importante la idea de que siendo el Universo creación de una mente racional, el Universo era racional. Y este es un punto de vista claramente teísta.»

¿La cosmología ha supuesto un renacimiento de la teología en manos de científicos?

«Los éxitos de la cosmología se orientan hacia planteamientos teístas. Hasta el siglo XVIII no se concebía el Universo como un todo. Sólo se estudiaban los objetos particulares de la experiencia y no había un objeto que englobara el Universo entero. Preguntarse por la causa del Universo no tenía sentido. Este es el planteamiento del materialismo. En el momento en que la ciencia proporcionó un modelo del Universo descrito como un sistema físico cualquiera, reaparece la

pregunta sobre el porqué de su existencia. En este marco, la explicación teísta parece encajar mejor.»

¿Y cómo logra el teísmo dar explicación sobre la causa del Universo?

«Tiene que ver con la cuestión de la racionalidad. Buena parte de los científicos tienen el convencimiento de que la ciencia es búsqueda de la verdad. Sin embargo, desde un punto de vista materialista, es difícil llegar a la conclusión de que el hombre es capaz de conocer la realidad. El proceso evolutivo que conduce hacia la inteligencia tiende a producir eficiencia, no verdad. Es decir, la evolución nos ha dado una inteligencia que nos es útil para adaptarnos al entorno, pero no para conocer la realidad; y el conocimiento verdadero no tiene por qué ser de utilidad. En cambio, desde un planteamiento teísta es más lógico que el resultado final del proceso evolutivo sea la capacidad de conocer la verdad. Si pensamos que no solamente tenemos un conocimiento útil, sino que podemos adentrarnos en aspectos de la realidad completamente ajenos a la adaptación al entorno, como construir modelos cosmológicos o de física de partículas, tendríamos que pensar que la evolución es un proceso dirigido en esa dirección y no aleatorio: hay una racionalidad en el Universo y nosotros participamos en ella. Pero ninguno de estos planteamientos proporciona argumentos determinantes.»

Pero después de tantos años dedicados a la física y a la filosofía, alguna conclusión tendrá. ¿Qué ha aprendido acerca de Dios y el Universo?

«La filosofía ha sido siempre un intento de entender a Dios. La belleza de la naturaleza y la matemática que la describe da que pensar que hay un componente racional que se deduce desde la misma ciencia. Ésta es la idea del ajuste fino del Universo según la cual nosotros también importamos en el plan del Universo. Hay una concordancia satisfactoria entre lo que nos dice la teología occidental sobre el Universo como creación o el hombre como imagen de Dios y lo que podemos encontrar en los modelos científicos que manejamos ahora mismo. Pero es tan sólo un argumento; la teología se sostiene por otros convencimientos que no tienen que ver con la ciencia, así como tampoco la ciencia necesita tener en cuenta la religión para realizarse, aunque puede haber concordancias. Es un tema difícil que requiere tiempo para establecer argumentos. Por eso, he editado recientemente un libro, *Dios y las Cosmologías Modernas*, en el que he reunido los trabajos de distintos físicos, matemáticos y filósofos en torno a esta cuestión.»

Entonces, ¿sostiene una posición teísta respecto a la cosmología? ¿Cree que hay una intencionalidad en el Universo a favor del hombre?

«Los que argumentan que las condiciones del Universo están orientadas para que haya vida inteligente como nosotros no quieren decir que el Universo esté solo para eso. Puede tener muchos fines. El libro que desató esta idea en los 80 fue *Principio Antrópico Cosmológico*, de John D. Barrow. Presentó muchos casos de ajuste fino que luego se han visto que no eran argumentos bien definidos. Sin embargo, algunos se han mantenido y se han añadido otros. Hay gente que piensa que es especulación, pero yo creo que, cuando uno analiza las leyes de la física, es natural y legítimo preguntarse si cualquier otra constante valdría. Yo pienso que el marco teísta clásico encaja mejor con algunos resultados de la ciencia que la perspectiva materialista. Aunque no sabría decir qué argumentos en esa dirección son más sólidos. Hay muchos puntos concretos que discutir.»

¿Sigue haciéndose preguntas en las noches estrelladas?

«Yo era aficionado a la astronomía y salía a menudo con mi telescopio; pero desde que estoy en Alemania, como hay siempre nubes, ya no miro el cielo. Es un lástima que con la contaminación lumínica ya no se pueda ver el cielo; es una de las cosas que más da que pensar.»

«En el momento en que la ciencia proporcionó un modelo del Universo descrito como un sistema físico cualquiera, reaparece la pregunta sobre el porqué de su existencia. En este marco, la explicación teísta parece encajar mejor.»

«Hay una concordancia satisfactoria entre lo que nos dice la teología occidental sobre el Universo como creación o el hombre como imagen de Dios y lo que podemos encontrar en los modelos científicos que manejamos ahora mismo.»

IVÁN JIMÉNEZ MONTALVO (IAC)



Juan Ignacio Cirac

JUAN IGNACIO CIRAC



Director del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica de Garching (Alemania)

A pesar de ser habitantes de un mundo a medio camino entre las enormes distancias cósmicas y las microscópicas de los átomos, esos extremos nos atraen. Por un lado creamos instrumentos para observar las fronteras del universo conocido y por otro nos adentramos en el límite de lo muy pequeño, hasta crear dispositivos minúsculos capaces de almacenar información. Pero, en esa carrera hacia lo cada vez más pequeño nos encontramos con una frontera, si cruzamos al otro lado comprobamos que ya no rigen las mismas leyes, hemos entrado en el territorio de la mecánica cuántica. Aquí la realidad parece cambiar, nos enfrentamos con fenómenos que contradicen nuestro sentido común, es el reino de la paradoja. Si aplicamos todo esto al campo de la informática, nos hallamos a las puertas de una nueva disciplina: la computación cuántica. Este es el terreno en el que desarrolla su investigación Juan Ignacio Cirac, galardonado recientemente con el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica. Este joven físico, director del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica de Garching (Alemania), que visitó el IAC el pasado mes de junio, nos habla en esta entrevista del presente y futuro de esta nueva rama del conocimiento.

COMPUTACIÓN CUÁNTICA Átomos de información

COMPUTACIÓN CUÁNTICA **Átomos de información**

ENTREVISTA
CON JUAN IGNACIO CIRAC



¿Qué le hizo estudiar computación cuántica?

“Llevo trabajando con la física cuántica desde que estudié la carrera. Hice una tesis sobre ella y en 1994, cuando surgió la computación cuántica gracias a los resultados obtenidos por un americano, me sentí atraído por el tema y empecé a trabajar con un equipo.”

¿Cuál es el problema de la computación clásica? ¿Hasta dónde hemos llegado y por qué resulta necesaria una nueva computación basada en las propiedades de lo muy pequeño?

“Los ordenadores van cada vez más rápido. Los chips almacenan tanta información que al final el elemento de información más elemental serán los átomos. Dentro de unos años llegaremos al mundo microscópico. En ese momento, la mecánica cuántica será una necesidad. Simplificando, podemos decir que la computación cuántica utiliza la mecánica cuántica de los sistemas microscópicos para hacer las cosas más rápidas y mejor.”

¿Qué distingue esencialmente la información cuántica de la clásica?

“En la información clásica, la unidad de información es el bit. En la computación cuántica, todo se almacena en términos de qubits o bits cuánticos que, además de tener los valores 0 y 1, pueden tener valores intermedios de superposición, es decir, ser a la vez 0 y 1.”

¿Cuál es el principal escollo que se interpone en la realización de un ordenador cuántico?

“El problema es que no podemos controlar y manejar bien esos sistemas tan pequeños. Hay que aislarlos y manipularlos con láseres que no son perfectos. No disponemos de la herramienta adecuada.”

Al leer el resultado, una vez realizado el cálculo, ¿no estaríamos, de algún modo, interfiriendo según el Principio de Incertidumbre?

“Los algoritmos cuánticos están hechos de tal forma que la probabilidad de obtener un resultado correcto es muy alta. Así que se mide, se obtiene un resultado y, si no es correcto, se vuelve a repetir hasta que es el adecuado.”

Si el ordenador cuántico no puede ser construido a partir del transistor clásico, ¿cómo será el hardware de la computación cuántica?

“No sabemos cómo va a ser el hardware definitivo, pero sí hay prototipos basados en sistemas atómicos en los cuales se tiene un conjunto de 20 ó 30 átomos, iluminados con luz láser, y cada uno de ellos almacena información.”

¿La computación cuántica depende del desarrollo de la nanotecnología y su capacidad de manipular estructuras atómicas?

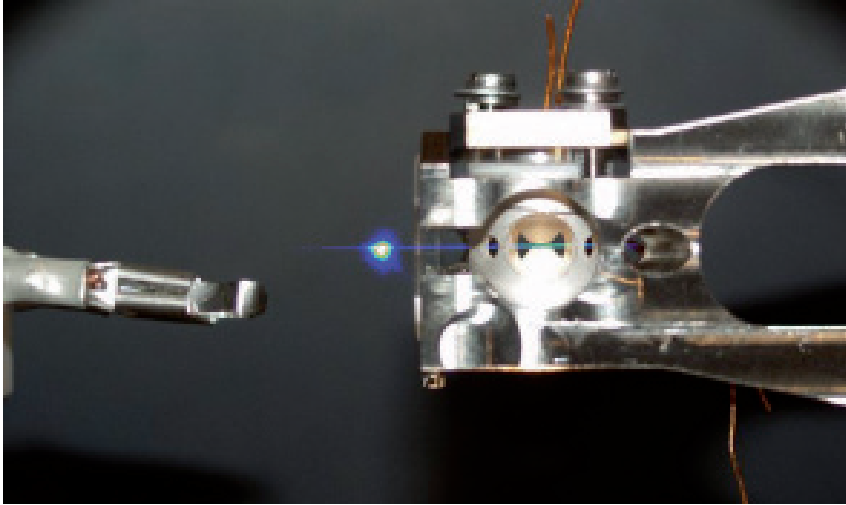
“Está muy relacionada. La computación cuántica necesita dominar el mundo microscópico y eso es lo que intenta la nanotecnología. Lo que ocurre es que la computación cuántica da un paso más y no sólo intenta controlar ese mundo microscópico, sino también sus cualidades cuánticas.”

¿La cuántica también tiene aplicaciones en el terreno del almacenamiento de datos?

“No, tiene muy pocas aplicaciones. Realmente no puede almacenar muchos más datos que un ordenador clásico. En un ordenador cuántico se pueden procesar mejor y más rápido, no guardar.”

«Los chips almacenan tanta información, que al final el elemento de información más elemental serán los átomos.»

«La computación cuántica utiliza la mecánica cuántica de los sistemas microscópicos para hacer las cosas más rápidas y mejor.»



Detalle de la cámara de vacío. Para el tratamiento de la información cuántica, las partículas individuales como fotones, átomos o iones se utilizan como portadores de información (qubits) que se atrapan en una cavidad óptica manteniéndolos en una posición fija. Crédito: Quantum Dynamics Division - Max-Planck-Institut für Quantenoptik.

«En la computación cuántica, todo se almacena en términos de qubits o bits cuánticos que, además de tener los valores 0 y 1, pueden tener valores intermedios de superposición, es decir, ser a la vez 0 y 1.»

Entonces, ¿el computador cuántico no desbancará al clásico? ¿De qué depende su futuro?

“Los ordenadores clásicos estarán durante mucho tiempo. Luego aparecerán los cuánticos y los sustituirán, pero tal vez ocurra dentro de 100 años. Es difícil de predecir, aunque queda mucho. Todavía se está investigando y no sabemos muy bien cómo utilizarlos salvo para obtener una serie de algoritmos.”

Uno de los primeros usos que está teniendo la información cuántica es la encriptación. ¿Cómo se consigue?

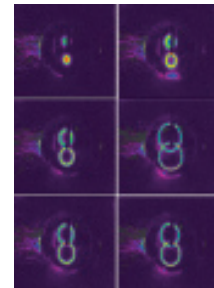
“En la criptografía cuántica no es importante almacenar datos, sino enviarlos. Se consigue a través de superposiciones cuánticas: los bits cuánticos, en lugar de enviar 0 y 1, envían superposiciones de forma que, si alguien los intenta medir, cambia su estado y el receptor puede percatarse de que hay alguien viendo el mensaje.”

Si todo está formado por átomos, la cuántica debería ser una cuestión que interesara a todas las disciplinas científicas. ¿Es la cuántica un puente entre distintos saberes?

“Lo es. Cuando organizas una conferencia sobre mecánica cuántica te encuentras desde matemáticos desarrollando teorías matemáticas de la información, informáticos que buscan algoritmos y protocolos de comunicación, físicos teóricos y experimentales de materia condensada, de estado sólido o de física molecular y atómica, químicos... es una materia muy interdisciplinar.”

Y en el caso de la astrofísica, ¿cómo puede la física cuántica ayudarnos a la comprensión del Universo?

“Sin duda, está muy presente en la astrofísica. Hay dos partes de la cuántica que pueden ayudar a entender el Universo. Por un lado, la relatividad nos permite ir hacia atrás, pero hay un momento inicial en que no sabemos qué pasó y en el que nos hace falta la mecánica cuántica. Sin embargo, no tenemos, por ahora, ninguna teoría de la gravitación cuántica que nos dé una respuesta. Por otro lado, la mecánica cuántica también está presente cuando miramos las estrellas y vemos los espectros de emisión para saber cuáles son los componentes. En el caso de la información cuántica no son estas propiedades espectrales las que se utilizan, sino otras propiedades distintas.”



Generación de pares de fotones entrelazados. El entrelazamiento es un elemento clave de la nueva comunicación cuántica consistente en que dos partículas (fotones), aún tomando caminos diferentes, interactúan, casi telepáticamente, de forma que lo que afecta a una se refleja en la otra. Este estado tiene una gran utilidad en criptografía. Crédito: ICFO - Institut de Ciències Fotòniques.

COMPUTACIÓN CUÁNTICA Átomos de información

ENTREVISTA
CON JUAN IGNACIO CIRAC



¿Habrá una teoría del todo que unifique lo macro y lo microscópico?

“Yo creo que sí, aunque está costando mucho.”

Y en biología, ¿comprender cómo se autoorganizan y ensamblan los átomos puede tener implicaciones en la manera de analizar las moléculas y en cómo se constituye la naturaleza?

“Algunos piensan que dentro de las moléculas hay procesos coherentes parecidos a las superposiciones. Aunque encontramos muchas controversias al respecto: hay quien opina que las temperaturas de las moléculas que hay en la naturaleza son demasiado altas para que estas superposiciones jueguen un papel importante. Sin embargo, no hay duda de que a más bajas temperaturas sí lo juegan. También hay gente que utiliza la mecánica cuántica para promover mejores reacciones químicas, utilizando láseres y el principio de superposición, y obtener productos de una manera más eficiente.”

¿Las posibilidades de computación cuántica nos acercan a la inteligencia artificial?

“Por el momento, no hay quien haya hablado de inteligencia artificial de manera cuántica. Hay un problema de almacenamiento relacionada con el autoaprendizaje. Para resolverlo se pueden utilizar varias reglas, las de la mecánica clásica y la cuántica. En la clásica hay una serie de protocolos que te dicen cómo tienes que resolverlo de una forma determinada. Con la cuántica tienes que encontrar los algoritmos y ver qué es mejor. Para ciertos problemas conocemos esos algoritmos y sabemos que son mejores, pero para la inteligencia artificial, el almacenamiento y procesamiento de información, nadie ha planteado que exista un algoritmo que demuestre que es mejor.”

¿La revolución cuántica es una utopía o una realidad?

“La anterior revolución pertenece a los ordenadores y el transistor que están basados en la mecánica cuántica. Este progreso en el siglo pasado fue debido a la existencia de los láseres, los semiconductores y otras propiedades de los materiales eléctricos. La segunda revolución tendrá lugar cuando el principio de superposición, la incertidumbre y las propiedades extrañas que utiliza la información cuántica jueguen un papel importante.”

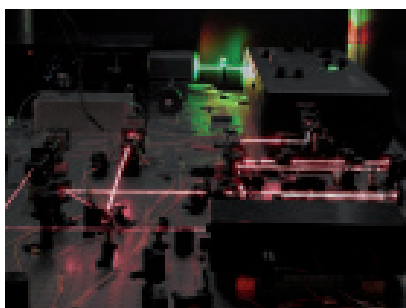
Entonces, ¿este mundo de lo infinitamente pequeño y de efectos extraños está más presente de lo que creemos?

“Dicen que el 40% de la economía actual tiene una base cuántica.”

Por último, ¿Dios juega a los dados?

“Parece que sí. Einstein no se convenció porque no pudo ver los experimentos realizados en los 70 y 80 que han demostrado que existen superposiciones y que cuando las observamos lo que obtenemos es completamente aleatorio. La vida no es determinista.”

«El progreso en el siglo pasado fue debido a la revolución cuántica; los ordenadores y el transistor están basados en la mecánica cuántica.»



*Fotones entrelazados en una mesa óptica. La óptica es esencial en la computación cuántica: un ordenador cuántico precisa de una gran habitación con una cámara de vacío localizada, un gran número de lentes microscópicas y láseres a través de los cuales modificar y posicionar los átomos.
Crédito: ICFO -
Cortesía de H. de Riedmatten & I. Marcikic.*

EVA RODRÍGUEZ ZURITA e IVÁN JIMÉNEZ (IAC)

ACUERDOS

**COLABORACIÓN CON
EL MINISTERIO
DE EDUCACIÓN Y CIENCIA**
Fecha: 30/12/05

El IAC y el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) han firmado un Convenio de Colaboración para incentivar la Incorporación e Intensificación de la Actividad Investigadora (Programa 13). Este programa tiene por objeto incrementar el número y la calidad de los investigadores de centros de I+D españoles, entre ellos el IAC.

**COLABORACIÓN CON
LA UNIVERSIDAD
DE LA LAGUNA**
Fecha: 11/02/06

El IAC ha firmado un Convenio de Colaboración con el Departamento de Ciencias y Técnicas de Navegación de la Universidad de La Laguna (ULL) para desarrollar un Programa de Formación. En virtud de este acuerdo, desde el 1 de marzo al 31 de julio del 2006, el alumno universitario Zebensui Palomo Cano realizó prácticas en el IAC completando su formación académica.

**COLABORACIÓN CON
LA UNIVERSIDAD
DE DEUSTO**
Fecha: 15/03/06

El IAC y la Universidad de Deusto han firmado la segunda fase del Convenio para la implementación del Modelo de Innovación denominado MICAG. La primera fase de este acuerdo, destinado a promover la innovación y calidad institucional, se firmó el pasado 7 de octubre de 2005.

Formación de la EAST

El 14 de junio, en Freiburg (Alemania), se creó un Consorcio internacional para la formación de una organización no lucrativa y legalmente establecida: la Asociación Europea de Telescopios Solares (*European Association for Solar Telescopes*, EAST). El acuerdo fue firmado por los representantes de 12 países europeos, entre ellos Manuel Collados, investigador del IAC y portavoz de la comunidad de físicos solares españoles en el Consorcio.

La Asociación Europea de Telescopios Solares (EAST) tiene como objetivo la construcción de un Telescopio Solar Europeo (EST) que se ubicará en uno de los Observatorios de Canarias.

La EAST, cuya forma legal está todavía por concretar, estará orientada a definir y coordinar los esfuerzos que permitan asegurar el acceso futuro de los físicos solares europeos a las mejores instalaciones telescópicas en tierra, a fin de mantener el liderazgo científico europeo en este dominio de la Astrofísica. Manuel Collados, explica que «*Europa, con amplios conocimientos y experiencia en desarrollo instrumental, ha estado a la cabeza del avance de la Física Solar durante los últimos años. En este sentido, una de las finalidades del Consorcio es mantener este liderazgo.*»

Con este objetivo, la EAST construirá y pondrá en funcionamiento el Telescopio Solar Europeo (EST), un telescopio de nueva generación y gran apertura que se ubicará en uno de los observatorios del IAC. Se prevé que el EST sea un telescopio ópticamente sencillo, con un espejo primario de unos 3 metros de diámetro, sistema de óptica adaptativa y de análisis de polarización de la luz en muy alta precisión.

Asimismo, la EAST se propone coordinar y favorecer la implicación de sus miembros en el *Advanced Technology Solar Telescope* (ATST), proyecto en fase de diseño del *Nacional Solar Observatory* (NSO) de EEUU, para la construcción de un telescopio solar de nueva generación que se ubicará en el Observatorio de Hawaii.

El próximo encuentro entre los 12 países firmantes del Consorcio, está previsto para finales de 2007 o principios del año 2008. En esta reunión, se



*Firmantes del Memorándum:
M. Calsson (Noruega), G. Cauzzi (Italia),
M. Collados (España), B. Gelly
(Francia), A. Hanslmeier (Austria)
Ch. Keller (Países Bajos), A. Kucera
(Eslovaquia), O. van der Lühse
(Alemania), S. Matthews (Reino Unido),
G. Scharmer (Suecia), M. Sobotka
(República Checa) y J.O. Stenflo (Suiza).*

definirá el tipo de entidad legal que será la EAST, se tomarán decisiones sobre el diseño del EST y se evaluarán las fuentes de financiación que harán posible la construcción del nuevo telescopio solar.

Se espera la participación económica de todos los países miembros del Consorcio, así como la colaboración del fondo europeo.

Manuel Collados apunta que «*El proyecto de construir un Telescopio Solar Europeo de estas características ha generado mucho interés. Y, si todo va bien, el EST estará listo en el año 2015 ó 2016.*»

Encuentros astrofísicos «Blas Cabrera»

Éste ha sido el segundo año de actividad de los Encuentros Astrofísicos «Blas Cabrera», que fueron concebidos como una herramienta «especialmente diseñada para fomentar con agilidad y eficacia, las interrelaciones y las sinergias entre los grupos astrofísicos de España y México, llenando necesidades no cubiertas por las actividades habituales», como figura en el convenio firmado por la Universidad Autónoma de México (UNAM), el IAC y el Grupo Santander.

Son, también, un homenaje al eminente canario, impulsor de la ciencia en España a principios del siglo XX, que fuera, al final de su vida, profesor y maestro de investigadores en México.

Estos encuentros tratan de facilitar, con apoyo del Grupo Santander, los contactos directos de astrofísicos mexicanos y españoles para múltiples propósitos. Por ejemplo: hacer el diseño conceptual de nueva instrumentación astronómica avanzada; redactar resultados de alto impacto; transmitir experiencias de una comunidad a otra; preparar estrategias conjuntas para realizar actividades dentro de programas multinacionales, etc.

La gestión de los Encuentros Astrofísicos Blas Cabrera está a cargo de un Consejo Ejecutivo, formado por los directores del Instituto de Astronomía de la UNAM y del IAC, más un representante del Grupo Santander.

Durante el año 2006, se realizaron los siguientes encuentros:

ENCUENTRO 1º

Transferencia de experiencias para la creación y fortalecimiento de grupos astrofísicos en las universidades mexicanas.

Objetivo: Transferir la experiencia española, donde la Astrofísica ha experimentado un notable avance, situándose en muy poco tiempo en un lugar destacado, gracias a una estrategia de relaciones internacionales y construcción de instrumentación científica avanzada, unida a la consolidación de múltiples grupos de investigación dispersos por universidades y organismos públicos de investigación.

A lo largo del año se realizaron visitas a cuatro universidades, con reuniones con las autoridades académicas y seminarios, para estimular la creación y fortalecimiento de grupos astrofísicos en las mismas, ya que la consolidación del desarrollo de la astronomía mexicana está demandando la expansión geográfica de la investigación astrofísica en México, en la actualidad demasiado concentrada en pocos lugares.

ENCUENTRO 2º

Diseño de nuevas vías de difusión cultural de la ciencia y la tecnología: «Contacto esencial»

Objetivo: Ayudar a que se reuniesen las personas del INAOE, IAA e IAC que están desarrollando la idea de un nuevo concepto, de enorme impacto, para difundir los conocimientos científicos y tecnológicos, bajo la denominación de «Contacto esencial». Se facilitó la movilidad de estas personas para visitar juntas lugares del mundo donde se está haciendo la divulgación científica más avanzada.



ENCUENTRO 3º

Diseño conceptual de un instrumento de óptica adaptativa para el telescopio canario GTC: «FRIDA»

Objetivo: Desarrollar las ideas y plasmarlas en el diseño conceptual de un nuevo instrumento de óptica adaptativa para el GTC.

Se dieron medios para que se reuniesen las personas encargadas del desarrollo de este nuevo instrumento, que estaban dispersas en diferentes instituciones de América y Europa.

ENCUENTRO 4º

Diseño de un documental sobre los observatorios y los telescopios de Canarias y México.

Objetivo: Definir el concepto y preparar el material para elaborar los guiones de los documentales.

Astrónomos y expertos en la realización de productos multimedia visitaron las sierras de Pedro Mártir y La Negra, en México, y las cumbres de Canarias y tuvieron reuniones para preparar el concepto general y avanzar en los contenidos de los guiones.

Problemas de Astrofísica

En este libro se ofrece una selecta y completa colección de problemas de Astrofísica basada en la experiencia de los autores como alumnos y profesores en el Departamento de Astrofísica de la Universidad de La Laguna.

El libro está organizado en 8 capítulos y un apéndice. El primer capítulo está dedicado a una serie de problemas sencillos que recorren la mayoría de los contenidos que se desarrollan en profundidad en los otros capítulos. Este capítulo contiene 20 problemas que pueden ser incorporados a asignaturas introductorias a la Astrofísica o incluso a otras asignaturas de Física en la que podrían desarrollarse como ejemplos prácticos. Esta idea es un gran acierto del libro si pensamos que en un futuro próximo una asignatura básica de Astrofísica o al menos contenidos afines podrían estar incluidos en los planes de estudio de muchas facultades. El resto de los capítulos incluye una amplia variedad de problemas, que recorren las materias de Astronomía Clásica, Medio Interestelar, Estructura y Evolución Estelar, Atmósferas Estelares, Física Solar, Astrofísica Relativista y Cosmología e Instrumentación Astrofísica. Cada capítulo lleva una pequeña introducción en la que se incluye una breve reseña bibliográfica y consta de entre 15 y 20 problemas resueltos. El nivel de los problemas varía desde los más sencillos de la sección introductoria hasta algunos *clásicos* bastante complejos. A este respecto hay que destacar la iniciativa de los autores de proponer al lector algunos problemas de enunciados abiertos en los que el estudiante debe completar el planteamiento para buscar la respuesta. No es frecuente encontrar en los libros este enfoque (muy de agradecer) que se aparta de los problemas puramente académicos para acercarnos a la realidad de la investigación. Finalmente el apéndice incluye una lista bastante completa de constantes fundamentales.

El libro va dirigido, en primer lugar, a los alumnos y profesores que estudian o enseñan asignaturas de Astrofísica en cualquier Universidad Hispana. En segundo lugar, como hemos comentado antes, puede ser un texto de referencia para los docentes y alumnos de clases introductorias a la Astrofísica o un libro de consulta para aquellos profesores que quieren



Título: *Problemas de Astrofísica*
Autores: R.Barrena Delgado, J. de León Cruz,
T. Roca Cortés y A.S. Torrentó Coello
Edita: Editorial @abecedario
ISBN: 84-96560-09-0
216 páginas
Serie: Ciencia

adornar con algunos ejemplos atractivos
otras asignaturas básicas de Física.

En resumen, los autores han cumplido
con éxito su intención de contribuir al
desarrollo de la docencia universitaria
de la Astrofísica en español, aportando
un excelente manual de problemas.

EVENCIO MEDIAVILLA (IAC)

Aunque la astronomía es quizás la ciencia más antigua que se conoce y se practica, la Astrofísica se ha desarrollado hacia el final del siglo XIX y, principalmente, a lo largo del XX. Materias relacionadas directamente con la Astrofísica han entrado en las universidades en los últimos 30 años.

No obstante, a pesar de algunas excelentes excepciones, el material didáctico a nivel universitario en lengua castellana no ha sido prácticamente desarrollado. Este libro pretende ser una pequeña contribución a esa incuestionable necesidad existente hoy en día en la bibliografía universitaria de habla hispana. En esta obra se plantean y resuelven problemas de muy diferente nivel dentro de la Astrofísica moderna. La Astrofísica de La Laguna es, probablemente, la más completa en cuanto a la variedad de asignaturas que contempla. Por lo tanto, los diferentes capítulos se corresponden en realidad con muchas de las materias específicas que constituyen dicha rama Universitaria.

Esta obra será de gran utilidad para profesores y, especialmente, para los estudiantes y estudiosos de la Astrofísica, de la Física y las Matemáticas, y de las Ciencias del Universo, en general...

Editorial @abecedario

La radiación ultravioleta en el Sistema Solar



Título: *Ultraviolet Radiation in the Solar System*
Autores: M. Vázquez y A. Hanslmeier
Edita: Springer
Series: Astrophysics and Space Science Library,
Vol. 331
ISBN: 1-4020-3726-0
380 páginas

La radiación ultravioleta es una parte importante del espectro electromagnético, ya que los fotones tienen suficiente energía como para producir importantes reacciones químicas en las atmósferas de los planetas y satélites de nuestro Sistema Solar, afectando así a la transmisión de esta radiación hacia el suelo y a sus propiedades físicas. Los científicos han usado diferentes técnicas (globos y cohetes) para acceder a la información contenida en esta radiación, pero ser pionero en esta nueva frontera no ha estado exento de riesgos.

El Sol es nuestra principal fuente de radiación UV, y su descripción abarca los dos primeros capítulos del libro. La Tierra es el único lugar conocido en el que existe vida en un sistema planetario y, por lo tanto,

donde se puede poner a prueba la interacción de organismos vivos de distintas especies y en distintas épocas con la radiación UV. El desarrollo de la tecnología humana ha afectado al escudo natural de ozono que protege a las formas de vida complejas frente al daño producido por la radiación UV.

En el libro se describe la formación del agujero de la capa de ozono y sus consecuencias, así como la posible contribución de la radiación UV a recientes cambios climáticos. Por último, se trata el papel potencial de la luz ultravioleta en el desarrollo de vida en cuerpos como Marte, Europa y Titán.

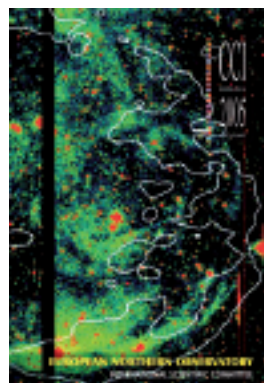
El Sistema Solar no está aislado; otras fuentes externas pueden contribuir al aumento de la radiación UV en nuestro entorno. Se describe la influencia de sucesos como supernovas cercanas y explosiones de rayos gamma, junto con las consecuencias que estos tienen para la vida terrestre.

Es un libro escrito especialmente para astrónomos, astrofísicos, astrobiólogos, geofísicos, meteorólogos, físicos medioambientales y estudiantes de ciencias naturales.



Memoria Anual

El IAC ha editado, en papel y en CD-Rom, la Memoria correspondiente al año 2005, donde se recoge la actividad anual del Consorcio Público IAC en todas sus áreas, así como la labor realizada en el campo de la divulgación. Se puede acceder a ella desde <http://www.iac.es/memoria/2005/iac.htm>.



CCI Annual Report

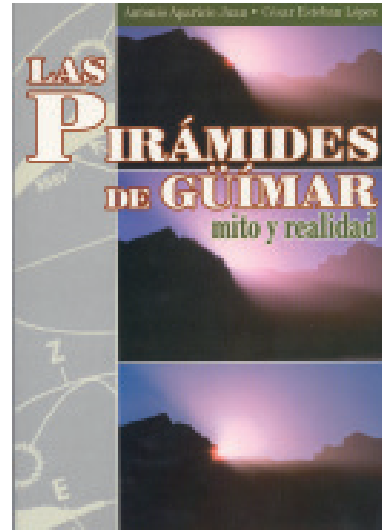
La Secretaría del Comité Científico Internacional (CCI) de los Observatorios de Canarias, radicada en el IAC, ha publicado el informe anual correspondiente al año 2005, cumpliendo así una de las funciones establecidas en el Protocolo de Acuerdo de Cooperación en Materia de Astrofísica, firmado en 1979. Se puede acceder a él desde <http://www.iac.es/gabinete/cci/anual.htm>

Las Pirámides de Güímar. Mito y realidad

El libro presenta un análisis con base científica de lo que se sabe y lo que se ignora sobre las Pirámides de Güímar, aportando una hipótesis plausible sobre el origen.

El contenido del libro puede dividirse en tres partes. En la primera, que corresponde al capítulo 1, se hace una breve presentación a nivel de divulgación general y a modo de introducción, de lo que es la ciencia, el método científico y la diferencia entre ciencia y pseudociencia.

La segunda parte abarca los capítulos 2 al 5 y presenta de forma ordenada y exhaustiva una crónica de los acontecimientos que, desde el inicio de la década de los noventa, han llevado a las Pirámides de Güímar del olvido al lugar que ocupan en la actualidad. Esta parte incluye desde las cuestiones sociales hasta los estudios científicos realizados sobre ellas, confrontados con otros planteamientos que se encuentran más en el ámbito de la especulación. Centrándonos en la parte científica, es claro para historiadores y arqueólogos que las pirámides fueron construidas hacia la mitad del siglo XIX como resultado de las limpiezas de terrenos que se realizaron en Canarias durante la explotación de la cochinilla. Por otra parte, las pirámides se diseñaron con unas marcadas orientaciones solsticiales, según muestran los estudios astronómicos realizados sobre ellas. Precisamente, la razón de estas orientaciones en el contexto histórico y social del siglo XIX no ha sido justificada hasta ahora. Éste es, a juicio de los autores, el único cabo que queda por atar sobre el origen de las pirámides. A él se dedica la última parte del libro, en la que se presenta una hipótesis alternativa y novedosa: que fue el simbolismo masónico el que movió a su diseñador a definir su situación y orientación. Se afianza, desde luego, la finalidad agrícola de las pirámides y su utilidad principal como resultado de la limpieza de terrenos. Es en la orientación astronómica y en su situación en la que habría intervenido la masonería. En la tercera parte del libro, que incluye los capítulos 6 al 8, se hace una breve reseña de la historia de la masonería en Canarias y de su simbolismo y se presentan las razones que llevan a los autores a concluir que esta institución estuvo involucrada en el diseño de las Pirámides de Güímar. El libro se completa con varios apéndices en los que se reproducen los



Título: *Las Pirámides de Güímar*
Autores: Antonio Aparicio Juan y César Esteban López
Edita: Centro de la Cultura Popular Canaria
ISBN: 84-7926-510-8
152 páginas

principales trabajos astronómicos de los autores sobre las Pirámides de Güímar, traducidos, en su caso, al español. Se pretende, de esta manera, poner a disposición de los lectores un material de base en la comprensión de los problemas planteados por estas construcciones que, hasta ahora, ha sido sólo accesible a los especialistas.

«Astrofísica en La Palma»

Desde agosto de 2005 y hasta el primer semestre de 2006 se han editado tres números del boletín digital «Astrofísica en La Palma», una iniciativa del IAC que nació con el fin de informar puntualmente de las actividades que el Instituto desarrolla en la Isla así como de la actividad e investigación generadas en torno a las instalaciones astronómicas del Observatorio del Roque de los Muchachos, en el municipio de Garafía, y del Centro de Astrofísica de La Palma (CALP), en el de Breña Baja. Se trata de un boletín de carácter divulgativo que permitirá conocer mejor la repercusión positiva de estas instalaciones astrofísicas en la población palmera.

Pueden visitarlo en <http://www.iac.es/boletinpalma>.



Noticias del Sistema Solar

Alguien dijo alguna vez que no hay nada más viejo que el periódico del día anterior. La prensa diaria tiene su fortaleza en esa levedad, se nos hace vieja pronto pero renace cada día con el café con leche. Como en la metáfora temporal del río uno se sumerge todas las mañanas en un mismo periódico aunque las noticias que lo perturben sean diferentes cada día. Existen sin embargo unas pequeñas islas con voluntad de permanencia, llevan implícitas la posibilidad y el deseo de ser recortadas y guardadas, no con el ánimo de avivar un fuego o envolver unos zapatos, sino de reencontrarlas después, quizás de una forma azarosa y no premeditada. Nos traen noticias pero están previamente degustadas, sentidas y comentadas, como si le hubiéramos dado el periódico a un buen amigo y le pidiéramos que nos lo contara. Por eso, en las columnas, uno busca al compañero fiel, al cómplice, a aquél que sabe darle el tono que llega a tus oídos y abre perspectivas nuevas dónde otros sólo ven manidas palabras.

Esperanza y Alberto forman parte de esta extirpe de relatores a quienes muchos lectores habrán esperado cada semana, tras el periódico mexicano «Síntesis», para conocer y divertirse, para compartir su conocimiento y pasión por la Astronomía. Yo me las perdí, pero el «Fondo de Cultura Económica» ha realizado una interesante y útil labor de recopilación, imprimiendo las columnas que aparecieron en este periódico sobre el Sistema Solar en un mismo volumen de su colección «La Ciencia para todos».

El libro contiene 29 capítulos, correspondientes a otras tantas columnas periodísticas, y un epílogo dónde se apunta la existencia de otros sistemas planetarios orbitando alrededor de otras estrellas. Desde el nacimiento de la era de los viajes espaciales, el estudio de nuestro Sistema Planetario ha sufrido continuas convulsiones en las que todavía estamos inmersos. No es lo mismo observar Marte a través de un buen telescopio, aunque este esté en órbita, que mandar un robot a la superficie marciana para que realice medidas «in situ». Otras misiones espaciales se han posado, orbitado o acercado a la mayoría de los cuerpos mayores del Sistema Solar y a un gran número de cuerpos pequeños. Esto ha cambiado completamente nuestra visión del sistema planetario donde se encuentra la Tierra, o mejor dicho, no tenemos por ahora una única visión del Sistema Solar, sino un conjunto de piezas cada vez más numerosas y detalladas de un rompecabezas, cuyo manual de uso tenemos que descubrir, y posteriormente armar. Estamos rodeados de señales, pero un poco perdidos.

De todo esto trata este libro, pero con un tono singular. Uno habrá podido leer las noticias que aparecieron en los periódicos del mundo acerca de estos descubrimientos, incluso, estoy seguro, que muchos hemos comprado y leído interesantes monografías recopilando los descubrimientos más recientes y exponiendo las teorías más al uso.



Título: *Del Sol a los confines del Sistema Solar*
Autores: Esperanza Carrasco Licea y Alberto Carramiñana Alonso
Edita: Fondo de Cultura Económica
Colección: La Ciencia para todos, nº 208
ISBN 968-16-7565-7
120 páginas

Pero faltaba la noticia comentada, la píldora racional que apuntara líneas de pensamiento más que lista de datos y descubrimientos. Este libro nos ofrece ese punto de vista, perfilado por dos astrónomos del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica de Puebla (México) que aúnan una importante labor investigadora y académica con la pasión por difundir la Astronomía y una clara habilidad para realizar esta tarea.

EMILIO J. ALFARO
Astrónomo del Instituto de Astrofísica
de Andalucía (CSIC)
y Vicepresidente de la SEA

DIVULGACIÓN

«AULA 2006»

Como en años anteriores, el IAC estuvo presente en el Salón Internacional del Estudiante y de la Oferta Educativa «Aula 2006», del 8 al 12 de marzo. El IAC mostró en esta feria, a través de material expositivo y del asesor científico del Gabinete de Dirección, Luis Cuesta, su oferta educativa y de divulgación.



Imágenes de AULA 2006 y de los materiales del IAC en ella.
Fotos: Luis Cuesta (IAC)

«Astrofotografía: Un paseo por el Cosmos»



Entre el 27 de enero y el 12 de marzo, el Museo de la Ciencia y el Cosmos acogió la exposición «Astrofotografía: un paseo por el Cosmos», de Luis M. Chinarro, observador astronómico del Observatorio del Teide, del IAC.

La muestra pretendía acercar al visitante a las maravillas del firmamento, y le invitaba a contemplar el inmenso reino natural del que nació nuestro planeta hace unos cinco mil millones de años. En cuarenta espectaculares fotografías se podían contemplar objetos como nuestra Luna, a «tan sólo» 385.000 km de distancia, o viajar hasta la galaxia NGC1300, a ¡¡¡700 trillones!!! de km de nosotros. Este paseo por el Cosmos estaba guiado por textos explicativos intercalados entre las fotografías.

Diseño de cartel: Miriam Cruz.

«CANARIAS INVESTIGA»



El IAC estuvo presente en la exposición «Canarias Investiga», del 17 al 19 de mayo, que se enmarca en la Feria de la Juventud Canarias 2006, organizada por la Dirección General de Juventud del Gobierno de Canarias en Las Palmas. Esta exposición presentaba a las nuevas generaciones algunos de los avances de investigación y tecnológicos logrados en las islas con el fin de fomentar el interés por la ciencia y la tecnología. Como representante del IAC estuvo el astrofísico Luis Cuesta, del Gabinete de Dirección.

EXPOSICIÓN: «Cosmocolor» en Tegueste

El 3 febrero, en la Casa Prebendado Pacheco de Tegueste, tuvo lugar la inauguración de la exposición fotográfica “COSMOCOLOR”, organizada por la Concejalía de Educación y Cultura del Ayuntamiento de la Villa de Tegueste con la colaboración del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Al acto asistieron, por parte de este Ayuntamiento, su alcalde, Vidal Suárez Rodríguez, su concejala de Educación y Cultura, M^a de los Remedios de León Santana, y el resto de los miembros de la Corporación. Por parte del IAC acudieron su director, Francisco Sánchez Martínez, y el jefe de Gabinete de Dirección, Luis A. Martínez Sáez.

La exposición COSMOCOLOR del IAC pudo verse en noviembre de 2005 en el Palacio Salazar de Santa Cruz de La Palma con motivo de la “Semana de la Ciencia y la Tecnología 2005”. Se trata de una exposición que rotará por los distintos municipios de la Isla interesados en este tipo de actividades. En ella se han seleccionado algunas de las mejores fotografías del cielo obtenidas por los astrónomos aficionados que participaron en “Fotocósmica



2004”, concurso organizado por el IAC y financiado por el Programa de Difusión y Divulgación Científica y Técnica del Plan Nacional de I+D+I del Ministerio de Educación y Ciencia, con el fin de crear el Banco de Imágenes Astronómicas (BIA) para la divulgación de la Astrofísica.

Los astrónomos aficionados disponen de una gran cantidad de imágenes muy valiosas y de gran calidad. El BIA pretende sumar estas imágenes a las de los centros de investigación, de manera que se convierta en un recurso completo, útil y accesible para centros de enseñanza, medios de comunicación, investigadores y público en general.

A la izquierda, cartel de la exposición. Diseño: Gotzon Cañada. Arriba, momentos de la inauguración, con Vidal Suárez Rodríguez, Alcalde del Ayuntamiento de Tegueste, y M^a de los Remedios de León Santana, concejala de Educación y Cultura, como representantes de la Corporación, junto con Francisco Sánchez, Director del IAC, y Eric Stengler, Subdirector del Museo de la Ciencia y el Cosmos. Fotos: Iván Jiménez e Inés Bonet (IAC)

DIVULGACIÓN



En el entorno de la Plaza de San Marcos, durante los días que duró la muestra -a la que acudieron, entre otros, más de 500 escolares de distintos centros del municipio-, también estuvo presente la “Cosmoneta” del Museo de la Ciencia y el Cosmos, perteneciente al Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife. Éste es un vehículo especialmente equipado para acercar los contenidos de la ciencia, a través de experimentos, demostraciones y guiñoles, a escolares y a todas aquellas personas interesadas en pasar un rato divertido aprendiendo.



MANUEL VÁZQUEZ

- «Causas naturales de los cambios climáticos» (21/02). En Curso «Clima y el cambio climático». Sede Ibercaja, Zaragoza.

- «La acción del Ser Humano sobre el clima terrestre» (28/02). En Curso «Clima y cambio climático». Sede Ibercaja, Zaragoza.

- «El cambio climático» (15/05). En VI Semana de Difusión Popular de la Química. Casino Santa Cruz, 15 de mayo.

FEDERICO DE LA PAZ

- «Protección de la Calidad del Cielo de Canarias» (07/03). En TNT servicios de Ingeniería, para estudiantes de Ingeniería. La Laguna.

- «Protección de la Calidad del Cielo de Canarias» (15/03). En Fábrica de Soelec (Empresa de iluminación),

para ingenieros y técnicos municipales. Madrid.

CÉSAR ESTEBAN Y ANTONIO APARICIO

- «Las Pirámides de Güímar: mito y realidad» (24/03). En Museo de la Ciencia y el Cosmos. La Laguna.

LUIS A. MARTÍNEZ SÁEZ

- «El Instituto de Astrofísica de Canarias y la divulgación científica» (30/03). En VIII Ciclo de Conferencias «Presente y Futuro de la Ciencia y la Tecnología». Centro de Arte Contemporáneo del Ayuntamiento de Málaga.

- El IAC y la divulgación científica» (junio). En el Máster de Comunicación Científica, Médica y Medioambiental del Instituto d'Educació Contínua de la

Universidad Pompeu Fabra de Barcelona.

IGNACIO GARCÍA DE LA ROSA

- «Os limites do Universo» (03/05). Escola Estadual Dr. Eduardo Vaz. Embú, Sao Paulo, Brasil.

INÉS RODRÍGUEZ HIDALGO Y ERIK STENGLER

- «El 13 en la Ciencia» (13/05). Museo de la Ciencia y el Cosmos, con motivo de su XIII Aniversario.

DAVID MARTÍNEZ DELGADO

- «Amenazas del cielo» (09/06). Colegio Buen Consejo, La Laguna.

JOHN BECKMAN

- «Canibalismo Galáctico» (15/06). En la Semana Astronómica de Almería. Teatro Apolo, Almería.

DOCUMENTAL:

“Cielo, mar y tierra de Canarias”

La Televisión Autónoma de Canarias emitió “Cielo, Mar y Tierra de Canarias”, un documental de divulgación científica, de 40 minutos, que ofrece un paseo por estos tres entornos combinando la infografía 3D de última generación, imágenes aéreas, imágenes submarinas, tomas con grúa y steady-cam.

La calidad de los cielos de Canarias para la observación astronómica, las poblaciones estables de cetáceos en sus aguas y la existencia de lagartos gigantes en sus montes, son algunos de los temas incluidos en este trabajo que, además, es la última apuesta audiovisual de la plataforma de divulgación científica CANARIAS INNOVA, liderada por el IAC.

Esta producción del IAC, que ha contado con el apoyo del Ministerio de Educación y Ciencia, el Gobierno de Canarias y la Televisión Autónoma de Canarias, ha sido posible tras 24 meses de trabajo, con grabaciones por las siete islas, incluyendo los cuatro Parques Nacionales del archipiélago, y gracias a la colaboración de casi medio centenar de personas, así como de más de una treintena de instituciones canarias y empresas, como Sol-Meliá en Canarias y Fred Olsen.

CANARIAS INNOVA nació en el año 2000 como iniciativa conjunta del IAC y de Radio Nacional de España en Canarias con el objetivo de divulgar, a

través de un programa de radio, la ciencia y la tecnología que se realiza en las Islas. Pero a la sombra de este espacio radiofónico dominical, y en sus más de cinco años de existencia, han nacido otros productos, como exposiciones, CD-ROM, vídeos, página Web, concursos y proyectos como el documental que ahora se presenta.

Gracias a Internet, es posible acceder a todos sus proyectos desde cualquier punto de la red, y al archivo completo de programas radiofónicos desde sus inicios.

A partir de abril de 2006, el documental se ha distribuido también en formato DVD entre los centros escolares de Canarias y otras entidades públicas para favorecer una mayor difusión.

Más información:

<http://www.canariasinnova.es>

«Plutones y Carontes en el Cinturón Transneptuniano: ¿es Plutón el noveno planeta?»

JAVIER LICANDRO (ING)

FECHA; 19/05/06

LUGAR: Palacio de Salazar de Santa Cruz de La Palma

Con motivo del Congreso Internacional de Astrofísica celebrado en Los Cancajos, organizado por el Grupo de Telescopios Isaac Newton.

Desde su descubrimiento en 1930, Plutón ha sido considerado el noveno planeta del Sistema Solar. Sin embargo, los astrónomos siempre lo han considerado un planeta diferente debido a sus reducidas dimensiones y a su particular órbita, sobre todo, cuando se compara con el resto de los planetas del Sistema Solar y más concretamente con los cuatro planetas más alejados.

En 1978 se descubrió una luna satélite, Caronte, de aproximadamente la mitad del diámetro de Plutón. Este descubrimiento cambió la visión de Plutón como un planeta aislado a considerarlo un sistema planetario doble Plutón-Caronte.

A partir de la década de los años 80 y más particularmente en los años 90, se consolida la teoría de que Plutón era el objeto mayor de un grupo de millones de objetos helados, progenitores de los cometas, que se encontrarían más allá de Neptuno, o en la región transneptuniana. Esta teoría se ha confirmado recientemente con el descubrimiento de varios objetos de tamaño similar, o incluso superior, al de Plutón, y con características físicas parecidas, poniendo en entredicho la consideración de Plutón como el noveno planeta del Sistema Solar.

Javier Licandro expuso en su charla las características de Plutón, Caronte y los objetos transneptunianos recientemente descubiertos, y dio su particular visión sobre la naturaleza de los mismos. Este investigador se doctoró en Astrofísica por la Universidad de La Laguna y el IAC con una tesis sobre las propiedades físicas de los cometas. Trabajó en el Telescopio Nazionale Galileo y, desde 2002, como astrónomo de soporte del Grupo de Telescopios Isaac Newton. Su campo de investigación es el estudio de las propiedades de la superficie de los objetos transneptunianos. Ha publicado varios artículos sobre estos objetos. A comienzos del presente año demostró que un objeto transneptuniano descubierto en 2005 y conocido como 2005 FY9 tiene propiedades superficiales y tamaño similar a Plutón, siendo por lo tanto un firme candidato a poseer atmósfera.



Visita de Federico García Moliner

El Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 1992, Federico García Moliner, visitó el pasado mes de mayo el Observatorio del Roque de los Muchachos (Garafía, La Palma). Acompañado de Pedro Álvarez, director de GRANTECAN, y de Juan Carlos Pérez Arencibia, Administrador del Observatorio, pudo conocer las instalaciones del Gran Telescopio CANARIAS (GTC).





Diseño: Miriam Cruz.

II CURSO INTERDISCIPLINAR DE ASTROBIOLOGÍA: DEL MITO A LA CIENCIA

La astrobiología es una ciencia joven, interdisciplinar, emergente -a pesar de que sus raíces pueden rastrearse muy atrás en la historia- y realmente audaz porque su objeto de estudio, la vida fuera de la Tierra, no está claro que exista. A pesar de ello, la NASA creó en 1998 el Astrobiology Institute, que ha sido determinante en la consolidación de esta nueva ciencia. Pero, lamentablemente, la búsqueda de vida extraterrestre ha sido banalizada con tanta frecuencia que la gente suele oscilar entre un completo escepticismo y la credulidad más absoluta. Probablemente, de conocer que las condiciones que requiere la vida no son, en absoluto, frecuentes en el espacio y que la vida que mejor puede adaptarse a un medio inhóspito no es, precisamente, el ser humano u otros seres análogos a él, sino los organismos más sencillos, la visión que se tendría de los posibles seres extraterrestres divergiría, y mucho, de la actual.

El Museo de la Ciencia y el Cosmos del Cabildo de Tenerife acogió, entre los días 11 y 17 de enero, la segunda edición del curso interdisciplinar «Astrobiología: Del mito a la ciencia». El curso, coordinado por Ricardo Campo Pérez, constó de cinco conferencias impartidas por investigadores del IAC y de la Universidad de La Laguna y era convalidable por 1 crédito universitario.

- “Condiciones de habitabilidad de un planeta”. MANUEL VÁZQUEZ (IAC).
- “Planetas extrasolares”. ROI ALONSO (IAC).
- “¿Dónde están? La búsqueda de seres inteligentes en el Universo y la Paradoja de Fermi”. CÉSAR ESTEBAN (IAC/ULL).
- “Extraterrestres: de los antiguos griegos a los ‘platillos volantes’. La idea de pluralidad de mundos habitadas”. RICARDO CAMPO (ULL).
- “Los alienígenas en la ciencia ficción”. HÉCTOR CASTAÑEDA (IAC).



CIENCIA Y PSEUDOCIENCIA 2006

Organizado en el marco de los cursos interdisciplinares 2006 del Vicerrectorado de Extensión Universitaria de la Universidad de La Laguna, el curso «Ciencia y pseudociencia 2006», celebrado en la Facultad de Psicología, contó con la participación de varios investigadores del IAC. Como en años anteriores, el curso estuvo dividido en dos módulos, uno titulado «Un panorama de la Ciencia contemporánea» (del 16 de marzo al 8 de abril) y otro titulado «El individuo, la sociedad y las pseudociencias» (del 20 de abril al 12 de mayo).

- «¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?». INÉS RODRÍGUEZ HIDALGO (IAC/ULL) (16/03)
- «¿Estamos cambiando el clima». MANUEL VÁZQUEZ (IAC). (21/03)
- «El origen del Universo». BASILIO RUIZ COBO (IAC/ULL). (30/03)
- «Historias de Marte». MANUEL VÁZQUEZ (IAC). (30/03)
- «La comunicación de los resultados científicos». RAMÓN J. GARCÍA LÓPEZ. (IAC/ULL).(06/04)
- «Pirámides de Güímar: realidades y mitos». CÉSAR ESTEBAN LÓPEZ (IAC/ULL) (04/05).
- «Astrología para incrédulos ». INÉS RODRÍGUEZ HIDALGO (IAC/ULL) (09/05)

PREMIOS

Francisco Sánchez, "Commendatore" de la Orden de la "Stella della Solidarietà Italiana"



De izquierda a derecha, el Cónsul General de Italia en Madrid, Sergio Barbanti, el Director del IAC, Francisco Sánchez, y el Cónsul en Santa Cruz de Tenerife, Silvio Pelizzolo.

El Presidente de la República Italiana, Carlo Azeglio Ciampi, concedió la condecoración de "Commendatore" de la Orden de la "Stella della Solidarietà Italiana" al Director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Francisco Sánchez. Esta Orden otorga sus condecoraciones a personas que se distinguen por sus méritos personales y que además han mostrado especial amistad y colaboración activa con Italia.

En este caso se reconoce el valor de la colaboración en el campo de la Astrofísica entre Italia y Canarias, especialmente entre el Instituto de Astrofísica de Canarias y el I'Istituto Nazionale di Astrofísica (INAF), que se ha hecho efectiva a través del Telescopio Nazionale Galileo (TNG), perteneciente a Italia y situado en el Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma, y del telescopio solar THEMIS, un consorcio francoitaliano, instalado en el Observatorio del Teide, en Tenerife. Esta colaboración ha permitido, también, un frecuente intercambio de estudiantes, becarios e investigadores entre Italia y Canarias.

La entrega de la condecoración tuvo lugar el lunes 20 de marzo, en un acto celebrado en la Nueva Sede del Consulado General de Italia en Santa Cruz de Tenerife, por el Cónsul General de Italia en Madrid. Al acto también asistieron el jefe del Gabinete de Dirección del IAC, Luis A. Martínez, los astrofísicos del IAC Luis Cuesta y Lucio Crivellari, y Adriano Ghedina, coordinador técnico de la Fundación Galileo Galilei del INAF, que gestiona el TNG del Observatorio del Roque de los Muchachos.

Ganadores del Concurso «Física en tu casa»

Los ganadores del concurso "Física en tu casa" de 2005, convocado por la FECYT, visitaron la sede central del IAC, en La Laguna, y el Observatorio del Teide, en Tenerife, los pasados 10 y 11 de marzo, respectivamente. También, como parte del programa de visitas organizado por el IAC, visitaron las Cañadas del Teide, el Loro Parque de Tenerife y el Museo de la Ciencia y el Cosmos.

Los premiados del concurso fueron:

COLEGIO DE MADRID

Profesora: Carmen Sancho López.

Alumno: Héctor Sebastián Vaquero Benito.

COLEGIO DE MURCIA

Profesora: Encarnación Pardo Matas.

Alumnos: Nuria del Pilar Álvarez Belchi, Roberto Cisneros Calero, Noelia Sánchez Martínez, Wilson Giovanni Astudillo Rivas, Ángel David Rodríguez Jiménez y Natalia Sanz Serrano.



Fotos de la visita de los ganadores al Instituto de Astrofísica, en La Laguna, y al Observatorio del Teide, en Tenerife.
Fotos: Luis Cuesta (IAC).

Ganadores del Concurso de Astronomía «Fernando Cabrera»

El pasado 25 de mayo tuvo lugar el acto de entrega de los Premios del Concurso de Astronomía «Fernando Cabrera», un certamen creado en 2005 por el Cabildo Palmero y la Agrupación Astronómica Isla de La Palma en homenaje al joven científico fallecido en 2001. La finalidad de este concurso es fomentar la afición por la Astronomía entre los más jóvenes y está dirigido a alumnos de Primaria, Secundaria o Ciclo Formativo de Grado Medio y Bachillerato o Ciclo Formativo de Grado Superior. Los alumnos de Primaria concursan con dibujos o murales y el resto con trabajos de redacción.

Se han premiado los tres mejores trabajos de cada una de las categorías, cuyos autores han recibido telescopios, prismáticos y diverso material astronómico; además, los jóvenes han realizado una visita al Observatorio del Roque de los Muchachos y a algunos de sus telescopios; finalmente, la Agrupación de Astrónomos Aficionados de La Palma ha premiado a los jóvenes con dos sesiones prácticas de observación, tanto diurna como nocturna, a través de telescopios de la agrupación palmera.

El jurado ha estado constituido por miembros de las entidades colaboradoras: Cabildo Insular de La Palma, CajaCanarias, Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), Centros de Formación del Profesorado, Universidad Nacional a Distancia (UNED) y Agrupación Astronómica Isla de La Palma (AAP).

FERNANDO CABRERA

Nació en Santa Cruz de La Palma en 1969. Tras una niñez normal, una enfermedad lo llevó a utilizar silla de ruedas y muletas. Pero su afán de superación y sus ganas de vivir hicieron que realizara los primeros años de estudios de la licenciatura de Físicas en el centro asociado de la UNED en La Palma, para luego hacer la especialización de Astrofísica en la Universidad de La Laguna, donde recibió el premio extraordinario de licenciatura. Posteriormente fue seleccionado para realizar la tesis doctoral en el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) como astrofísico residente, demostrando su gran capacidad de análisis de datos procedentes de diversos telescopios, además de desarrollar proyectos de investigación y soporte de software astronómico. Fue uno de los fundadores de la Agrupación Astronómica de La Palma y falleció en 2001 a la edad de 32 años.



PREMIADOS

Bachillerato:

Primer Premio: “El mágico mundo del cielo”, por Noelia Abreu y Davinia Lorenzo, del IES Virgen de Las Nieves.
Segundo Premio: “Mi vida en Marte”, por Giovanni Cabrera, del IES Virgen de Las Nieves.
Tercer Premio: “La evolución estelar”, por Jorge Cabrera, del IES Virgen de Las Nieves.

Secundaria:

Primer Premio: “Los agujeros negros”, por Fátima Cabrera, (Santo Domingo).
Segundo Premio: “El origen del nombre de los planetas”, por Cristina García (Santo Domingo).
Terceros Premios: “La astronomía solar”, por Eduardo Lorenzo (CEO Juan XXIII); “Historia de la Astronomía en La Palma”, por Yéssica González y Mariela Concepción (CEO Juan XXIII).
Accésit: “La Luna”, por Paco Balthasar Hobi (Santo Domingo).

Primaria:

Primer Premio: Paula Álvarez (Colegio Santo Domingo).
Segundo Premio: Marina Blázquez (Colegio Santo Domingo).
Terceros Premios: María Fernández, Laura Pérez, Alejandra Figueroa y Celia Martínez (Colegio Santo Domingo).

Enlaces de interés y fotografías:
www.astrolapalma.org

Los jóvenes premiados en el Concurso de Astronomía «Fernando Cabrera», recogiendo el Premio y de visita a las instalaciones del GTC, en el Observatorio del Roque de los Muchachos (La Palma).

LA REALIDAD DE LA FICCIÓN



Héctor Castañeda
(IAC)

Destrucciones planetarias

No hay arte como el cinematográfico, capaz de crear nuevos mundos alternativos, sólo limitado por la imaginación de sus creadores. Pero, tal como dijo Pablo Picasso, «el arte es la mentira que nos hace comprender la verdad». La intención de esta sección es llamar la atención sobre aquellos momentos en que una buena recreación de la realidad nos provee, de manera inadvertida, de un mayor conocimiento científico.

Nada parece más seguro que la tierra donde pisamos. Sin embargo, Hollywood, en su incesante búsqueda de desastres, no nos permite gozar de esa tranquilidad y periódicamente nos recuerda que nuestro mundo puede ser reducido a trozos de roca flotando en el espacio. La raza de los vogones, en *La Guía del autoestopista galáctico* (2005), destruye la Tierra para dejar paso a una ampliación de caminos en la Galaxia. Los llamados Drejs de *Titán A.E.* (2000) dejan a los humanos sin un hogar de manera expeditiva. Y, en una galaxia muy, muy, lejana, es claro que no es una buena idea tener un Imperio Galáctico como enemigo, como bien descubren los habitantes de Alderaan, primeros sujetos en la demostración práctica del poder de la Estrella de la Muerte en *La guerra de las galaxias* (1977).

El último recordatorio al sufrido público de lo cruel que puede ser el Universo son las imágenes antes del título en *Superman. El Retorno* (2006). En el comienzo de la película se ve a Kryptón, el planeta natal del héroe, orbitando alrededor de lo que parece ser una estrella gigante roja. Se produce una pausa, tras la cual la estrella parece colapsar para luego explotar como una supernova, reduciendo el planeta natal de Superman a escombros en el espacio.

La imagen es impactante, pero no acertada desde el punto de vista astronómico. Ocurre que la masa de una estrella define la duración de su vida en el Universo y su destino final. El destino del Sol, una estrella de masa mediana, es transformarse en una gigante roja, engullendo a los planetas interiores del Sistema Solar, hasta que luego de un proceso de pérdida de sus capas exteriores por el viento solar, quede reducida a su núcleo, un tipo de objeto llamado *enana blanca*, pero sin explotar.

Una estrella masiva es probable que acabe sus días como una *supernova*. En el interior de la estrella, la fusión nuclear produce elementos más pesados que el hidrógeno, hasta llegar al hierro. La estrella en ese momento colapsa, creando

elementos aún más pesados y dispersándolos por el espacio, para formar no sólo nuevas estrellas, sino también planetas y, si hay fortuna, los ingredientes químicos que darán origen a la vida. Los astrónomos llaman *nova* a la explosión en la superficie de una estrella que no la destruye, mientras que *supernova*, con un brillo un millón de veces más intenso, es el momento en el que la estrella muere. Es interesante hacer notar que la estrella se expande antes de explotar, pero para formar una supergigante roja. Ese debería ser el tipo de estrella que orbitaba Kryptón.

Ahora bien, si el sol de Kryptón explota, significa que se está comportando como una estrella masiva, del orden de más de veinte masas solares. Pero esas estrellas tienen un tiempo de vida breve, del orden de millones de años. Para que la vida exista en un planeta, se espera que éste orbite alrededor de una estrella con condiciones físicas estables durante miles de millones de años que permitan el inicio de la vida y la evolución de las especies y que den una oportunidad a la aparición de vida inteligente. Todo esto es muy poco probable si ese planeta orbita alrededor de una estrella cuya vida sólo será unos pocos millones de años.

En la escala temporal de la estrella, nada de eso puede haber pasado. Puede ser que el ritmo de la evolución sea más rápido en Krypton, o bien que la raza que lo habita se haya originado en otro planeta. Pero esas son explicaciones que seguramente los guionistas no tuvieron en cuenta.

Quedan otras cuestiones astronómicas que nos plantea ese comienzo de Superman. Por ejemplo, en la versión original, Jor-El predecía la explosión de la estrella. Gesta poco probable,



LA REALIDAD DE LA FICCIÓN

puesto que la astronomía puede indicar si una estrella es candidata para ser supernova, pero en absoluto predecir el momento de su explosión (todas las supernovas descubiertas lo son después de su detonación). Otro aspecto interesante es que, aparte de los problemas éticos asociados, la destrucción de un planeta se puede entender como un método drástico de redistribución de su masa. La destrucción del planeta puede afectar, por supuesto, las órbitas de otros planetas del sistema planetario, así como también crear el equivalente a basura espacial que puede hacer muy peligroso orbitar cerca del planeta.

Pero la pregunta más importante es si podría esa explosión destruir un mundo como Kryptón. Asumiendo que es un planeta de la masa de la Tierra, podemos demostrar que la energía necesaria para poder destruirlo completamente, equivalente a enviar su masa a un punto donde no se pueda volver a formar ese planeta, es del orden de la que emite el Sol durante una semana. Una supernova libera en un instante un billón de veces esa energía, con lo que resulta asegurado

su triste final. Lo que ocurriría con el planeta es motivo de discusión. Algunos astrónomos sostienen que la energía liberada produciría una ablación, un calentamiento del planeta hasta que se transformara en vapor, en vez de los trozos de roca que se transforman en kryptonita. Un escenario algo inconveniente para la historia posterior de Superman (¿pues cuál sería entonces el talón de Aquiles del superhéroe?), pero más acorde con la realidad.

LA JERGA DE LAS ESTRELLAS

El hilen o ylem de Gamow



Carmen del Puerto (IAC)

George Gamow nació el 4 de marzo de 1904 en Odessa (Ucrania) y murió el 19 de agosto de 1968 en Boulder (Colorado, EEUU). Con *Mr. Tompkins in Wonderland* (1939) inició la publicación de una famosa serie de divulgación y, en 1956, recibió el Premio Kalinga de la UNESCO por su contribución a la divulgación científica. Era muy conocido por su sentido del humor, lo que muchas veces dañaba su credibilidad científica. Firmó un artículo de cosmología insertando el nombre del físico Hans Bethe entre el suyo propio -George Gamow- y el del primer autor, Ralph Alpher, y cuentan que propuso a su otro colaborador, Robert Hermann, que cambiara su apellido por Delter, con el propósito de que estos apellidos formaran las cuatro primeras letras del alfabeto griego. (Hermann dignamente rehusó tal proposición).

En 1948, Gamow y sus colaboradores elaboraron una teoría cosmológica que predecía la existencia, en el campo de las ondas radioeléctricas, de una radiación térmica de origen cósmico consecuencia de una explosión termonuclear situada en el origen del Universo. Gamow sugirió que, en esa época, el Universo consistía en una sustancia primordial a la que llamó *hilen* o *ylem* (palabra griega para «materia primordial» derivada del griego *hyle*, que significa «madera» o «materia»). El *hilen* o *ylem* era un gas de neutrones extremadamente caliente (diez mil millones de grados). Gamow se refiere a ello en su libro *La Creación del Universo*¹:

En tales condiciones extremas, se establecerá una especie de equilibrio dinámico: la progresiva desintegración de los neutrones ($n \rightarrow p+e$) será compensada por la construcción de nuevos neutrones mediante el proceso inverso, choques de protones y electrones ($p+e \rightarrow n$). A esta mezcla primitiva de partículas nucleares le llamaremos hilen, resucitando un término desusado

que, según el *Diccionario de Webster*, significa «la primera sustancia a partir de la cual se supone que se formaron los elementos».

En este libro, Gamow, que fue alumno del físico y matemático ruso Alexander Friedmann, defiende la teoría del Universo en expansión e incluye los argumentos en pro y en contra de las dos hipótesis cosmogónicas; la del *Big Bang*, que Gamow comparte y que también llama *hipótesis del comienzo*, y la del *Universo en Estado Estacionario*.

NOTAS

¹ Gamow aclara en el prefacio de la edición revisada de agosto de 1960 que, en vista de las objeciones suscitadas por algunos críticos en relación con la palabra «creación», el autor entiende este término no en el sentido de «hacer algo a partir de la nada», sino más bien en el de «dar forma a algo que no la tenía», como, por ejemplo, en la expresión «la última creación de la moda parisina».

GAMOW, George. *La creación del Universo*. Trad. por Manuel Pérez Sama. RBA Editores (Biblioteca de Divulgación Científica de *Muy Interesante*). Barcelona, 1993 (e.o. 1952). Págs. 11-12.

AstroCultura

A la sombra de una metáfora

Si miramos con retrospectiva la evolución de los lenguajes que abarcan la totalidad de las culturas de la Tierra, hasta aproximarnos al momento donde aquellos primeros primates desaventajados evolucionaron fenotípica y genéticamente hasta nosotros, encontraremos la dicotomía que se establece en torno al uso de la metáfora en la divulgación de la ciencia.

Las teorías más actuales de la psicología moderna nos argumentan que la manera en la que los seres humanos adquirimos el lenguaje no fue casual sino, por el contrario, derivada de un hecho circunstancial. *Grosso modo*, y sin entrar en detalles en las teorías de la cognición lingüística, se podría afirmar que la piedra angular de la estructura de nuestro lenguaje proviene del modo funcional del cerebro.

El cerebro humano –aunque perfectamente extensible hasta los primeros «homo sapiens» que nos preceden-, estableció y establece una entidad de sí mismo discernible del resto de elementos de la naturaleza que le rodean –exceptuando vías ambientales-, debido básicamente, al criterio de ordenación que establece para producir sus propias representaciones mentales.

Para poder adquirir una concepción lógica de todos los elementos de su entorno, examina, clasifica y cataloga de un modo desaforado, siendo incluso a veces, como sabemos, improductivo socialmente. La representación mental que el cerebro humano establece acerca de cualquier objeto de la naturaleza del mundo es, según los expertos, un sumatorio de todas aquellas redes neurales activas donde se albergan las pequeñas informaciones que se acumulan a lo largo del tiempo respecto de una persona, un objeto, un olor o una sensación. De alguna manera, recordar a alguien, aunque uno crea poder estar viendo su cara o escuchando su voz, en realidad solo está activando, «recopilando», pequeñas características almacenadas por todo el cerebro que, solo en su conjunto, evocan la sensación y el concepto de esa persona.

Esta es la explicación a tan frecuente situación de soñar que paseas con un amigo por la orilla de la playa, aunque estés visualizando a tu padre o a tu madre. La activación parcial o simultánea de la información de varios sujetos que entran en juego puede producir interferencias de esta clase.

Llegados a este punto parece inevitable inferir que, si la impresión precede a la expresión, el modo en que nuestro cerebro construye imágenes y asimila conceptos sobre la naturaleza circundante condiciona insoslayablemente nuestra manera de interpretarla. A lo sumo, y al menos a mi juicio poco concluyente, nos deberemos conformar con promedios estadísticos sobre «lo que la mayoría dice que es» o «lo que en general se piensa sobre». La interpretación mayoritaria prevalece temporalmente trazando modas, conductas y culturas.



Alberto Molino Benito
(Máster de Astrofísica ULL)



Fotografía: Gotzon Cañada

Si hablamos de ciencia, nos vemos obligados a admitir que todas las disciplinas científicas sin excepción, especialmente durante el último siglo, nos han enseñado que nuestra concepción del mundo que nos rodea ha dejado de ser intuitivamente predecible para convertirse en una entidad dinámica, cambiante y, en lo más profundo de sí misma, elementalmente indeterminada.

La humanidad, como beneficiaria de la actividad de la comunidad científica internacional, se encuentra frente a la necesidad de asumir la descripción de un universo ajeno e indisoluble con la mentalidad e intuición clásica arrastrada desde bien pasado el siglo XVII, con el surgimiento del pensamiento geométrico-ilustrado de la razón pura.

Una vez más, el ser humano pierde posición frente a su conocimiento del entorno. Le toca nuevamente observar, describir y reeducar su raciocinio y, lo que es aún más difícil, afrontar la hazaña de asumirlo e interiorizarlo.

Alguien de entre el público alzó tímidamente la mano, cogió el micrófono y, tras disculparse por la posible irrelevancia, le preguntó a un catedrático de Física teórica durante una conferencia: «Pero entonces, ¿las matemáticas se inventan o se descubren?». La respuesta de aquel catedrático fue bastante sencilla: «No lo sé – dijo esbozando una sonrisa –, y tampoco sabría cómo averiguarlo, pero algo me dice que se inventan porque las singularidades están solo en las teorías y no en los centros de las estrellas...»

describir la realidad de nuestra naturaleza es siempre tosca, aproximada, aunque bien parecida.

Yo me pregunto: ¿qué diferencia hay entre esa pareja de enamorados que a través de caricias se hacen sentir más próximos, el padre que ase fuerte con las manos a su hijo pequeño que lleva en hombros para que se sienta seguro y no tenga miedo, el pintor desbordado que busca desaforadamente colores y trazos que den reflejo y calmen lo que en ese instante siente, el economista que busca causalidades entre riqueza e inmigración mientras mira a través de la ventana de su oficina, el músico que escribe sobre líneas y líneas de algún pentagrama para conseguir depurar unos suaves compases, o el simpático astrofísico que trata de metaforizar que el Universo se comporta como un globo en expansión para que la gente le comprenda?, yo opino que ninguna.

Tanto esa pareja de enamorados, como el padre y su hijo, el pintor, el economista, el compositor como el simpático astrofísico, en el fondo, no saben realmente ni lo que es el amor, ni las emociones, ni los colores, ni los flujos económicos, ni la música ni el enrojecimiento de las galaxias. Tan solo y, de una manera íntima, saben que lo intuyen.

Me resulta especialmente oportuna la metáfora del ciego y el científico para aclarar mi argumentación. Al primero de los dos, debido a sus limitaciones naturales, le resulta imposible ver las cosas que le rodean tal y como «en realidad» son.

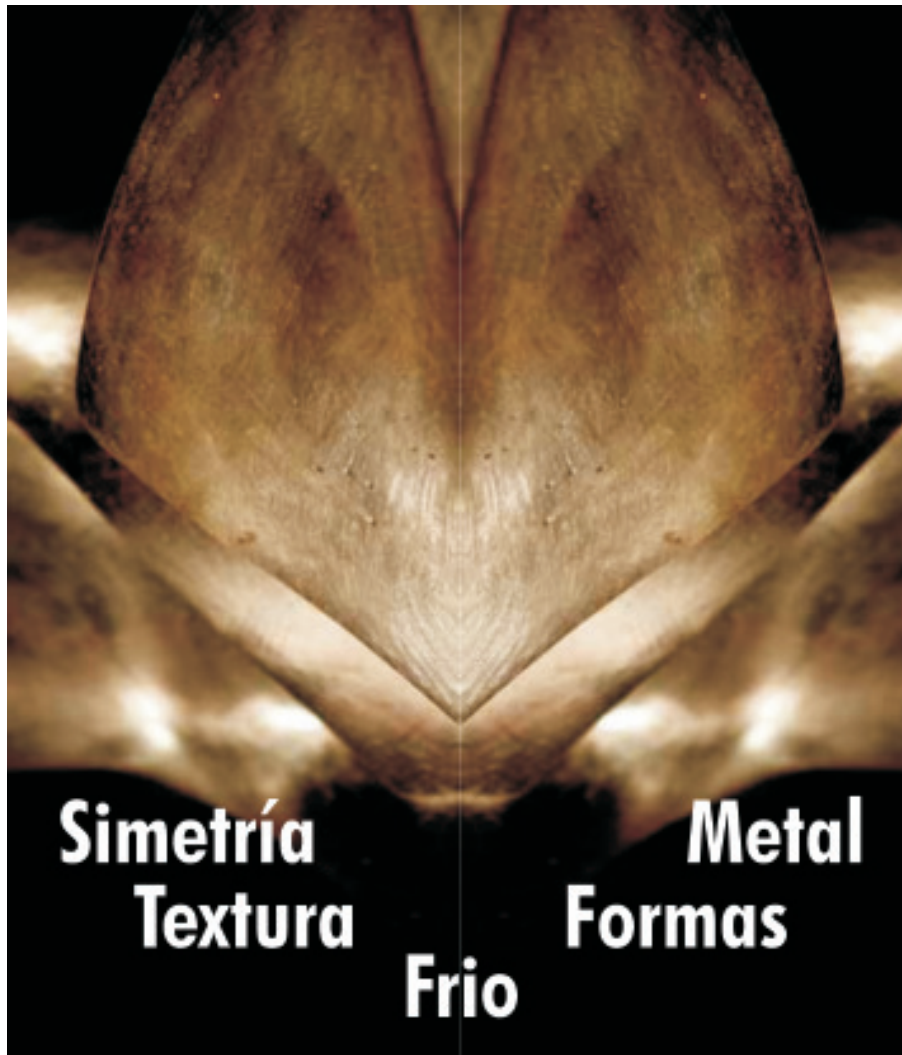
La manera en la que los seres humanos tratamos de

Para observar el mundo y crear sus propias imágenes se vale de sus manos. Acaricia, tatea y palpa los rostros de la gente captando, de alguna manera, la belleza de esas personas. El científico por su parte, por mucho que le pese a todos los fisicalistas de espíritu, se encuentra, si cabe, tan ciego como el anterior, utilizando sus sentidos y su inteligencia para poder tatear, observar e interpretar una realidad que a cada paso se le devuelve más compleja.

En mi opinión, si el uso de las metáforas nos acerca a la esencia última de las cosas, si nos permite ojear un poco más en el libro del saber, ayudándonos a generar en nuestro cerebro nuevos pequeños elementos que sigan ayudándonos a determinar el lugar y el papel que desempeñamos en todo esto, por pequeñamente impreciso que les pueda resultar a algunos, yo creo que siempre será mayor el beneficio de lo aproximado que la certeza de lo nunca mencionado.

Calderón también se dejaba embriagar por las sensaciones de lo que pudiera frente a lo que debiera ser.

*«¿Qué es la vida? Un frenesí.
¿Qué es la vida? Una ilusión,
una sombra, una ficción.
Y el mayor bien es pequeño.
Que toda la Vida es sueño
y, los sueños, sueños son».*



Fotografía: Gotzon Cañada

Symposium 241 de la IAU
«STELLAR POPULATIONS
AS BUILDING BLOCKS OF GALAXIES»

Los Cancajos, La Palma, 10-16 Diciembre 2006
<http://www.iac.es/proyect/iaus241/pages/index.php>



Diseño: Gotzon Cañada.



INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS
(La Laguna, TENERIFE)
C/ Vía Láctea, s/n
E38200 - La Laguna (Tenerife)
Islas Canarias - España
Tel: 34 / 922 605 200
Fax: 34 / 922 605 210
E-mail: cpv@iac.es
Web: <http://www.iac.es>

**OFICINA DE TRANSFERENCIA
DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN (OTRI)**
Tel: 34 / 922 605 186
Fax: 34 / 922 605 192
E-mail: otri@iac.es
Web: <http://www.iac.es/otri>

**OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN
DE LA CALIDAD DEL CIELO (OTPC)**
Tel: 34 / 922 605 365
Fax: 34 / 922 605 210
E-mail: fdc@iac.es
Web: <http://www.iac.es/proyect/otpc>

OBSERVATORIO DEL TEIDE (TENERIFE)
Tel: 34 / 922 329 100
Fax: 34 / 922 329 117
E-mail: teide@ot.iac.es
Web: <http://www.iac.es/ot>

**OBSERVATORIO DEL ROQUE
DE LOS MUCHACHOS (LA PALMA)**
Apartado de Correos 303
E38700 Santa Cruz de la Palma
Islas Canarias - España
Tel: 34 / 922 405 500
Fax: 34 / 922 405 501
E-mail: adminorm@orm.iac.es
Web: <http://www.iac.es/gabinete/orm/orm.htm>

CENTRO DE ASTROFÍSICA EN LA PALMA (CALP)
C/ Cuesta de San José, s/n. San Antonio
E38712 - Breña Baja (La Palma)
Islas Canarias - España
Tel: 34 / 922 425 700
Fax: 34 / 922 425 701