



LAEFF Reporter

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



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

Año IX, núm. 36. Septiembre 2003

Gaia: la Vía Láctea vista en seis dimensiones

**Discos de acrecimiento: desde las estrellas
hasta las enanas marrones**

La OMC y su archivo de datos

SIRTF ya está volando

Nueva especie de organismo

Marte, más cerca que nunca

Chimenea local

Fábrica de antimateria en el Sol

SUMARIO



La nebulosa Rosetta, fotografiada por la cámara mosaico MegaCam, recientemente comisionada en el telescopio Franco-Canadiense de Hawaii. Ésta tiene 360 millones de píxeles y cubre una área de un grado cuadrado. La imagen muestra colores verdaderos y es una combinación de tres exposiciones tomadas en distintos filtros. El centro de la fotografía se puede apreciar un jovencísimo cúmulo abierto, NGC2244, nacido a partir de la materia de la nebulosa. Son las estrellas más masivas de esta asociación, que emiten preferentemente en el ultravioleta y en el azul, las que producen la radiación ionizante que es reprocesada por la nebulosa.

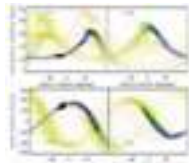


Primera Plana

Discos de acrecimiento: desde las estrellas hasta las enanas marrones

David Barrado Navascués

3



La Tarima

Gaia: La Vía Láctea vista en seis dimensiones

C. Jordi, G. Anglada, J.M. Carrasco, E. Masana, F. Figueras, X. Luri, J. Torra

8



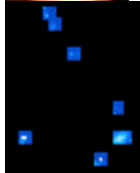
Dossier

SIRTf ya está volando

Almudena Alonso

Instituto de Estructura de la Materia- CSIC

13



Apuntes

La OMC y su archivo de datos

Albert Domingo Garau

15



Astronoticias

-Un anueva especie de organismo

- Chimenea local

- Marte, más cerca que nunca

- Fábrica de antimateria ene I Sol

17

Última

Mars Express ya está camino de Marte

19

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, Elena Jiménez, Miguel Mas, Bruno Merín, Benjamín Montesinos, Concha Prieto.



Discos de acrecimiento: desde las estrellas hasta las enanas marrones

David Barrado Navascués

Desde el descubrimiento de las primeras enanas marrones en 1995, diferentes equipos investigadores han intentado encajar su formación dentro de la visión comúnmente aceptada de la formación estelar. Ésta afirma que una estrella pasa por unas determinadas fases, muy diferenciadas entre sí, antes de alcanzar la secuencia principal (la combustión estable de hidrógeno en el núcleo).

Después del colapso y la fragmentación inicial de la nube molecular original, el gas y polvo continúan la contracción hasta la formación de un disco con un objeto central, debido a la conservación del momento angular. Si las enanas marrones se forman de manera similar a las estrellas, es de esperar que también posean discos durante las primeras etapas de sus vidas, y que muestren toda la fenomenología asociada a los discos.

Una estrella de tipo TTauri clásica (CTT, por sus siglas en inglés) todavía se encuentra situada en la presecuencia principal (PMS) y está caracterizada por una fenomenología bien determinada: i) Presenta líneas estrechas prohibidas (tales como [OI]6300&6364, [NII]6458&6581, [SII]6717&6731). ii) En general, el espectro es de emisión (en el visible aparecen entre otras H α He D₁ D₂ D₃, HeI6678, CaII H&K, el triplete infrarrojo de este mismo elemento). Estas líneas (en particular H α) pueden tener varios cientos de kilómetros de

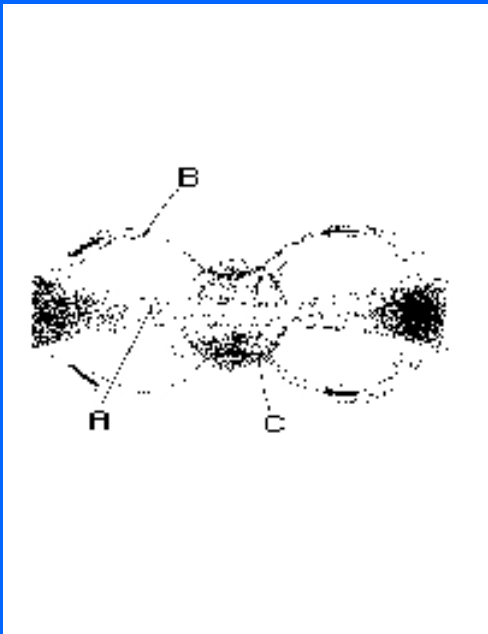


Figura 1: Estructura central de una CTT, donde se han señalado el disco circumestelar (A), la materia que está siendo acreetada por la estrella (B), y la zona caliente golpeada por este flujo (C).

Primera Plana

anchura y pueden ser asimétricas. iii) Excesos en el continuo del espectro, especialmente en el ultravioleta, la parte más azul del visible y el infrarrojo. Todos estos fenómenos no aparecen de manera simultánea y de hecho existen diferentes criterios para clasificar un objeto como CTT. La interpretación actual establece que una CTT poseen un disco que rodea al objeto central, de masa significativa (señalado con la letra "A" en la Figura 1). Es aquí donde se originarían los excesos infrarrojos. Además, existiría una magnetosfera, que provocaría el acrecimiento de

materia desde el borde más interior del disco hasta la estrella ("B") y una sincronización entre la rotación de aquél y ésta, impidiendo que la velocidad de rotación de la última se incremente (parte de su momento angular sería transferido al disco). El choque de este material causaría a su vez una zona más caliente ("C") sobre la superficie de la estrella, origen de los excesos del continuo en la parte más azul del espectro. La línea $H\alpha$,

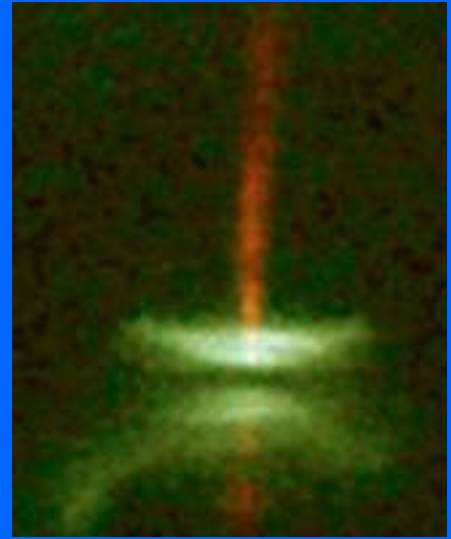


Figura 2: Imagen de HH30 (tomada con HST/WFPC2, cortesía del StT Scl). Se puede apreciar el disco central (zona oscura) y el jet colimado donde se producen las líneas prohibidas. El tamaño de éste es comparable al Sistema Solar.

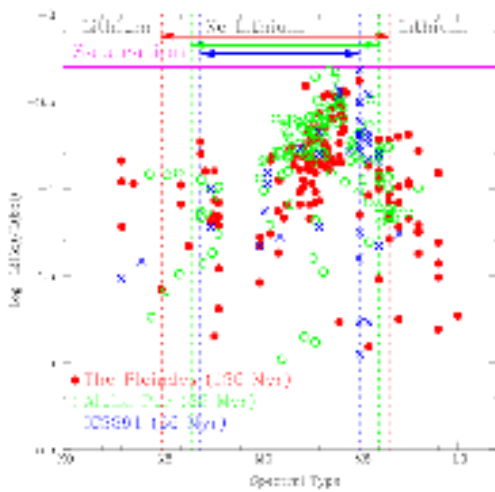


Figura 3.-Saturación de la actividad cromosférica en $H\alpha$ (indicada con una línea magenta) en tres cúmulos jóvenes. También se indican los tipos espectrales que delimitan las áreas donde el litio ya se ha destruido (un indicador de la edad de la asociación).

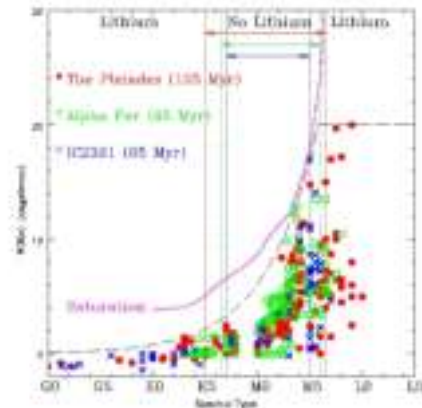


Figura 4.-Figura análoga a la anterior. En este caso, se representa la anchura equivalente de $H\alpha$ en lugar de la luminosidad de esa misma línea. Los datos representados corresponden a los mismos cúmulos abiertos.

Primera Plana

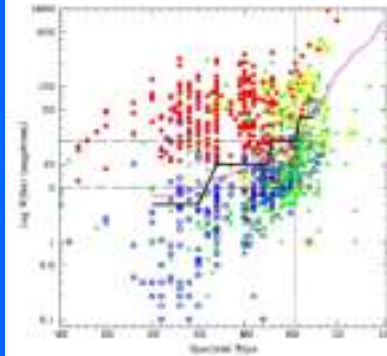


Figura 5.-Comparación entre el criterio de saturación, en magenta, con muestras de CTT y WTT pertenecientes a 8 regiones de formación estelar. Nótese el gran número de objetos fríos que muestran excesos infrarrojos y/o líneas prohibidas (círculos y cuadrados amarillos). Gran parte de ellos son enanas marrones que satisfacen el criterio de saturación.

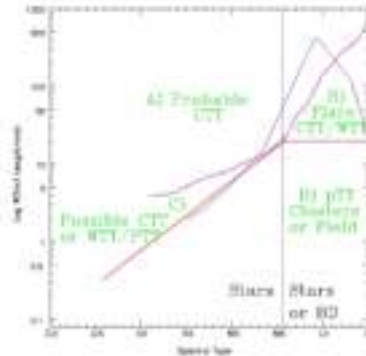


Figura 6.-El criterio de saturación permite un diagnóstico sencillo sobre la presencia o no de acreción en objetos estelares y subestelares.

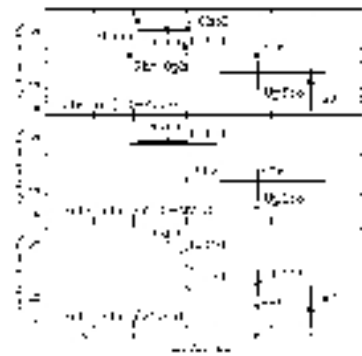


Figura 7.-Dependencia con la edad de la fracción de miembros de diferentes regiones de formación estelar que presentan acrecimiento (i.e., discos circun(estelares)).

ancha y asimétrica, sería ocasionada por el flujo de materia que cae en la estrella. De manera más genérica, las absorciones desplazadas hacia longitudes de onda azules en las líneas permitidas denotan la presencia de fuentes vientos, mientras que aquellas absorciones desplazadas hacia el rojo indican caídas de ma-

teria hacia la estrella. Finalmente, las líneas prohibidas serían producidas en chorros de materia muy colimados que son expulsados de manera perpendicular al disco de acreción (Figura 2).

Por otra parte, una estrella WTT (*“weak-line T Tauri”*) carece de casi todas estas

características, y se acepta que se encuentra en una fase evolutiva más avanzada. Además, la velocidad de rotación suele ser muy superior comparada con una CTT análoga. Esto es debido a que aquéllas carecen de disco de acreción y como todavía están contrayéndose, la conservación del momento angular im-

Primera Plana

plica una aceleración de su velocidad de rotación. La emisión en $H\alpha$ sería en este caso puramente cromosférica, similar a la presente en el Sol. En cualquier caso, ambos tipos tienen edades inferiores a los 10 millones de años.

De hecho, resultados preliminares publicados en los últimos dos años indican que así es. Sin embargo, la confirmación requiere imágenes directas de alta calidad, fotometría precisa en infrarrojo o espectroscopía de resolución media o, preferentemente, alta. Dado que las enanas marrones son intrínsecamente débiles y que la región de formación estelar más cercana se encuentra a una distancia de más de 100 pc, la obtención de este tipo de datos representa un verdadero desafío. Por motivos obvios, la espectroscopía de baja resolución es una buena alternativa, dado que, al igual que sucede entre las estrellas TTauri clásicas y las WTT, la anchura equivalente de $H\alpha$ permite diferenciar claramente ambos tipos. Esto es debido al diferente origen de esta línea en ambos tipos de objetos: cromosférico para las WTT, por acreción en las CTT. Desde un punto de vista empírico, la cantidad de energía que puede ser transportada por esta línea está limitada. Normalmente se ex-

presa como la razón en logaritmo entre la luminosidad en $H\alpha$ y la bolométrica, $\text{Log } L(H\alpha)/L(\text{bol})$. En este caso el límite está en -3.3. La figura 3 muestra valores para miembros estelares y subestelares de tres cúmulos abiertos que, por su edad, producen esta línea por mecanismos únicamente cromosféricos. Mediante modelos teóricos es posible convertir estos valores en anchuras equivalentes, como se ilustra en el siguiente diagrama para estos mismos cúmulos. Cuando se compara este criterio con poblaciones de CTT y WTT pertenecientes a varias regiones de formación estelar (Figura 5), se aprecia que claramente el criterio de saturación impone un límite, una separación entre ambos tipos de objetos. Este diagrama indica que no sólo la población de CTT posee anchuras equivalentes superiores a los valores de la saturación, sino que objetos de tipo espectral tardío (en gran parte, enanas marrones) que presentan excesos infrarrojos o líneas de emisión prohibidas (grandes círculos o cuadrados de color amarillo en dicha figura) también se encuentran localizados por encima de dicho umbral. Esto es, que la fenomenología presente en estrellas TTauri clásicas también lo está en objetos subestelares

y que el criterio de saturación permite identificar a la mayor parte de ellas.

Así, es posible definir cuatro áreas en un diagrama que represente la anchura equivalente de $H\alpha$ frente al tipo espectral (Figura 6), áreas que corresponden a objetos que se encuentran acreciendo o que ya han pasado por dicha fase, tanto dentro del dominio estelar como del subestelar. La aplicación de este criterio a una muestra de ocho regiones de formación estelar muestra sin lugar a dudas que la fracción de miembros de cada asociación decrece con la edad, independientemente del rango espectral considerado, incluso en el dominio subestelar, como se muestra en la figura 7. Para una edad superior a 10 millones de años el número de objetos que se encuentran acreciendo ha descendido prácticamente a cero. Otras cuestiones permanecen: ¿Desaparece completamente este disco en los objetos subestelares? ¿Al igual que las estrellas tipo Vega, parte del material remanente en el disco llega a ser reprocesado, dando lugar a la formación de un disco protoplanetario y, eventualmente, a la formación de planetas? ¿Existen planetas orbitando alrededor de enanas marrones?

La Tarima

Gaia: la Vía Láctea vista en seis dimensiones

C. Jordi, G. Anglada, J.M. Carrasco, E. Masana, F. Figueras, X. Luri, J. Torra
Departamento de Astronomía y Meteorología,
Universidad de Barcelona

Gaia, en el programa Cosmic Vision de la Agencia Espacial Europea (ESA), tiene el reto de resolver uno de los enigmas de la astronomía moderna: comprender la Galaxia en la que

La Vía Láctea contiene una mezcla de estrellas, planetas, gas interestelar y polvo, radiación y materia oscura. Estos componentes abarcan un amplio rango de edades (reflejo de su ritmo de formación), de espacio (reflejo de sus lugares de nacimiento y desplazamiento posterior), de órbitas (determinadas por la fuerza gravitatoria generada por la propia masa), y con complejas distribuciones de abundancias de elementos químicos (determinadas por la historia anterior de la formación estelar y la acreción de gas).

Responder a las preguntas de ¿cómo y cuándo se formó la Galaxia?, ¿cuándo se formaron las estrellas en la misma?, ¿cómo se distribuye la materia oscura? requiere aspectos observacionales complementarios: **a)** un censo representativo del contenido de la Galaxia, **b)** cuantificar la actual estructura espacial a partir de las distancias, **c)** conocer las velocidades espaciales para determinar el campo gravitatorio y las órbitas estelares, y **d)** caracterizar las propiedades astrofísicas (composición química y edad).

Para conseguir su objetivo, Gaia, en un barrido continuo del cielo durante cinco años, va a medir repetidamente posiciones (y a partir de ellas velocidades y distancias) y obtendrá fotometría multibanda de todos los

objetos hasta magnitud 20, unos mil millones, con una precisión de 10 μ as a magnitud 15. ¡Esta precisión permitiría observar una moneda de 10 céntimos de euro en la superficie de la Luna!. Un algoritmo de detección a bordo va a asegurar un censo completo y no sesgado, incluyendo desde objetos del Sistema Solar hasta galaxias en el Universo cercano. Gaia va a proporcionar, pues, el primer censo estadísticamente significativo de la Galaxia (~1% de la Galaxia).

A fin de comprender plenamente la dinámica y la estructura de la Vía Láctea, Gaia proporcionará un análisis cuantitativo y exhaustivo de las poblaciones que la componen y de la interacción entre las mismas. Va a ser posible establecer la evolución química y dinámica a partir del estudio de la correlación entre la cinemática, la edad y la metalicidad en un amplio intervalo de distancias galactocéntricas.

Un elemento central en la misión es la determinación de la historia de la formación estelar, descrita por la evolución temporal del ritmo de formación y el número de estrellas formadas en el bulbo, en la parte interna del disco, en la vecindad solar, en la parte externa del disco y en el halo. Con ello podremos, por primera vez, evaluar cuantitativamente los modelos de formación de galaxias:

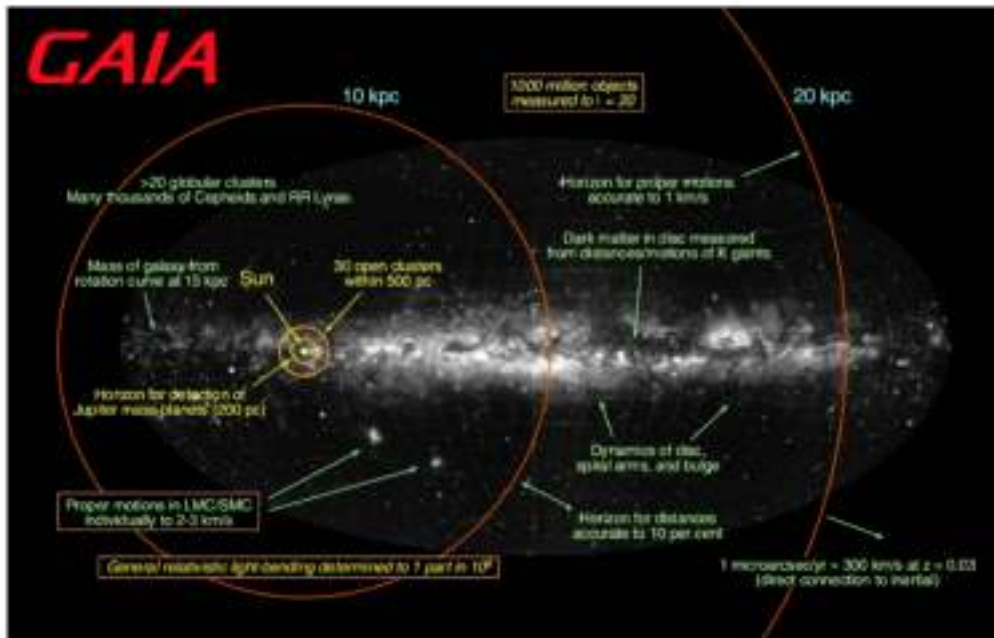


Figura 1: Muestra esquemática de las capacidades científicas de Gaia. El conocimiento del origen y evolución de la Vía Láctea y las galaxias del Grupo Local es el principal objetivo de la misión.

¿las grandes galaxias se forman por acumulación de muchos pequeños sistemas?, ¿la formación estelar se origina en un pozo de potencial gravitatorio donde la mayoría del gas se ha acumulado?, ¿es el bulbo anterior, posterior o contemporáneo del halo y del disco interno?, ¿el disco grueso es una mezcla del disco temprano y posteriores acreciones?, ¿es la historia de la formación relativamente suave o se caracteriza por episodios intensos?.

Dada a la precisión sin precedentes (las distancias se medirán con precisiones del 10% hasta el centro galáctico), se calibrará el diagrama Hertzsprung-Russell en su totalidad, desde la pre-secuencia principal hasta las enanas blancas, y desde las enanas marrones hasta las estrellas más masivas y

calientes. Esto incluye la determinación de distancias precisas de un gran número de indicadores estándar (estrellas pulsantes, secuencias de cúmulos, supergigantes, estrellas centrales de las nebulosas planetarias, etc.) y un *survey* exhaustivo de todo tipo de estrellas variables y sistemas binarios. Se obtendrán luminosidades absolutas de Cefeidas y RR Lyrae en las Nubes de Magallanes, funciones de luminosidad *in situ*, funciones de masa y diagramas color-magnitud de cúmulos abiertos y cúmulos globulares. Se estima que Gaia observará alrededor de 200.000 enanas blancas y 50.000 enanas marrones jóvenes.

El límite de detectabilidad de Gaia y la observación continua de todos los objetos que crucen su campo de visión, permitirá un

La Tarima



Figura 2: Tal como muestra esquemáticamente la figura, la misión Gaia impactará en muchas áreas de la ciencia, desde el Sistema Solar hasta la física fundamental, pasando por la evolución estelar, la astronomía galáctica, la extragaláctica y la cosmología.

survey profundo y uniforme de los cuerpos menores del Sistema Solar, entre ellos los NEO y los objetos del cinturón de Kuiper. Se estima que podrían descubrirse alrededor de algunos miles.

Aunque la detección de planetas tipo Tierra no está al alcance de la misión, Gaia puede descubrir alrededor de 10.000 planetas gigantes en un censo completo de sistemas planetarios exosolares hasta 200-500 pc. Se podrán determinar la mayoría de las órbitas, y se conocerán las propiedades astrofísicas de las estrellas gracias a las capacidades fotométricas de la misión.

Gaia contribuirá de forma notoria a la astronomía extragaláctica. La precisión en las medidas de las velocidades va a permitir la determinación del movimiento de las estrellas en las galaxias del Grupo Local y con ello el

estudio de la estructura, la dinámica y las poblaciones estelares de las mismas. Asimismo, la misión permitirá el descubrimiento de supernovas y la observación de algunos millones de galaxias y de alrededor de 500.000 cuásares de extrema importancia para el establecimiento del sistema inercial de referencia.

Y todavía más. El efecto relativista más importante en las medidas astrométricas es la curvatura de la luz por efectos gravitatorios. El estudio de los residuos de los datos astrométricos de unos 10 millones de estrellas puede proporcionar una precisión de 5×10^{-7} en la determinación del parámetro g en la formulación PPN. Siguiendo en el campo de la física fundamental, el gran número de enanas blancas permitirá establecer un límite superior a la variación de la constante univer-

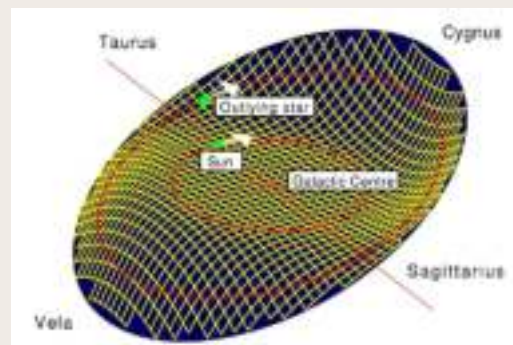


Figura 3. A partir de observaciones de hidrógeno neutro se ha deducido que el disco galáctico es ondulado en su parte externa. Los nombres de las constelaciones indican las direcciones celestes vistas desde la Tierra. El eje vertical está exagerado en un factor 10. Las flechas muestran el movimiento del Sol y de una estrella a gran distancia galactocéntrica con sus respectivas órbitas. La estrella lejana tiene un movimiento vertical visto desde el Sol que será fácilmente medible por Gaia.

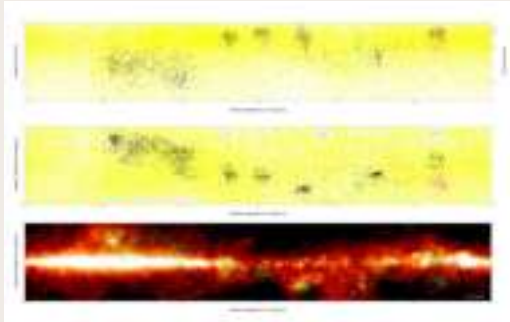


Figura 4: Las posiciones, movimientos propios y paralajes permiten la identificación de asociaciones y cúmulos estelares: (a) paralajes de estrellas miembro tipo OB superpuestas a todas las estrellas observadas por Hipparcos en el rango $-30^\circ < b < 30^\circ$; (b) posiciones y movimientos propios de miembros; (c) posiciones de miembros superpuestas en el mapa de $100 \mu\text{m}$ obtenido por IRAS.

velocidades radiales y la obtención de fotometría en banda intermedia. El plano focal contiene unos 200 CCD operados en modo TDI (la carga se desplaza a la misma velocidad que lo hacen los objetos) a unos 200 K con una estabilidad térmica de pocas decenas de μK . El satélite se situará en una órbita de Lissajous alrededor del punto L2 del sis-

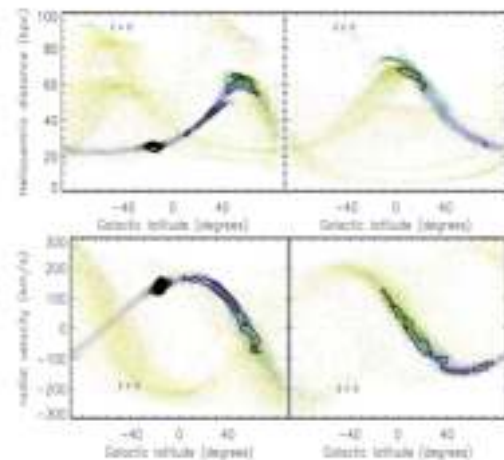


Figura 5: Las fuerzas de marea arrancan material de una galaxia satélite a favor de la galaxia más masiva. Se muestra la distribución predicha para la distancia heliocéntrica (arriba) y la velocidad radial (abajo) en función de la latitud para el caso de Sagitario. Los diferentes colores indican el material perdido en diferentes pasos. Las “corrientes” son claramente visibles como estructuras coherentes en el espacio de fases incluso después de 10 Gigaños de evolución y van a ser fácilmente detectables por Gaia.

sal de la gravedad.

El concepto de la misión Gaia, su modo de operación y el tratamiento de los datos están basados en la precursora misión Hipparcos, también de la Agencia Espacial Europea. El satélite contendrá dos telescopios idénticos separados un ángulo base de 106° , con espejos primarios monolíticos de $1,4 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$, dedicados a las medidas astrométricas y la obtención de fotometría en banda ancha, y un telescopio espectroscópico, con espejo primario de $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$, para la medida de

tema Sol-Tierra.

La determinación de posiciones y velocidades se lleva a cabo mediante un tratamiento iterativo global al final de la misión. Sin embargo, a lo largo de la misma, los datos astrométricos y fotométricos serán analizado en forma de *quick-look* para la detección y posterior seguimiento desde tierra de supernovas, asteroides y NEO. Se estima que Gaia va a proporcionar una ingente cantidad de datos, alrededor de 200 TB. Su almacenamiento y reducción es un enorme reto, no

La Tarima

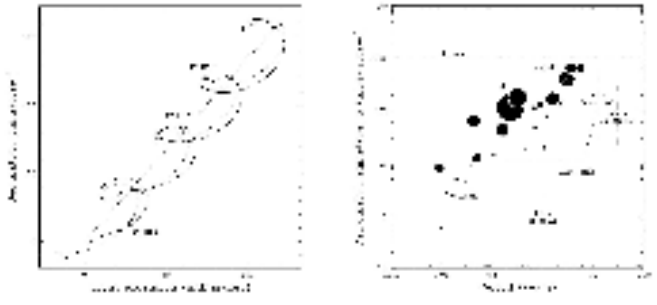


Figura 6: Izquierda: Trayectoria en el cielo de una estrella a una distancia de 50 pc con un movimiento propio de 50 mas/año a cuyo alrededor orbita un planeta de $15 M_{\text{Júpiter}}$ ($e=0.2$, $a=0.6$ AU). La línea recta muestra el movimiento del baricentro del sistema estrella-planeta visto desde el baricentro del Sistema Solar. La línea punteada muestra el efecto de la paralaje. La línea continua muestra el movimiento aparente como resultado del planeta (la perturbación se ha magnificado un factor 30 para facilitar la visibilidad).

Derecha: Cambio astrométrico en la estrella inducido por los sistemas planetarios conocidos en función del periodo orbital. El radio de los círculos está relacionado con la masa del planeta y la inclinación de la órbita. La precisión del mas (0.001 segundos de arco) no permite la identificación de estos sistemas, mientras que la situación cambia drásticamente al nivel del mas (0.001 mas), como es el caso de Gaia.

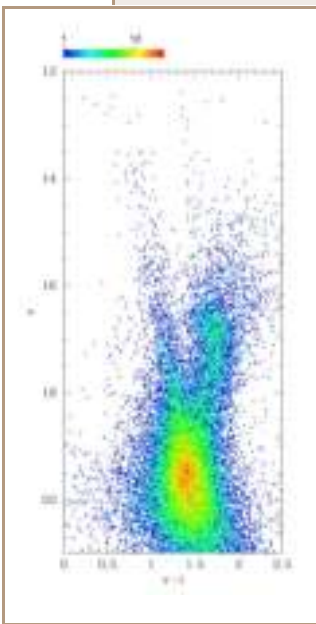


Figura 7: Diagrama color-magnitud de un campo de la ventana de Baade (hacia el centro galáctico), con completitud y precisión similares a las de Gaia. El punto de retorno (*turn-off*) del bulbo está situado a $V \sim 19.5$ mag. Las estrellas desde $(V, V-I) = (12, 0.5)$ a $(19, 1.5)$ son una mezcla de estrellas de campo pertenecientes al disco joven y estrellas genuinas del bulbo. Los movimientos propios medidos por Gaia van a permitir discriminar las dos poblaciones.

actualmente para probar la factibilidad de la misión se basa en orientación a objetos.

Actualmente son más de 200 los científicos europeos involucrados en la preparación de la misión, organizados en distintos grupos de trabajo y bajo la coordinación del *Gaia Science Team*. La participación española se centra principalmente en la simulación de la misión, la reducción y tratamiento de datos y el diseño del sistema fotométrico.

Con un lanzamiento previsto a mediados del 2010, sin ninguna duda, ESA va a mantener el liderazgo mundial en el campo de la astrometría espacial gracias a Gaia y por primera vez vamos a disponer de las evidencias observacionales de los mecanismos de formación y evolución de las galaxias.

sólo por la cantidad sino por la compleja interrelación de los mismos. El prototipo de base de datos que se está experimentando

SIRTF ya está volando

Almudena Alonso
Instituto de Estructura de la Materia
CSIC- Madrid

SIRTF es el primer satélite astronómico en ser posicionado en una órbita heliocéntrica, en vez de orbitar alrededor de la Tierra.

El satélite infrarrojo SIRTF (*Space InfraRed Telescope Facility*) es el cuarto y último elemento de la familia de Grandes Observatorios de la NASA. Los tres primeros son el *Hubble Space Telescope (HST)*, el *Compton Gamma-Ray Observatory* y el telescopio de rayos X *Chandra*. El 25 de agosto de 2003

NASA lanzó SIRTF desde el *Kennedy Space Center* en Cabo Cañaveral (Florida, Estados Unidos) como se muestra en la fotografía de la Figura 1. Una de las mayores ventajas de este tipo de órbitas es que de esta manera se consigue un acceso casi instantáneo a la mayor parte de la extensión del cielo, al contrario de lo que ocurre con satélites geocéntricos como el HST.

El satélite SIRTF lleva a bordo un telescopio reflector con una apertura de 0.85 metros de diámetro y tres instrumentos científicos enfriados criogénicamente. Estos tres instrumentos nos permitirán explorar el Universo por medio de imágenes y espectros-

copía en el rango espectral de 3 a 180 μ m. La duración prevista para la misión es de dos años y medio como mínimo, aunque se espera que probablemente la misión se mantenga activa por unos cinco años. La sensibilidad, el tamaño de los detectores infrarrojos (es decir el número de píxeles), la alta eficiencia de observación y la larga vida de SIRTF le convierten uno de los mejores telescopios para realizar observaciones en este rango espectral.

La radiación infrarroja es fundamentalmente 'radiación de calor', y por ello los detectores infrarrojos alcanzan su mayor sensibilidad cuando se enfrían a temperaturas bajísimas -unos pocos grados por encima del cero absoluto. El diseño del telescopio de SIRTF se ha realizado teniendo en cuenta estos requerimientos de baja temperatura, y para ello se utiliza helio líquido, de ahí que la vida de la misión esté determinada por la disponibilidad del criógeno. En la Figura 3 se



NASA.
Figura 1. Fotografía del lanzamiento de SIRTF a bordo de un cohete Delta II Pesado ocurrido el 25 de agosto de 2003.

muestran los componentes principales de SIRTf, donde los elementos en azul son aquellos que están enfriados criogénicamente.

LOS INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS DE SIRTf

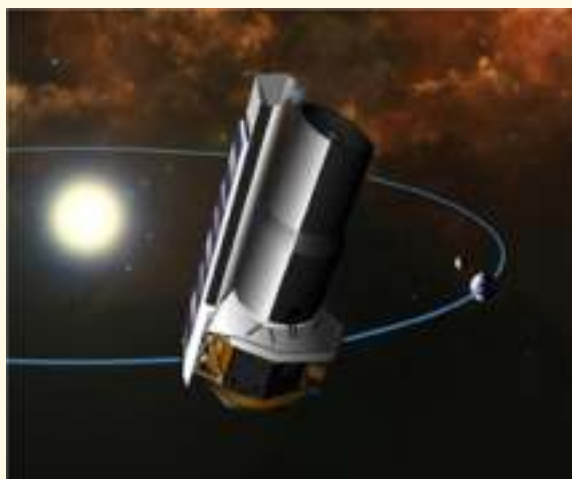
Las partes enfriadas de los tres instrumentos científicos de SIRTf están colocadas en la llamada *Multiple Instrument Chamber* (cámara múltiple de instrumentos). Los tres instrumentos científicos de SIRTf se denominan: el *Infrared Array Camera* (IRAC), *Infrared Spectrograph* (IRS) y el *Multiband Imager Photometer for SIRTf* (MIPS). Describimos brevemente los dos primeros instrumentos, y MIPS en más detalle en la sección siguiente. IRAC es un instrumento compuesto de cuatro detectores que permiten obtener imágenes a 3.6, 4.5, 5.8 y 8mm con un campo de 5.12x5.12 minutos de arco cuadrados (los detectores tienen 256x256 píxeles). IRS proporciona espectroscopía de baja (R~60-100) y alta (R~600) resolución en el rango espectral de entre 5 y 40mm aproximadamente. La Figura 4 muestra los detectores de cada instrumento, con sus rangos espectrales y sus campos de visión respectivos. Para obtener mayor información sobre los instrumentos IRAC e IRS referimos a los lectores a la página

web del *SIRTf Science Center* (SSC) en <http://sirtf.caltech.edu/SSC>.

UN EJEMPLO CONCRETO: LOS DETECTORES Y MODOS DE OBSERVACIÓN DE MIPS
MIPS proporciona imágenes y espectroscopía de baja resolución espectral en el rango de longitud de onda de entre 24 y 160mm, y está compuesto de tres detectores. El primer detector, que utiliza un filtro de banda ancha centrado en 24mm, es un *array* de tipo Si:As construido por Boeing, con un tamaño de 128x128 píxeles. El segundo detector con longitud de onda central a 70mm es un *array* Ge:Ga desarrollado en la Universidad de Arizona, con un tamaño de 32x32 píxeles y cuyo rango espectral de trabajo es de 50 a 100mm. Este detector constituye el primer

detector de alta eficiencia que trabaja en el infrarrojo lejano. El tercer detector con longitud de onda a 160mm es lo que se denomina *stressed array*, que es simplemente un detector de tipo Ge:Ga al que se le han añadido impurezas para que su límite de detección llegue a longitudes de onda más largas. Este detector también se ha construido en la Universidad de Arizona, y tiene un tamaño 2x20 píxeles. Los detectores de 24 y 70mm proporcionan un campo similar de 5.2x5.2 minutos de arco cuadrados, mientras que el detector de 160mm proporciona un campo de aproximadamente 0.5x5.2 minutos de arco cuadrados.

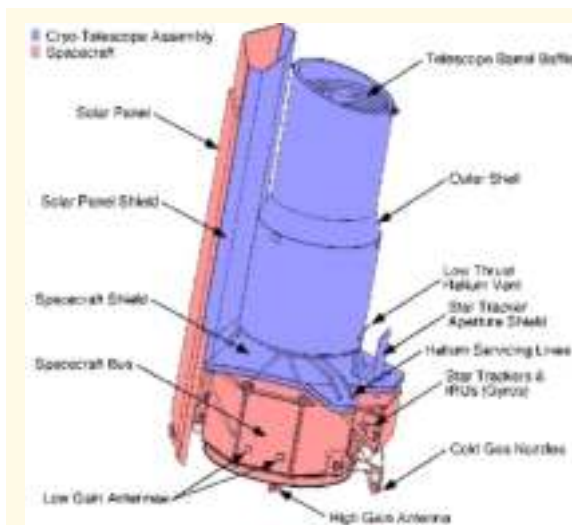
Los modos con los que se podrán obtener observaciones con MIPS son cuatro: fotometría (*photometry mode*), mapas de barrido (*scan map*



NASA/JPL.

Figura 2. Visión artística de SIRTf orbitando alrededor del Sol, justamente por detrás de la órbita de la Tierra.

Dossier



NASA/JPL y SSC.

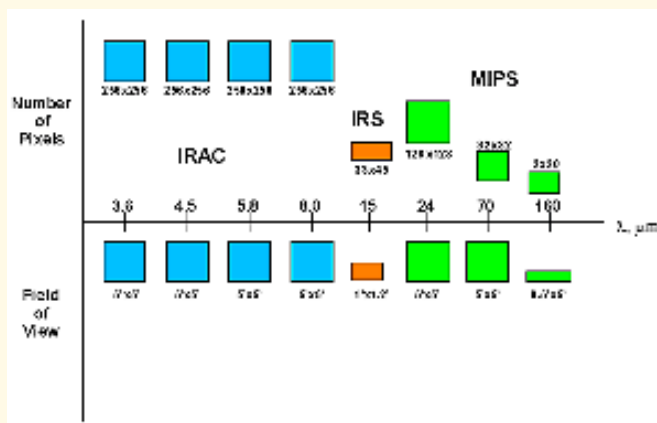
Figura 3. Diseño de los principales elementos del satélite SIRTf.

mode), espectrofotometría de baja resolución o modo SED (*SED mode*) y modo de *total power*. El modo de fotometría se ha diseñado para obtener observaciones multibanda de objetos relativamente compactos, es decir, con tamaños de menos de unos pocos minutos de arco. Este modo se puede usar también con alta resolu-

ción espacial (*super resolution*) en 70mm proporcionando un campo la mitad del que se obtiene con la resolución estándar. El modo de mapa de barrido (también conocido como *survey mode*) proporciona un mapeado eficiente para áreas del cielo grandes, usando el *scan mirror* del telescopio. Los modos de fotometría y de ma-

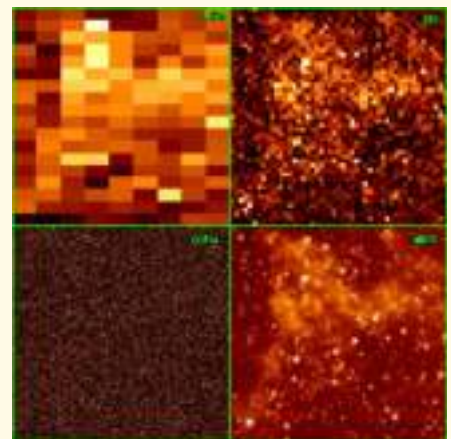
pas de barrido se pueden utilizar con los tres filtros de banda ancha de MIPS (24, 70 y 160mm). El modo SED se ha diseñado para obtener mayor información espectral de la que proporcionan los filtros de banda ancha. Para este modo de observación se utiliza una rendija con anchura de 2 píxeles (~19 segundos de arco), 24 píxeles de longitud, y un *grating*, con los que se puede obtener espectroscopía de baja resolución espectral ($R=15-25$). Por último, el modo de *total power* se utilizará cuando sea necesario obtener el flujo total de manera precisa de una fuente extensa (por ejemplo el fondo de luz zodiacal).

12f061131061131071331051



Cortesía SSC.

Figura 4. Esta figura muestra los detectores, los rangos espectrales, el número de píxeles, y los campos de los tres instrumentos científicos de SIRTf. En color azul se muestra IRAC, en naranja IRS y en verde MIPS.



cortesía de Chad Engelbracht.

Figura 5. En esta figura se comparan imágenes en 70mm generadas por IRAS, ISO, SOFIA, y MIPS en una escala logarítmica. Las imágenes se han simulado suponiendo una observación de 24 horas de integración, y teniendo en cuenta la sensibilidad, escala de placa y tamaño de campo de cada instrumento.

La OMC y su archivo de datos

Albert Domingo Garau
Equipo OMC (LAEFF)

La cámara de monitorización óptica (OMC) a bordo del satélite INTEGRAL (lanzado el 17 de octubre de 2002), ha sido diseñada para realizar observaciones en la banda óptica, simultáneamente con los instrumentos de rayos X y gamma. Estas observaciones multifrecuencia, permitirán obtener información de gran valor sobre la naturaleza y procesos físicos que tienen lugar en las fuentes de altas energías, donde la variabilidad es típicamente rápida, impredecible y de gran amplitud.

Entre los principales objetivos científicos de la OMC, podemos destacar:

Monitorización durante largos intervalos de tiempo, de la emisión óptica de las fuentes de altas energías presentes en su campo de visión, simultáneamente con los instrumentos de rayos X y gamma. Esto permitirá la correlación de las curvas de luz ópticas, con los patrones de variabilidad derivados a partir de las medidas en rayos X duros y gamma.

Proporcionar, para las fuentes de altas energías, medidas fotométricas calibradas en el filtro V-Johnson, permitiendo la comparación directa con medidas ópticas ya existentes o futuras observaciones desde tierra.

Monitorización serendípita de un gran número de fuentes ópticamente variables presentes en su campo de visión. Esto permitirá disponer, al final de la misión, de un catálogo de miles de fuentes con una monitorización óptica extraordinaria, calibrada en el filtro V-Johnson, y cubriendo periodos que van desde minutos a semanas y meses.

Debido a limitaciones en la telemetría disponible para la OMC, es necesario conocer, a priori, los objetos de interés dentro del campo de visión, ya que sólo pequeñas ventanas del CCD centradas en estos objetos son transmitidas a tierra. Estos objetos de interés científico, junto con estrellas de referencia astrométricas y fotométricas, forman el *Catálogo de entrada de la OMC*, que actualmente contiene unas 500 000 fuentes. En la figura 1 podemos ver algunas de las pequeñas ventanas (11x11 píxeles) transmitidas a tierra durante la observación de la Nebulosa del Cangrejo.

Los datos científicos de la OMC, es decir, las pequeñas ventanas alrededor de las fuentes de interés, son procesados casi en tiempo real en el *INTEGRAL Science Data Centre*, obteniendo la magnitud fotométrica calibrada de cada una de las fuentes (figura 2). Estos datos son almacenados, junto con los obtenidos por los instrumentos de rayos X y gamma, para cada observación llevada a cabo por INTEGRAL. Cuando los datos de una determinada observación pasan a ser públicos, el usuario general tiene acceso a ellos, pero siempre en base a observación. En otras palabras, el usua-

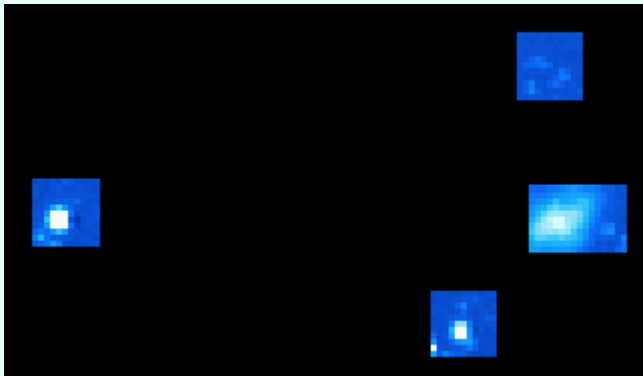
rio recibe todos los datos de la observación, aunque él esté interesado únicamente en una determinada fuente observada por la OMC. Por otra parte, es trabajo del usuario identificar su fuente, averiguar en qué observaciones fue transmitida a tierra por la OMC, así como también combinar los datos fotométricos de distintas observaciones.

Para facilitar el acceso de los usuarios a los datos de la OMC, en el LAEFF se está desarrollando el *Archivo de la OMC*. Este archivo puede ser consultado a través de una página Web (ver figura 3) que permite al usuario establecer distintos parámetros de búsqueda. Entre otros podemos citar: posición celeste, cualquier identificador reconocido por SIMBAD, identificador OMC, fecha de observación, magnitud V o tipo de objeto.

El *Archivo de la OMC* incluye todas las fuentes presentes en el *Catálogo de entrada*. Esto permite al usuario saber si una determinada fuente tiene posibilidad de ser observada por la OMC, o en el caso de haber sido observada, saber si los datos son públicos o privados. Para las fuentes observadas por la OMC y cuyos datos sean ya públicos, el

Apuntes

Figura 1: Ventanas de 11x11 pixeles transmitidas a tierra por la OMC. La Nebulosa del Cangrejo aparece en la esquina inferior derecha de la imagen. Típicamente, 100 de estas ventanas son transmitidas a tierra cada 100 segundos.



usuario recibe un fichero en formato "fits" que contiene la curva de luz con todos los puntos fotométricos disponibles. Estas curvas de luz han sido derivadas utilizando el *Software Estándar de Análisis* en su configuración por defecto. En un futuro cercano, el usuario tendrá la posibilidad de ejecutar de nuevo dicho software a través de la



Figura 3: Formulario de consulta del *Archivo de la OMC*.

Web, utilizando nuevos valores de configuración que se ajusten mejor a sus propósitos científicos,

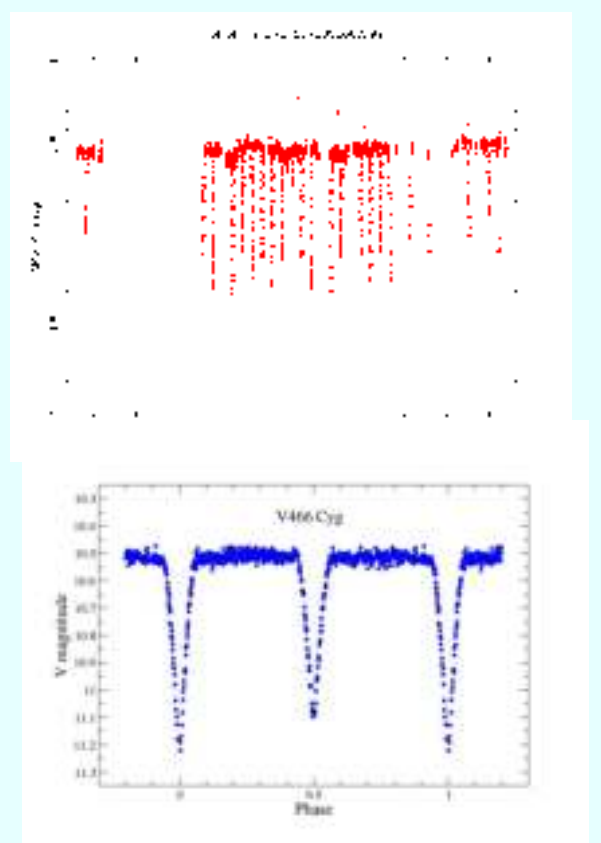


Figura 2: Curva de luz de V466 Cyg, una binaria eclipsante de tipo Algol. En la parte superior se muestran todos los puntos fotométricos tal y como son derivados en el *INTEGRAL Science Data Centre* (eje horizontal dado en días transcurridos desde el 1 de enero de 2000). En la parte inferior, la misma curva puesta en fase. El período que se deriva es de 1.39156705 días.

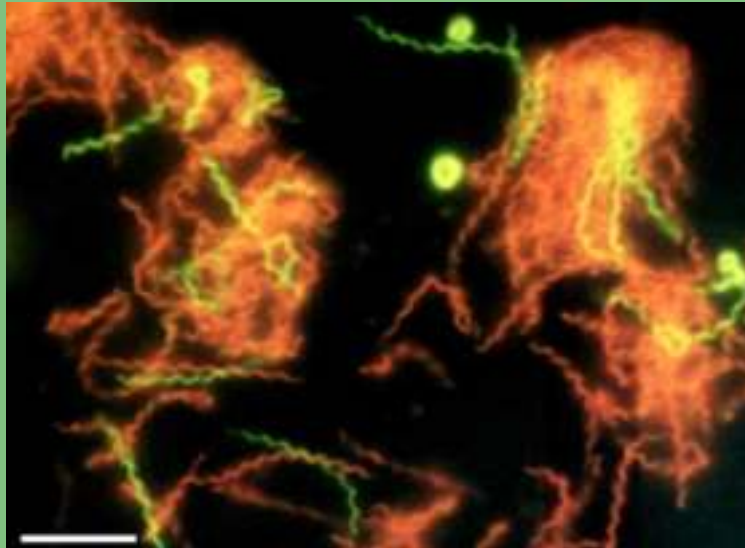
pero siempre despreocupándose de otros aspectos tediosos relacionados con el modo de operación del instrumento. En la actualidad también estamos trabajando en una serie de herramientas que permitirán, por ejemplo, calcular el período para dar las curvas de luz en función de la fase, e incluso clasificar los objetos mediante algoritmos basados en redes neuronales.

Astronoticias

Recopilación de Carmen Blasco

Nueva especie de organismo

Elena Pikuta y Richard Hoover, del National Space Science and Technology Center, han identificado en los sedimentos del Mono Lake una nueva especie de organismo, la Spirochaeta americana, un extremófilo capaz de sobrevivir en unas condiciones extremadamente duras, tanto, que sería letal para otras muchas formas de vida, incluyendo la humana. Vive en ausencia de oxígeno y se desenvuelve en un ambiente altamente salino. En la escala de acidez (pH), nosotros preferimos vivir en lugares situados entre 6.5 y 7.5. La Spirochaeta americana se siente más cómoda entre 8.0 y 10.5.

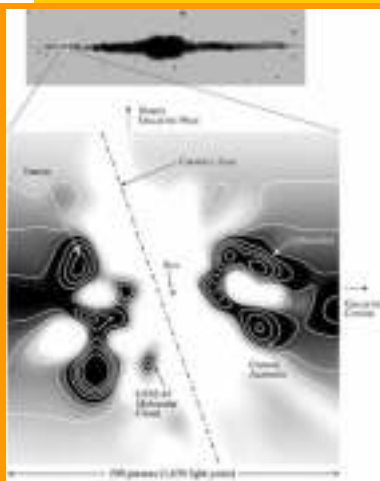


cortesía de Hoover,

Pikuta, Bej, NASA MSFC/NSSTC University of Alabama in Huntsville, University of Alabama at Birmingham

Dado que en otros lugares del Sistema Solar, como Marte, las lunas de Júpiter, Ganímedes o Europa, las condiciones ambientales son tan difíciles como las descritas anteriormente, se piensa que tal vez podrían albergar vida como esta.

Chimenea local



El personal de la University of California, Berkeley, y astrónomos franceses del Centre National de la Recherche Scientifique han obtenido un mapa detallado del espacio que rodea a la Tierra hasta una distancia de 1000 años-luz. Según se deduce de él, el Sistema Solar

se encuentra en una 'cavidad' irregular de gas de baja densidad que se ramifica a través del muro gaseoso más denso situado más allá. Los astrónomos sospechan que las cavidades y túneles, parecidos a los agujeros de una esponja, fueron creados por supernovas o por vientos estelares muy fuertes que barrieron grandes regiones y que, al encontrarse entre sí, se mezclaron formando pasadizos.

Por lo tanto, no estaríamos en una burbuja, como se pensaba antes de este descubrimiento, sino más bien en la "chimenea local".

Por ahora, el origen de las cavidades gaseosas es aún un misterio y con los tres nuevos satélites CHIPS (Cosmic Hot Interstellar Plasma Spectrometer), KAISTSAT-4 y FUSE (Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer) se espera desvelar este enigma.

Créditos foto: Cortesía de UC Berkeley

Marte, más cerca que nunca

Cortesía de
HST-STScI

El 27 de agosto a las 9:51h UT (1 hora más en Canarias y 2 más en la Península) se produjo el alineamiento del Sol, la Tierra y Marte, es decir Marte estaba en 'oposición'. Teniendo en cuenta que las órbitas de los planetas son elípticas, si en uno de los focos colocamos al Sol, hay dos puntos fundamentales en la órbita de un planeta: el afelio (máxima distancia al Sol) y el perihelio (mínima distancia al Sol). La peculiaridad de este encuentro radica en que esta vez casi coincide la oposición con el perihelio marciano y el afelio terrestre. Por eso se llegó a la menor distancia Tierra - Marte desde hace 59619 años, exactamente 55758000 Km. De esta forma, Marte se convirtió en el objeto más brillante del cielo vespertino después de la Luna.



Cortesía de Goddard SFC/NASA

Fábrica de antimateria en el Sol.

La antimateria es poco frecuente en el universo, aunque puede ser creada mediante colisiones de alta velocidad entre partículas de materia 'normal'. Parte de la energía del choque permite producir antipartículas. Por eso, la antimateria se produce en las erupciones solares, donde las partículas que se mueven muy deprisa por la explosión chocan con otras más lentas que se encuentran en la atmósfera solar. Según la teoría de las erupciones solares, tales colisiones ocurren en regiones relativamente densas de la atmósfera del Sol, ya que se necesitan muchas colisiones para producir cantidades significativas de antimateria. Por la misma razón, es lógico pensar que la antimateria sea aniquilada cerca de estos mismos lugares, donde hay muchas partículas de materia ordinaria disponibles para el contacto. Sin embargo se han encontrado en lugares alejados de los indicados por esta teoría. Un grupo de investigadores ha utilizado el satélite RHESSI de la NASA para obtener fotografías y datos sobre una erupción ocurrida el 23 de julio de 2002. El pequeño observatorio espacial utilizó sus instrumentos para detectar la radiación gamma y los rayos X de alta energía procedentes de la erupción. Según los resultados obtenidos, la erupción podría haber lanzado las partículas de antimateria lejos de donde fueron producidas, permitiendo que se destruyeran en otro lugar (en regiones de densidad muy inferior debido a las altas temperaturas). O quizá simplemente ocurre que las erupciones son capaces de crear cantidades importantes de antimateria en regiones menos densas. Los científicos están estudiando el fenómeno para hallar una explicación clara de este aparente desplazamiento.

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.esa.es.

Secretaría:161 / Fax:160
WWW:http://www.laeff.esa.es/

Doctores:

David Barrado Navascués	261	barrado
Álvaro Giménez Cañete	155	ag
José Francisco Gómez Rivero	267	jfg
Miguel Mas Hesse	196	mm
Benjamín Montesinos Comino	195	bmm
Carmen Morales Durán	188	morales
Lourdes Sanz F. de Córdoba	193	lourdes
Enrique Solano Márquez	154	esm
María Rosa Zapatero Osorio	309	mosorio

Colaboradores:

Celia Sánchez Fernández	257	celia
Luis M. Sarro Baro	138	lsb

Postgraduados:

Rafael Bellón Gómez	264	rafa
Carmen Blasco Fuertes	264	cblasco
M. Dolores Caballero García	198	mcaballe
Itziar de Gregorio Monsalvo	194	itziar
Albert Domingo Garau	266	albert
Cristina García Miró	138	cgm
Beatriz González García	138	bmgg
Raúl Gutiérrez Sánchez	260	raul
Elena Jiménez Bailón	266	elena
Bruno Merín Martín	194	bruno
Daniel Risquez Oneca	261	risquez
Carlos Rodrigo Blanco	264	crb
Olga Suárez Fernández	263	olga

Personal Administrativo:

Margie Guitart Martín	161	margie
Concha Prieto Alas	234	concha

Servicios Informáticos:

Jesús García Jiménez	263	jess
----------------------	-----	------

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

ÚLTIMA

Mars Express ya está camino de Marte

El pasado 2 de junio se lanzó con éxito desde Baikonur la nave Mars Express, impulsada por un cohete Soyuz con una etapa Fregat. Mars Express es la primera misión de la Agencia Espacial Europea que estudiará Marte. Está dotada de seis instrumentos que permitirán obtener imágenes de la superficie marciana con una resolución de hasta 2 m, estudiar su composición química y la de la atmósfera, analizar los movimientos atmosféricos a escala global y estudiar la estructura subterránea hasta una profundidad de varios km. Asimismo, poco antes de llegar a Marte, liberará un pequeño módulo (denominado Beagle-2) que aterrizará en su superficie y analizará muestras del suelo y del subsuelo a la búsqueda de agua y de trazadores de actividad biológica. Este módulo se mantendrá operativo durante unos seis meses, mientras que la nave nodriza continuará sus exploraciones durante al menos dos años. Ricardo Amils, investigador del Centro de Astrobiología (CSIC-INTA), es uno de los científicos multidisciplinares nombrados por la ESA con la misión de coordinar las investigaciones que se hagan con los datos enviados por la nave.

Mars Express llegará a Marte las próximas navidades, tras algo más de seis meses de travesía. Estaremos al tanto de los descubrimientos que realice.

José M. Mas Hesse

Separación del Beagle-2 en su camino hacia la superficie marciana. (Impresión artística).

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

Galería

