



LAEFF Reporter

Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
Villafranca del Castillo



<http://www.laeff.esa.es>

Año XI, núm. 43. Diciembre 2005

1000 artículos científicos publicados basados en
observaciones de XMM-Newton

La misión Darwin

Observaciones
interferométricas de alta
sensibilidad con el
Radiotelescopio de Robledo

Presente y futuro de los
jóvenes investigadores
en España

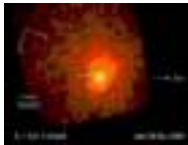
CRYOSAT ya no podrá estudiar el hielo

¡Buen viaje Venus Express!

SUMARIO



La imagen de la portada muestra el borde este de la región gigante de formación estelar W5 (IC 1848) situada a 7000 años luz en la constelación de Casiopea. Esta imagen ha sido obtenida en el infrarrojo por el Telescopio Espacial Spitzer y nos permite ver las concentraciones de gas que formarán nuevas estrellas.

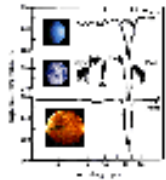


Primera Plana

1000 artículos científicos publicados, basados en observaciones de XMM-Newton

Norbert Schartel y María Santos-Lleó

3



La Tarima

La búsqueda y caracterización de otras tierras: la misión Darwin

Carlos Eiroa

8



Tribuna

Presente y futuro de los jóvenes investigadores en España

Federación de Jóvenes Investigadores - Precarios

14

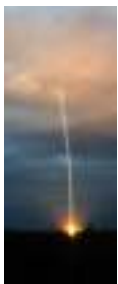


Dossier

Observaciones interferométricas de alta sensibilidad con el Radiotelescopio de Robledo

Cristina García-Miró

15



Astronoticias

**CRYOSAT ya no podrá estudiar el hielo polar
¡Buen viaje Venus Express!**

Obituario de Willem Wamsteker

18

Director: Benjamín Montesinos
Redactora Jefe y Editora: Concha Prieto
Diseño: Concha Prieto
Distribución: Laboratorio

Depósito Legal: M-11899/95
ISSN: 1135-1802

Consejo de Redacción

David Barrado, Carmen Blasco, Itziar de Gregorio, Albert Domingo,
Miguel Mas, Benjamín Montesinos, Concha Prieto, Olga Suárez.



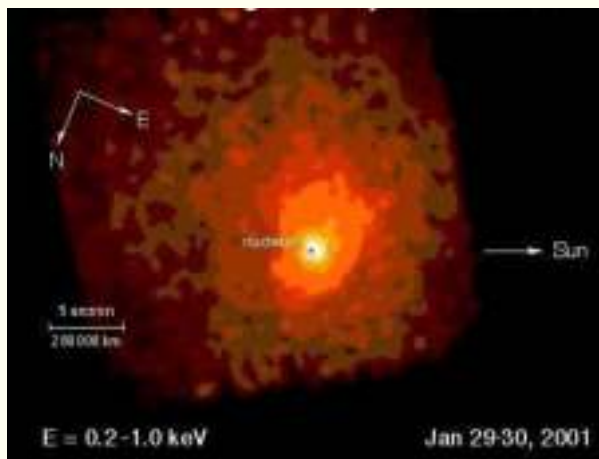
1000 artículos científicos publicados basados en observaciones de XMM-Newton

Norbert Schartel y María Santos-Lleó
Centro de Operaciones Científicas de XMM-Newton

A finales de noviembre de 2005 el número de artículos científicos basados en observaciones obtenidas con XMM-Newton, y publicados en revistas con "árbitro", es ya de 966. Puesto que el ritmo actual de publicaciones es de alrededor de 25 al mes, el número mágico de 1000 artículos se alcanzará probablemente a principios de 2006, quizás cuando estés leyendo este LAEFF Reporter. Con motivo de esta ocasión, es interesante preguntarse por la ciencia realizada hasta ahora y por las perspectivas de la misión. Estas preguntas tienen cientos de respuestas, como se refleja en las diferentes publicaciones y en el grado de "sobresuscripción" (tiempo de observación solicitado frente a tiempo disponible) al que nos enfrentamos en cada convocatoria de solicitud de propuestas de observación.

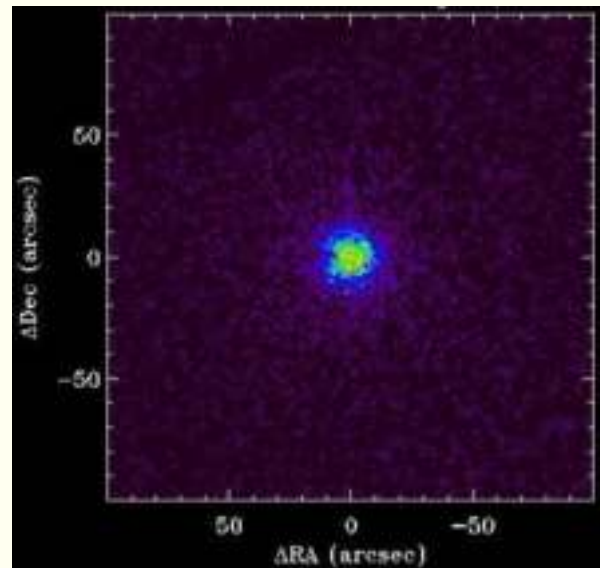
XMM-Newton es una misión del tipo "observatorio", lo que significa que su programa de observaciones se selecciona a través de un proceso de revisión por parte de diversos comités, de las propuestas que son enviadas por los astrónomos en convocatorias abiertas. De este proceso surgen observaciones de todas las clases de objetos astronómicos, desde cometas (figura 1) y planetas

(figura 2) en el Sistema Solar, hasta los cuásares más distantes (figura 3), cuya luz fue emitida cuando el Universo sólo tenía un 7% de su edad actual (14000 millones de años).



Cortesía de K. Dennerl, MPE, Alemania y ESA

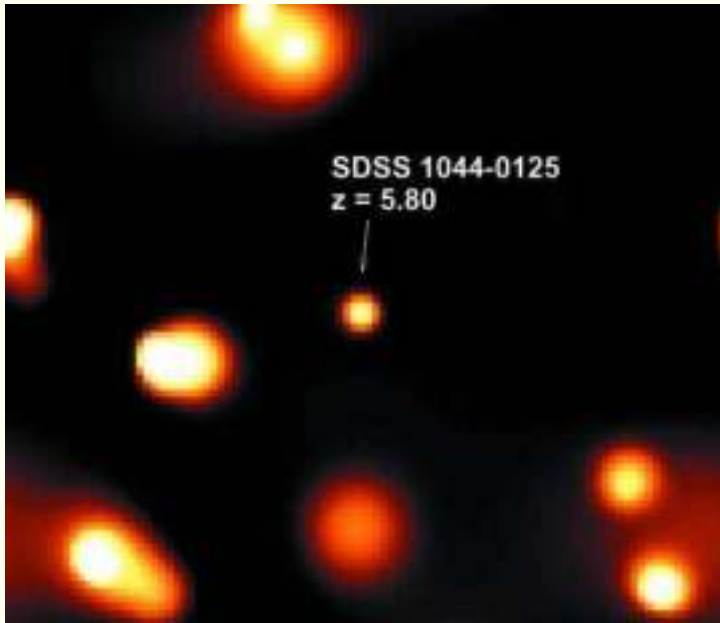
Figura 1. Imagen del cometa McNaught-Hartley tomada con la cámara EPIC-pn a bordo de XMM-Newton.



Cortesía de P. Rodríguez, XMM-SOC, España y ESA

Figura 2. Imagen EPIC-pn de Marte en el rango de energía 300-700 eV mostrando fluorescencia de elementos de la atmósfera, principalmente oxígeno.

Primera Plana



Cortesía de M. Guainazzi, XMM-SOC, España y ESA

Figura 3. Imagen EPIC-pn del cuásar SDSS 1044-0125, con corrimiento al rojo $z=5.8$. La imagen cubre el rango de energía 0.5 -2.0 keV.

La característica fascinante de los observatorios de rayos X es que abarcan tres áreas científicas. Por un lado está

la Astronomía clásica, que estudia los diferentes tipos de objetos y los procesos físicos dominantes. Otra área es la de la Física fundamental, es decir, estudiar, mediante observaciones los intensos campos gravitatorios y la ecuación de estado de la materia, ambos en regímenes que no se pueden lograr en laboratorios en tierra; y en tercer lugar, los estudios cosmológicos.

En las siguientes secciones describimos el observatorio *XMM-Newton* y sus instrumentos y proporcionamos ejemplos de los logros científicos más llamativos en cada una de las tres áreas. Es obvio que por razones de espacio no podemos sino resumir de una forma somera el impacto de tan sólo un número limitado de artículos.

XMM-Newton

XMM-Newton tiene tres módulos o telescopios, cada uno consta de 58 espejos concéntricos tipo Wolter I de incidencia rasante. Dos de los telescopios llevan una *Reflection Grating Array* que refleja el 44% de la luz, dispersándola y generando espectros de alta resolución, captados por el "Reflecting Grating Spectrometer" (RGS). El 56% restante de la luz se transmite a las cámaras CCD MOS1 y MOS2 para hacer espectroscopía de imagen. El tercer telescopio de rayos X tiene en su plano focal la "cámara pn". Las tres cámaras en conjunto constituyen el *European Photon Imaging Camera* (EPIC). *XMM-Newton* tiene, además, un telescopio óptico y ultravioleta, el Optical Monitor.

Las principales características de *XMM-Newton* son su gran área efectiva, la más alta de los observatorios en rayos X hasta el momento, y la operación simultánea de sus seis instrumentos.

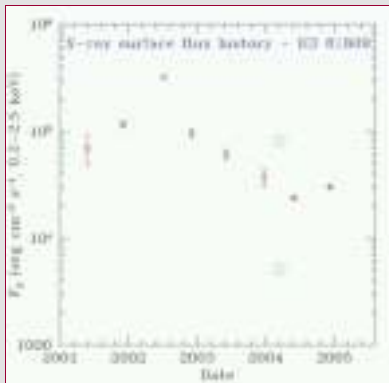
Nuestros días están viviendo la Edad de Oro de la Astrofísica de rayos X, ya que además de la misión de ESA *XMM-Newton*, NASA también observa el cielo en rayos X con Chandra. Las dos misiones son perfectamente complementarias: la presencia de algo llamativo en una imagen o en un espectro obtenida con uno de los dos satélites, muy a menudo justifica realizar observaciones con el otro. Las observaciones realizadas durante estas dos misiones están dando lugar a un rápido progreso en este área de la Astrofísica.

Primera Plana

ASTROFÍSICA

Estrellas de tipo solar

Se conoce muy poco de la forma en que varía la emisión X de las estrellas. *XMM-Newton* realiza un seguimiento, desde el principio de la misión y cada seis meses, de cuatro estrellas de tipo solar próximas. Uno de los primeros resultados importantes de este programa es la detección en HD 81809 de un ciclo de actividad, similar al solar.



Cortesía de F. Favata, ESTEC. Países Bajos y ESA

Figura 4. Los puntos rojos representan la evolución del flujo en superficie (en la banda 0.2-2.5 keV) para la estrella HD 81809 entre abril de 2001 y noviembre de 2004. Como comparación se muestran en verde los flujos X típicos en la superficie del Sol en el mínimo y máximo de actividad.

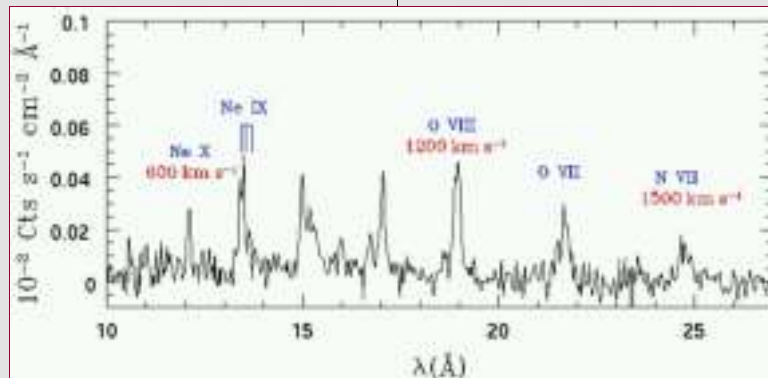
Estrellas calientes

La emisión X de las estrellas calientes (O y B de primeros tipos), se origina en su viento estelar, una hipótesis que fue confirmada a través de observaciones con alta resolución espectral de *XMM-Newton*.

Los espectros formados con RGS han mostrado líneas de emisión extremadamente anchas. La magnitud de estas anchuras es mucho mayor que la que se esperaba antes de que *XMM-Newton* las observara, y la discusión científica acerca de su origen es ahora mismo muy animada. La mayoría de los modelos teóricos suponen una distribución de choques en el viento estelar y tienen problemas para explicar algunos aspectos específicos de los perfiles observados.

Cortesía de G. Rauw, Universidad de Lieja, Bélgica y ESA

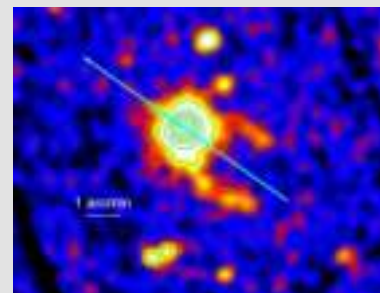
Figura 5. Espectros RGS 1 y RGS 2 combinados de la estrella caliente 9 Sgr. Las líneas de emisión de neón, nitrógeno y oxígeno aparecen identificadas en azul. La anchura en velocidad aparece en rojo.



Estrellas de neutrones

Las observaciones de *XMM-Newton* de estrellas de neutrones causaron una gran sorpresa debido a que sus resultados entraron en conflicto con lo que se esperaba antes de la misión.

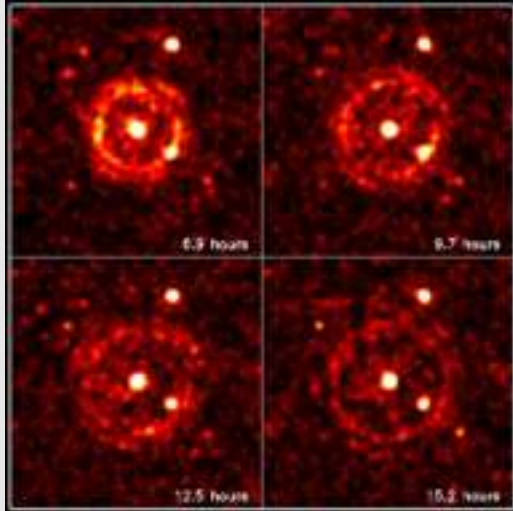
Analizando datos obtenidos con EPIC, se detectaron dos "colas" elongadas paralelas, arrastradas por el pulsar Geminga; están alineadas con el movimiento supersónico del objeto y tienen un espectro producido por emisión sincrotrón de electrones en el choque entre el viento del pulsar y el medio circundante. La detección de un choque permitió calcular la inyección de energía del pulsar, el campo magnético en la región del choque y la densidad local de materia. Un brillante descubrimiento adicional fue la detección de manchas calientes en un pulsar. Este descubrimiento puede proporcionar el eslabón perdido entre las emisiones X y gamma en pulsares.



Cortesía de P.A. Caraveo, INAF/IASF, Italia y ESA

Figura 6. La imagen EPIC de Geminga muestra el descubrimiento de dos "colas" gemelas. Se indica la dirección del movimiento del pulsar, mostrando que las colas parecen arrastradas por la estrella de neutrones. La barra que indica la escala corresponde a 1.5 billones de kilómetros.

ASTROFÍSICA



Cortesía de S. Vaughan, Universidad de Leicester, Reino Unido y ESA
Figura 7. Imágenes EPIC-MOS del halo en rayos X dispersado por polvo alrededor de GRB 031203 en cuatro épocas diferentes después del evento gamma.

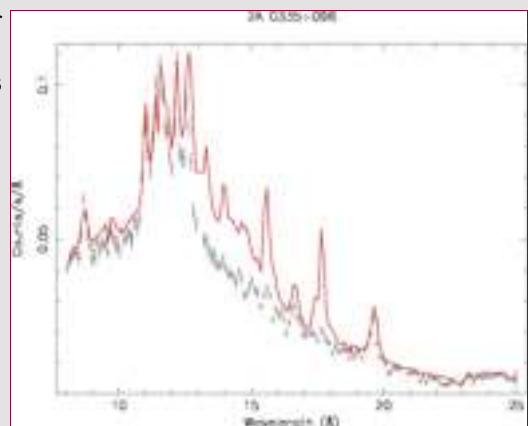
Supernovas y estallidos de rayos gamma

El final de la vida de las estrellas masivas es una explosión denominada "supernova". Los estallidos de rayos gamma (GRBs) *Gamma Ray Bursts* parecen asociados a estas explosiones. *XMM-Newton* ha observado la emisión que se produce en rayos X después del GRB a través de observaciones programadas rápidamente con un tiempo de reacción de ~5h. Resultados muy notables son las detecciones de líneas de emisión en rayos X en GRB 011121 y GRB 030227. La primera de esas detecciones fue el punto de partida de la discusión científica que ha conducido al paradigma actual en el que los GRBs están conectados íntimamente con explosiones de supernovas. Una de las observaciones más fascinantes de *XMM-Newton* fue la efectuada sobre el GRB 031203. Las imágenes revelaron la primera detección de un halo de rayos X dispersado por el polvo de nuestra Galaxia, que apareció como estructuras concéntricas con forma de anillo centradas en el lugar donde sucedió el evento gamma. La evolución temporal de los halos tiene un enorme potencial para medir distancias extragalácticas con precisión.

Flujos de enfriamiento isobáricos en cúmulos de galaxias

Los cúmulos de galaxias son objetos clásicos en astronomía de rayos X. Mientras en el óptico son débiles, en rayos X se encuentran entre los objetos más brillantes del cielo. Antes de *XMM-Newton*, la física de esos cúmulos se describía con "flujos de enfriamiento isobárico": en las partes más externas del cúmulo, la densidad es demasiado baja para producir un enfriamiento efectivo vía radiación, en otras palabras, el tiempo de enfriamiento sería mucho más largo que el tiempo de vida del cúmulo. La situación es diferente en las partes más internas: ahí la densidad es suficiente para propiciar un enfriamiento efectivo que conduce a una disminución de la temperatura. Las primeras observaciones con *XMM-Newton* de cúmulos de galaxias con enfriamiento isobárico mostraron una forma del espectro totalmente inesperada. Las líneas que indicarían la presencia de emisión por gas a baja temperatura, procedentes del gas enfriado en el centro del cúmulo no aparecieron. Por lo tanto los núcleos de los cúmulos se deben de estar enfriando mucho más lentamente que lo que se esperaba. En la actualidad, se están realizando numerosos estudios teóricos y observacionales para explicar este fenómeno.

Cortesía de Jelle De Plaa, SRON, Holanda, y la ESA
Figura 8. Espectro del cúmulo de galaxias 2A 0335+096: las cruces negras indican las observaciones de RGS mientras que la predicción del modelo de enfriamiento se muestra como una línea roja. La mayor diferencia entre ambos es debida a la ausencia de emisión de Fe XVII en los datos, indicando que el gas se enfría mucho más lentamente según cae hacia el centro del cúmulo de lo que predicaban los modelos anteriores a *XMM-Newton*.



Primera Plana

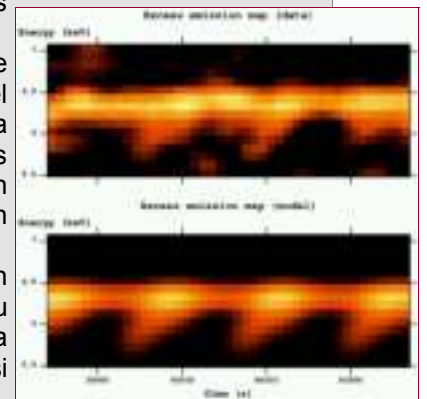
FÍSICA FUNDAMENTAL

Relatividad general

Muchos de los espectros de los objetos observados hasta ahora por *XMM-Newton* muestran líneas de emisión anchas de hierro, Fe K α , cuya anchura se explica por la rotación del material que cae hacia un agujero negro formando un disco de acrecimiento y alcanzando velocidades relativistas.

Durante una observación del Centro Galáctico, ¡y gracias a un poco de suerte!, se “cazó” la fulguración en rayos X más brillante detectada hasta el momento de Sagitario A, el agujero negro super-masivo en el centro de la Galaxia. El espectro de potencias de las fluctuaciones muestra cinco picos que corresponden a periodos asociados a alguno de los modos de oscilación gravitatorios propios de discos de acrecimiento: así se han podido medir con mucha precisión la masa y el momento angular del agujero negro.

La gran área colectora de *XMM-Newton* ha permitido recientemente un nuevo avance espectacular en este área. Estudiando cómo cambia su espectro con el tiempo, se ha detectado una línea estrecha de hierro, en la galaxia Seyfert NGC 3516. Esta línea cambia de modo periódico, como si fuera debida a una mancha caliente en el disco.



Cortesía de K. Iwasawa, Universidad de Cambridge, Reino Unido y ESA

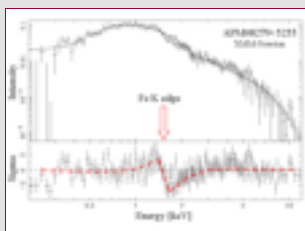
Figura 9. El panel superior muestra el mapa de exceso de emisión suavizado en el plano tiempo-energía para la línea Fe K α medida en NGC 3516. La resolución es 100 eV en energía y 2 ks en tiempo. La evolución del espectro está de acuerdo con la emisión surgiendo de una mancha del disco de acrecimiento. El panel inferior muestra una interpretación teórica para comparar.

COSMOLOGÍA

Absorción en cuásares a alto desplazamiento al rojo

El objeto cuasi estelar o cuásar, APM 08279+5255 es uno de los objetos más luminosos y distantes del Universo. El espectro tomado con la cámara EPIC de este cuásar con líneas de absorción anchas, muestra la presencia de material absorbente con alta densidad de columna en la forma de un límite de absorción debido a hierro bastante ionizado y líneas de absorción de los mismos iones de hierro. La abundancia de Fe/O deducida para el material absorbente es significativamente mayor que la solar (Fe/O=2.5), imponiendo un límite inferior a la edad del Universo que está de acuerdo con los resultados de las medidas de la radiación de fondo hechas por COBE, pero que es incompatible con estimaciones previas.

Figura 10. El espectro EPIC-pn del cuásar APM 08279+5255 revela una alta densidad de la columna absorbente provocada por átomos de hierro muy ionizados.



Cortesía de G. Hasinger. MPE

La relación luminosidad-temperatura en cúmulos de galaxias

Los cúmulos de galaxias son las mayores estructuras ligadas por gravedad del Universo y, como tales, son los objetos favoritos para estudiar la estructura espacio-temporal a gran escala. La relación entre su luminosidad y su temperatura (L_x-T_x) se utiliza para determinar la densidad de materia del Universo. La comparación del valor de esta relación en cúmulos distantes con su valor en los cúmulos locales, ha revelado la existencia de una tendencia evolutiva de L_x-T_x con z . Este resultado es muy interesante puesto que permite diferentes interpretaciones que afectan tanto a nuestra comprensión de la física de los cúmulos como a la evolución de los parámetros cosmológicos.

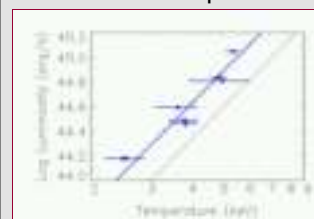


Figura 11. Los puntos azules se han obtenido con observaciones X de cúmulos de galaxias con $0.45 < z < 0.62$. La línea azul es el mejor ajuste de la relación L_x-T_x para estos cúmulos y la línea roja para cuásares a bajo corrimiento al rojo (z).

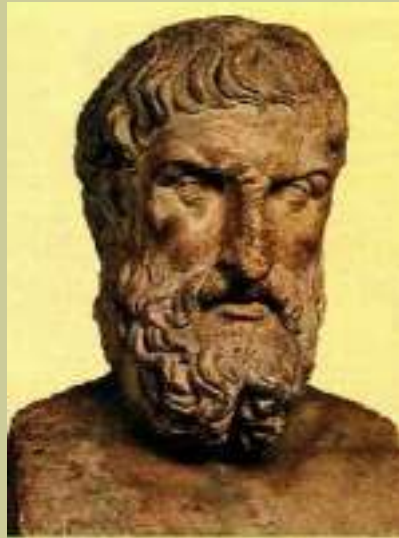
Cortesía de D. Lumb. ESTEC

La Tarima

La búsqueda y caracterización de otras tierras:
la misión Darwin

Carlos Eiroa

Universidad Autónoma de Madrid



“Los mundos existentes son infinitos, tanto los que se parecen al nuestro, como los que son por completo distintos... Debemos creer que en todos los mundos hay criaturas vivientes y otras cosas que vemos en este mundo... Nadie podría demostrar que un determinado mundo no posea las semillas a partir de las cuales se forman los seres vivos y las plantas, ni que esto sea imposible en un mundo distinto al nuestro”. Carta a Herodoto (Epicuro, 300 a. C.).

**¿Existen planetas más allá del Sistema Solar? ¿Cuáles son sus características?
¿Presentan un entorno favorable para su habitabilidad? ¿Están habitados?
¿Cómo podemos saberlo?**

Estos interrogantes han estado presentes y han supuesto un estímulo continuo para el anhelo de conocimiento humano desde hace más de dos mil años, al menos. Las respuestas, positivas o negativas, poseen una obvia trascendencia. Ahora hace diez años que la ciencia ha dado el primer paso y demostrado de manera fehaciente que las conjeturas de Epicuro no están demasiado lejos de la realidad, aunque las cosas no sean tal y como él las imaginaba.

Planetas extrasolares

Los astrónomos suizos Michel Mayor y Didier Queloz presentaron en 1995 la primera evidencia, científicamente fundamentada, de la existencia de planetas fuera del Sistema Solar orbitando en torno a otras estrellas. Este descubrimiento fue, sin duda, uno de los hitos científicos más relevantes de la última década del siglo pasado, en particular de la Astrofísica.

Los cambios observados en la curva de velocidad radial de la estrella *51 Peg*, una estrella gemela al Sol, fueron atribuidos por Mayor y Queloz a la existencia de un cuerpo invisible, para nosotros, orbitando alrededor de la estrella. Basándose en la interacción gravitatoria de dos cuerpos, tal y como predice la física clásica, dedujeron una masa para dicho cuerpo de aproximadamente la mitad de la masa de Júpiter, orbitando con un período de 4.2 días a una distancia de 0.05 UA de *51 Peg*. Tras un meticuloso análisis de los datos se excluyeron otros procesos físicos como posibles causas de las variaciones observadas. En la actualidad, se conocen más de 160 exoplanetas, y su número se incrementa gradualmente.

Las masas de los exoplanetas estimadas con el método de las velocidades radiales tienen una indeterminación debida al desconocimiento de la inclinación del plano de la órbita del planeta respecto del plano del cielo; como consecuencia, sus masas podrían ser mayores y, por tanto, la naturaleza planetaria de tales astros cuestionable. Sin embargo, cuando se observa un tránsito –eclipse de la estrella producido por el paso de planetas– (ver LAEFF Reporter números 35 y 39), dicha indeterminación desaparece, ya que los tránsitos se producen únicamente cuando el plano de la órbita del planeta forma un ángulo de 90° con el plano del cielo, o muy próximo a este valor. En un tránsito se produce una disminución del brillo aparente de la estrella; por ejemplo, un exoplaneta gigante de tipo joviano produce una disminución de aproximadamente 0.01 magnitudes en el caso de una estrella tipo solar. Esta disminución del brillo permite estimar el tamaño, densidad y otros parámetros físi-

En la actualidad se conocen más de 160 exoplanetas y su número se incrementa gradualmente

cos del exoplaneta. Se han observado aproximadamente una decena de tránsitos de distintos exoplanetas gigantes gaseosos, confirmándose su naturaleza planetaria.

¿Existen Tierras extrasolares?

Los exoplanetas y sistemas exoplanetarios tienen propiedades muy distintas a las del Sistema Solar. Son, en general, astros masivos moviéndose en órbitas cercanas a la estrella central y con un rango muy amplio de excentricidades. Estas características se deben al sesgo introducido por el método de detección. Con todo, a partir de los resultados observacionales se estima que entre un 5% y un 10% de las estrellas poseen planetas de estas características. Científicamente es relevante que tales cuerpos indican que la arquitectura de los sistemas planetarios es muy rica y que el Sistema Solar representa sólo uno de los múltiples escenarios posibles. Los exoplanetas conocidos han supuesto una ruptura radical y un revulsivo profundo de las teorías y modelos de la formación y evolución de planetas y sistemas planetarios, hasta ahora ceñidos prácticamente al marco brindado por el Sol y sus planetas acompañantes.

El paso siguiente en la investigación planetaria viene dado por la respuesta a la pregunta sobre la existencia de exoplanetas de características similares a la Tierra. La misión espacial francesa *COROT*, con participación española y lanzamiento previsto en 2006, y especialmente la americana *Kepler*, lanzamiento previsto en 2008, serán posiblemente capaces de detectar exoplanetas telúricos del tamaño de varias veces la Tierra (*COROT*) e incluso algo menores (*Kepler*). Ambas misiones utilizan el método de los tránsitos con medidas de alta precisión fotométrica. Si las expectativas científicas de ambas misiones se cumplen, se logrará también una estimación excelente del porcentaje de estrellas con planetas telúricos, dato especialmente relevante para inquirir, con un sólido fundamento, sobre la existencia de planetas habitables orbitando otras estrellas y planetas donde se haya podido desarrollar alguna forma de actividad biológica.

La Tarima

La existencia de un planeta fuera del Sistema Solar con indicadores biológicos es uno de los grandes desafíos del conocimiento.

Detección y caracterización de planetas terrestres: identificación y planteamiento del reto científico

La detección de un exoplaneta tipo Tierra y el estudio de sus propiedades físico-químicas, que permitan extraer conclusiones sobre su habitabilidad y si ésta se ha concretado, son auténticos retos científicos y tecnológicos: se pretende detectar un planeta rocoso en la zona de habitabilidad de las estrellas (región alrededor de la estrella en la que el agua pueda existir en forma líquida) y estudiar el espectro de la atmósfera de dicho planeta.

El objetivo último –identificar biomarcadores en exoplanetas, vida tal y como la conocemos– entraña una dificultad enorme. Por ello, es indispensable ser especialmente meticuloso en la elección y diseño del método observacional, en la elección de las estrellas de estudio y en la identificación del

marco de referencia respecto del cual se optimice todo el proceso.

1. La hipótesis de partida toma como referencia el Sistema Solar. Es razonable en cuanto que sabemos que tal sistema tiene un planeta rocoso habitado. Otros escenarios distintos, no imaginados a-priori, no pueden ser excluidos. Un buen ejemplo de “estas sorpresas” lo representan los exoplanetas conocidos. Hay que dejar sitio a que la Naturaleza nos sorprenda una vez más; pero no queda otra opción que elegir hipótesis de partida bien contrastadas.

2. El contraste de flujos estrella-planeta es de esperar que sea aproximadamente el observado en el Sistema Solar, y también el que se puede deducir de los exoplanetas observados. Este contraste no puede ser muy distinto debido al rango de temperaturas posibles de estrellas y planetas. En el visible dicho contraste es del orden de 10^{-9} , mientras que en el infrarrojo medio es 10^{-6} aproximadamente (figura 2). La relación más favorable en este último rango se debe a la emisión térmica

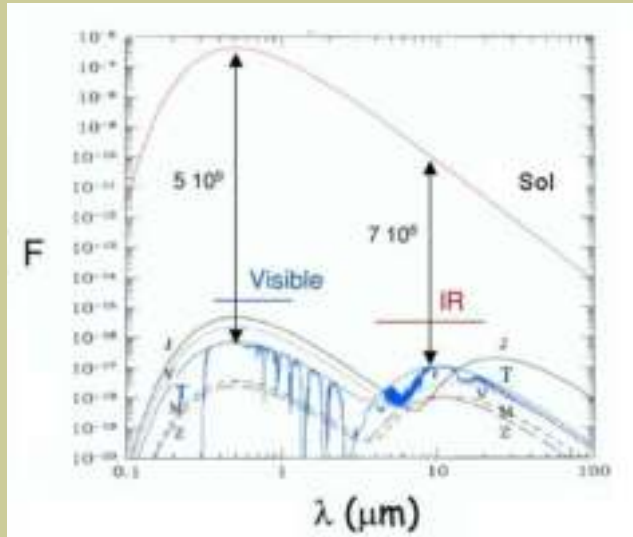
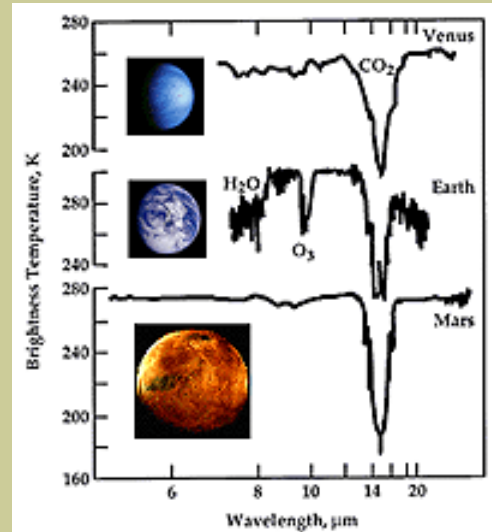


Figura 2. Distribuciones espectrales de energía del Sol y varios planetas, incluyendo la Tierra (T). Se indica el contraste de flujos en óptico e infrarrojo medio.



Cortesía de JPL

Figura 3. Espectros de Venus, la Tierra y Marte en el infrarrojo medio. Nótase la presencia de bandas de agua y ozono presentes en la atmósfera terrestre y ausentes en el espectro de los dos compañeros rocosos.

La Tarima

propia de los planetas; en el visible, la luz planetaria es la reflejada del Sol.

3. Dada la relación de flujos anteriores –astro muy débil junto a una estrella muy brillante–, necesitamos separar el planeta de su estrella para tomar un espectro; es decir, necesitamos verlo directamente (imagen directa o interferométrica). En principio, y por lo indicado en el punto anterior, el infrarrojo medio es la región espectral más favorable; de esta forma, el espacio se revela como el lugar más idóneo debido a que se puede eliminar prácticamente la emisión de fondo debida a la emisión térmica del telescopio y el medio que lo rodea, cosa imposible de realizar a los niveles requeridos con instrumentos en tierra.

4. La zona de habitabilidad del Sol se extiende aproximadamente entre las órbitas de Venus y Marte. Para otras estrellas, la zona de habitabilidad varía como la raíz cuadrada de la luminosidad. Es decir, el método de observación debe ser flexible y contemplar su optimización considerando variaciones de la distancia estrella-planeta. La separación angular Tierra-Sol a una distancia de 10 pc es 0.1 segundos de arco; a 25 pc dicha separación es

Se necesitan telescopios con grandes espejos o interferómetros con grandes líneas de base para realizar las observaciones

0.04 segundos de arco. Ello exige un instrumento cuya resolución espacial sea menor que las separaciones angulares indicadas. Por tanto, se necesitan telescopios con grandes espejos o interferómetros con grandes líneas de base. En ambos casos, hay que disponer de un sistema con un rango dinámico muy amplio o que oculte (anule) la luz mucho más intensa procedente de la estrella extremadamente cercana. En el caso de un telescopio terrestre se necesitan espejos de 50 – 100 m y la calidad óptica instrumental para la observación demanda sistemas de óptica adaptativa de prestaciones muy exigentes, para contrarrestar el efecto perverso de la atmósfera sobre el frente de ondas de la radiación (*seeing*). En el caso de un telescopio espacial –donde es evidente que la atmósfera no limita el poder separador del telescopio– hay que optar por un coronógrafo para el rango óptico o un interferómetro para el infrarrojo.



Cortesía de ESA

Figura 4. Impresión artística de Darwin

5. A primera vista parecería que la Naturaleza quisiera, de alguna forma, ayudarnos en nuestra difícil tarea. El espectro terrestre en la región de 10 micras se distingue por la presencia de bandas moleculares muy intensas de H_2O , CO_2 y O_3 . Este espectro es muy distinto al observado en los también planetas telúricos Marte o Venus, donde sólo se observa de manera prominente CO_2 (figura 3), y también del espectro de los planetas gaseosos del Sistema Solar, donde predominan los compuestos de hidrógeno. La singularidad del espectro terrestre se debe a que es un reflejo indisputable de la rica actividad biológica del planeta, la cual se revela en la atmósfera. Esto supone un argumento adicional para la observación en el infrarrojo medio. No obstante, también hay que mencionar que en el rango óptico existen huellas biológicas, por ejemplo de O_2 , O_3 , etc.

Los puntos anteriores enmarcan las características de los posibles instrumentos y métodos observacionales. La Agencia Espacial Europea, ESA, ha optado por un interferómetro espacial operando en el infrarrojo medio. Esta elección se basa en que este concepto se considera más fiable y competitivo que los conceptos alternativos, coronógrafo espacial o telescopio terrestre de enorme tamaño. Se optimiza la observación (se evitan los problemas de nuestra propia atmósfera terrestre y la emisión térmica ambiental) y se amplía considerablemente el número de estrellas que pueden ser investigadas en comparación a la opción del coronógrafo espacial. Este hecho es científicamente relevante por cuanto incrementa al menos por un factor de cinco la probabilidad de detectar planetas terrestres –factor muy relevante teniendo en cuenta que desconocemos la fracción de estrellas con planetas telúricos (dato que esperamos será revelado por *COROT* y *Kepler*)–, de estudiar sus atmósferas y de llevar a cabo planetología comparativa. No obstante, se están llevando a cabo estudios intensos para la construcción de un telescopio terrestre de la clase de 100 m, uno de cuyos objetivos científicos clave sería la detección de planetas terrestres y NASA está analizando la opción coronográfica de forma paralela a la interferométrica en su proyecto *Terrestrial Planet Finder*.

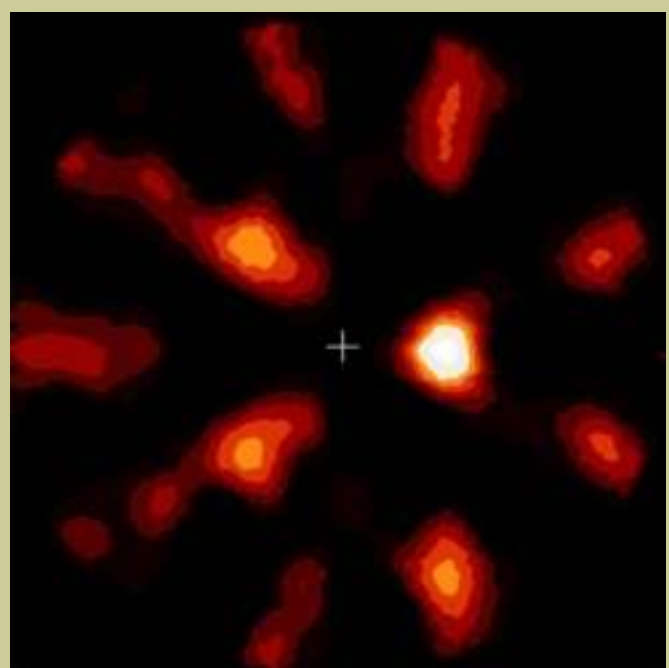
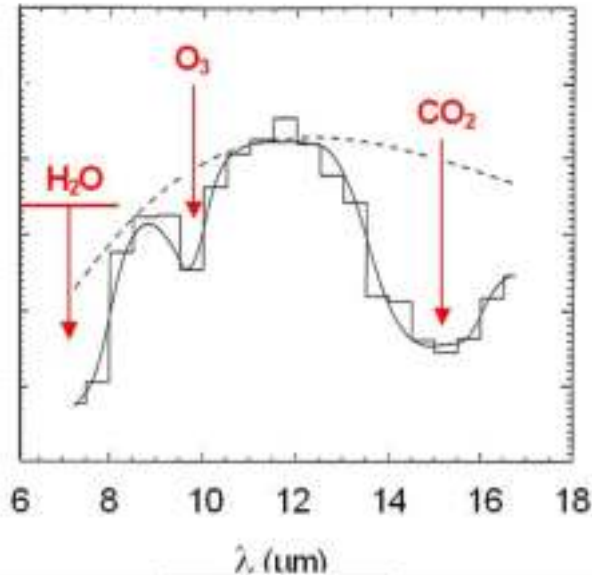


Figura 5. Simulación interferométrica del Sistema Solar a una distancia de 10 pc.

Darwin: La misión de la Agencia Espacial Europea

La misión *Darwin* de ESA es un interferómetro espacial de cancelación, operando en el rango entre 7 y 18 micras aproximadamente y con capacidades espectroscópicas. Su duración prevista es del orden de cinco años. *Darwin* se enmarca y es una de las piezas fundamentales de la Cosmic Vision 2015-2025 de ESA. El concepto actual consta de tres telescopios de tamaño medio de la clase de 3 m y un combinador de haces, volando en formación libre (figura 4). El interferómetro permite elegir líneas de base distintas optimizando la observación según las propiedades de las distintas estrellas. Su modo de cancelación permite suprimir la luz de la estrella central y de esta forma detectar los posibles planetas telúricos en su cercanía. La figura 5 muestra una simulación del Sistema Solar con Venus, la Tierra y Marte; el Sol –su imagen– está cancelado. Su modo espectroscópico en el infrarrojo medio permite identificar los componentes en la atmósfera del planeta y sus propiedades físicas. La figura 6 muestra una simulación de la detección de la atmósfera terrestre con *Darwin*.

La Tarima



Cortesía de ESA

Figura 6. Simulación de una observación *Darwin* con una resolución espectral de 20 y su comparación con el espectro de la atmósfera terrestre.

Desde el punto de vista tecnológico los retos de *Darwin* son tremendos; por ejemplo, se necesita conocer la posición de los telescopios individuales con una precisión relativa del orden de la longitud de onda de observación (micras) y mantenerla durante tiempos de integración muy largos, incluso días. No obstante, no existe ningún impedimento técnico o tecnológico, según los estudios y análisis de ESA, que impida la construcción y operación de *Darwin*, si bien muchas de las tecnologías asociadas deben ser desarrolladas aún.

Desde el punto de vista científico, el éxito depende de una cuidadosa selección de las estrellas que sean observadas por *Darwin* y el conocimiento profundo de las propiedades de las mismas. Ello significa atender a criterios de observabilidad y a criterios puramente científicos. Los criterios básicos son: estrellas de la secuencia principal de tipos FGK y algunos M (el Sol es una estrella G2) situadas a una distancia menor de 25-30 pc y localizadas en un cono de apertura de $\pm 45^\circ$ alrede-

dor de la eclíptica (debido al aislamiento térmico de los telescopios; aunque análisis recientes de ESA indican que este criterio se puede relajar y ser accesible prácticamente todo el cielo). Además, se requiere conocer con suma exactitud tanto las propiedades estelares (temperatura, metalicidad, movimientos propios, velocidad radial, rotación, edad, actividad, variabilidad, etc.), como las de su entorno inmediato (presencia de compañeras físicas o proyectadas a lo largo de la línea de visión, relevancia de la luz exozodiacal asociada a las estrellas). Lo anterior supone un enorme esfuerzo en la búsqueda de información en archivos, bases de datos y catálogos estelares existentes y, muy especialmente, en la realización de un amplio espectro de observaciones astronómicas para lograr la requerida caracterización de las estrellas y sus entornos.

En esta fascinante tarea estamos trabajando.

Presente y futuro de los jóvenes investigadores en España

Federación de Jóvenes Investigadores - Precarios



El colectivo de Jóvenes Investigadores Españoles (que engloba a, aproximadamente, un 25% del total de investigadores a dedicación plena) está organizado de una forma modélica y unitaria. Existen diferentes asociaciones locales (provinciales o autonómicas) que están federadas y coordinadas a nivel nacional en la **Federación de Jóvenes Investigadores – FJI/Precarios** (FJI). Y ésta, a su vez, a nivel europeo en **Eurodoc**. Nacida en abril de 2000, la FJI mantiene una estructura horizontal en la que participa toda la comunidad y que en sus cinco años de vida ha dado más que probadas muestras de su buen funcionamiento. Nuestro lema principal es “*Ningún investigador sin contrato*”. En él recogemos la principal reivindicación del colectivo: la igualdad de derechos laborales con los de cualquier otro trabajador, mediante la transformación de los actuales sistemas de becas en contratos. Derechos básicos recogidos en el estatuto del trabajador como seguridad social, baja por enfermedad, maternidad-paternidad, vacaciones, huelga... nos están vetados sistemáticamente en las diferentes convocatorias de ayudas organizadas por instituciones públicas y privadas.

Pero los objetivos de la FJI no son sólo obtener unos reconocimientos laborales; una verdadera política científica en materia de recursos humanos exige mucho más que eso. Al respecto, la FJI lucha para que las instituciones organicen una carrera investigadora digna y competitiva; evitando que los recursos del presupuesto que se dedican a investigación y formación de investigadores se pierdan por la emigración de éstos a otros países donde sus derechos están más protegidos, o bien, porque simplemente abandonan esta profesión debido a la falta de expectativas de futuro. Muestra de ello es la elaboración de un modelo de carrera investigadora por parte de la FJI que se ha convertido en un referente a nivel nacional por falta de precedentes.

Gracias al trabajo de la FJI, se ha conseguido que haya Comunidades Autónomas que apliquen sistemas de financiación de 1+3 (un año de beca y tres de contrato; como el caso de Cataluña) o 2+2 (dos años de beca y dos de contrato, como ocurre en Aragón), o que los becarios predoctorales del Ministerio de Educación y Ciencia coticen en la Seguridad Social, pero aún queda lejana la total contratación de los investigadores en fase inicial desde el principio de su labor investigadora.

La situación de los doctores no es mucho mejor y la mayoría opta por irse al extranjero con la esperanza de volver. Los programas de reincorporación de doctores son incompletos y carentes de continuidad; se hacen muchas promesas a estos profesionales para que dejen su investigación en el extranjero y vengan a investigar en España en peores condiciones. Así, se van generando programas para la inserción de doctores que lo único que hacen es parchear y posponer el problema. La solución que proponemos pasa por consensuar una política científica en materia de recursos humanos a nivel nacional con un diseño de carrera investigadora coherente, bien planificada, organizada y administrada con los recursos que otros países sí presupuestan para ello.

Para concluir, sólo cabe decir que la política española en materia de recursos humanos contradice las recomendaciones europeas hechas públicas en la *Carta Europea del Investigador* ([http://europa.eu.int/eracareers/pdf/C\(2005\)576%20ES.pdf](http://europa.eu.int/eracareers/pdf/C(2005)576%20ES.pdf)), en la que se reconoce a todos los investigadores el acceso a los derechos laborales como a cualquier otro trabajador. Por eso, la FJI-Precarios anima a todos aquellos investigadores y personas que simpatizan con esta causa a unirse a nosotros en esta tarea poniéndose en contacto con nosotros mediante las direcciones que aparecen en nuestra página, www.precarios.org.

Observaciones interferométricas de alta sensibilidad con el Radiotelescopio de Robledo

Cristina García-Miró
Ingeniero de Radioastronomía de MDSCC

La Radioastronomía del Complejo Espacial de la NASA en Robledo de Chavela se ha sumado recientemente a la era *Mark 5*.

En un esfuerzo por alcanzar sensibilidades y resoluciones angulares cada vez mejores, los instrumentos y telescopios astronómicos se renuevan o se sustituyen por otros más potentes y avanzados. En radioastronomía los ejemplos son proyectos como el Expanded VLA (<http://www.aoc.nrao.edu/evla/>), Atacama Large Millimetre Array (<http://www.eso.org/projects/alma/>), y el Square Kilometre Array (<http://www.skatelescope.org/>), entre otros.

En esta misma línea, el sistema de adquisición y grabación de datos utilizado en interferometría de muy larga base (VLBI) también se está renovando y adaptando a los nuevos tiempos. Los viejos grabadores de cintas magnéticas de una pulgada acaban de ser

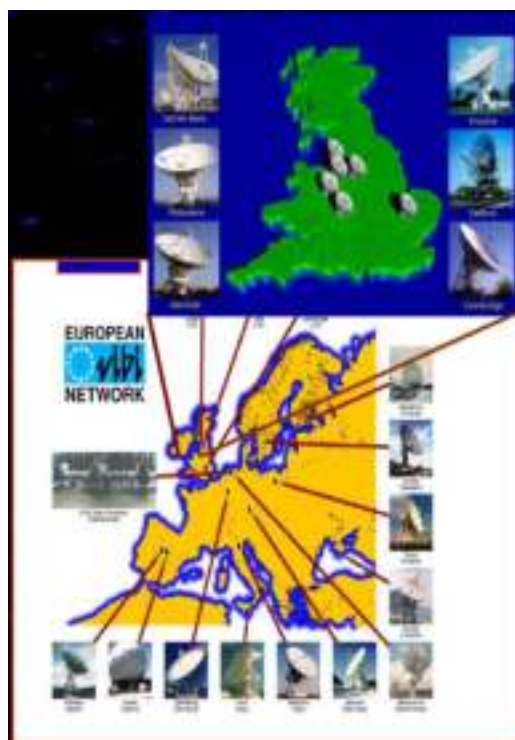
sustituidos por el nuevo sistema de grabación *Mark 5* (figura 1), desarrollado por el Observatorio Haystack del Massachusetts Institute of Technology (<http://web.haystack.mit.edu/mark5/Mark5.htm>). El sistema se basa en *arrays* de discos magnéticos de tipo IDE/ATA y permite grabar los datos a velocidades de hasta 1 Gbps, el doble del máximo alcanzado con las cintas. Este aumento de la velocidad de grabación y por tanto, del ancho de banda muestreado, se traduce en una mejora de la sensibilidad de la red interferométrica. Pero no es solo el aumento de sensibilidad la gran ventaja de este nuevo sistema. Además permite enviar los datos por internet, si se dispone de una conexión con ancho de banda suficiente y de un centro de correlación capaz de procesar ingentes cantidades de datos en tiempo real. El sistema *Mark 5* posibilita de este modo la novedosa técnica que ya se conoce como e-VLBI.



Figura 1. Nuevo sistema de grabación *Mark 5* basado en *arrays* de discos magnéticos.

La red interferométrica más sensible en la actualidad es la Red Europea (EVN) que no sólo está formada por radiotelescopios situados en Europa (figuras 2 y 3). También participan radiotelescopios en China, Sudáfrica y el mayor del mundo, Arecibo, situado en Puerto Rico. La Red del Espacio Profundo (DSN), a la que pertenece el Complejo Espacial de Robledo de Chavela (Madrid *Deep Space Communication Complex*, MDSCC), también es miembro asociado del EVN. Al igual que en el resto de radiotelescopios pertenecientes a esta red, las propuestas de observación se canalizan vía el EVN y son estudiadas por su comité evaluador. Pero en el DSN, al dedicarse principalmente al segui-

Dossier



Figuras 2 y 3. Red Interferométrica Europea (EVN).

Figura 4. Radiotelescopio de 70 m de diámetro de la Red del Espacio Profundo de NASA en Robledo de Chavela. Detalles de los conos y del espejo secundario.



miento de satélites y sondas espaciales, el tiempo disponible para la realización de observaciones radioastronómicas es limitado. En concreto, la participación del radiotelescopio de Robledo, de 70 m de diámetro (figura 4), en estas observaciones se reserva a las propuestas de observación que han obtenido las mejores evaluaciones y que además requieren de su gran sensibilidad.

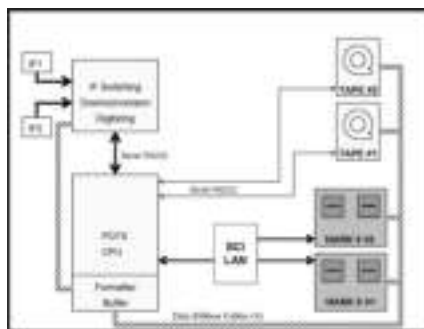
La Red Europea también se está renovando. El proyecto e-EVN pretende sintetizar un radiotelescopio de tiempo real de al menos el tamaño de Europa con sensibilidades mejores que el microJy gracias a grabaciones

de varios Gbps y conexiones entre los radiotelescopios con el centro correlador mediante redes de fibra óptica. Con técnicas de síntesis multifrecuencia se conseguirán cubrimientos del plano de visibilidades prácticamente completos. Si además se combina con la red británica e-MERLIN se obtendría el instrumento con mejor poder resolutivo hasta la fecha, de hasta 1 milisegundo de arco.

Decenas de miles serían los objetos potenciales de estudio de esta red europea renovada. Permitiría observaciones de campos ultra profundos en los que se podrían estudiar la estructura de galaxias en formación, a muy distinto desplazamiento

al rojo; se podría realizar un censo cósmico de núcleos activos de galaxias y estudiar la historia de acrecimiento de agujeros negros supermasivos. También se podrían acotar los parámetros cosmológicos mediante el estudio de lentes gravitatorias. En el Univeso cercano, la contribución al estudio de la formación de los chorros de materia asociados con los *Gamma Ray Bursts*, o al estudio de los microcuásares, será determinante.

Para garantizar la continuidad de la participación del radiotelescopio de Robledo en estas observaciones futuras de las redes interferométricas mundiales, el DSN está realizando esfuerzos impor-



Figuras 6 y 7. Operador realizando una observación con el recientemente modernizado sistema de adquisición y grabación de datos de VLBI de Robledo. Diagrama de bloques simplificado de dicho sistema.

tantes. Desde comienzos de año, disponemos de dos sistemas de grabación Mark 5, del tipo 5A, que gracias a tecnología desarrollada en el Jet Propulsion Laboratory (JPL), podemos simultanear con el antiguo sistema de grabación (figuras 6 y 7). El ordenador de control de las observaciones también se ha sustituido por otro más potente y se ha instalado un receptor GPS para referenciar el tiempo del convertidor analógico/digital. En cuanto a las aplicaciones de control, tanto de las observaciones (*Field System*) como del sistema Mark 5, se han instalado recientemente las versiones más modernas.

Paralelamente, el correlador de JPL también se está actualizando. El antiguo correlador Block II se va a reemplazar en breve por un correlador de software basado en

el sistema Mark 5. Estará formado por un conjunto de 15 nodos de tipo Linux Beowulf que permiten el procesado en paralelo de cada línea de base independientemente y tendrá capacidad de procesar grabaciones de hasta 1Gbps. En la actualidad se están realizando pruebas de comparación entre los resultados de ambos correladores.

Todas estas mejoras nos han permitido participar en observaciones de muy alta sensibilidad de las dos últimas campañas de observación del EVN, con grabaciones de hasta 1Gbps. También hemos participado por primera vez en los *ftp fringe tests* del correlador del *Joint Institute for VLBI in Europe* (JIVE). Estas pruebas nos proporcionan retroalimentación en tiempo real sobre nuestro funcionamiento y nos permiten corregir errores de configuración u otros problemas que puedan ocurrir durante la observación, antes de que ésta termine.

Nuestro gran reto para el futuro inmediato es el aumento del ancho de banda de nuestra conexión a internet y la adquisición del equipamiento adecuado, que nos permita participar en las observaciones e-VLBI y, en concreto formar parte del e-EVN. Un primer paso ha sido la admisión de MDSCC, como miembro afiliado, en RedIRIS, la red española académica y de I+D. Otra buena noticia a este respecto es la reciente financiación por la Comunidad Europea del proyecto Express Production Real-Time e-VLBI Service (EXPREs). Entre los objetivos de este proyecto están el transformar el correlador de JIVE en un procesador de datos en tiempo real y la conexión de los radiotelescopios que participan en la red europea por medio de fibra óptica para convertir el proyecto e-EVN en una realidad.

Los responsables del VLBI en Robledo somos el grupo Advanced Tracking and Observational Techniques de JPL (<http://dsns-science.jpl.nasa.gov/office.html>), el grupo de Radioastronomía de Host Country del LAEFF (<http://laeff.esa.es/radio/>) de Radioastronomía de MDSCC (mdscc-ra@mdscc.nasa.gov).

CRYOSAT YA NO PODRÁ ESTUDIAR EL HIELO POLAR

El pasado 8 de octubre la Agencia Espacial Europea intentó lanzar sin éxito la misión CryoSat. Una anomalía ocurrida durante la secuencia de lanzamiento acabó con los sueños de numerosos científicos dedicados al estudio del cambio climático terrestre. Cryosat había sido diseñado para medir, durante tres años y con alta precisión, los cambios en el espesor del hielo que flota sobre el mar y cubre la tierra de los polos geográficos terrestres. Los datos proporcionados por esta misión habrían aportado información crucial para resolver el debate acerca de la relación causa-efecto entre el cambio climático y la disminución paulatina del hielo en los polos. En estos momentos, la ESA estudia la posibilidad de lanzar una segunda versión de CryoSat lo más pronto que sea posible.

Cortesía de ESA.



¡BUEN VIAJE VENUS EXPRESS!

La misión interplanetaria Venus Express es la primera enviada por la Agencia Espacial Europea hacia Venus. El lanzamiento tuvo lugar el pasado 9 de noviembre desde el cosmódromo de Baikonur. Tras un viaje de 153 días, la nave entrará en la órbita de Venus para estudiar detalladamente las características generales de su atmósfera: movimientos, composición e interacción con la superficie del planeta. Con esta misión, los científicos esperan obtener información de la atmósfera de este inhóspito planeta, dominado por el efecto invernadero.

Cortesía de ESA.



Impresión artística de la nave Venus Express orbitando alrededor de Venus.

Obituario de Willem Wamsteker (1942-2005)

El pasado 26 de noviembre falleció en Madrid nuestro compañero Willem Wamsteker después de una corta pero grave enfermedad. Aunque Willem trabajó en los últimos 25 años para la Agencia Espacial Europea, desde su jubilación, hace ahora un año, pertenecía al LAEFF, donde se dedicó a dar impulso, incluso en sus últimos días, a su gran sueño, el World Space Observatory, un observatorio ultravioleta realizado a través de una gran colaboración internacional.

Willem Wamsteker fue director del observatorio del satélite International Ultraviolet Explorer (IUE) en Villafranca del Castillo, una de las misiones más espectaculares de la Astronomía espacial, que durante sus más de 18 años de vida (1978-1996) abrió una nueva ventana y nuevas perspectivas científicas en todos los campos de la Astrofísica.

El entusiasmo de Willem para atacar nuevas ideas y proyectos, como por ejemplo la forma en que se organizó el archivo final de la misión, hoy en el LAEFF, era contagioso. Echaremos de menos su empuje científico, sus iniciativas y sobre todo su persona. Desde su puesto en la Estación de Villafranca del Castillo, Willem siempre estuvo dispuesto a ayudar a los estudiantes jóvenes a iniciarse en la Astronomía espacial. Muchos de nosotros recabamos su ayuda, que siempre nos proporcionó, para usar las infraestructuras de ESA cuando en los centros en los que empezábamos nuestras tesis doctorales había una carencia de ellas.

Por todo ello la comunidad astronómica española está agradecida a Willem Wamsteker. Descanse en paz.

Teléfonos y direcciones electrónicas

Para acceder al Laboratorio hay que marcar el 918131 (para llamadas desde dentro de España) o el 34-918131 (para llamadas desde otro país) antes de la extensión de teléfonos. Las direcciones electrónicas se componen añadiendo al código de usuario la terminación @laeff.inta.es.

Secretaría:161 / Fax:160
WWW:<http://www.laeff.inta.es/>

Doctores:

David Barrado Navascués	261	David.Barrado
Álvaro Giménez Cañete	155	Alvaro.Gimenez
Miguel Mas Hesse	196	Miguel.Mas-Hesse
Benjamín Montesinos Comino	195	Benjamin.Montesinos
Carmen Morales Durán	188	Carmen.Morales
Oscar Morata Chirivella	264	Oscar.Morata
Lourdes Sanz F. de Córdoba	193	Lourdes.Sanz
Enrique Solano Márquez	154	Enrique.Solano
Olga Suárez Fernández	163	Olga.Suarez
María Rosa Zapatero Osorio	309	Maria.Rosa.Zapatero

Colaboradores:

Beatriz González García	266	Beatriz.Gonzalez
Luis M. Sarro Baro	138	Luis.Manuel.Sarro

Postgraduados:

Omar Allés Vega	264	Omar.Alles
Amelia Bayo Arán	267	Amelia.Bayo
Carmen Blasco Fuertes	193	Maria.del.Carmen.Blasco
M. Dolores Caballero García	198	Maria.Dolores.Caballero
Itziar de Gregorio Monsalvo	194	Itziar.de.Gregorio
Albert Domingo Garau	266	Albert.Domingo
Raúl Gutiérrez Sánchez	260	Raul.Gutierrez
María Morales Calderón	163	Maria.Morales
Daniel Rísquez Oneca	198	Daniel.Risquez
Carlos Rodrigo Blanco	260	Carlos.Rodrigo

Personal Administrativo:

Margie Guitart Martín	161	Margie.Guitart
Concha Prieto Alas	234	Concha.Prieto

Servicios Informáticos:

Alberto Azcueta Mendaña	194	Alberto.Azcqueta
Jesús García Jiménez	263	Jesus.Garcia
Carlos Nuñez-Barranco Fernández	155	Carlos.Nunez-Barranco
Sergio Suárez Carrasco	263	Sergio.Suarez

Direcciones postales

Servicios normales

Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental
Apartado 50.727

E-28080- Madrid. España

Servicios COURIER

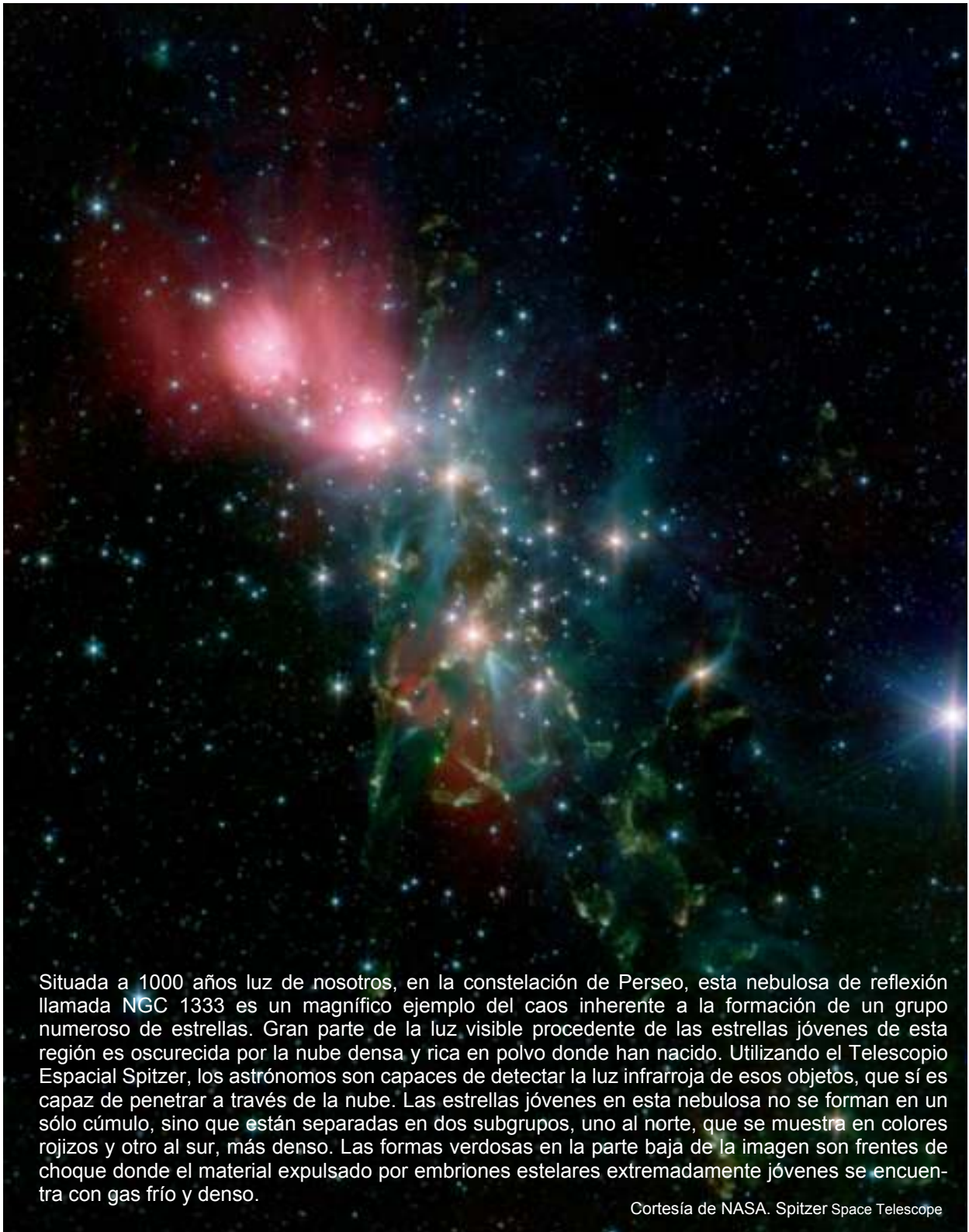
Estación de Seguimiento de Satélites - ESA

Villafranca del Castillo. E-28691 -

Villanueva de la Cañada - Madrid - España

El Consejo de Redacción
no se responsabiliza del
contenido de los artículos.

Galería



Situada a 1000 años luz de nosotros, en la constelación de Perseo, esta nebulosa de reflexión llamada NGC 1333 es un magnífico ejemplo del caos inherente a la formación de un grupo numeroso de estrellas. Gran parte de la luz visible procedente de las estrellas jóvenes de esta región es oscurecida por la nube densa y rica en polvo donde han nacido. Utilizando el Telescopio Espacial Spitzer, los astrónomos son capaces de detectar la luz infrarroja de esos objetos, que sí es capaz de penetrar a través de la nube. Las estrellas jóvenes en esta nebulosa no se forman en un sólo cúmulo, sino que están separadas en dos subgrupos, uno al norte, que se muestra en colores rojizos y otro al sur, más denso. Las formas verdosas en la parte baja de la imagen son frentes de choque donde el material expulsado por embriones estelares extremadamente jóvenes se encuentra con gas frío y denso.

Cortesía de NASA. Spitzer Space Telescope