

# el observador de estrellas dobles

n.º 2 · mayo/agosto 2009



COPYRIGHT 2005 - RICHARD YANDRICK

## ÍNDICE

	<b>Editorial</b>	<b>3</b>
<b>ACTUALIDAD</b>	<b>Noticias de actualidad del mundo de las estrellas dobles</b> <i>por Francisco M. Rica</i>	<b>4</b>
<b>OBSERVACIÓN</b>	<b>Primer estudio de estrellas dobles desde el Obs. de Cantabria</b> <i>por Francisco M. Rica</i>	<b>10</b>
	<b>Medición de estrellas dobles con una cámara Audine</b> <i>por Florent Losse</i>	<b>15</b>
	<b>Un sistema doble con características peculiares</b> <i>por Carlos A. Krawczenko</i>	<b>20</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>Misión Speckles Pic I. Julio 2008.</b> <i>por Martine Castets y Bernard Tregon</i>	<b>23</b>
	<b>Fotometría con FoCAs II</b> <i>por Rafael Benavides Palencia</i>	<b>38</b>
<b>PROPUESTAS</b>	<b>La serie de las Gammas</b> <i>por José Luis Comellas</i>	<b>44</b>
	<b>Estrellas dobles rojas</b> <i>por el Grupo de Estrellas Dobles del Foro de la Agrupación Astronómica Hubble</i>	<b>48</b>
	<b>Gamma Andromedae</b> <i>por Ángel M. López Borrega</i>	<b>52</b>
<b>HISTORIAS</b>	<b>Jonckheere, pasión por las dobles</b> <i>por Juan-Luis González Carballo</i>	<b>55</b>
<b>FUERA DE FOCO</b>	<b>El santuario de las dobles</b> <i>por Paco Bellido</i>	<b>64</b>

## CONDICIONES DE PUBLICACIÓN

Cualquier trabajo **relacionado con la astronomía de las estrellas dobles** es bienvenido para ser publicado en **El Observador de Estrellas Dobles (OED)**. Los interesados deben atenerse a las siguientes pautas:

- Se aceptará cualquier tipo de trabajo que tenga relación con las estrellas dobles, independientemente de la temática que aborde: historia de la astronomía, observación visual o fotográfica, estudios astrométricos o fotométricos, análisis y exposición de técnicas, descubrimientos, presentación de programas informáticos útiles a los doblistas, artículos de opinión, etc.
- Los trabajos deberán remitirse a cualquiera de los editores a través de los correos electrónicos que figuran en la parte inferior de la página siguiente.
- Se remitirán archivos de texto en formato Word o similar. Se agradece que vengán corregidos ortográfica y sintácticamente.
- Se deberán adjuntar las imágenes o dibujos que se desean publicar, preferentemente insertados en el texto.
- En la cabecera del artículo deberán figurar los siguientes datos: nombre y apellidos del autor, agrupación o asociación astronómica a la que pertenezca y dirección de correo electrónico.
- Los artículos deberán venir precedidos por un breve resumen del contenido del mismo (4 líneas) en inglés y en castellano.
- OED tendrá una periodicidad cuatrimestral. La fecha límite de recepción de trabajos para el próximo número será el 1 de agosto de 2009.

# editorial

EL NÚMERO 2 de OED ya es una realidad.

Tras la euforia del debut, siempre desbordante, y la extraordinaria acogida de la publicación por parte de la comunidad astronómica amateur, hemos renovado fuerzas e ilusiones para componer un nuevo ejemplar. Deseamos que sea del agrado de todos vosotros. La calidad de los artículos recibidos en la redacción será, sin duda, un punto fuerte para lograrlo.

Fieles a nuestra idea inicial hemos procurado ofrecer un paquete de trabajos de los más variados niveles técnicos, desde los más avanzados hasta aquellos otros más asequibles, especialmente dirigidos a los doblistas que se inician. A destacar un excelente trabajo sobre interferometría de manchas, una de las técnicas de medición más precisas y modernas. Este trabajo demuestra que los astrónomos aficionados también pueden abordar con éxito este tipo de técnicas. Nuestra enhorabuena a los autores, Martine Castets y Bernard Tregón, dos doblistas franceses observando desde los Pirineos en el Observatorio Pic du Midi.

Como novedades hemos introducido dos nuevas secciones. En primer lugar, la Sección Actualidad, redactada por Francisco Rica, servirá para estar al día en cuanto a los trabajos, descubrimientos, publicaciones, etc. que vayan aconteciendo en el campo de las estrellas binarias a nivel internacional. Por otro lado, a partir de este número incluiremos un apartado sobre historia de las estrellas dobles. Daremos cabida tanto a los aspectos biográficos sobre los principales observadores/descubridores de estrellas dobles, como también a aquellos otros puramente observacionales, técnicos e instrumentales. Creemos que el contenido histórico será muy enriquecedor y confiamos en que será seguido con gran interés por nuestros lectores.

A instancias del USNO, os animamos a que solicitéis gratuitamente el *Double Star CD 2006.5*, una excelente herramienta de trabajo que incluye todos los catálogos mantenidos por el Observatorio Naval de los Estados Unidos. Aún quedan ejemplares disponibles y pueden pedirse en [http://ad.usno.navy.mil/proj/WDS/cd\\_request.html](http://ad.usno.navy.mil/proj/WDS/cd_request.html)

Esperamos vuestros comentarios, sugerencias y críticas en el blog de la revista. Serán bienvenidos y nos ayudarán a mejorar. Que disfrutéis de la lectura.

LOS EDITORES



**director honorífico**

**editores**

**sitio web**

**colaboradores**

Sr. D. José Luis Comellas García-Llera

Rafael Benavides Palencia  
Juan-Luis González Carballo  
Edgardo R. Masa Martín

[rafaelbenpal@gmail.com](mailto:rafaelbenpal@gmail.com)  
[carballo@eresmas.net](mailto:carballo@eresmas.net)  
[ermasa.dsa@gmail.com](mailto:ermasa.dsa@gmail.com)

[www.elobservadordeestrellasdobles.wordpress.com](http://www.elobservadordeestrellasdobles.wordpress.com)

Florent Losse (Francia), Rafael Caballero (España),  
Francisco Violat Bordonau (España), Juan Jordano (España),  
Francisco M. Rica (España), Carlos A. Krawczenko (Argentina),  
Martine Castets (Francia), Bernard Tregon (Francia), Angel M.  
López Borrega (España), Jesús R. Sánchez (España),  
Paco Bellido (España)

## Interferometría Speckle desde el Observatorio Naval de los Estados Unidos

Un equipo de astrofísicos compuesto por el conocido Brian Mason junto con W. Hartkopf y G. L. Wycoff presentaron una nueva serie de mediciones de estrellas dobles mediante el método de interferometría speckle (consultar el artículo "Técnicas de Observación. Imágenes Speckle" en las páginas de esta revista) usando el refractor de 66 centímetros del Observatorio Naval de los Estados Unidos (ver cuadro en la página siguiente). Sus resultados fueron 2.033 observaciones promediadas en 1.297 posiciones relativas medias. Las separaciones de las dobles medidas oscilaban entre los 0,54" y los 58,96". Esta es la serie de medidas número XIV y cubre el período desde el 17 de enero al 31 de diciembre de 2007.

## Órbita de dos binarias de corto período y dos binarias de largo período

Dos astrofísicos serbios han calculado nuevos parámetros orbitales para cuatro binarias. Para tres de ellas (WDS 04340 + 1510 = CHR 17, WDS 06290 + 2013 = BTZ 1Aa y WDS 19535 + 2405 = DJU 4) ya existía una órbita calculada anteriormente y los resultados obtenidos mejoraron la órbita previa. La razón del nuevo cálculo orbital es porque las medidas recientes muestran elevados residuos con respecto a las efemérides calculadas usando la órbita previa y los elementos orbitales del **Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars** (ver cuadro). Para la cuarta binaria, WDS 07106 + 1543 = J 703, esta órbita es la primera calculada. Dos de estas binarias tienen componentes tan cerradas que es necesario usar la técnica de la interferometría. Las otras dos binarias tienen largos periodos orbitales. En el trabajo se facilitan efemérides nuevas, masas totales y para cada componente (usando paralajes trigonométricas) y tipos espectrales.

## OBSERVACIONES EN OPTICA ADAPTATIVA DESDE EL OBSERVATORIO KECK: PRIMERA DETERMINACIÓN DE LA MASA DINÁMICA DE UNA BINARIA DE ENANOS T

Astrofísicos de la Universidad de Hawai, entre otras entidades, realizaron imágenes de la binaria 2MASS J15344984-2952274 AB compuesta por débiles enanas marrones de espectro T5.0+T5.5. Estas imágenes fueron obtenidas desde el observatorio Keck usando una técnica llamada óptica adaptativa (ver más abajo). Estas imágenes junto con otras de archivo obtenidas por el telescopio Hubble cubren un 50 % del período orbital de la binaria. El análisis de los datos indicaron que el período orbital es de 15,1 años, la masa total es 0,056 masas solares (59 masas de Júpiter) y la edad es de 0,78 Giga-años (1 Giga-año = 1000 millones de años). Esta es la primera binaria cuyas componentes han sido confirmadas de ser subestelares y es la binaria con masa más pequeña y más fría de entre las que tienen masas dinámicas calculadas, o sea, determinadas a través de cálculos orbitales.

## ¿Óptica adaptativa?

Técnica óptica que permite contrarrestar, en tiempo real, los efectos de la atmósfera de la Tierra en la formación de las imágenes astronómicas. Para lograrlo se inserta en el camino óptico del telescopio un espejo deformable sostenido por un conjunto de *actuadores* controlados por computadora. Para su utilización se necesita en el campo estelar una estrella de referencia: el análisis de su aspecto permite evaluar en tiempo real las perturbaciones a que está sometida la imagen. El sistema puede utilizar también como referencia una estrella artificial producida por un haz láser que atraviesa las capas de aire que provocan la mala calidad de imagen.

Palomar LGS-AO First Light  
June 13, 2006

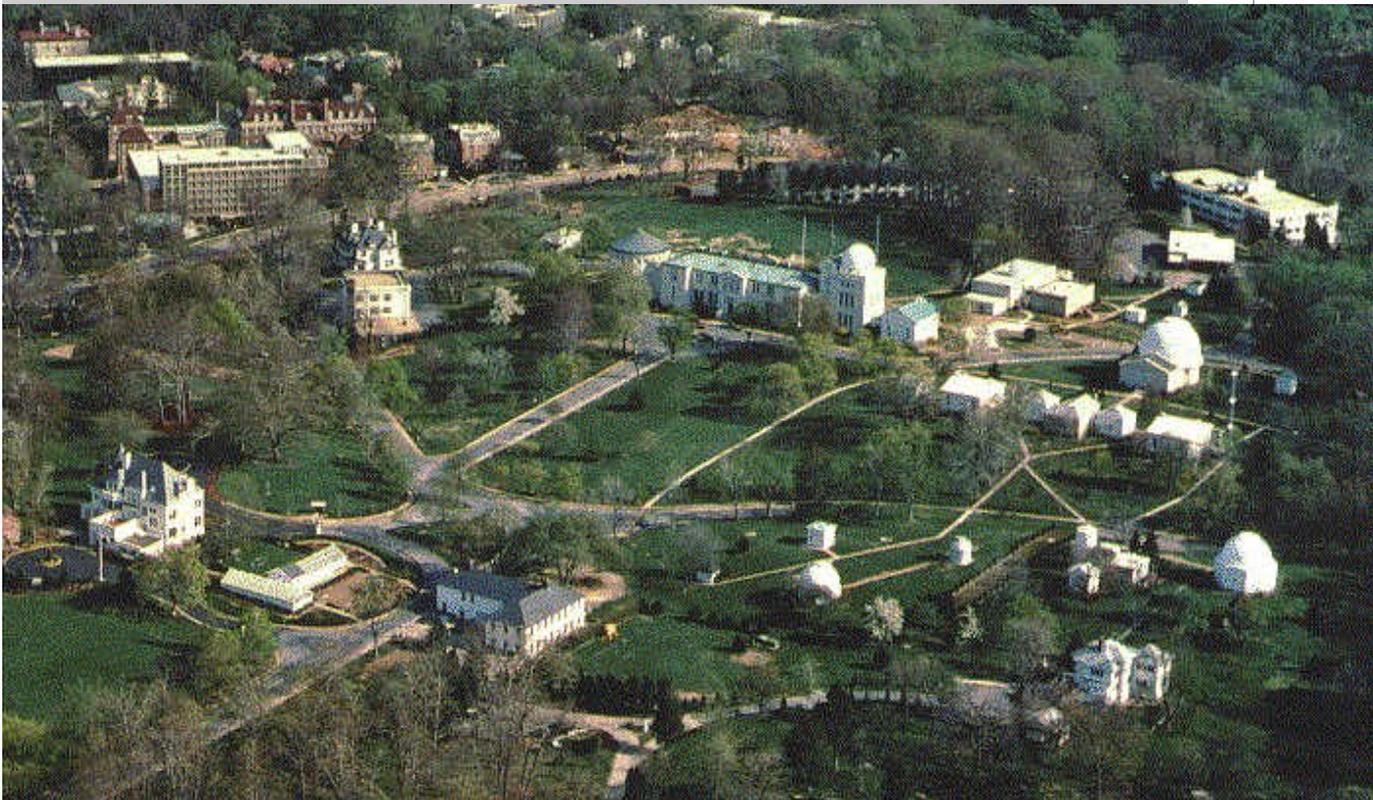
Seeing—limited  
FWHM = 1.02"

LGS-AO  
FWHM = 0.16"

## Descubrimiento de una compañera subestelar separada de una estrella cercana de baja masa

Un grupo de astrofísicos de Canadá ha informado del descubrimiento de una compañera de espectro L5 separada a 125 UA de la cercana enana roja M4.5, G203-50. El descubrimiento se hizo durante una búsqueda de pares de movimiento propio común en el Sloan Digital Sky Survey (SDSS) y Two Micron All Sky Survey (2MASS). Las propiedades astrofísicas de la componente primaria pueden delimitar las propiedades de la fría y nueva componente secundaria. Las evidencias indican que el proceso de formación de estrellas puede formar sistemas binarios separados y débilmente unidos por la fuerza de la gravedad cuyas componentes son estrellas de baja masa y enanas marrones.

## El Observatorio Naval de los Estados Unidos

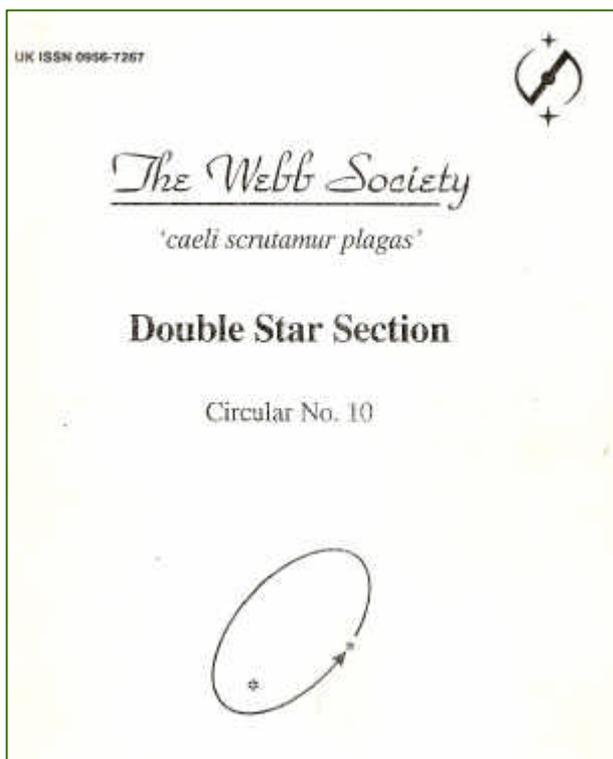


Este observatorio es una de las organizaciones científicas más antiguas de los Estados Unidos. Se encuentra en Washington D.C. y es uno de los pocos observatorios que actualmente se encuentra en zona urbana, si bien cuando se inauguró, allá por el año 1830, Washington era una pequeña ciudad que apenas le afectaba en cuanto a contaminación lumínica. Desde entonces ha tenido una función importante en la medición del tiempo. La misión principal del observatorio era cuidar los cronómetros, las cartas de navegación y otros objetos navales de la Armada de los Estados Unidos. Actualmente, como en el pasado, el moderno Observatorio Naval de los Estados Unidos continúa siendo una autoridad en las áreas de mantenimiento del tiempo y la observación celeste.

Para los aficionados a las estrellas dobles es muy conocido por ser el organismo que mantiene el famoso Washington Double Star Catalog (WDS) [Catálogo de Estrellas Dobles de Washington] catálogo que es actualizado casi diariamente. También es conocido porque en su departamento de astrometría trabaja un grupo de astrofísicos que llevan años midiendo binarias visuales. El más conocido de este equipo de astrofísicos es **Brian Mason**, quien mantiene contacto con el autor de esta sección desde hace ya muchos años.

## Nueva circular de estrellas dobles de la Webb Society

Hace unos meses se publicó el número 16 de la Circular de la Sección de Estrellas Dobles de la Webb Society del Reino Unido. En sus 84 páginas esta circular nos deleita, como últimamente suele hacer, con interesantes artículos observacionales: medidas micrométricas, con cámara CCD, sistemas múltiples de tipo trapecio, trabajos de data-mining (minería de datos) usando catálogos como el Sloan Digital Sky Survey (SDSS), etc.



Muchos nombres conocidos donde me gustaría destacar al español Tòfol Tòbal y Xavier Miret. Algunos de los autores (J. F. Courtot, Erno Berko & Gyorgy Vaskuti y Tòfol Tòbal & Xavier Miret) publican algunos pares encontrados y no catalogados (o sea, nuevos descubrimientos). Desgraciadamente estos doblistas sólo argumentan el llamativo aspecto visual de estos pares para proponer su inclusión en el WDS y no se paran a analizar si existe posibilidad de que sean realmente binarias. Caso aparte es el del británico John Greaves. Este amateur tiene amplios conocimientos sobre astrofísica estelar y es un experto "buzcando" por catálogos astrométricos y fotométricos. En su artículo, Greaves publica decenas de nuevos pares (ya lleva más de 1000) con movimientos propios comunes y por tanto con todas las papeletas de ser sistemas binarios reales. También quiero destacar el artículo del norteamericano Thom Gandet sobre sistemas múltiples trapecio. No recuerdo ningún artículo

amateur sobre este tipo de sistemas estelares y por tanto seguramente sea el primer artículo publicado. Esta circular está disponible en la siguiente dirección de Internet: <http://www.webbdeepsky.com/dssc/dssc16.pdf>.

Un resumen de su contenido se muestra a continuación:

- Micrometric Measures of Double Stars in 2007 [Medidas micrométricas de estrellas dobles en 2007] (Bob Argyle, Reino Unido)
- Micrometer Measurements from 2006.21 to 2008.12 [Medidas micrométricas desde 2006,21 hasta 2008,12] (Andreas Alzner, Alemania)
- Micrometric Measures of Double Stars in 2007 [Medidas micrométricas de estrellas dobles en 2007] (Jean - Francois Courtot, Francia)
- Measures of Double Stars with DSLR camera and 35.5-cm reflector from 2007.109 to 2007.191 [Medidas de Estrellas Dobles con una cámara DSLR y un reflector de 35,5 cm desde 2007,109 hasta 2007,191] (Erno Berko & Gyorgy Vaskuti, Hungría)
- SDSS Data Release 6 proper motion information [Información de movimiento propio del SDSS versión 6] (John Greaves, Reino Unido)
- A trapezium in the Field of Chevalier (CHE) 138 [Un trapecio en el campo de Chevalier (CHE) 138] (Thom Gandet, Estados Unidos)
- Measurements of Selected Southern Double Stars - 1 [Mediciones de Estrellas Dobles del Sur] (Richard Jaworski, Australia)

## **Órbita visual de la binaria sigma2 Coronae Borealis por la técnica de interferometría**

Un equipo de astrofísicos norteamericanos ha presentado orbitas visuales para la binaria espectroscópica sigma2 Coronae Borealis. Para ello se emplearon mediciones de velocidad radial y mediciones interferométricas obtenidas con el CHARA obtenidas en Monte Wilson (California). Sigma2 CrB está compuesta por estrellas similares al Sol en una órbita con un periodo de sólo 1,14 días. La enorme línea base del instrumento CHARA ha permitido resolver la órbita visual de este par y a día de hoy es la binaria con periodo más corto en ser desdoblada. Sus masas y magnitudes absolutas fueron obtenidas.

## **Estudios dinámicos de 12 binarias visuales separadas**

Un grupo de astrofísicos rusos, entre ellos Kisselev y Romanenko, ha llevado a cabo los primeros estudios dinámicos de las posiciones relativas de las componentes de 12 binarias separadas. El análisis se basa en observaciones fotográficas realizadas con el refractor de 0,66 metros del Observatorio de Pulkovo, datos del catálogo WDS, velocidades radiales y paralajes de HIPPARCOS. Usaron los parámetros de los movimientos aparentes, los cuales permiten calcular la órbita y masa de la binaria a partir de observaciones de un corto arco observacional de la órbita del orden de 5-10 grados. Las órbitas y masas para 6 binarias con periodos entre 500 y 20.000 años han sido determinadas con fiabilidad. Para 5 binarias con periodos entre 2.000 y 100.000 años, han obtenido órbitas y masas probables. En uno de los sistemas han observado perturbaciones con un periodo de 40 años en el movimiento orbital indicando posiblemente la presencia de una estrella no conocida con una masa del orden de 0,4 masas solares. Las orientaciones de las órbitas en el marco de referencia Galáctico han sido determinadas para los 12 sistemas binarios. En la mayoría de estas binarias los planos orbitales están inclinados hacia el plano de la Galaxia coincidiendo con anteriores estudios.

## **Circular informativa de la UAI sobre estrellas dobles**

La comisión 26 de la Unión Astronómica Internacional (IAU) ha distribuido entre sus contactos una nueva circular informativa de estrellas dobles (el número 167 de febrero de 2009). Son 14 los nuevos parámetros orbitales publicados por astrofísicos como Docobo, Ling y Tamazian (quienes trabajan en el Observatorio "Ramón María Aller" de Santiago de Compostela (España)). El astrónomo más activo en esta circular fue Cvetkovic con 7 órbitas calculadas, o sea la mitad del total. Esta circular también incluye una extensa lista de publicaciones profesionales relacionadas con el mundo de las estrellas binarias. La circular la podéis encontrar en la web de Double Star Library en <http://ad.usno.navy.mil/wds/dsl.html>.

## **Descubrimiento de una binaria separada de enanas marrones**

Un equipo de científicos norteamericanos ha descubierto una binaria de enanas marrones en la región de formación estelar de Tauro. Se trata de la estrella variable FU Tau cuyas componentes están separadas por 5,7" (que corresponde a 800 UA a la distancia a la que se encuentra). Según el espectro que obtuvieron se trata de dos jóvenes (1 millón de años de edad) estrellas de espectros M7,25 y M9,25 y ~0,05 y ~0,015 masas solares. Según los modelos FU Tau A parece más luminosa y podría ser una binaria no resuelta. Ambas estrellas parecen formar un sistema binario en base a la baja probabilidad de que dos enanas marrones se encuentren a menos de 6" en esta zona del cielo.



## Observaciones de estrellas dobles en Pulkovo con el refractor Zeiss de 65 cm

Dos astrofísicos rusos (entre ellos A. A. Kiselev) han presentado mediciones fotográficas de estrellas dobles usando el refractor de 65 cm del Observatorio de Pulkovo (Rusia). Usando el método de parámetros de movimiento aparente (AMP) el cual permite determinar órbitas y realizar investigaciones dinámicas de binarias separadas en base a un arco observacional corto de su movimiento orbital. Estos astrofísicos han investigado más de 40 órbitas para pares separados y también la suma de las masas. En sus trabajos revelan la presencia de componentes estelares no resueltas y para ello han usado dos métodos: (1) detectando posibles perturbaciones periódicas comparando las posiciones observadas y calculadas usando diferencias O-C y (2) también por medio de la comparación de la masa total del sistema estelar obtenidas a través de las órbitas calculadas y la masa total del sistema obtenida por medio de la relación masa-luminosidad. Un exceso de 1 a 3 masas solares es detectada para algunas binarias: ADS 497, ADS 10329 y ADS 10329.

### *El Observatorio de Pulkovo (Rusia)*

El **Observatorio astronómico de Pulkovo** es el principal observatorio astronómico de la Academia Rusa de las Ciencias, y se encuentra a 19 kilómetros al sur de San Petersburgo, sobre las colinas de Pulkovo. El observatorio se inauguró en 1839 y fue equipado con instrumentos de gran calidad. La principal línea de trabajo del observatorio consistió en determinar las coordenadas de estrellas y constantes astronómicas, como precesiones, nutaciones, aberraciones y refracciones, y también **descubrir y medir estrellas dobles**.

Para el 50º aniversario del observatorio, se construyó un laboratorio astrofísico con un taller mecánico y se instaló el refractor más grande del mundo de 76 centímetros. Después de haber recibido un astrógrafo en 1894, el observatorio comenzó su trabajo de astrofotografía. Algunos de los trabajos de estrellas dobles fueron realizados fotográficamente.

Durante el sitio de Leningrado (1941-1944), el observatorio se convirtió en objetivo de fieros ataques aéreos alemanes y bombardeos de artillería. Todos los edificios quedaron completamente destruidos. En condiciones dramáticas, los instrumentos fueron salvados y almacenados sanos y salvos en Leningrado.

### **Trabajos sobre estrellas dobles visuales**

Este observatorio está íntimamente ligado con los trabajos sobre estrellas dobles visuales los cuales comenzaron por W. Struve en 1830 desde Dorpat (ahora Tartu). Después de la segunda guerra mundial y de la restauración del observatorio en 1960, las observaciones de estrellas dobles han sido realizadas con el refractor Zeiss de 0,66 m usando técnicas fotográficas. Muy conocido es un método propio de cálculo orbital (llamado APM) el cual determina fiables órbitas para binarias con largo periodo y muy corto arco observacional. Para ello usa la paralaje trigonométrica, las masas de las componentes y sus velocidades radiales. Editaron un catálogo (Pulkovo Visual Double Star Catalogue) en 2003.



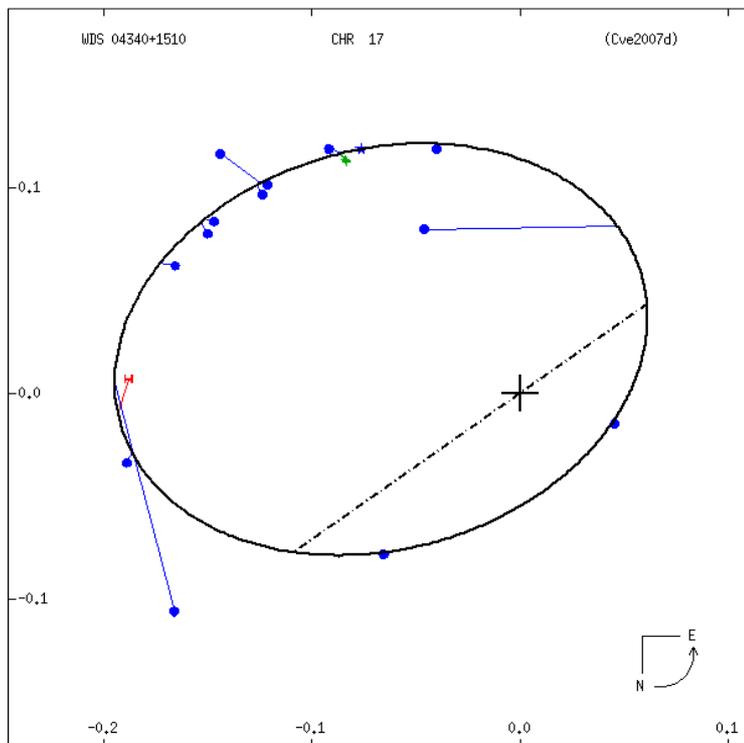
## Nuevo número de la revista JDSO

El número de invierno de 2009 de la revista Journal of Double Star Observations (JDSO) ha salido a la luz. En este número 1 del Volumen 5 aparecen dos agradables sorpresas. Nuestros colegas **Rafael Benavides Palencia** (Agrupación Astronómica de Córdoba) y **Edgardo R. Masa Martín** (Sociedad Astronómica SYRMA de Valladolid), ambos colaboradores de la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA, han publicado dos trabajos titulados (traducimos al castellano) “**Mediciones CCD de estrellas dobles desde el Observatorio Astronómico Camino de Palomares. Primera Serie**” y “**Medidas de estrellas dobles abandonadas con una videocámara Mintron**”.

Además de las aportaciones de nuestros compatriotas destacamos el artículo del amateur alemán Rainer Anton “Sobre la precisión de Mediciones de Estrellas Dobles a partir de “Lucky Imaging”, un estudio de Zeta Aqr y Beta Phe”. Las imágenes de sus dobles son realmente impresionantes no sólo por su definición sino también por lo sorprendente que es el ver claramente los anillos de Airy. Esta circular está disponible en la siguiente dirección de Internet: <http://www.jds.org/>.

## El Sexto Catálogo de Órbitas de estrellas binarias visuales

Este es un catálogo mantenido por astrofísicos del Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO) que contiene parámetros orbitales, efemérides, gráficos de órbitas para 2.032 sistemas estelares (en el momento de escribir esta sección). Este catálogo continúa la serie de catálogos que comenzó con la publicación por Finsen (1934, 1938). Esta versión Sexta fue editada el 30 Junio de 2006 y es actualizada cada vez que se publican nuevos parámetros orbitales.



Una de las órbitas incluidas calculada recientemente por astrofísicos serbios.

# Primer estudio de estrellas dobles desde el Observatorio de Cantabria. Calibración y estudio de errores.

*First study of double stars at Cantabria Observatory. Calibration and discussion of errors.*

por *Francisco M. Rica Romero*

Agrupación Astronómica de Mérida · Coordinador de la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA · frica0@terra.es

En este trabajo se presentan los primeros resultados sobre el estudio de binarias visuales realizados desde el Observatorio de Cantabria. Tras realizar las debidas calibraciones de la escala y orientación de las tomas CCD se compararon los resultados con dobles de calibración. Aunque el número de dobles de calibración debe ser aumentado, se obtuvieron buenos resultados con errores externos inferiores a 0,06".

The first results on the study of visual binaries carried out at Cantabria Observatory is reported. After doing the due calibrations of the scale and orientation of the CCD captures the results were compared with several calibration pairs. Though the number of calibration pairs should be increased in the future, the preliminary results are very good and the external errors are lower than 0.06".

EN DICIEMBRE de 2007 me puse en contacto con el Observatorio de Cantabria para proponer la observación y estudio conjunto de estrellas dobles visuales. La estupenda acogida por parte del personal del observatorio facilitó el comienzo de los trabajos sobre este tipo de objetos. Lo primero que hicimos fue evaluar las posibilidades del instrumental, especialmente en lo tocante a la observación de dobles cerradas, la calibración de la escala y la orientación de las imágenes CCD, así como la posterior evolución de la precisión de las mediciones.

El telescopio usado es un LX200R de 0,4 metros de diámetro a f/10 (longitud focal de 4.117 mm). Las imágenes CCD se tomaron usando una

cámara CCD ST-8 con chip Kodak KAF-1603ME compuesto por 1530 x 1020 píxeles cuadrados de 9 micras. Las observaciones se realizaron a foco primario con un tamaño de píxel de 0,45" y un campo de visión de 11,5 x 7,7 minutos de arco para cada imagen. Si el seeing lo permite, usando esta configuración será posible desdoblar y medir pares de hasta 3 píxeles de separación (algunos observadores muy experimentados han conseguido medir pares con separaciones de 2 píxeles empleando software especializado) que, en nuestro caso, equivale a separaciones angulares ( $\rho$ ) de 1,35". Como las imágenes CCD no serán de muy corta exposición, el seeing jugará un papel importante en el límite de resolución práctico. El Observatorio de Cantabria está situado a 1.100 m de

## OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE CANTABRIA (VALDERREDIBLE) <http://www.observatoriococantabria.com/index.php>

El Observatorio Astronómico de Cantabria es un centro de la **Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria**, gestionado por el Centro de Investigación del Medio Ambiente (CIMA) y situado en el término municipal de **Valderredible**, que pretende convertirse en un centro de referencia científico, observacional, didáctico y divulgativo destinado a la astronomía y sus actividades afines en Cantabria.



La **Universidad de Cantabria**, a través del Instituto de Física de Cantabria (IFCA, CSIC-UC) lleva a cabo la dirección y coordinación de las actividades científicas, observacionales, divulgativas y didácticas del observatorio.

La **Agrupación Astronómica Cantabria (AstroCantabria)** realiza actividades de divulgación cultural para el público y de observación astronómica. Además, se encarga de la calibración y mantenimiento del instrumental astronómico del observatorio.

altitud y aunque el seeing es bastante bueno (FWHM  $\sim 1,8''$  en las observaciones realizadas durante el proceso de calibración) las imágenes CCD que obtengamos estarán limitadas por la turbulencia atmosférica. Esto quiere decir que alargar la focal con una lente Barlow para conseguir más resolución no servirá de nada mientras no congelemos o reduzcamos los efectos del seeing en las imágenes (usando una cámara digital de gran velocidad, por ejemplo). Desde el punto de vista práctico partimos inicialmente con una resolución de poco menos que  $1,8''$  (en la observación de dobles visuales se consiguen resoluciones algo mejores que el valor del seeing).

Cómo las imágenes CCD tienen un campo de visión lo suficientemente grande ( $11,5' \times 7,7'$ ) será posible registrar un nutrido número de estrellas de referencia permitiendo utilizar el software Astrométrica (<http://www.astrometrica.at/>) en la reducción de las imágenes y obtener así el tamaño del píxel y la orientación de las imágenes y, en la mayoría de los casos, también medir la separación ( $\rho$ ) y ángulo de posición ( $\theta$ ) de la doble en el mismo proceso.

Para cada doble se obtuvieron 10 imágenes CCD de 5 segundos de exposición. El proceso de calibrado se realizó reduciendo astrométricamente las imágenes usando el programa Astrométrica. El tamaño de píxel resultó ser de  $0,45''$  y la orientación de las imágenes fue de  $-1,77^\circ \pm 0,02$ . Las imágenes se obtuvieron a finales del 2007 y no se usaron filtros fotométricos en las observaciones.

Cuando empleamos por primera vez un instrumento en la observación de estrellas dobles es especialmente importante estudiar la precisión que alcanzamos con el instrumental. No sólo debemos calcular los *errores internos*, o sea la

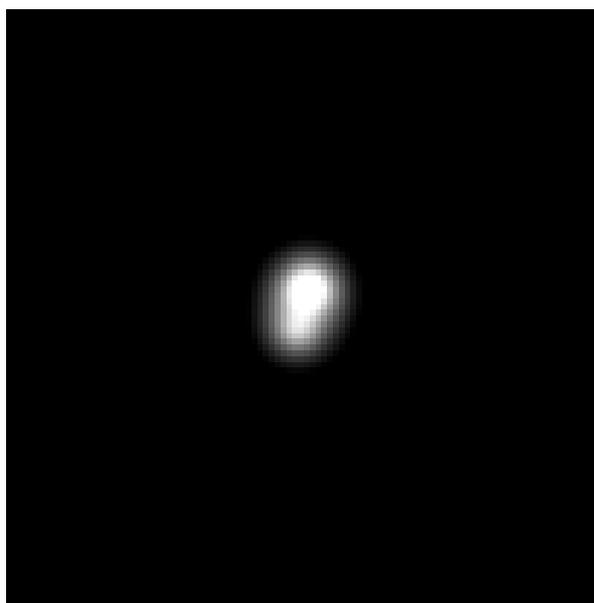


Imagen 1. Binaria BU 79 con componentes desiguales separadas por  $1,65''$ .

dispersión de las medidas sobre una misma doble, sino también los *errores externos*, es decir, la diferencia entre nuestros resultados y los que supuestamente deberíamos haber obtenido. Los errores externos de nuestras mediciones se calcularon observando dobles de calibración (dobles con separaciones y ángulos de posición bien conocidos) y comparando nuestros resultados con aquellos calculados para la fecha de las observaciones. Las dobles de calibración se obtuvieron del *Catalog of Rectilinear Elements* (<http://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/wds/lin1>) y del *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars* (<http://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/wds/orb6>), ambos catálogos mantenidos por el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO). En los dos casos es posible calcular efemérides que nos indicarán con bastante precisión los parámetros de la doble para una época determinada.

En la Tabla 1 se listan las dobles de calibración observadas. STF 3006 AC fue medida también aunque, realmente, la doble de calibración está formada por la componentes A y B. En la Tabla 2 se muestran las diferencias entre lo observado y lo calculado por las efemérides para la misma época de observación, o sea, los errores. Se listan los errores radiales (errores en  $r$ ), errores tangenciales (en  $q$ ) y errores totales (suma de ambos errores). La binaria orbital HLD 60 también fue observada como calibración pero su distancia angular, de  $1,23''$ , estaba algo fuera de las posibilidades del instrumental, tal como pudimos comprobar en nuestro intento de medirla.

Podemos comprobar cómo los errores son inferiores o iguales a  $0,05''$  (excepto para STF 3008) y, por tanto, la calidad de nuestras medidas es suficientemente buena. También debemos tener en cuenta que las efemérides también acarrean un error que puede ser de varias centésimas de segundo de arco y siempre en el mismo orden de magnitud que nuestros errores. No obstante, sería interesante emplear más noches y usar más dobles de calibración para tener una mejor idea de nuestra precisión.

A continuación se incluyen algunos comentarios sobre las dobles medidas:

#### - STF 3006 AB (= WDS 23212+3526)

[ $\theta = 152,2^\circ$  y  $\rho = 7,15''$  en 2007,992] esta doble (Imagen 4) está compuesta por estrellas de magnitudes 9,06 y 9,84 (Tycho-2) y ha sido medida en 134 ocasiones entre 1825 ( $184^\circ$  y  $5,1''$ ) y 2006 ( $152^\circ$  y  $7,2''$ ). El movimiento propio anual de la primaria procedente del Tycho-2 es  $\mu(\alpha) = -1,2 \pm 2,5$  mas/año y  $\mu(\delta) = -1,9 \pm 2,4$  mas/año. El movimiento propio de la secundaria es de  $\mu(\alpha) = +24,2 \pm 3,6$  mas/año y  $\mu(\delta) = -7,7 \pm 3,6$  mas/año. En la literatura profesional

se listan tipos espectrales G8III y K2III. Debido a la diferencia entre los movimientos propios de las componentes estamos ante un claro par óptico. Este par será propuesto para etiquetarse con el código "U" dentro del índice del catálogo WDS<sup>1</sup>. La Imagen 2 muestra un diagrama que representa la trayectoria rectilínea de la componente B con respecto a la componente A. La línea gruesa -de color negro- es el ajuste lineal al movimiento de la estrella B. La línea roja cruza con la medida del catálogo Hipparcos y representa el movimiento que tendría B si empleamos los movimientos propios de Hipparcos. Vemos cómo ambas líneas (la negra y la roja) no coinciden debido al error acumulativo de los datos de Hipparcos.

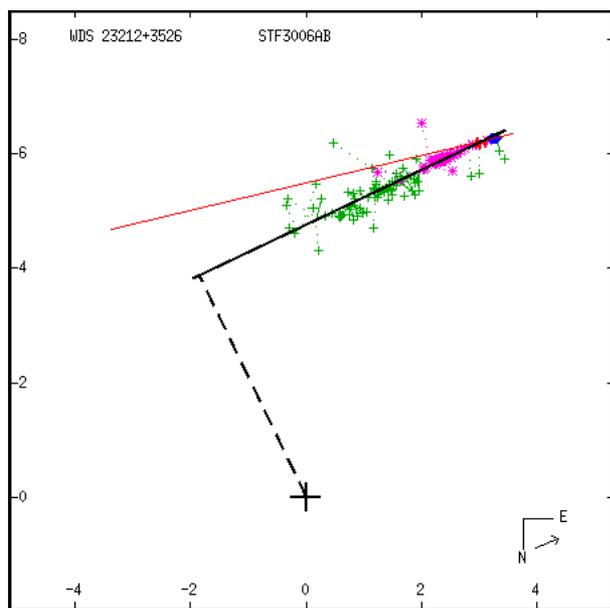


Imagen 2. STF3006AB.

### - STF 3006 AC (= WDS 23212+3526)

[theta = 18,9 ° y rho = 77, 33" en 2007,992] esta doble está compuesta por estrellas de magnitudes 8,7 (WDS) y 12,1 (TASS) y ha sido medida en 6 ocasiones entre 1912 (19° y 78,1") y 1999 (19° y 77,3"). Nuestra medida actualiza la base de datos del WDS. El movimiento propio anual de la primaria procedente del Tycho-2 es  $\mu(\alpha) = -1,2 \pm 2,5$  mas/año y  $\mu(\delta) = -1,9 \pm 2,4$  mas/año. El movimiento propio de la secundaria es  $\mu(\alpha) = -0,5 \pm 1,0$  mas/año y  $\mu(\delta) = -6,2 \pm 0,9$  mas/año. La literatura profesional lista el tipo espectral G8III para la primaria. La secundaria tiene una distribución espectral algo anómala y no podemos concretar mucho su tipo espectral pero, aún así, podríamos estar ante una estrella F-tardía o G-temprana. Ambas componentes tienen unos movimientos propios muy pequeños. Nada podemos concretar sobre su naturaleza.

<sup>1</sup>En el índice del catálogo WDS entre las columnas 108-111 se codifican algunas notas sobre cada doble. El código "U" aparece cuando el movimiento propio u otras técnicas indican que este par no es físico.

### - STF 44 (= WDS 0384+4059)

[theta = 273, 6 ° y rho = 12, 59" en 2007,992] esta doble (Imagen 5) está compuesta por estrellas de magnitudes 9,06 y 9,78 (Tycho-2) y ha sido medida en 60 ocasiones entre 1829 (259° y 7,9") y 2006 (273° y 13,0"). Para obtener nuestra medida usamos el software REDUC (<http://www.astrosurf.com/hfosaf/>) tras reducir astrométricamente con el software Astrometrica. El movimiento propio anual de la primaria procedente del Tycho-2 es  $\mu(\alpha) = +22,3 \pm 1,2$  mas/año y  $\mu(\delta) = -15,2 \pm 1,2$  mas/año. El movimiento propio de la secundaria es  $\mu(\alpha) = -8,6 \pm 1,4$  mas/año y  $\mu(\delta) = -3,2 \pm 1,4$  mas/año. En la literatura profesional indican un tipo espectral K0 para la primaria. En base a la fotometría BVJHK y a los movimientos propios hemos estimado tipos espectrales de K2III y G9III. Los tipos espectrales no fueron corregidos por enrojecimiento (latitud galáctica -21°). Debido a la diferencia entre los movimientos propios de las componentes, se determinó que estamos ante un claro par óptico. Este par será propuesto para etiquetarse con el código "U" dentro del índice del catálogo WDS.

### - STF 3008 (= WDS 23238-0828)

[theta = 149, 0° y rho = 6, 28" en 2007,992] esta doble (Imagen 6) está compuesta por estrellas de magnitudes 7,09 y 7,62 (Tycho-2) y ha sido medida en 182 ocasiones entre 1820 (275° y 7,5") y 2006 (151° y 6,5"). Para obtener nuestra medida usamos el software REDUC tras reducir astrométricamente con el software Astrometrica. El movimiento propio anual de la primaria procedente del Tycho-2 es  $\mu(\alpha) = +19,1 \pm 1,6$  mas/año y  $\mu(\delta) = -2,8 \pm 1,7$  mas/año. El movimiento propio de la secundaria es  $\mu(\alpha) = +41,5 \pm 1,8$  mas/año y  $\mu(\delta) = -58,8 \pm 2,8$  mas/año. El movimiento propio relativo listado en el Catálogo de Elementos Lineales del USNO ( $D_x = +61,12 \pm 0,23$  mas/año y  $D_y = +33,27 \pm 0,22$  mas/año) no concuerda con los movimientos propios de ambas componentes. En la literatura profesional indican un tipo espectral entre G8/Ko IV hasta K2III, pasando por KoIII-IV para la primaria. La paralaje de Hipparcos ( $0,00555'' \pm 0,00112''$ ) corresponde a una distancia de 180 pársec. Debido a la diferencia entre los movimientos propios de las componentes, se determinó que estamos ante un claro par óptico. Este par será propuesto para etiquetarse con el código "U" dentro del índice del catálogo WDS.

### - HLD 60 (= WDS 0014+3937)

[theta = 171, 0° y rho = 1,23" en 2007,9934 (efeméride)] esta doble está compuesta por enanas rojas de espectros KoV y K1V con magnitudes 9,09 y 9,77 (Tycho-2), separadas por 1,23" en dirección 171° (efemérides para 2007,9934). Este

par ha sido medido en 134 ocasiones entre 1881 (124° y 0,6") y 2006 (170° y 1,3") y posee una órbita calculada en 1963 la cual aún sigue ajustándose correctamente a las mediciones modernas. La medida obtenida desde el observatorio de Cantabria ( $\theta = 170^{\circ}8$  y  $\rho = 1^{\prime}57$ ), usando REDUC y la herramienta SURFACE, no la consideramos buena, especialmente por el residuo en la separación medida (0,34" mayor que el valor de la efeméride). Este residuo es debido a que su separación angular es demasiado pequeña para ser resuelta en una imagen CCD. Nuestra resolución está limitada por el seeing del lugar (en torno a 1,8") y por el tamaño de píxel (las componentes de HLD 60 están separadas solo por casi 3 píxeles). Aún en estas condiciones extremas, el valor que obtuvimos para el ángulo de posición difería sólo 0,2 del valor dado por las efemérides y sin duda contribuyó positivamente el aspecto alargado del par en las imágenes CCD. Gracias a esta observación comprobamos que el límite de resolución para el instrumental usado es mayor que 1,23" y quizá se sitúe en torno a 1,5-1,6". De nada nos serviría duplicar la focal con una barlow ya que las imágenes CCD seguirían estando limitadas por el seeing.

**- BU 79 (= WDS 23176-0131)**

[ $\theta = 11,3^{\circ}$  y  $\rho = 1,66''$  en 2007,9934] esta doble (Imagen 1) está compuesta por enanas amarilla y anaranjada de magnitudes 8,23 y 9,59 (Tycho-2). Nuestra medida arrojó una separación de 1,66" en dirección 11,3° (en 2007,9934) para la cual tuvimos que usar la función SURFACE del software REDUC. Este par ha sido medido en 133 ocasiones entre 1872 (120° y 1,0") y 2006 (14° y 1,7") y posee una órbita calculada en el año 2004 (Imagen 3). Nuestra medida no estaba muy alejada de lo que dice la efeméride calculada para la misma época de observación y las diferencias de

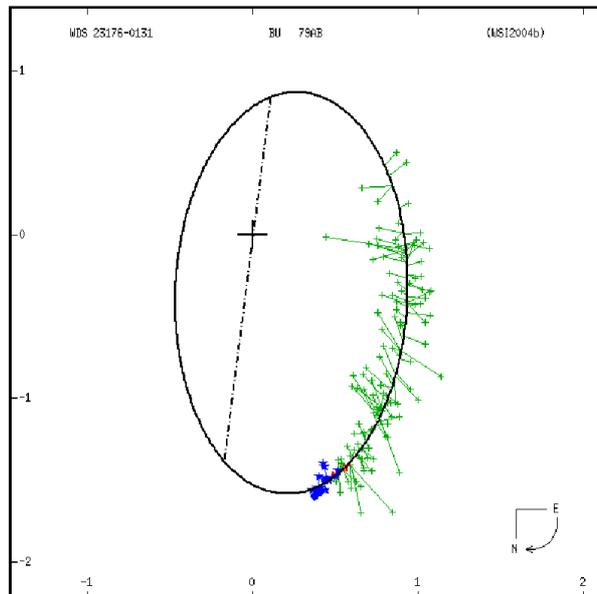


Imagen 3. BU79.

+0,06" y -0,6° (= 0,02") pueden considerarse buenas. Pero observemos con cuidado la figura de la órbita. Las últimas mediciones (puntos azules), situadas más abajo son medidas obtenidas con una precisa técnica llamada interferometría speckle. Todas estas medidas modernas están obteniendo valores para la distancia angular, algo mayores que lo que indican las efemérides. Probablemente, la órbita esté empezando a fallar. Esto significa que nuestra medida podría ser más precisa de lo que indican las efemérides. Para comprobar este hecho, se solicitó al Observatorio Naval de los Estados Unidos un informe completo de esta binaria. Se representaron las mediciones más recientes (a partir del año 1995) y se ajustó a una parábola la variación de los parámetros  $\theta$  y  $\rho$ . Para la época de nuestra observación el cálculo da  $\theta = 12,73^{\circ}$  y  $\rho = 1,647''$ . Por tanto, nuestro error inicial se reduce a casi a la mitad (0"043). ☺

**TABLA 1. MEDICIONES DE ESTRELLAS DOBLES DE CALIBRACIÓN DESDE EL OBSERVATORIO DE CANTABRIA**

ID	MAGS.	ESPECTROS	ÉPOCA	THETA [°]	RHO ["]	NOTAS
STF 3006 AB	9,06 - 9,84	G8III y K2III	2007,992	152,1 ± 0,2	7,16 ± 0,05	Óptica.
STF 3006 AC	8,70 - 12,10	G8III y F8/G0	2007,992	18,9 ± 0,04	77,33 ± 0,10	No se usó como calibración.
STF 44	9,06 - 9,78	K2III y G9III	2007,992	273,6 ± 0,2	12,59 ± 0,04	Óptica.
STF 3008	7,09 - 7,62	K0III-IV	2007,992	149,0 ± 0,5	6,28 ± 0,06	Óptica.
BU 79	8,23 - 9,59	G5	2007,994	11,3 ± 2,1	1,66 ± 0,03	Orbital.

**TABLA 2. ERRORES EN LAS MEDICIONES**

ID	$\Delta\theta$ [°]	$R \cdot \Delta\theta$ ["]	$\Delta P$ ["]	$\Delta R$ ["] = $[(P \cdot \Delta\theta)^2 + \Delta P^2]^{1/2}$	NOTAS
STF 3006 AB	-0,10	0,013	-0,048	0,049	Óptica.
STF 44	+0,09	0,019	+0,019	0,024	Óptica.
STF 3008	-1,21	0,135	-0,109	0,173	Óptica.
BU 79	-1,43	0,041	+0,013	0,043	Orbital.

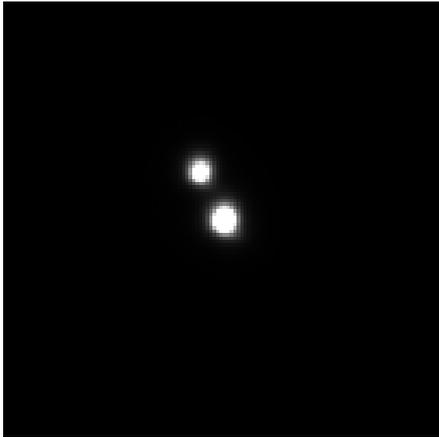


Imagen 4

**STF 3006 AB**

Mag. 9,6 y 9,84

Esp. G8III y K2III

Theta =  $152,1^{\circ}$  Rho =  $7,16''$  (2007,992)

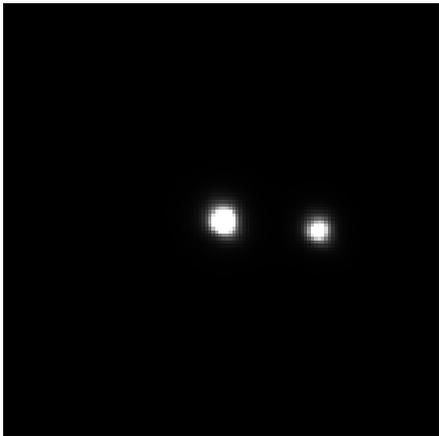


Imagen 5

**STF 44**

Mag. 9,06 y 9,78

Esp. K2III y G9III

Theta =  $273,6^{\circ}$  Rho =  $12,59''$  (2007,992)

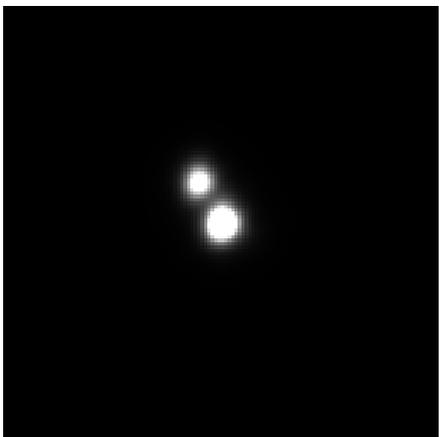


Imagen 6

**STF 3008**

Mag. 7,09 y 7,62

Esp. K0III-IV

Theta =  $149,0^{\circ}$  Rho =  $6,28''$  (2007,992)

# Medición de estrellas dobles con una cámara Audine

*Double Stars Measurements with an Audine Camera*

por Florent Losse

Sociedad Astronómica de Francia · Observatorio St. Pardon de Conques · florent\_losse@yahoo.fr

En este artículo se presentan 92 medidas de estrellas dobles realizadas con un newtoniano de 203 mm. y una cámara Audine.

In this article 92 measures of double stars are presented. The measurements were done with a 203 mm Newtonian telescope and an Audine CCD camera.

**LA CÁMARA** Audine, nacida en los fértiles cerebros de los miembros de la asociación Aude, abrió las puertas de la astronomía moderna a un número incalculable de astrónomos aficionados. Hace algunos años, tuve la suerte de tomar posesión de una cámara Audine (Figura 1) construida por Philippe Dupouy (UAI 958, Dax). Después de haber hecho un poco de turismo por el cielo profundo para aprender a utilizarla, evidentemente decidí medir estrellas dobles con esta cámara. El año 2005 fue dedicado a testear diferentes configuraciones ópticas y a poner a punto las soluciones mecánicas para asegurar la perfecta estabilidad de la posición de la cámara. Las medidas presentadas en este artículo provienen de este período de prueba, el cual precedió a una serie de campañas de medidas de estrellas dobles olvidadas [2] [3].

## Configuración de la medida

Todo el programa ha sido llevado a cabo sobre un telescopio Newton de fabricación propia. El espejo principal posee un diámetro de 20 cm con una relación de apertura de 6. La montura ecuatorial, que también es de fabricación personal, está en estación fija, protegida en un observatorio de techo corredizo. El apuntado en ascensión recta y en declinación se efectúa manualmente gracias a los círculos de posición de 40 cm de diámetro. Con tal diámetro, su lectura es fácil y el apuntado se efectúa con una precisión de algunos minutos de arco. Esto no es suficiente, sin embargo, para posicionar sistemáticamente la estrella requerida sobre el sensor porque el campo cubierto por el chip de la cámara es muy reducido. Un refractor de 120 mm f/8 está montado en paralelo sobre el T200. Este telescopio guía posee un ocular de 20 mm reticulado con hilo de capullo de araña de los jardines y el retículo coincide con el centro del campo de la cámara. Después de haber fijado las coordenadas, la estrella

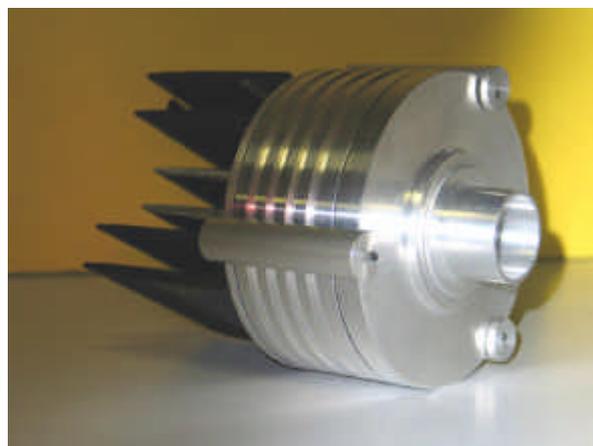


Figura 1. Cámara Audine concebida por Philippe Dupouy

apuntada está siempre en el campo del refractor y se coloca rápidamente en el centro del retículo para proceder a la grabación.

La cámara Audine está asentada sobre una gruesa platina de aluminio. Esta fijación, sólida y rígida, es necesaria ya que la distancia entre el tubo y la cámara alcanza treinta centímetros en cierta configuración. Un motor permite efectuar el enfoque sin tocar el telescopio.

La cámara está equipada con un sensor CCD Kodak KAF-0400 que posee píxeles cuadrados de 9 micras de lado. Con el fin de obtener una escala de placa eficaz para proceder a las medidas, se han utilizado diferentes montajes ópticos. Éstos se detallan en la Tabla 1.

## Adquisición de imágenes y reducción

El KAF-0400, de tipo *full-frame*, no posee sistema de obturación electrónica. En la época de estas medidas, todavía no había equipado a la cámara con un obturador mecánico y la transfe-

MONTAJE ÓPTICO	nº medidas	focal (mm)	escala de placa " / píxel	campo a sensor pleno (")
Barlow Televue 3x	33	4.520	0,4107	5,3 x 3,5
Barlow Televue 3x + Tubo alargador	44	5.720	0,3245	4,1 x 2,8
Proyección ocular 7,5 mm	13	8.490	0,2186	2,7 x 1,9
Barlow Televue 3x + Barlow Clavé 2x	12	10.300	0,1802	2,3 x 1,5

Tabla I. Montajes ópticos.

rencia de datos entre la Audine y el ordenador se efectuaba por el puerto paralelo. En esta configuración puede parecer disparatado querer hacer medidas de estrellas dobles: la transferencia de una trama a plena resolución tarda quince segundos y el sensor queda expuesto a la luz incidente durante la transferencia. Afortunadamente, la Audine puede ser utilizada en un modo especial llamado "half-frame". Entonces, la mitad superior del sensor es utilizada para la captura de la imagen y la mitad inferior sirve para su transferencia. Este modo permite realizar las tomas muy rápidamente. En contrapartida, el campo es muy reducido ya que la ventana de trabajo se reduce a 256x256 píxeles como máximo. Los valores indicados en el la Tabla 1 tienen que dividirse por tres horizontalmente y por dos verticalmente. ¡Afortunadamente, el campo útil no es un problema para las estrellas dobles!

Las estrellas se observan en el momento de su paso por el meridiano. Varias decenas de imágenes, típicamente entre 100 y 150, son capturadas en modo *half-frame* con el software PISCO creado por Christian Buil [4]. El tiempo de exposición está adaptado a la morfología de la pareja y varía desde algunas decenas de milisegundos para las parejas brillantes, hasta dos segundos para los pares muy débiles. Durante la adquisición reduzco algunas imágenes con Reduc para verificar que la serie será explotable. A cada serie de imágenes le sigue inmediatamente una toma de imágenes de calibración que servirán para el pretratamiento. Estas imágenes de calibración son capturadas sobre el fondo del cielo cerca de la pareja que hay que medir. El minúsculo campo disponible es aquí una ventaja, pues no es difícil encontrar un campo virgen de toda estrella.

Aunque el telescopio esté en estación fija y la cámara generalmente permanezca montada varias noches consecutivas, la calibración es verificada en diversos puntos del cielo cada noche con la ayuda de estrellas de calibración (lista Mauroy-Morlet y 'calibration candidates' del WDS) [5] [6].

La reducción ha sido efectuada con la ayuda del software Reduc [7] desarrollado y distribuido gratuitamente por el autor. Las imágenes registradas en formato *.fit* son pretratadas al vuelo durante la reducción con las imágenes de calibración.

Los resultados se presentan en las Tablas 2 y 3. Las magnitudes indicadas en la Tabla 2 han sido extraídas de los catálogos.

## Conclusión

La cámara Audine ha sido concebida principalmente para trabajar en cielo profundo. Su capacidad de adquirir imágenes en modo *half-frame* y sus características técnicas hacen que sea, también, un instrumento excelente para trabajar en las estrellas dobles. Por supuesto, hay que tener en cuenta su volumen, su peso, un tamaño de píxel relativamente grande y que implica el uso de focales largas. Sin embargo, sólo son problemas puramente mecánicos: en cuanto son ajustados la Audine hace maravillas y desde el 2005 es la única cámara que utilizo para las medidas de estrellas dobles.

Quiero expresar aquí toda mi gratitud hacia mi amigo Philippe Dupouy que puso esta cámara en mis manos y que me permitió abordar la medida de pares ampliamente fuera de alcance de las cámaras que utilizaba con anterioridad.

Gracias, igualmente, a mi amigo Edgardo Rubén Masa Martín que maneja tanto la lengua de Voltaire como la de Cervantes y tradujo este artículo. ©

## Referencias

- [1] **Projet Audine**, <http://www.astrosurf.com/audi ne/index0.htm>
- [2] **Losse, F., 2007**, *Identifications et mesures d'étoiles doubles négligées*, O&T 65 pp. 30-33
- [3] **Losse, F., 2007**, *Identifications et mesures d'étoiles doubles négligées 2° série*, O&T 67 pp. 26-34
- [4] **Buil**, *Popular Image Software for CCD Observations*, <http://www.astrosurf.com/audi ne/Engl i sh/pi sco/index.htm>
- [5] **Mauroy, F., Mauroy, P., et Morlet, G., 2007**, *Liste de 32 couples étalons*, O&T 67-68
- [6] **Mason, B.D., Wycoff, G.L., Hartkopf, W.I., Douglass, G.G., et Worley, C.E. 2001**, *Washington Double Star Catalog, y actualizaciones electrónicas mantenidas por el USNO*
- [7] **Losse F., Reduc**, programa de reducción, <http://www.astrosurf.com/hfosaf/>

Tabla II. Medidas.

92 MEDIDAS DE ESTRELLAS DOBLES CON UNA CÁMARA AUDINE · FLORENT LOSSE									
DESIGN. WDS	NOMBRE	COMP.	MAG. A	MAG. B	EPOCA	AP	SEP	NOCHES	NOTAS
00002+0146	WEI 45		10,09	10,52	2005,596	083,5	1,76	1	
01501+2217	STF 174		6,33	7,21	2005,810	165,4	2,81	2	
01510+2107	STF 175	AB	8,99	9,36	2005,769	359,2	27,18	1	
01520+1049	STF 178		8,22	8,20	2005,810	204,2	2,98	2	
01535+1918	STF 180	AB	4,52	4,58	2005,769	359,9	7,49	1	
01596+2100	STF 196	AB	9,36	10,92	2005,810	043,2	1,82	2	
01596+2100	STF 196	AC	9,36	10,18	2005,810	155,3	21,89	2	
02016+2405	STF 200		9,55	10,29	2005,769	123,6	8,09	1	
02062+2507	STF 212		8,35	8,71	2005,845	164,6	1,95	1	
02097+2021	STF 221	AB	8,13	9,45	2005,848	145,5	8,44	1	
02109+1341	STF 224		8,28	8,90	2005,848	243,8	5,99	1	
02123+2357	STF 226		8,02	9,64	2005,848	229,6	1,83	1	
02157+1046	STF 237	AB	9,54	9,94	2005,851	237,6	14,49	1	
02157+1046	STF 237	AC	9,54	11,87	2005,851	275,1	71,65	1	
02174+2353	STF 240		8,32	8,60	2005,848	051,7	4,79	1	
02176+2214	STF 244		9,28	9,41	2005,848	289,7	4,46	1	
02244+1130	STF 261		9,48	9,54	2005,848	253,4	2,81	1	
02305+2514	STF 271	AB	5,90	10,4	2005,848	183,2	12,80	1	
02320+1822	STF 273		8,56	9,12	2005,848	359,2	7,22	1	
02390+1452	STF 287		7,36	9,61	2005,848	072,7	6,90	1	
02407+2704	STF 289		5,30	9,56	2005,851	001,2	28,79	1	
02411+1848	STF 291	AB	7,66	7,50	2005,848	117,4	3,06	1	
02446+2928	STF 300		7,89	8,08	2005,848	315,1	3,00	1	
02475+1922	STF 305	AB	7,52	8,25	2005,848	308,1	3,56	1	Tabla 3
02493+1728	STF 311	AB	5,32	7,95	2005,848	118,6	3,31	1	
02493+1728	STF 311	AC	5,32	10,72	2005,848	110,0	25,19	1	
02556+2652	STF 326	AB	7,68	10,02	2005,848	220,7	5,14	1	
02592+2120	STF 333	AB	5,17	5,57	2005,848	210,2	1,42	1	
03018+1051	STF 338		9,20	9,49	2005,851	202,0	19,83	1	
03051+2755	STF 342		9,16	9,56	2005,851	304,2	3,23	1	
03054+2515	STF 346	AB-C	5,46	10,8	2005,848	357,8	5,09	1	
03143+2257	BU 530	BC	9,70	10,40	2005,848	191,2	1,94	1	
03143+2257	STF 366	AB	6,88	10,43	2005,848	034,7	42,74	1	
03203+1944	STF 376		8,33	8,44	2005,851	251,6	7,14	1	
03204+2341	STF 375	AB	7,62	9,90	2005,851	317,7	2,64	1	
03280+2028	STF 394	AB	7,05	8,16	2005,851	163,3	6,82	1	
06323+1744	LOS 7		(12)	(14)	2005,405	298,9	3,90	3	Tabla 3
07328+2253	STF1108		6,62	8,21	2005,043	178,8	11,60	1	
08095+3213	STF1187	AB	7,19	7,98	2005,068	022,5	3,06	1	Tabla 3
08310+1001	A 3061	AB	9,30	10,8	2005,110	316,7	4,66	2	
08314+1331	J 381		10,65	13,3	2005,110	308,2	2,89	2	
08508+3504	STF1282	AB	7,59	7,76	2004,189	280,5	3,45	1	
10163+1744	STT 215		7,25	7,46	2005,110	179,3	1,50	2	Tabla 3

sigue en la página siguiente

viene de la página anterior

DESIGN. WDS	NOMBRE	COMP.	MAG. A	MAG. B	EPOCA	AP	SEP	NOCHES	NOTAS
10301+2048	STF1439		8,32	8,87	2005,110	078,6	1,36	2	
11065-1325	STF1509		7,43	9,36	2004,186	015,9	32,90	1	
11245+2037	STF1537		8,23	9,07	2005,213	358,5	2,27	1	
11277+4618	STF1541		7,97	10,13	2004,189	027,8	7,80	1	
11279+4434	STF1542		6,93	9,65	2004,189	264,8	3,60	1	
11347+1648	STF1552	AB	6,26	7,31	2005,213	208,4	3,46	1	
11406+2102	STF1566		8,71	9,98	2005,213	350,2	2,38	1	
11529+3050	STF1576		9,11	9,45	2004,167	242,2	5,23	1	
11560+2159	STF1582		8,09	9,53	2004,167	075,0	11,97	1	
13219+4416	KZA 54		11,50	12,0	2004,200	016,6	19,39	1	
13407+1957	STF1772	AB	5,76	9,60	2005,399	132,7	4,49	1	
13416+0736	STF1773	AB	9,95	10,00	2005,402	209,8	30,34	1	Tabla 3
13416+0736	STF1773	AC	9,95	10,63	2005,402	101,5	56,82	1	
13446+2340	STF1779		9,26	10,37	2005,399	146,1	3,84	1	
13598+1953	STF1794		9,48	9,65	2005,399	130,5	2,04	1	
14020+1926	STF1797		9,61	9,98	2005,399	158,7	20,78	1	
14083+2112	STF1804		8,17	9,28	2005,405	013,7	4,76	1	
14089+4608	STF1809		9,42	11,98	2005,394	197,4	4,30	1	
14101+2636	STF1808	AB	8,83	9,63	2005,405	076,8	2,60	1	
14110+5015	STF1814		9,25	9,83	2005,394	257,2	11,33	1	
14116+2802	STF1810		8,98	9,60	2005,383	183,6	2,32	1	
14124+2843	STF1812	AB-C	7,88	9,45	2005,383	107,8	14,08	1	
14126+4512	STF1815		9,58	10,92	2005,394	151,1	8,98	1	
14135+5147	STF1821		4,53	6,62	2005,394	235,8	13,62	1	
14143+3356	STF1818		9,01	10,24	2005,405	330,2	5,36	1	
14152+4658	STF1826	AB	8,94	9,69	2005,394	311,3	4,32	1	
14155+5026	STF1829		8,10	8,63	2005,394	151,3	5,58	1	
14158+1018	STF1823	AB-C	9,19	9,77	2005,405	148,7	3,93	1	
14170+2412	STF1828		10,40	10,75	2005,405	163,9	2,05	1	
14215+5354	STF1839		8,84	8,92	2005,405	081,6	14,51	1	
14241+1115	STF1838		7,47	7,73	2005,405	334,6	9,35	1	
14246+4750	STF1843	AB	7,68	9,23	2005,394	187,3	19,60	1	
14324+3138	STF1855	AB	9,24	9,94	2005,399	247,8	15,62	1	
15094+6202	STI 781		11,52	13,30	2005,353	294,4	13,51	1	
19339+0549	J 1287		12,8	13,0	2005,552	198,3	3,84	1	Tabla 3
19362+0600	STF2543		6,76	10,45	2005,552	151,5	11,62	1	
20288+3810	ES 206		9,85	10,49	2005,565	123,9	4,05	2	
20288+3812	ES 2508		11,76	12,00	2005,550	305,1	6,26	1	Tabla 3
20300+3832	SMA 117		9,05	11,60	2005,580	265,0	12,22	1	
20304+3833	A 1430		8,75	12,80	2005,580	133,1	3,63	1	
22094+2233	STF2868		8,87	9,38	2005,602	352,4	1,17	1	
22306+2411	J 918		9,40	11,00	2005,596	285,8	2,65	1	
22368+1551	HEI 85		9,90	11,80	2005,596	004,2	3,23	1	

sigue en la página siguiente

viene de la página anterior

DESIGN. WDS	NOMBRE	COMP.	MAG. A	MAG. B	EPOCA	AP	SEP	NOCHES	NOTAS
22373+1601	J 293		9,48	13,90	2005,596	236,0	9,46	1	
23001+3649	ALI 468		12,6	12,80	2005,599	090,0	8,49	1	
23003+3714	ES 2076		9,50	9,50	2005,599	163,9	1,83	1	Tabla 3
23032+5120	DBR 1		10,56	10,88	2004,873	285,9	11,15	1	
23046+5122	DBR 2		11,80	12,80	2004,873	093,1	12,24	1	
23133+2205	STF2990	AB	8,90	8,97	2005,602	055,7	2,51	1	

Tabla III. Notas.

Design. WDS	Nombre	Comp.	Notas
02475+1922	STF 305	AB	2005,8 o-c : +1,5 / -0,15 (Rab1961a)
06323+1744	LOS 7		Posición J2000: 06:32:19,78 +17:44:29,3 Denotado como objeto no estelar en GSC mA=12, mB=14
08095+3213	STF1187	AB	2005,1 o-c : +3,7 / +0,21 (Hop1971) Muestra residuos sistemáticos
10163+1744	STT 215		2005,1 o-c : -0,6 / -0,01 (Zae1984)
13416+0736	STF1773	AB	B ligeramente más brillante para el KAF400 (sin filtro)
19339+0549	J 1287		Identificación errónea como TYC 490-4606-1 en WDS 2006.5 La posición actual J2000 es 19:33:51,56 +05:48:53,3
20288+3812	ES 2508		Theta ha variado 17° desde el descubrimiento
23003+3714	ES 2076		La secundaria es más brillante

# Un sistema doble con características peculiares

## A double system with peculiar characteristics

por Carlos A. Krawczenko

Coordinador Adjunto de Sección de Estrellas Dobles de la LIADA · carlos64@yahoo.com.ar

Las enanas blancas son objetos difíciles de observar. Sin embargo, un astrónomo aficionado usando las herramientas apropiadas puede detectarlas con éxito. El autor explica claramente la metodología necesaria para hacer este tipo de tareas. Incluso es posible descubrir nuevas enanas blancas.

The white dwarfs are objects difficult to observe. Nevertheless, an amateur astronomer using the appropriate tools can detect them successfully. The author explains clearly the necessary methodology to do this type of tasks. Even it is possible to discover new white dwarfs.

EN UN TRABAJO rutinario sobre el estudio de estrellas dobles del cuarto programa observacional de la Sección Estrellas Dobles de la LIADA, se observa un débil sistema doble que resalta en el campo estelar circundante. Este sistema se halla en la constelación de Virgo y sus coordenadas son:

$$\alpha = 12^{\text{h}}52^{\text{m}}23,4^{\text{s}}$$

$$\delta = +17^{\circ}56'54,87''$$

Se trató de analizar esta pareja con el objetivo de establecer su posible naturaleza, para lo cual y en primer lugar, se determinó la astrometría relativa de ambas componentes, es decir, las posiciones relativas en función del tiempo. Esta astrometría está basada en la astrometría absoluta de ambas componentes procedentes del catálogo 2MASS (*Two Micron All Sky Survey*) y de la medida por el autor sobre placas digitalizadas procedentes de Internet: DSS (*Digitized Sky Survey*). La Tabla 1 muestra los valores de las astrometrías relativas para este sistema.

Como se puede ver en la tabla anterior, se trata de un sistema bastante cerrado en donde se aprecia una gran diferencia en la separación angular. La Figura 1 ilustra a este sistema doble. Se observa, como una característica principal de este par, el alto movimiento propio de la primaria, dando como consecuencia las diferencias en la separación angular observadas en la tabla anterior.

El movimiento propio de la primaria en ascensión recta y declinación, procedente del catálogo NOMAD (*The Naval Observatory Merged Astrometrie Dataset – Zacharias et al., 2005*), es de:

$$\mu_{\alpha} = -62 \pm 1 \text{ mas / año}$$

$$\mu_{\delta} = 22 \pm 6 \text{ mas / año}$$

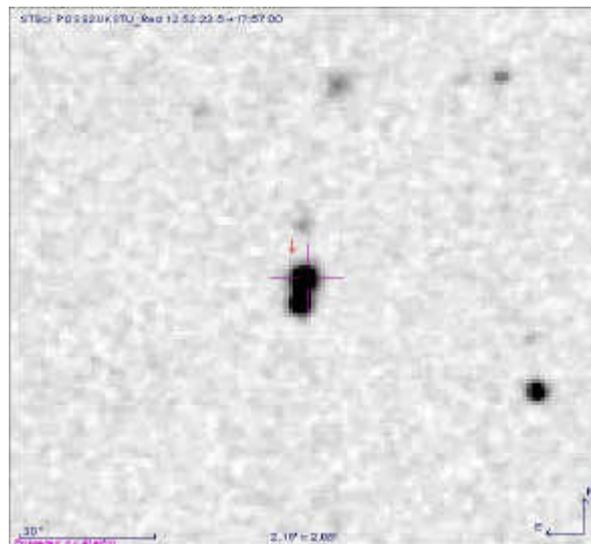


Figura 1

En cambio, la cinemática de la secundaria no se halla registrada en ningún catálogo. Pero trabajando con un *blink*, queda verificada la gran diferencia cinemática que existe entre ambas componentes. El hecho de esta notable diferencia, en principio, nos está diciendo que estamos en presencia de un sistema doble óptico.

La Figura 2 ilustra la imagen de este sistema indicando en rojo la dirección y sentido de dichos movimientos. Esta imagen se obtuvo utilizando la herramienta ALADIN, un planetario interactivo que permite la representación fotográfica de la región del cielo en estudio integrando, en un mismo entorno, los catálogos estelares facilitados por CDS (Centre de Données astronomiques de Strasbourg), vía VizieR (<http://webviz.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>) y la base de datos SIMBAD.

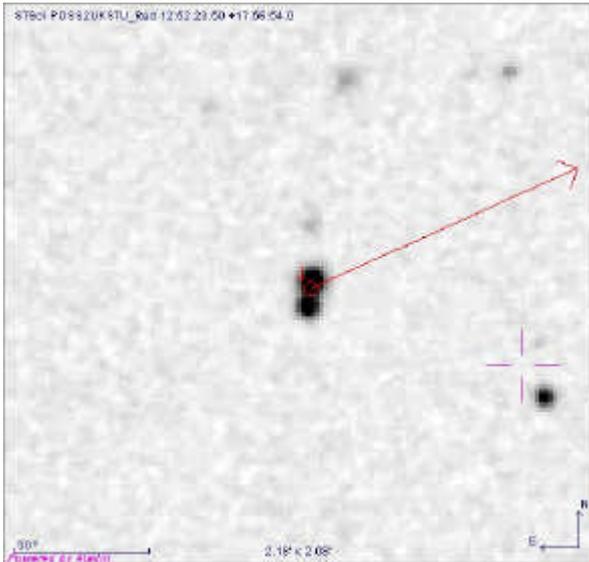
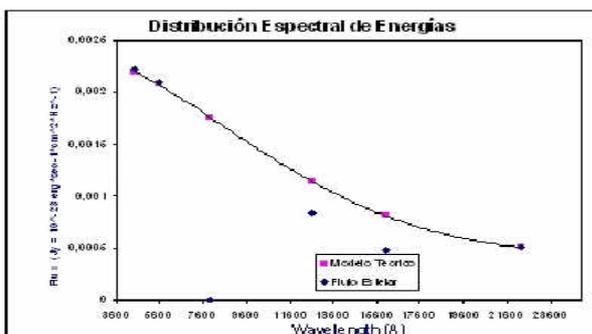


Figura 2: Gráfico en donde se muestra la cinemática de la primaria en sentido y dirección

TABLA I: ASTROMETRÍA RELATIVA		
ÉPOCA	THETA	RHO
1952,654	177,78 ± 0,9	4,00 ± 0,08
1999,351	167,90 ± 0,1	5,79 ± 0,02

TABLA II: VALORES FOTOMÉTRICOS		
	Comp. A	Comp. B
V	15,52	16,55
J	15,649	15,414
H	15,852	15,109
K	15,263	15,173

El estudio fotométrico de este sistema está basado en varios catálogos. La fotometría V (visual) se deduce a partir de la magnitud instrumental  $r'_{mag}$  del catalogo CMC 14 (Carlsberg Meridian Catalog 14) y con la fotometría infrarroja JHK del catálogo 2MASS, de donde resulta para la componente principal una magnitud V de 15,52 y para la componente secundaria 16,55. La Tabla 2 ilustra los valores fotométricos para el sistema.



La fotometría K esta indicada en rojo porque es la que mayor error presenta en el catálogo 2MASS.

En función de las fotometrías en bandas BVJHK se pueden determinar los tipos espectrales y las clases de luminosidad de ambos miembros estudiando la distribución espectral de energías. Con este método se dedujeron espectros A4V y F5V para las componentes primaria y secundaria respectivamente. Los siguientes gráficos (Figura 3) muestran dicha distribución de energía.

Dado que la clase espectral obtenida para la primaria es A4V, se comprende que se trata de una estrella de elevada temperatura perteneciente a la Secuencia Principal. Pero al analizar el diagrama de doble color J-H vs. H-K se advierte que la posición de la misma está muy por debajo de la Secuencia Principal, lo que implicaría a primera vista una contradicción en el sentido de que tenemos por un lado una estrella de alta temperatura y por otro una estrella de muy baja luminosidad. Esto lo podemos explicar asumiendo que la fuente de energía de la estrella no es de origen térmico, sino que es producto de la liberación de energía potencial gravitatoria en energía radiante. De acuerdo a su índice de color B-V presentaría el aspecto de una estrella de clase espectral A, por lo tanto podríamos hablar de “temperatura de color”. Es decir, determinamos la temperatura en función del color que presenta la estrella. Como es sabido, la luminosidad es proporcional al cuadrado del radio de la estrella y a la cuarta potencia de la temperatura, estando ligados ambos parámetros por la siguiente relación:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

Donde R es el radio de la estrella, T es la temperatura y sigma es una constante cuyo valor es:

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-5} \text{ erg/cm}^2 \cdot \text{grado}^4 \cdot \text{s}$$

En esta relación se observa que para que una estrella de alta temperatura tuviera una muy baja luminosidad, el radio debería ser muy pequeño.

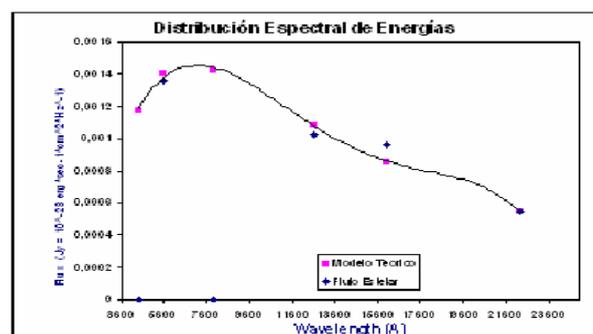


Figura 3: Diagrama de la distribución de energía para determinar el tipo espectral de cada una de las estrellas componentes del sistema doble.

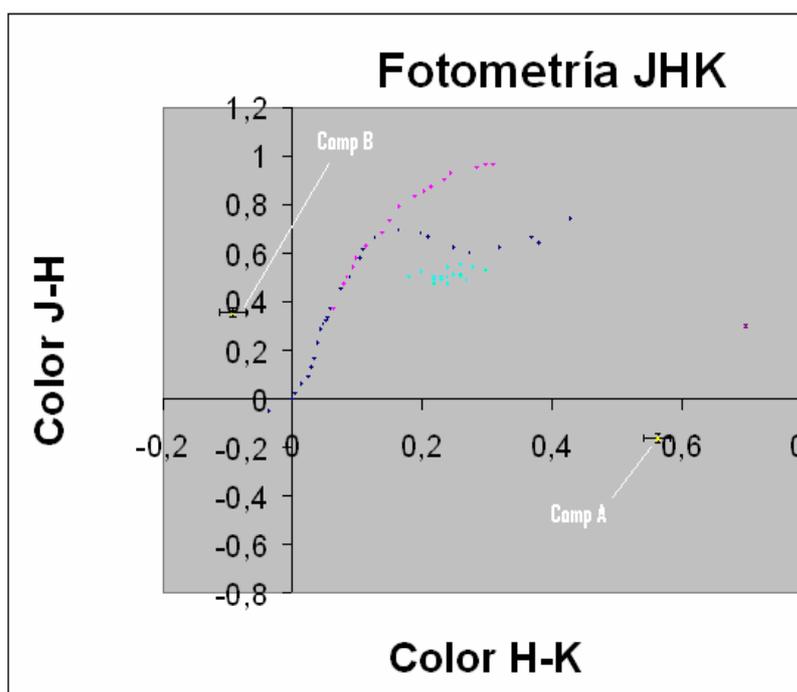


Figura 4: Diagrama de doble color donde se muestra la ubicación particular de la componente primaria.

Este tipo de estrellas son las llamadas “enanas blancas” que se caracterizan fundamentalmente por tener una baja luminosidad, una alta temperatura, color blanco (desde este hecho surge un tipo espectral A) y un radio comparable al de los planetas. La Figura 4 ilustra la ubicación de la componente primaria en el diagrama de doble color.

En cambio, por su fotometría vemos que se trata de un objeto de muy baja luminosidad, que es justamente el aspecto que hace interesante el estudio de esta estrella. Recordemos que, si bien nuestro estudio es debido a la apariencia de ser una estrella doble, existe una especial curiosidad en la estrella más brillante del par por presentar particularidades muy interesantes.

Otro aspecto interesante que corrobora el comportamiento peculiar de esta estrella y en el cual se manifiesta que se trata de una enana blanca es, de nuevo, su posición por debajo de la Secuencia Principal en el diagrama de Movimiento Propio Reducido (MPS) que se muestra en la Figura 5.

Si bien este sistema es de naturaleza óptica de acuerdo a su cinemática, valió la pena estudiarlo por el solo hecho de haber encontrado estas llamativas características y que conducen a suponer que la estrella primaria sería una enana blanca. Para verificarlo se accedió a la base de datos de SIMBAD con objeto de consultar todos los datos registrados para esta estrella. En consecuencia

resultó que la misma es, efectivamente, una enana blanca catalogada como *GD151, WD 1249 + 182* con una magnitud visual de 15,48 y un tipo espectral DA 3, lo cual explica el porqué de la aparente contradicción que habíamos encontrado en un párrafo anterior.

Podemos decir como conclusión de este pequeño trabajo que, si bien las enanas blancas son objetos difíciles de observar, el astrónomo aficionado que hace observaciones sistemáticas de las estrellas en su aspecto fotométrico puede encontrarse con objetos muy peculiares, como el estudiado aquí, e incluso es posible hacer descubrimientos de nuevas enanas blancas.

Este trabajo no aporta un nuevo descubrimiento, sino más bien sirve para mostrar que los astrónomos aficionados tenemos las herramientas necesarias para observar y estudiar astros con peculiaridades como las descritas en él. ©

#### Referencias

- CDS, Centro de datos estelares de Estrasburgo (Aladin, VizieR, SIMBAD): <http://cdsweb.u-strasbg.fr/>
- Circular N° 9 de la Sección Estrellas Dobles de la LIADA: [http://personal.telefonica.terra.es/web/estrellasdoble/liada/cir\\_esp/cir092006.pdf](http://personal.telefonica.terra.es/web/estrellasdoble/liada/cir_esp/cir092006.pdf)

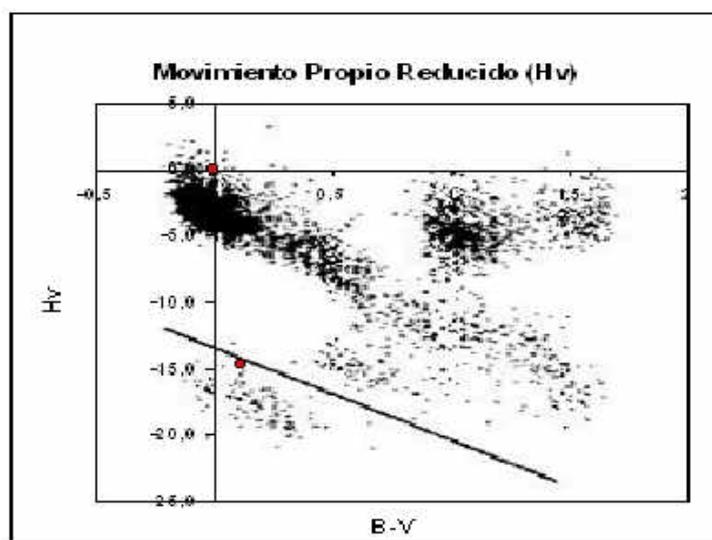


Figura 5: Diagrama de movimiento propio donde observamos la ubicación de la primaria.

# Misión Speckles Pic I. Julio 2008.

**Title: Speckle Mission Pic I. July 2008.**



por *Martine Castets*

Vicepresidenta Asociación AT60<sup>1</sup>, Francia · castets.martine@wanadoo.fr



y *Bernard Tregon*

Secretario Asociación AT60<sup>1</sup>, Francia · btregon@club-internet.fr

<sup>1</sup> AT60: <http://www.astrosurf.com/t60/>

Se presentan a continuación los primeros resultados obtenidos mediante interferometría speckle desde el punto de vista de la investigación amateur de alto nivel. Las observaciones se realizaron en el Observatorio de Pic du Midi (Francia), empleando un reflector de 60 cms. Los autores demuestran que este telescopio, y su instrumentación asociada, son capaces de obtener con éxito precisas medidas de estrellas dobles muy cerradas gracias a la técnica de la interferometría speckle.

The first results on speckle interferometry from the point of view of a high-level amateur research are reported. The observations were made at Pic du Midi Observatory, France, using a 60 cm Newtonian telescope. The authors demonstrate that this telescope and his associate instrumentation are capable of carrying out successfully precise measures of close double stars by means of speckle interferometry.

**LA INTERFEROMETRÍA** de manchas (o speckle) es una idea relativamente antigua y nacida principalmente de los trabajos de A. Labeyrie (1970), y algunos otros pioneros, que después de haber efectuado tentativas fructuosas en interferometría de Fizeau-Michelson (que se podría cualificar como interferometría "clásica"), estudiaron la estructura de las imágenes en apertura plena, y constataron lo que Paul Cousteau citaba en su gran obra de referencia sobre la medida de estrellas dobles "*L'observation des étoiles doubles visuelles*":

*“A. Labeyrie y sus colaboradores (1970) atacan el fondo del problema explotando el conjunto de la imagen a apertura plena. Estudian primero la formación de la imagen de una estrella, perturbada por la atmósfera, al foco de un gran telescopio. La cinematografía permite un estudio detallado de la estructura compleja de esta imagen, que se presenta bajo la forma de un racimo de uvas, donde cada grano de uva está animado por una viva agitación y su vida útil es muy corta. Parten de la idea de que esta imagen resulta de efectos de interferencias entre el haz incidente y las fluctuaciones espaciales aleatorias de fases. Un grano no es otra cosa que la transformada de Fourier de la pupila del telescopio, es la imagen de difracción de la estrella. En el caso de una binaria, cada grano contiene la información, el conjunto del racimo es doble, pero la diferencia es muy pequeña, más pequeña que la dimensión de la figura de difracción.”*

La técnica, en principio simple, no es, sin embargo, inmediata de poner en ejecución. En efecto, la principal dificultad reside en el hecho de poder congelar estos "racimos" debidos a la turbulencia de manera casi instantánea. Los tiempos de exposición necesarios para la obtención de

estas "manchas" son del orden de algunas decenas de milisegundos. Es inútil precisar que en estas condiciones, hay que poner en conjunción varios elementos técnicos con el fin de obtener placas explotables de una estrella doble, donde el flujo luminoso, por cálculo simple, se resume en algunas decenas de picovatios para una estrella de magnitud 0 en un telescopio de diámetro amateur estándar.

Las dificultades son las siguientes:

- Primeramente, hay que poseer un telescopio que colecte mucha luz, es decir, con un diámetro importante. El T60 es, entonces, un candidato muy serio para llevar a cabo este género de experiencias en el mundo de la astronomía amateur.
- La segunda dificultad es tener una escala de imagen suficiente para registrar estos "granos" de luz detalladamente. Típicamente, el diámetro de la figura de difracción teórica para un telescopio de 60 cm es (con arreglo a la longitud de onda en la cual vamos a trabajar), de 0,2" de arco. Debemos pues, según lo que nos enseña el teorema de Shannon, tener una escala de imagen de por lo menos 0,1" de arco. Hay que trabajar, pues, con un focal muy importante (superior a 20 m en el caso del T60).
- La tercera dificultad reside en el sistema de adquisición. La obtención de las manchas necesita tiempos de exposición tan cortos, como los empleados en los sistemas digitales de captura utilizados por los profesionales, en su mayoría cámaras rápidas intensificadas fuera del alcance de nuestros presupuestos amateurs. Sin embargo, desde hace algunos años, algunas cámaras de bajo coste que se pueden encontrar en el mercado poseen características, en cuanto a sensibilidad se refiere, comparables a cier-

tas cámaras profesionales. Este es, particularmente, el caso actual de las cámaras tipo WA-TEC 902H2 Ultimate, que procuran una sensibilidad de 0,0001 lux, sobre una matriz de 768x494 por un precio de algunas centenas de euros.

En la misma línea de trabajo explorada por A. Rondi y S. Rondi (en 2005) en el ámbito amateur sobre la observación de estrellas dobles por interferometría de manchas (<http://www.astrosurf.com/rondi/t60/crabe-tambour/speckle.htm>), deseábamos hacer algunas pruebas utilizando esta cámara asociada con un sistema de aumento simple (proyección ocular) que permite trabajar a una focal inusitada para el T60 (> 20 m). La experiencia adquirida en el dominio de la interferometría clásica (experiencia de las ranuras de Fizeau: [http://btregon.club.fr/partie\\_experimentale.htm](http://btregon.club.fr/partie_experimentale.htm), asociada con los potentes métodos de tratamiento numérico de la imagen, hacen posible una "restauración" verdadera del poder teórico del telescopio, poder teórico que, lo sabemos bien, está limitado por la turbulencia atmosférica, y más particularmente por la dimensión de la zona de coherencia del frente de onda, también conocida bajo el nombre zona de Fried. Las características dimensionales de la mancha de Fried en el Pic son muy bien conocidas por los profesionales. A este respecto, no podemos más que reproducir aquí un extracto de un e-mail de Jean Lecacheux enviado a la lista Aude el 3 de octubre de 2006 en el momento de la resolución de una estrella doble (estrella del catálogo Couteau) que fue necesaria para registrar la ocultación de esta estrella por el asteroide Vibia en 2006:

*“Esperando buenas condiciones, las cuales llegan al Pic dos o tres veces a la semana, salvo accidente meteorológico... Intenté esta observación sólo al día siguiente de la ocultación, teniendo éxito además a la primera. Siendo las estrellas en este caso de magnitud 10, hacía falta una exposición de algunas décimas de segundo (escogí 0,3 segundos). Era pues impensable registrar realmente las manchas. Todos mis clichés muestran manchas más o menos deformadas y vagas, es decir más o menos movidas. Seleccione evidentemente las menos movidas y las menos vagas entre centenas y centenas. Cuando la imagen es mala (digamos cuando el seeing es 2”), las regiones de Fried miden solamente 5 centímetros y son minoritarias. La imagen focal encierra numerosas manchas muy poco contrastadas en movimiento muy rápido sobre un fondo difuso. Cuando la imagen mejora las regiones de Fried se vuelven decimétricas, las manchas son poco numerosas, más contrastadas y más lentas. Cuando el seeing baja a 0,5” por término medio, ciertos instantes fugitivos alcanzan entonces un seeing récord de posiblemente 0,3” ó 0,25”. Las regiones de Fried se hacen grandes, a veces de*

*50 cm y se conectan entre ellas, ocupando ahora un lugar mayoritario sobre el espejo, y no vemos más que una mancha principal que contiene la mayoría de la energía luminosa, posiblemente flanqueada por una o dos manchas satélites pálidas, localizadas sobre lo que didácticamente se llamaría "anillo de Airy"... La noche de la observación consideré que el 2,5% de las imágenes registradas (de 32x36 píxeles, ó 3,5"x4") merecían ser seleccionadas. En total 61 imágenes. En el Pic, esta era una tasa de calidad acostumbrada. En las noches de calidad más extrema, que llamamos "el Gran Pic", y que se presentan por término medio una vez o menos de una una vez por misión de 10 días -pero a veces 2 ó 3 en noches consecutivas- posiblemente habría guardado el 25 % o el 50 % de las tomas.”*

Tras todas estas consideraciones, consagramos dos noches a poner en práctica esta técnica de observación. He aquí los resultados:

#### — Noche del 30/06 al 01/07/2008:

#### Puesta a punto del sistema de adquisición.

En una primera instancia, tratamos de obtener imágenes únicamente basándonos en los elementos que habíamos subido al observatorio (adaptador para proyección variable Meade, adaptador T-C para la Watec las 902H2 y adaptador para portaocular de 2 pulgadas), pero resultó que la distancia de proyección era insuficiente para obtener un buen enfoque. Afortunadamente, mirando de manera más precisa en el juego de adaptadores propios del T60, encontramos lo que hacía falta para permitir el montaje. El sistema de adquisición consta de un conjunto de adaptadores, ocular y Barlow, clásicos en un montaje por proyección por ocular (Figura 1).

De izquierda a derecha tenemos el tubo adaptador del portaocular del T60, le sigue el adaptador soporte del corrector de campo destinado a la Audine, luego un adaptador "casero" concebido para la ocasión y que permite insertar un ocular montado una sobre Barlow Celestron



Figura 1

## UN TELESCOPIO DE 60 CM EN LA CUMBRE DEL PIC DU MIDI



La **Asociación T60 (AT60)** se creó en 1985 con el objeto de permitir que grupos de astrónomos aficionados pudieran utilizar un telescopio de 60 cm en el contexto de una misión verdaderamente científica en el corazón de uno de los lugares más altos de la astronomía profesional francesa: el observatorio del Pic du Midi, altitud 2.870 m, por delante de la soberbia cadena de los Pirineos. El T60 es un telescopio Newton dotado de un espejo parabólico de 60 cm de diámetro y abierto a  $f/D = 3,5$  (a saber, una focal de 2.100 mm).

Más información en la Web de AT60: <http://www.astrosurf.com/t60/>



Fuente imágenes: AT60.

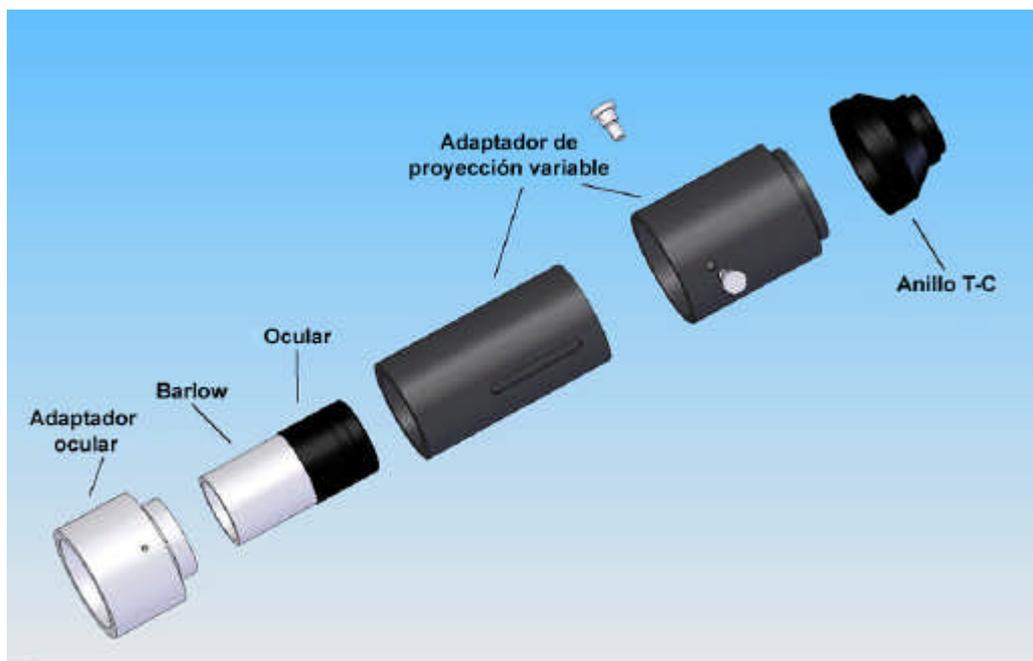


Figura 2



Figura 3

2x. El diámetro exterior de esta pieza es de 50 mm ya que, en principio estaba destinada a ser montada directamente en el portaocular. Desgraciadamente, la longitud de proyección era insuficiente para enfocar correctamente y tuvimos que recurrir a una pequeña astucia. Por fortuna, este adaptador dispone (en su parte inferior) de una rosca interior compatible con la del tubo de la Audine. Así, pudimos roscar el conjunto constituido por los tres adaptadores de la derecha sobre la pieza Audine, la cual, a su vez fue insertada en

el tubo adaptador de la izquierda. En las siguientes imágenes (Figuras 2 y 3) podemos ver todo el sistema montado sobre el portaocular.

El conjunto constituye un montaje de cerca de 40 cm de longitud pero el peso es razonable y, aparentemente, no produce ninguna tensión perjudicial sobre el portaocular. Conociendo la longitud de proyección del adaptador Meade y la distancia ocular/sensor, podemos calcular la escala de placa teórica del sistema (Tabla 1). (La focal

del objetivo tiene en cuenta la presencia de Barlow; el T60 que tiene un focal de  $2.135 \pm 5$  mm).

F focal objetivo con Barlow (mm)	f focal del ocular (mm)	d distancia proyección (mm)	l tamaño píxel (mm)
4270	15,00	88,00	0,0086
<b>Focal resultante</b> (en mm)		20781	
<b>Escala de placa</b> (en "/píxel)		0,085	

Tabla 1

La cámara es controlada mediante un capturador Pinnacle Dazzle video recorder, del mismo tipo que el utilizado para el trabajo en ocultación de estrellas. Los vídeos adquiridos son AVI registrados bajo Virtualdub en modo Raw. La cadencia es de 25 ips y el tiempo de exposición especificado en la ficha técnica de la cámara es de 20 ms.

La primera conclusión es que el apuntado no es inmediato. En efecto, a este nivel de escala de placa el campo de la cámara es de 65x42 segundos de arco, es decir, muy pequeño. El problema ha sido enormemente simplificado gracias a la utilización conjunta del refractor guía -el cual fue realineado para la ocasión- y del ocular reticulado del T60, cuya particularidad es tener un retículo doble. El cuadrado central del retículo de este ocular abarca un campo similar al de la cámara. Apuntando el telescopio de manera correcta a algunos minutos, basta con refinar el apuntado en manual con el telescopio guía y tenemos la estrella sobre la imagen.

El primer ensayo fue realizado sobre Vega (magnitud 0,03):

Vega (BSC7001)	
Fecha	30/06/2008
Hora observación	22h30 (TU)
AR	18h36m56"
Dec	+38°46'52,09"
Altura	+72°49'
Masa de Aire	1,04652

Los speckles están muy marcados sobre casi todas las imágenes del vídeo (la imagen presentada anteriormente está en visión logarítmica). Un extracto de 25 imágenes está disponible en la página [http://btregon.club.fr/interferometrie/Extrait\\_speckles\\_vega.gif](http://btregon.club.fr/interferometrie/Extrait_speckles_vega.gif).

Adquirimos varios vídeos de aproximadamente 50 segundos (a saber, más de 1.200 imágenes), lo que representa un espacio de almacenamiento muy importante (600 Mb por vídeo). En la Imagen 4, podemos ver un fotograma, extraída del vídeo, que muestra de manera muy clara las manchas. En calidad de comparación, presentamos la adición de 600 imágenes para ver lo que sería una exposición equivalente de 12 segundos. Asimismo, a título comparativo, añadimos una simulación (a la misma escala) de la imagen de difracción, obtenida con la ayuda del excelente software Aberrator (<http://aberrator.astronomy.net/>).

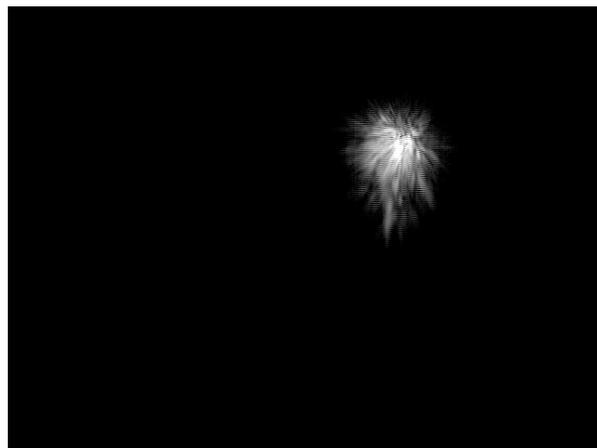


Imagen 4

¡Se pueden ver perfectamente los daños causados por la turbulencia! En todo caso, estos vídeos son tranquilizadores en el sentido de que las manchas están efectivamente presentes y son perfectamente visibles.

Para ir más lejos en la caracterización del sistema de adquisición, en el curso de esta primera noche decidimos trabajar sobre tres estrellas de magnitudes y de separación diferentes (ver más abajo).

Las imágenes siguientes (Figuras 6, 7 y 8) muestran, tal y como lo hicimos para Vega, una imagen seleccionada de entre las que ofrecían la mejor visibilidad de las manchas. Incluimos también la suma de 600 imágenes (12 segundos de exposición) y la correspondiente simulación de la pareja estudiada.

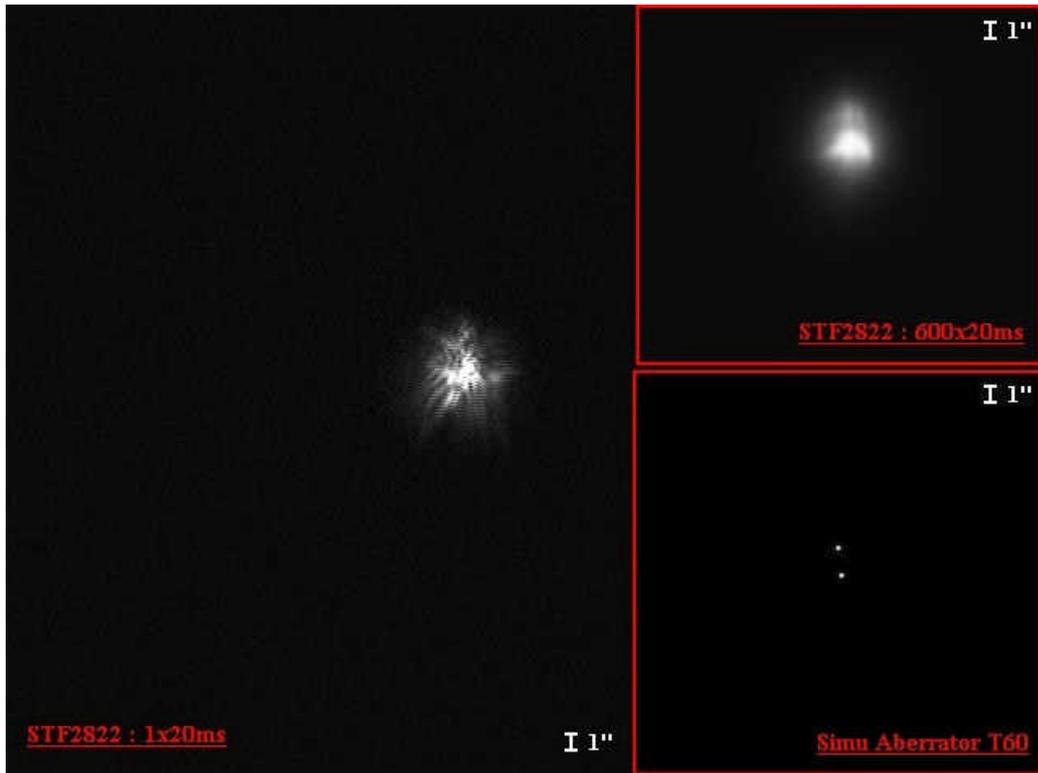
La noche concluyó tras las primeras adquisiciones y la jornada del día siguiente se consagró a buscar cómo extraer de los vídeos la información perseguida, a saber, el valor de la separación entre las componentes de estos pares de estrellas. La visión de los vídeos dejaba entrever las parejas ahogadas entre esos "racimos de luz" y la cuestión consistía en saber cuál era el mejor método para extraer la información pero, también, hasta qué separación mínima podríamos obtener un resultado fiable. El apartado siguiente vuelve brevemente sobre los métodos conocidos y ya puestos en ejecución.



Imagen 5



Imagen 6: Un extracto de 25 imágenes está disponible en la URL [http://btregon.club.fr/interferometrie/Extrait\\_speckles\\_stf2909.gif](http://btregon.club.fr/interferometrie/Extrait_speckles_stf2909.gif)



**Imagen 7:** Un extracto de 25 imágenes está disponible en la URL [http://btregon.club.fr/interferometrie/Extrait\\_speckles\\_stf2822.gif](http://btregon.club.fr/interferometrie/Extrait_speckles_stf2822.gif).



**Imagen 8:** Un extracto de 25 imágenes está disponible en la URL [http://btregon.club.fr/interferometrie/extrait\\_speckle\\_BU989\\_low\\_res\\_2.gif](http://btregon.club.fr/interferometrie/extrait_speckle_BU989_low_res_2.gif)

## Discusión sobre la extracción de la separación de las dobles

Utilizando algunas simulaciones con el software Aberrator (insertando una componente de turbulencia atmosférica) es fácil darse cuenta de la problemática. La Figura 9 muestra, para una estrella simple, las imágenes teóricas obtenidas con el T60 para diferentes valores de seeing.

Cada grano en la imagen es una reproducción, deformada por la turbulencia, de la imagen de difracción presentada a la izquierda. Para acercarse a nuestras imágenes experimentales debemos también tener en cuenta un factor que

todavía no habíamos tomado en consideración; se trata del aspecto cromático. En efecto, las manchas que obtuvimos no están filtradas espectralmente.

Las manchas, originariamente en color, son convertidas en monocromo por la cámara (Figura 10).

Observando las simulaciones, puede apreciarse que las imágenes correspondientes son morfológicamente mejores que las que nos muestran los videos experimentales (Figura 11).

¿Cuáles son entonces las soluciones mate-

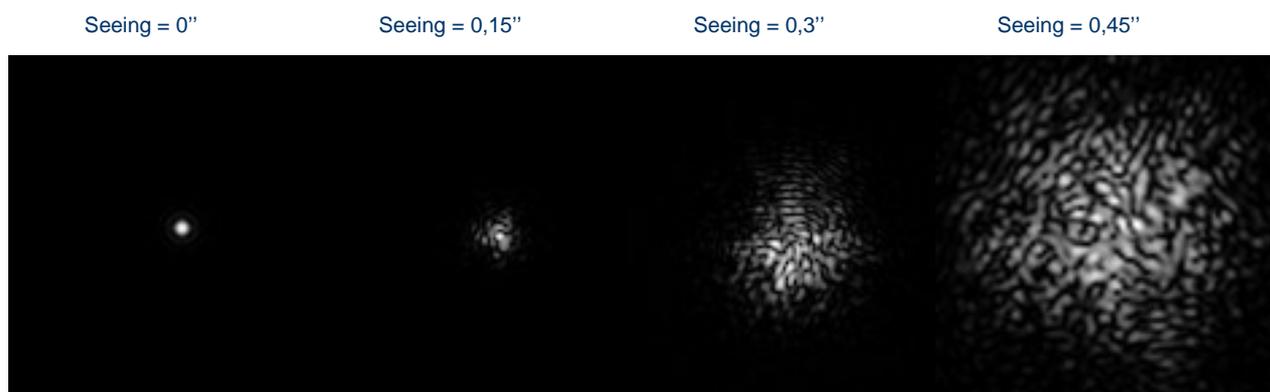


Imagen 9

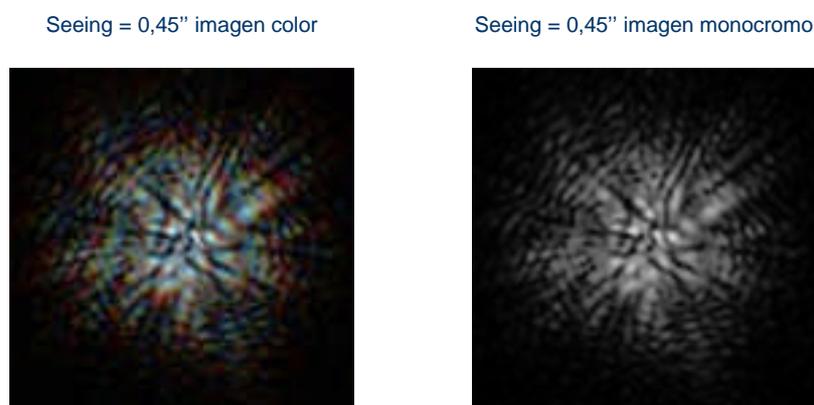


Imagen 10

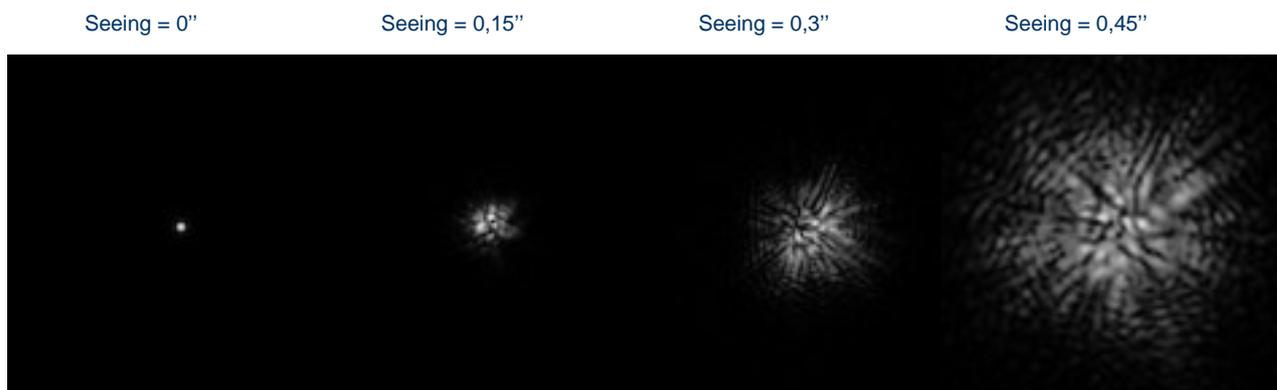


Imagen 11

máticas para "restaurar" la imagen de difracción? Estas soluciones derivan de análisis frecuenciales de la imagen y son conocidas como autocorrelación y cross-correlación. Particularmente, estos métodos han sido discutidos por A. y S. Rondi en el momento de sus primeras experiencias sobre interferometría de manchas (ver referencias de sus páginas en el apartado Bibliografía). Estos dos métodos son unos procedimientos de convolución de la imagen, bien sea por ella misma (auto correlación), o bien por su propio cuadrado (cross-correlación). Ambos procesos son perfectamente aplicables con la ayuda de un software como Iris de C. Buil (disponible gratuitamente en <http://www.astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm>). Otra vía que se podría explorar es posiblemente la del método de tipo "super-resolución", citada en las páginas de Patrick Lailly, pero no conocemos por el momento el detalle de estos algoritmos.

Estas funciones de correlación son fácilmente realizables bajo Iris, ya sea utilizando una función de tipo "fcorrel", descrita en el manual de usuario de Iris, o entrando en el dominio frecuencial utilizando los productos de las transformadas de Fourier de las imágenes que se quieren correlacionar.

La secuencia de comandos para generar la autocorrelación en el dominio espacial bajo Iris puede escribirse en la forma mostrada en la Tabla 3. El ejemplo es aplicado sobre el vídeo de Vega, cuyo nombre genérico de las imágenes es *Vega\_foc\_4*.

```

1 Load vega_foc4_1
2 fftd r i
3 prod r 0.00003
4 fftd r i
5 save autocorrel_vega_foc4 1

```

Tabla 3: Autocorrelación

De la misma manera, los comandos para una intercorrelación se indican en la Tabla 4.

```

1 Load vega_foc4_1
2 prod vega_foc4_1 1
3 save vega_foc4_1^2
4 fcorrel vega_foc4_1^2 vega_foc4_1 1
5 save ccorrel_vega_foc4_1

```

Tabla 4: Intercorrelación

Como podemos ver en las Figuras 12 y 13, la legibilidad de la autocorrelación o de la intercorrelación depende del número de imágenes consideradas y de la legibilidad de las manchas sobre estas imágenes (ejemplo: STF2909).

Imagen bruta  
(STF2909 img. 1)

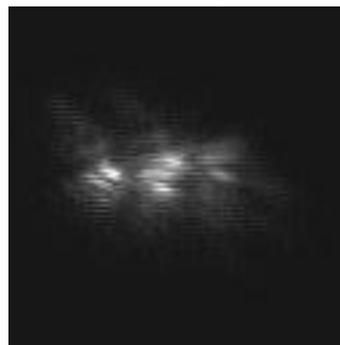


Figura 12

Podemos mejorar la relación señal/ruido en la función de autocorrelación añadiendo las transformadas de Fourier (según lo hecho por A. y S. Rondi). Para ello, basta con cambiar la estructura de los comandos de la Tabla 3 (ver Tabla 5).

```

1 Load vega_foc4_1
2 fftd2 vega_foc4_ vega_foc4_fft_ i 600
3 Add_norm vega_foc4_fft_
4 Save somm_fft
5 fftd somm_fft
6 save autocorrel_vega_foc4

```

Tabla 5: Intercorrelación

De igual manera, podemos hacer lo mismo (adición de las intercorrelaciones individuales) en lo que concierne a la cross-correlación de la imagen y de su cuadrado, y comprobamos inmediatamente una mejora de la legibilidad de la posición y del ángulo de la pareja. Vemos en seguida aparecer la diferencia de intensidad a la derecha y a la izquierda del pico central (diferencia debida a los desvíos de magnitud entre ambas componentes del par). Esta diferencia, que de hecho es el porcentaje "a" de magnitud de la estrella más débil, normalizado a la componente de la magnitud más fuerte, permite solventar la ambigüedad de posición de las componentes. La componente más brillante y la menos brillante están invertidas sobre la imagen de autocorrelación con respecto a la imagen bruta.

El procedimiento para obtener esta suma de intercorrelaciones pasa por la escritura de un *script* bajo Iris, que permite lanzar automáticamente el tratamiento completo de una secuencia. La tarde del 01/07/08 se dedicó a la escritura automática de un *script* para Iris, partiendo de una hoja de cálculo Excel (no muy elegante pero eficaz a primera vista.). El fichero Excel permite repetir 600 veces consecutivas los comandos de la Tabla 2, cambiando el nombre del fichero, el coeficiente de normalización de la imagen y el coeficiente de

Autocorrelación 1 imagen

Autocorrelación  
600 imágenes

Intercorrelación 1 imagen

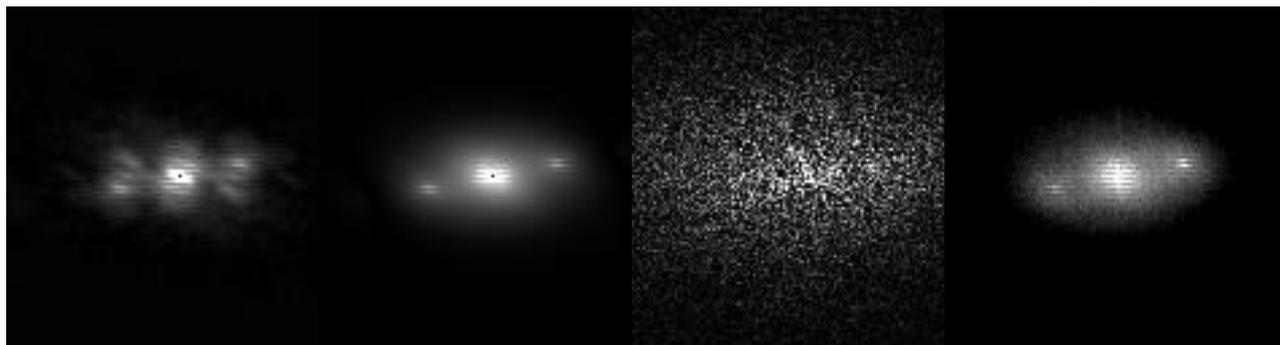
Intercorrelación  
600 imágenes

Figura 13: Autocorrelación e intercorrelación.

normalización de la función *fcorrel*. El fichero debe guardarse en formato *\*.txt* y codificación Unicode. Este archivo de texto es después reabierto con el *Bloc de Notas* y guardado con la extensión *.pgm* (*crosscorrel.pgm* por ejemplo) en codificación ANSI. Bajo Iris, en una ventana de comando en línea, basta luego con ejecutar el comando *run crosscorrel.pgm*, para lanzar el cálculo de intercorrelación de las 600 imágenes de la secuencia. El inconveniente de este método es su tiempo de cálculo. En efecto, hacen falta por lo menos 30 minutos con un Pentium 1,86 GHz disponiendo de 1Gb de memoria RAM para hacer la cross-correlación de 600 imágenes con sus respectivos cuadrados.

El conjunto de los resultados, tanto sobre la medida de la separación como sobre los ángulos de posición, muestra que parecen ser más fáciles de deducir mediante imágenes de sumas de intercorrelaciones. Las imágenes siguientes (Figura 14) presentan sumas de 600 imágenes de autocorrelaciones e intercorrelaciones obtenidas en la primera noche de observación de esta misión. El fin de esta primera sesión era verificar la precisión del método en términos de separación. Solo procedimos a una calibración angular durante la segunda noche de adquisición. La medida de la separación se hace por una simple relación de la posición del máximo del pico correspondiente a una u otra de las dos estrellas. La diferencia, delta x y delta y, con relación al centro de la imagen de intercorrelación permite deducir la separación:

$$\rho(\text{píxeles}) = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

La conversión en segundos de arco depende de la escala de placa. Podemos utilizar una medida absoluta confiando en el cálculo teórico, lo que es arriesgado, porque la incertidumbre depende fuertemente de un parámetro difícil de medir: la longitud del adaptador de proyección variable. Utilizamos una estrella de calibración de la

que una medida reciente nos informa sobre la escala de placa de nuestra imagen. Los resultados presentados a continuación han sido establecidos partiendo del cálculo de la escala de placa. Veremos en el curso de la segunda sesión cómo obtener una calibración correcta. Todas las intercorrelaciones presentadas más abajo han sido realiza-

	Mu Cyg BSC8309 STF2822	Zeta Aqr BSC8558 STF2909	Kap Peg BSC8315 BU989
<b>Fecha</b>	01/07/2008	01/07/2008	01/07/2008
<b>Hora observación</b>	00h37 (TU)	03h30	01h30
<b>AR</b>	21h44m08	22h28m51	21h44m36
<b>Dec</b>	+28°44'37"	-00°00'18.98"	+25°38'56"
<b>Altura</b>	+55°52'	+46°49'	+63°55'
<b>Masa de Aire</b>	1,20735	1,3698	1,11301
<b>Magnitudes</b>	4,73-6,08	4,34-4,49	4,13-4,7
<b>Medida oficial</b>			
<b>Fecha</b>	2004,7	2002,5	2003
<b>Separación</b>	1,82"	1,98"	0,20"
<b>Medida AT60</b>			
<b>Focal(mm)</b>	19360	20780	20780
<b>Separación</b>	1,85"	1,99"	0,19"
<b>Incertidumbre (±1píxel)</b>	0,046"	0,04"	0,04"

Tabla 6

das con una distancia de proyección máxima, a excepción de Mu Cyg (STF2822), para la cual el montaje ha sido reducido en 4 mm en el curso de las manipulaciones. Veremos que las medidas obtenidas son coherentes con medidas recientes extraídas de circulares oficiales de la UAI concernientes a la medida de ciertas parejas (las circulares UAI citadas se puede hallar particularmente en el sitio del USNO y su enlace se encuentra más abajo).

La primera conclusión es muy tranquilizadora: ¡Vega es una estrella simple! La Tabla 6 muestra las otras estrellas observadas.

La incertidumbre asociada, es debida a la lectura de la posición del píxel medido en la intercorrelación. En los tres casos, obtenemos una me-

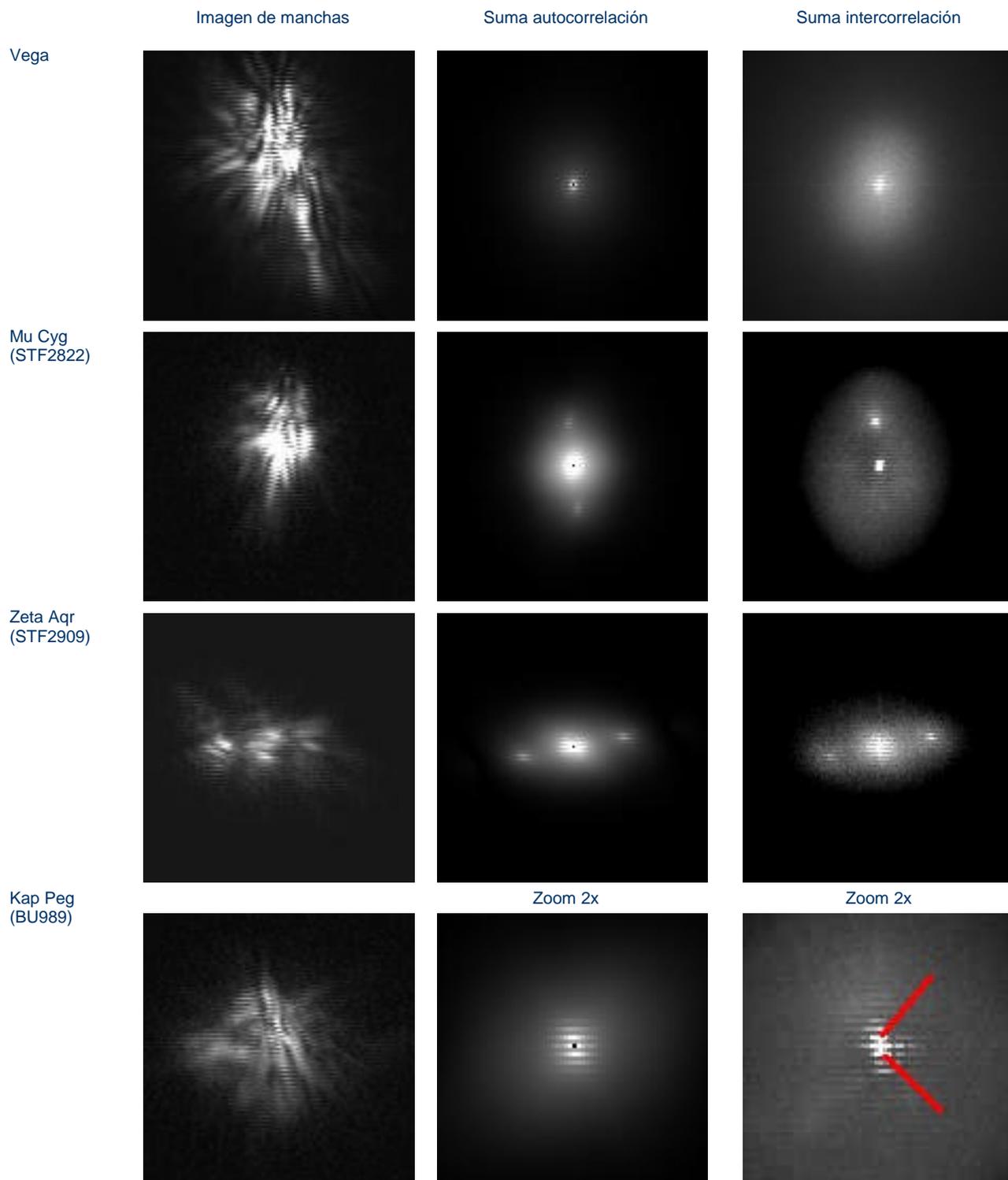


Figura 14



Figura 15



Figura 16

dida próxima al valor oficial más reciente que hayamos podido encontrar en la literatura. Fuimos, por cierto, un poco optimistas en cuanto a BU989. Siendo la escala de placa del orden de la décima de segundo por píxel, una estrella doble a 0,19" está a 2 píxeles del centro de la imagen de

intercorrelaciones (ver líneas rojas sobre el cliché). Dicho de otra manera, alcanzamos los límites. Pero las dos excrecencias que se pueden apreciar son significativas con relación a la intercorrelación que obtuvimos sobre una estrella simple como Vega. Además, comprobamos con alegría

que la intercorrelación nos permite descartar la ambigüedad sobre la posición de la estrella más brillante de la pareja. Sobre STF2822, la intensidad de la intercorrelación es más importante sobre el pico de arriba que sobre el pico de abajo. Esto significa que la estrella más brillante de la pareja es la de abajo. De la misma manera, para STF2909, la estrella más brillante está situada a la izquierda de la pareja.

Los resultados, pues, no son decepcionantes, muy al contrario...

**— Noche del 02/07 al 03/07/2008:**

Meteorología catastrófica, nos quedamos hasta que se activaron las alarmas de tormentas, hacia la 01 horas; luego un poco más, esperando que la corriente fuera restablecida. Nada que hacer, el cielo no estaba de nuestro lado esa noche...

**— Noche del 03/07 al 04/07/2008: Medición completa de una estrella doble:**

Habiendo comprobado la noche anterior que estábamos haciendo las cosas correctamente, refinamos el método para poder efectuar una verdadera medida completa y realmente explotable.

La primera etapa para medir una estrella doble consiste en calibrar el sistema sobre dos parámetros: la escala de placa y el ángulo de la

cámara con relación al Norte.

La calibración puede realizarse de dos maneras: o bien utilizar una pareja de calibración de débil desplazamiento angular y de separación apenas variable, o bien proceder (para la separación) a una medida precisa de la escala de placa utilizando una máscara de Fizeau (existe una en el laboratorio del T60). Una máscara de Fizeau es una tapa de cartón que se fija delante del telescopio y dispone de dos orificios. Obtenemos, una imagen de franjas de interferencias, cuya separación está directamente relacionada con la escala de placa del conjunto óptico. La máscara de Hartmann utilizada para el enfoque podría hacer las veces. No la hemos utilizado, pero sería interesante hacer algunas pruebas en una futura misión.

En todos los casos, en cuanto a la orientación de la cámara se refiere, hay que pasar por una pareja de calibración. El método del tránsito estelar es poco preciso en nuestro caso, ya que la forma de la mancha de difracción está tan hinchada, que es difícil proceder a la medida de los centroides.

Escogimos para esta noche, una de las estrellas dobles Epsilon Lyr. Un poco al azar (podíamos elegir entre dos estrellas) apuntamos a Epsilon2 Lyr (Figura 15).

La orientación y la distancia de proyección la cámara fueron fijadas definitivamente con

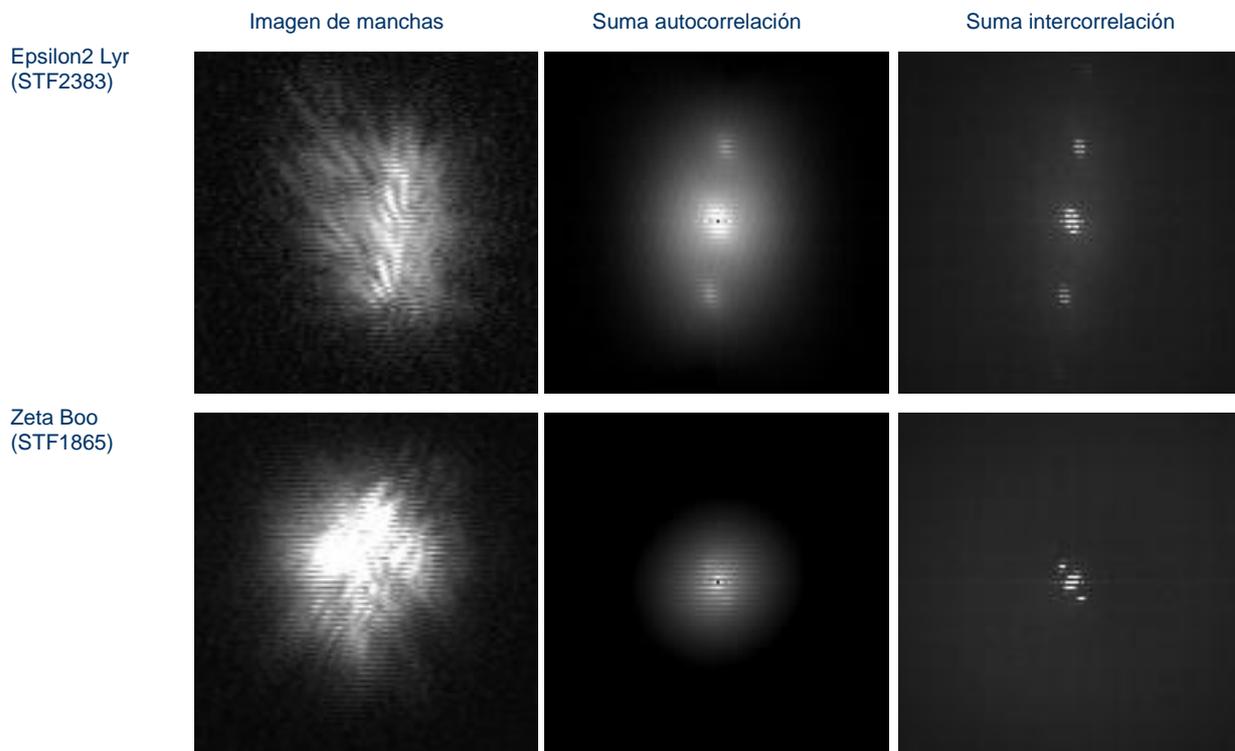


Figura 17

el fin de medir la estrella elegida.

Veremos más bajo el resultado de la medida de la intercorrelación sobre la medida de nuestra estrella de calibración.

	Epsilon2 Lyr STF2383 (Calibración)	Zeta Boo STF1865 (Medida)
Fecha	03/07/2008	03/07/2008
Hora observación	21h30 (TU)	22h47
AR	18h44m22	14h41m06
Dec	+39°36'45"	+13°42'54"
Altura	+62°54	+42°16
Masa de Aire	1,12282	1,48437
Medida oficial		
Fecha	2006	2007,36
Rho	2,4"	0,584"
Theta	82°	295,6°

Tabla 7

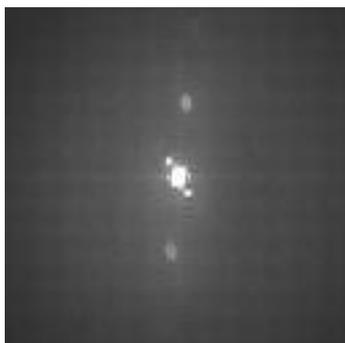
El objetivo que escogimos es una estrella de separación angular inferior a la barrera mítica de 1" de arco. Se trata de la estrella Zeta Boo, cuya separación prevista es aproximadamente de 0,6". El resultado de la adquisición se muestra en la Figura 16.

La estrella aparece completamente empastada, parece imposible medir sobre las imágenes individuales. Comprobamos, a pesar de todo, una similitud entre la fina estructura de las manchas y la simulación obtenida con Aberrator. Si procedemos como anteriormente, obtenemos las funciones de autocorrelaciones y de intercorrelaciones de la Figura 17.

Aparte de un ligero pero evidente desenfoque de Epsilon2 Lyr, las intercorrelaciones obtenidas para las dos estrellas son perfectamente legibles. Los parámetros para esta observación se listan en la Tabla 7.

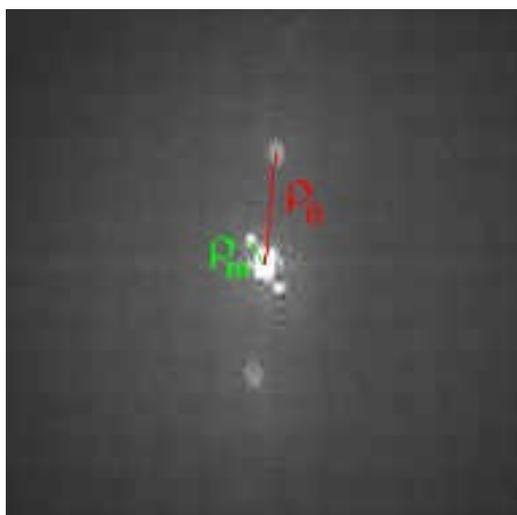
Para materializar completamente la medida se superponen las respectivas intercorrelaciones de las dos estrellas (calibración y medida). Ver Figura 18.

La medida de Rho se hace como anteriormente. Para la medida de Theta se necesita conocer la posición del meridiano sobre la imagen. El ángulo de posición de la estrella de calibración es de 82°. Recordemos que el ángulo de posición se cuenta positivamente en el sentido trigonométrico (sentido inverso a las agujas del reloj), partiendo

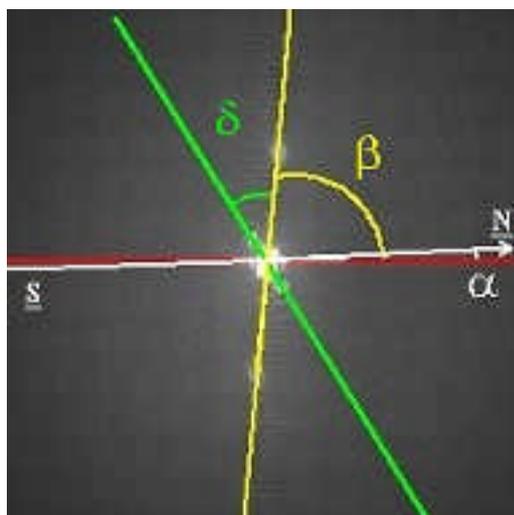


Medida de Rho

Medida de Theta



Zoom 2x



Zoom 2x

Figura 18

Medida oficial		
Fecha	2006	2007,39
Rho	2,4"	0,584"
Theta	82°	295,6°
Medida AT60		
Fecha	03/07/2008	03/07/2008
Focal (mm)	20780	20780
Rho	Calibración	0,572"
Incertidumbre ( $\pm 1$ píxel)	0,04"	0,04"
Theta	Calibración	293,7
Incertidumbre	5°	5°

Tabla 8

del Norte. En la Figura 18 se trata del ángulo beta. El ángulo de posición de la estrella a medir es dependiente de la estrella tomada como origen. Se puede deshacer la ambigüedad si la diferencia de magnitud es suficiente sobre la imagen de intercorrelaciones. Desgraciadamente, no es el caso para Zeta Boo. El ángulo de posición para esta estrella es pues  $\beta + \delta + 180$  ó  $\beta + \delta$ . La única referencia que tenemos es la medida de Zeta Boo hecha en 2008 (USNO) y que nos da un ángulo de 295,6°.

El resultado es particularmente convincente. En efecto, teniendo en cuenta la incertidumbre sobre el valor de Rho (4 centésimas de segundo de arco), estamos a 0,01" de la medida más reciente (*Information Circular No. 163* (October, 2007) Internacional Astronomical Union-Comission 26 (Double Stars)). Para la medida del ángulo de posición, la incertidumbre crece a medida que Rho disminuye, es decir, cuanto más cerrado es el par, más importante es la incertidumbre sobre Theta. A una distancia de 0,5" estamos a  $\pm 5^\circ$ . El valor medido es, sin embargo, coherente (2° de desviación con la medida más reciente).

## Conclusiones

A modo de conclusión, podemos, finalmente, decir algunas palabras sobre este trabajo:

El T60 está perfectamente adaptado a este género de medidas. En calidad de comparación, podemos anotar que el programa americano de investigación del Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO) utiliza, en interferometría de manchas, un telescopio de 66 cm de diámetro para establecer desde 1992 el "Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars" (<http://adsabs.harvard.edu/abs?bibcode=1997ApJS...111..289D&>).

Entonces, ¿por qué no pretender hacer un verdadero programa de medidas de estrellas dobles por interferometría de manchas en el T60? El método es simple, el protocolo conocido (calibración de la escala de placa y de la posición angular) y la potencia de los programas de tratamiento de imágenes amateur posibilita realizar este tipo de trabajos.

## Agradecimientos

Esta misión se realizó en el marco de la asociación AT60 (<http://www.astrosurf.com/t60/>), que administra el telescopio amateur del observatorio astronómico del Pic du Midi. ©

## Referencias

Interferometría de Fizeau:  
<http://btregon.club.fr/interferointro.htm>

Artículo de base sobre interferometría de manchas redactado por profesionales (1992) y dirigido a los aficionados:

<http://btregon.club.fr/interferometrie/1992cadm.conf.577T.pdf>.

Páginas de A. y S. Rondi, los fundamentales:  
<http://astrosurf.com/rondi/Speckle.htm>

Los primeros ensayos en el T60:  
<http://www.astrosurf.com/rondi/t60/crabe-tambour/speckle.htm>

El método de autocorrelación e intercorrelación:  
<http://www.astrosurf.com/rondi/binary-cross-correl.htm>

Página de Patrick Lailly:  
[http://pagesperso-orange.fr/patrick.lailly/astro/tavelures/manip\\_tavelure.html#candids\\_aventure](http://pagesperso-orange.fr/patrick.lailly/astro/tavelures/manip_tavelure.html#candids_aventure).

Programa de investigación sobre estrellas dobles en el USNO: <http://adsabs.harvard.edu/abs?bibcode=1997ApJS...111..289D&>.

Base de datos de estrellas dobles del Observatorio de Niza (Sidonie):  
<http://sidonie.obs-nice.fr/scripts/SidonieAccueilF.asp>.

Catálogo USNO de estrellas dobles resueltas con interferometría de manchas:  
<http://ad.usno.navy.mil/wds/int4.html>

**Nota:** una versión más evolucionada del generador de scripts ha sido escrita en comandos DOS bajo la forma de un fichero .bat, que se lanza a partir del directorio donde se encuentra la serie de imágenes que hay que tratar. Estará pronto en línea sobre mi sitio.

*El presente artículo ha sido traducido del francés por Edgardo Rubén Masa Martín.*

# Fotometría de estrellas dobles con FoCAs II

## *Double Stars Photometry with FoCAs II*

por *Rafael Benavides Palencia*

Agrupación Astronómica de Córdoba, España · Observatorio Posadas MPC J53 · rafaelbenpal@gmail.com

En este trabajo se muestra cómo podemos mejorar las magnitudes de las componentes de los sistemas dobles que midamos con el objeto de mejorar la fotometría en el Washington Double Star Catalog. El software usado para dicho propósito ha sido FoCAs, bien conocido por sus excelentes resultados en la fotometría de cometas, que ha resultado ser también una gran herramienta en estrellas dobles.

This work shows how we can improve the magnitudes of the components of double stars in order to improve the photometry listed in the Washington Double Star Catalog. The software used for the above mentioned intention has been FoCAs II, well-known by his excellent results in the photometric study of comets. We demonstrate that FoCAs II has turned out to be also a great tool in double-star works.

FoCAs II (Fotometría con Astrometrica) es un programa desarrollado por Julio Castellano y bien conocido por los que nos dedicamos a la fotometría multiapertura de cometas. La primera versión fue publicada a finales de 2003 y desde entonces Julio no ha dejado de actualizar y realizar mejoras constantes en el programa. Es gratuito y lo podéis descargar desde <http://astrosurf.com/cometas-obs/Articulos/Focas/Focas.htm>

Los resultados fotométricos en cometas son realmente espectaculares y de una calidad contrastada, como podéis ver si visitáis la web de Cometas\_Obs <http://astrosurf.com/cometas-obs/>.

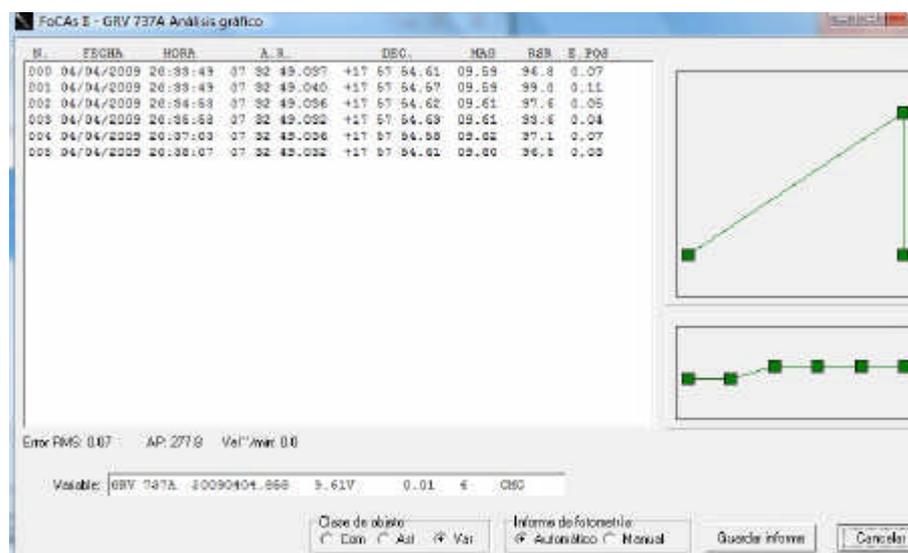
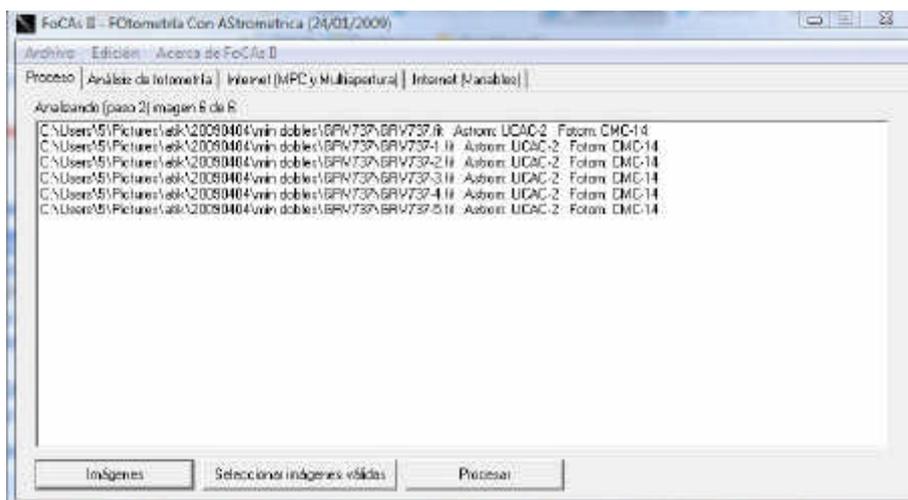
A finales de 2008, mientras medía algunas dobles con Astrometrica, me pregunté por qué no se podía aplicar el mismo método con ellas. Todos sabemos que la magnitud de las estrellas que ofrece el Washington Double Star Catalog (WDS), sobre todo en aquellas más débiles y abandonadas, es muy poco fiable. A veces, entre la magnitud real y la catalogada en el WDS hay diferencias de hasta 3 ó 4 magnitudes. ¿Por qué no podemos mejorarlo en la medida de lo posible con nuestras medidas?

Evidentemente, hay que tener en cuenta algunas consideraciones. La primera de todas es que para realizar una fotometría de precisión se hace necesario el uso de filtros fotométricos, su objetivo es sistematizar los resultados obtenidos en base a la diferente respuesta de cada CCD para ofrecer resultados comparables. Como no todos disponemos de este tipo de filtros, este trabajo se ha realizado sin ellos, siendo conscientes por lo tanto que los resultados obtenidos van a presentar una cierta desviación en función de la diferente CCD que usemos.

Debido al objetivo principal del programa FoCAs, que no es otro que la fotometría multiapertura de cometas, no todas nuestras imágenes nos servirán para este cometido. El trabajo en cometas se realiza a baja resolución, generalmente a 2"/pixel, por lo que en estas condiciones el campo de nuestras imágenes será amplio y siempre tendrá suficientes estrellas de referencia válidas. FoCAs impone un límite, para promediar y obtener mejores resultados, por el que no realiza ninguna medida si existen menos de 10 estrellas de referencia válidas. Por el contrario, en dobles es deseable trabajar a la mayor resolución posible, generalmente entre 1"- 0,5"/pixel o aún más. Esto va a traer consigo la reducción del campo de nuestra imagen y la pérdida de muchas estrellas de referencia, todas ellas de vital importancia para obtener buenos resultados, ya que como comprobaremos observando nuestras imágenes, no siempre va a ser fácil llegar a ese mínimo de estrellas. Quizás una posible solución, siempre que sean perfectamente resolubles, sea obtener imágenes con menos focal para fotometría y con más focal para calcular la astrometría relativa entre ambas componentes.

Durante muchos años FoCAs se ha estado basando en los datos del catálogo USNO-A2.0, que si bien para realizar astrometría no era muy preciso, sus datos fotométricos sí tenían suficiente calidad. Pero a finales del 2008 surgió la posibilidad de usar otro catálogo más preciso, el Carlsberg Meridian Catalogue 14 (CMC-14). Este catálogo presenta una buena fotometría para cerca de 96 millones de estrellas con magnitud R comprendida entre la 9 y 17 y declinación entre -30° y +50°.

Su funcionamiento es muy sencillo. Veamos un ejemplo con la componente principal de la



doble GRV 737, una estrella de magnitud 9,56 y espectro G5. Primero realizaremos con el software Astrometrica, desarrollado por Herbert Raab, la medida de esta estrella. A continuación abrimos FoCAs, pulsamos en “Imágenes”, lee los datos del “log” de Astrometrica y carga las imágenes medidas previamente.

Seleccionamos imágenes válidas y a procesar. Como FoCAs está pensado principalmente para la medida fotométrica de cometas, asteroides y variables, debemos considerarla como si se tratase de una estrella variable.

Llegados a este punto, guardaríamos el informe. Como podemos ver, la magnitud calculada por FoCAs promediando la medida de las seis imágenes es de 9,61.

Si vemos el informe detallado de una de las imágenes medidas, comprobamos como las estrellas de referencia que presentan mayor error en la magnitud son rechazadas automáticamente.

Para realizar las medidas que ilustran este trabajo utilicé una cámara CCD Atik 16HR en un Celestron 11 trabajando a foco primario, tanto en modo binning 2x2 como en binning 1x1, que me

ofrecen resoluciones de 0,99” /píxel y 0,50”/píxel respectivamente, en un campo de 11,5’ x 8,6’. Configuré Astrometrica para que midiese con el catálogo CMC-14, que es uno de los mejores y más completos fotométricamente. Como nuestro objetivo es medir magnitudes V y que así sean comparables a las que ofrece el WDS, escogí la banda V. Este tema me planteó ciertas dudas al principio por varios motivos. En principio, nuestros dispositivos CCD tienen mejor respuesta en banda R. Como dijimos antes, trabajando como propongo necesitaríamos un filtro V para homogeneizar la respuesta de cada cámara. Pero como se trataba sólo de una prueba, asumí el riesgo de trabajar sin filtro alguno. Además, la magnitud de dicho catálogo CMC-14 está también en banda R. La magnitud V que presenta este catálogo no se ha medido directamente,

sino que está deducida en base a la fotometría infrarroja del catálogo 2MASS. A pesar de todo, decidí realizar las medidas de esta manera. Escogí todas las estrellas presentes en mis imágenes, tanto dobles como estrellas de campo, que hubiesen sido medidas previamente por el Tycho-2. Ya sabemos que en magnitudes débiles, en torno a la magnitud 11, este catálogo también presenta cierta imprecisión, pero me pareció el más apropiado para realizar nuestro estudio. Al final, conseguí medir poco más de un centenar de estrellas, con unos resultados realmente sorprendentes.

Por un lado, quise comparar la magnitud V que me ofrecía FoCAs en relación a la magnitud del catálogo Tycho-2. Como podemos comprobar, más del 90% de las estrellas medidas presentan desviaciones máximas de +/-0,2 magnitudes, sin una preferencia clara hacia desviaciones positivas o negativas. Viendo la gráfica, parece que hay quizás una ligera tendencia a que FoCAs ofrezca magnitudes ligeramente más brillantes, sobre todo en las estrellas de mayor brillo, aunque en aquellas más débiles no parece tan clara esta observación. Sólo dos estrellas presentan diferencias por encima de 0,6 magnitudes.

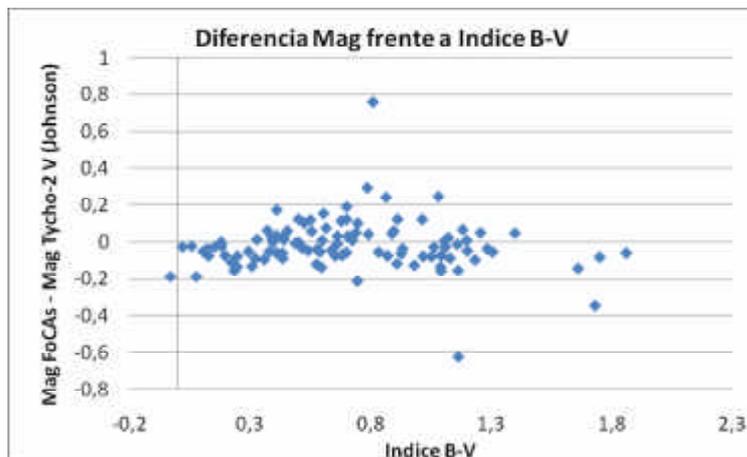
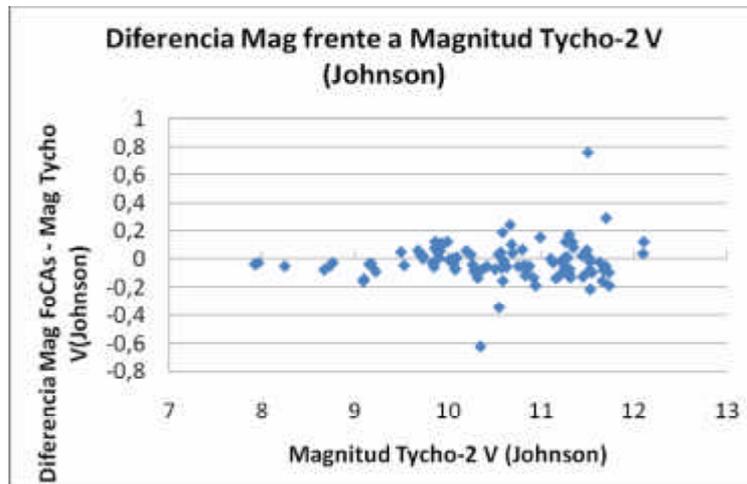
C:\Users\5\Pictures\atik\20090404\min dobles\GRV737\GRV737.fit

FECHA: 04/04/2009 20:33:49  
 CATALOGO: CMC-14  
 BANDA: V  
 FONDO: 297.71 (294.79)  
 BRILLO CIELO: 16.2  
 MAGNITUD CERO: 22.40  
 ESTRELLAS: 30  
 EST. VALIDAS: 23

NOMBRE	A. R.	DEC	X	Y	MAGCT	ADU	FONDO	MZ	MAG	ERR	RSR	EST
1946N3458	07 32 26.3	+17 57 38	693.21	269.64	15.15	5806	180.9	24.62	15.150	0.00	7.5	POS
1947N0030	07 32 27.0	+18 00 30	692.16	96.42	15.33	7264	179.5	25.04	15.330	0.00	6.9	POS
1949N0078	07 32 29.1	+18 01 18	664.65	46.24	15.54	551	292.4	22.44	15.507	-0.03	6.5	
1951N0064	07 32 31.7	+18 01 04	627.39	58.18	12.82	6941	293.0	22.49	12.739	-0.08	23.8	
1953N3217	07 32 33.9	+17 53 37	570.45	505.01	13.65	3004	306.9	22.40	13.654	0.00	15.0	
1954N0099	07 32 34.8	+18 01 39	585.01	20.94	15.65	1382	281.6	23.55	14.594	1.06	6.5	ERR
1954N3318	07 32 35.0	+17 55 18	560.36	402.37	14.63	1260	305.4	22.43	14.603	-0.03	9.1	
1955N3521	07 32 35.9	+17 58 41	559.34	197.82	11.31	26135	301.4	22.42	11.290	-0.02	46.8	
1955N3486	07 32 36.0	+17 58 06	555.89	232.90	14.29	1821	302.7	22.49	14.201	-0.09	11.2	
1957N3441	07 32 37.6	+17 57 21	529.32	276.92	15.13	816	303.5	22.46	15.078	-0.05	7.6	
1963N3533	07 32 43.8	+17 58 53	446.18	179.54	15.21	719	296.1	22.40	15.216	0.01	7.2	
1964N3429	07 32 44.1	+17 57 09	435.95	284.00	15.55	537	301.1	22.42	15.535	-0.01	6.1	
1964N3328	07 32 44.8	+17 55 28	419.96	384.73	12.16	11616	302.2	22.39	12.176	0.02	30.4	
1965N3347	07 32 45.4	+17 55 47	413.49	365.26	10.37	61433	300.5	22.42	10.356	-0.01	68.1	
1966N3380	07 32 46.4	+17 56 20	399.92	331.04	14.58	1229	301.4	22.35	14.630	0.05	8.6	
1967N0073	07 32 47.1	+18 01 13	407.53	36.84	15.52	555	288.3	22.42	15.499	-0.02	6.5	
1969N3474	07 32 49.1	+17 57 55	368.05	234.52	9.60	123297	297.6	22.41	9.595	-0.01	96.8	
1970N3487	07 32 50.4	+17 58 08	348.94	220.11	10.87	37849	296.1	22.39	10.885	0.02	54.1	
1972N3547	07 32 52.3	+17 59 07	325.62	159.09	15.15	878	291.8	22.56	14.998	-0.15	7.2	
1974N3465	07 32 54.5	+17 57 45	289.27	239.14	14.99	995	293.3	22.53	14.861	-0.13	7.9	
1976N0009	07 32 56.1	+18 00 09	274.63	93.16	15.21	683	288.2	22.34	15.272	0.06	6.9	
1977N3375	07 32 57.7	+17 56 15	238.31	327.05	13.70	2848	297.6	22.39	13.712	0.01	14.7	
1982N3294	07 33 02.1	+17 54 54	170.68	404.72	14.34	2526	297.3	22.90	13.864	0.48	9.8	ERR
1982N3295	07 33 02.3	+17 54 55	169.12	403.81	14.58	2571	297.3	23.16	13.874	0.71	8.6	ERR
1982N3578	07 33 02.9	+17 59 38	176.16	118.97	15.03	768	287.7	22.29	15.144	0.11	7.2	
1983N3322	07 33 03.9	+17 55 22	146.38	375.06	14.58	1152	296.6	22.28	14.701	0.12	9.1	
1985N3269	07 33 05.5	+17 54 29	121.12	427.44	14.58	1289	297.0	22.41	14.578	0.00	9.9	
1985N3204	07 33 06.0	+17 53 24	109.90	491.74	15.05	672	298.9	22.16	15.290	0.24	7.4	
1992N0084	07 33 12.3	+18 01 24	47.37	5.05	11.18	4922	124.3	20.47	11.180	0.00	9.7	POS
1993N3358	07 33 13.0	+17 55 59	18.22	331.05	13.11	5088	293.2	22.44	13.110	0.00	20.3	POS

OBJETO	MAG	10x10	20x20	30x30	40x40	50x50	60x60	RSR
GRV737A	122973	123439	128327	129764	130948	132090	132733	96.8
	9.598	9.594	9.55	9.54	9.53	9.52	9.51	



Por otro lado, comparé esta diferencia de magnitud medida frente al índice de color B-V. Quería saber si existían claras diferencias en función de que una estrella fuese más roja o más azul. Debido a que nuestras CCDs son más sensibles en la región del espectro correspondiente a la banda R, hubiese sido lo más lógico. En esta ocasión el resultado es totalmente inesperado, ya que como vemos no existen diferencias excesivamente claras. Sin poder generalizar, podríamos decir que las estrellas más rojas y las más azules las medimos ligeramente más brillantes, pero en absoluto es una tendencia clara y concluyente.

Teniendo en cuenta que nuestras pretensiones son sólo mejorar el WDS con magnitudes más fiables, ya que en absoluto pretendemos ofrecer datos totalmente inamovibles y fuera de toda duda, comprobamos que el método presentado

por su sencillez, rapidez y fiabilidad es totalmente válido y ofrece datos de contrastada calidad.

Para terminar quería dar mi más sincero agradecimiento al autor de FoCAs II y de tantos otros excelentes programas, Julio Castellano. Sin su desinteresada ayuda no hubiese sido posible realizar este trabajo. ¡Gracias Julio! ☺

#### Referencias

- FoCAs II <http://astrosurf.com/cometas-obs/Articulos/Focas/Focas.htm>  
 Astrométrica <http://www.astrometrica.at/>  
 Catálogo CMC-14 <http://www.ast.cam.ac.uk/~dwe/SRF/cmc14.html>  
 Catálogo Tycho-2 <http://www.astro.ku.dk/~erik/Tycho-2/>  
 Project Pluto. Guide 8. <http://www.projectpluto.com/>

ESTRELLAS OBJETO DE ESTUDIO			
TYC	Mag TYC V (Johnson)	Mag V FoCAs	Dif FoCAs-TYC
TYC 3176 1787	10,01	10,00	-0,01
TYC 3176 1716	10,99	11,14	0,15
TYC 3203 1802	9,15	9,11	-0,04
TYC 3203 1578	10,09	10,10	0,01
TYC 3168 1344	10,58	10,77	0,19
TYC 2174 18	10,68	10,78	0,10
TYC 2174 182	12,09	12,13	0,04
TYC 2203 227	9,73	9,75	0,02
TYC 2203 125	9,91	9,97	0,06
TYC 2203 299	10,66	10,91	0,25
TYC 2204 541	9,49	9,54	0,05
TYC 2204 205	10,79	10,86	0,07
TYC 2208 1472	10,06	10,02	-0,04
TYC 1065 1127	9,89	9,93	0,04
TYC 1065 2863	11,30	11,19	-0,11
TYC 1065 1424	11,73	11,63	-0,10
TYC 1065 936	11,54	11,45	-0,09
TYC 1065 930	11,69	11,64	-0,05
TYC 1065 864	11,21	11,20	-0,01
TYC 1062 2165	10,56	10,61	0,05
TYC 1066 826	10,94	10,75	-0,19
TYC 1066 298	7,96	7,93	-0,03
TYC 1066 526	10,41	10,36	-0,05
TYC 1066 490	10,87	10,82	-0,05
TYC 1066 1299	10,91	10,78	-0,13
TYC 1065 588	7,92	7,88	-0,04

*sigue en la página siguiente*

viene de la página anterior

ESTRELLAS OBJETO DE ESTUDIO (cont.)			
TYC	Mag TYC V (Johnson)	Mag V FoCAs	Dif FoCAs-TYC
TYC 1065 3145 1	9,86	9,98	0,12
TYC 1065 1428	11,44	11,32	-0,12
TYC 1066 2021	8,76	8,73	-0,03
TYC 1066 2123	11,13	11,10	-0,03
TYC 1066 1825	10,58	10,53	-0,05
TYC 2894 2529	10,28	10,19	-0,09
TYC 2894 1223	9,52	9,48	-0,04
TYC 2894 1289	10,54	10,57	0,03
TYC 2894 1543	11,30	11,23	-0,07
TYC 2894 317	10,36	10,29	-0,07
TYC 2803 146	9,83	9,80	-0,03
TYC 2803 18	12,10	12,22	0,12
TYC 2305 1584	10,04	10,04	0,00
TYC 2305 1087	11,62	11,60	-0,02
TYC 2305 873	9,90	9,91	0,01
TYC 2305 1410	11,69	11,99	0,30
TYC 3241 1865	9,85	9,79	-0,06
TYC 2301 995	10,07	10,00	-0,07
TYC 2301 1156	10,81	10,77	-0,04
TYC 2301 1526	10,50	10,43	-0,07
TYC 3245 881	9,09	8,95	-0,14
TYC 3245 779	10,59	10,57	-0,02
TYC 3245 273 1	11,50	12,26	0,76
TYC 3245 555	11,65	11,50	-0,15
TYC 3639 2108	9,73	9,73	0,00
TYC 3639 2505	10,57	10,51	-0,06
TYC 3639 2182	11,44	11,46	0,02
TYC 3639 2225	11,52	11,31	-0,21
TYC 3668 205	11,16	11,02	-0,14
TYC 3315 551	8,24	8,19	-0,05
TYC 3315 326	9,22	9,13	-0,09
TYC 3315 2	11,19	11,07	-0,12
TYC 2352 93	8,67	8,59	-0,08
TYC 2352 111	9,99	10,11	0,12
TYC 2352 223	10,07	10,07	0,00
TYC 2352 909	10,58	10,43	-0,15
TYC 3291 1754	8,73	8,68	-0,05
TYC 3291 2108	10,83	10,71	-0,12
TYC 1843 331	11,33	11,45	0,12
TYC 1843 1	11,67	11,59	-0,08
TYC 1843 275	10,54	10,20	-0,34
TYC 2870 895	9,93	10,03	0,10
TYC 2870 917	10,26	10,22	-0,04
TYC 2870 178	11,34	11,42	0,08

sigue en la página siguiente

viene de la página anterior

ESTRELLAS OBJETO DE ESTUDIO (cont.)			
TYC	Mag TYC V (Johnson)	Mag V FoCAs	Dif FoCAs-TYC
TYC 2098 496	9,92	10,03	0,11
TYC 2098 837	10,19	10,25	0,06
TYC 2098 354	10,75	10,70	-0,05
TYC 2098 1435	11,26	11,18	-0,08
TYC 2426 310	9,17	9,14	-0,03
TYC 2426 724	11,28	11,29	0,01
TYC 2426 135	11,30	11,47	0,17
TYC 2426 482	11,51	11,52	0,01
TYC 2426 368	10,31	10,18	-0,13
TYC 2426 339	11,25	11,19	-0,06
TYC 1949 1327	10,63	10,57	-0,06
TYC 5389 255	10,24	10,27	0,03
TYC 5389 869	10,59	10,58	-0,01
TYC 5498 919	10,69	10,73	0,04
TYC 5498 1223	9,67	9,68	0,01
TYC 5498 1286	11,26	11,19	-0,07
TYC 5498 785	11,31	11,18	-0,13
TYC 1852 777	9,85	9,93	0,08
TYC 1852 1365	10,84	10,76	-0,08
TYC 3311 953	11,51	11,42	-0,09
TYC 139 1051	9,70	9,73	0,03
TYC 139 837	11,49	11,55	0,06
TYC 139 1117	11,73	11,54	-0,19
TYC 2924 739	11,26	11,38	0,12
TYC 3361 100	10,07	10,00	-0,07
TYC 2924 481	9,09	8,93	-0,16
TYC 3344 1383	10,28	10,22	-0,06
TYC 3344 1281	10,34	9,72	-0,62
TYC 2895 1525	11,26	11,27	0,01
TYC 2895 1597	11,10	11,10	0,00
TYC 2400 2127	11,52	11,50	-0,02
TYC 1364 1203	9,56	9,61	0,05
TYC 1364 1217	10,66	10,90	0,24

# La serie de las Gammas

*The Gammas' series*

por José Luis Comellas

Director Honorífico de “El Observador de Estrellas Dobles”

El profesor Comellas propone un *tour* a través de las más bellas estrellas dobles, todas ellas designadas como *Gammas* en sus respectivas constelaciones. El texto está acompañado con muy interesantes comentarios extraídos de su archivo de observaciones.

The professor Comellas proposes a *tour* across the most beautiful double stars, all of them designated as *Gammas* in your respective constellations. The text is accompanied with very interesting comments extracted from his file of observations.

ME INVENTÉ la expresión en tiempos juveniles, cuando a uno se le ocurren estas cosas, y goza con su supuesto ingenio. Pero no es una idea descabellada, porque cuando menos ocho “gammas” son estrellas dobles de gran espectacularidad, y algunas de ellas ofrecen un notable interés. Repasemos todo el alfabeto griego, tal como lo empleó Bayer, y no encontraremos ninguna otra letra tan pródiga en dobles extraordinarias. Simple casualidad. Como siempre he tenido una especial predilección por las “Gammas”, y el tema salió a relucir en una reciente conversación con varios amigos doblistas, voy a permitirme escribir unos comentarios sobre esta notable serie, sin pasar apenas del terreno puramente observacional.

Tal vez un intercambio de sensaciones visuales sea más interesante de lo que a primera vista parece. Puede que no tenga la menor utilidad desde el punto de vista puramente astrofísico, pero, aparte de que siempre sirve para contrastar la sensibilidad de cada observador, puede tener alguna aplicación para los especialistas en sensaciones visuales. En el campo de la observación astronómica, es bien conocido el libro de W. Sheeham *Planets and Perception*, lleno de conclusiones que nos hacen exclamar: “¡pues tiene razón!”. Algo por el estilo podría hacerse un día con respecto a las estrellas dobles: y tal vez el estudio no sea inútil. Por pura convención, seguiré el orden de posición por ascensiones rectas.

 **Gamma Arietis = STF 180**  
01h 53 m +19° 18' / 4,2 y 4,3 a 7"4



La combinación de magnitudes y distancia la hacen una de las dobles más vistosas del cielo. Pero no solo es esta combinación, sino una sensación, supongo que subjetiva, la que la hace “fascinante”, un adjetivo que abunda en mis fichas de observación. Se me hace evidente la sensación, repetida en visión con diversas aberturas, de “azul acero” o “gris acero”, que, a juzgar por las fichas que conservo, se ha repetido en todas las observaciones. Sería interesante conocer el porqué de esta sensación visual, y si la comparten de alguna manera otros observadores.

Los espectros A1 y B9 no nos dicen mucho.

La fascinación ofrecida por este par tan brillante puede potenciarse en tiempos futuros, por cuanto las componentes se están acercando entre sí. De la distancia de 10" medida por Herschel hemos llegado a 7"4. Mis primeras medidas, hace cincuenta años, daban muy aproximadamente 8". Puede desazonarnos el hecho de que según ciertos criterios, ambas estrellas están a distinta distancia de nosotros (130 y 155 años-luz, respectivamente), pero medidas de este tipo (sin ir más lejos, con Albireo), han mostrado luego ser imprecisas. La astrometría a partir de movimientos propios puede inducir a interpretaciones contrapuestas. Lo cierto es que, tal como van las cosas, el acercamiento angular entre las dos componentes les proporcionará con el tiempo un aspecto cada vez más sugestivo. ¿Puede inferirse una cierta aceleración? Constatar este hecho resultaría fundamental. No importa que hasta dentro de siglos no sea posible deducir una órbita, si existe. “Otros lo harán”, decía Cousteau, y simplemente estar aten-

tos al comportamiento de este brillante par debe llenarnos de satisfacción.

 **Gamma Andromedae = STF 205 y SIT 38**  
02h 04m +42° 20'  
AB 2,3 y 5,0 a 9,5"  
BC 5,6 y 6,1 a 0"3

Fue la primera doble de interés que intenté observar, cuando tenía diez años. La causa, que leí en Flammarion que una componente era anaranjada y la otra verde. ¡Sensacional!. Transporté el telescopio de la terraza donde lo tenía, orientada al Sur, a un pequeño cuarto que daba al Norte. Era por el mes de mayo, y la estrella estaba ya muy baja sobre el horizonte. No conseguí ver nada. Luego, la observé muchas veces, primero como doble, luego como triple. La pareja en sí ofrece un contraste de gran delicadeza, aunque no llega, por supuesto, a los colores que había imaginado de niño. Las palabras que más utilizo en las fichas son “oro viejo” y “azul pálido”; por supuesto, un contraste muy delicado, de los que valen la pena. La primera imagen como triple pude verla en un observatorio profesional. Por los años 70, cuando la distancia BC era del orden de 0"6 pude verla sin dificultad hasta con abertura de 102 mm. Un punto en que coincido con otros aficionados -y me gustaría saber si a todos les pasa lo mismo- es que en una estrella triple es más fácil desdoblarse BC que si no existieran más que estas dos componentes. Aquí no parece que pueda hablarse de un efecto subjetivo, sino de una predisposición de la agudeza visual para estos casos. Ahora que la veo, es la componente C la que me parece verde, como decía Flammarion de B. Efecto subjetivo a todas luces: B es de tipo B1 en tanto que C es tipo A más o menos avanzado. Sea lo que fuere, la observación del triplete es una verdadera gozada. Felices los que todavía pueden permitirse este lujo.

 **Gamma Ceti = STF 299**  
2h 43m +03° 14'  
3,5 y 6,3 a 2"3

Contraste luminoso (magnitudes 3,5 y 6,5) y cromático: veo blanca y amarillo-verdoso o “limón”. Siempre he experimentado una sensación similar. El espectro de la principal es A y el de la secundaria muy parecido o F. No cabe duda de que la diferencia de magnitudes es la causante de este efecto. Qué difícil me resulta apreciar una secundaria que tiende a roja cuando la principal es blanca y la diferencia de magnitudes notable. Por cierto que B me parece casi siempre menos brillante que la 6,2, que aparece en WDS. Como que algunos observadores anotan hasta 7,4; no creo que sea variable, pero convendría compro-

barlo. Como la distancia es ahora de 2"3 (tienden a acercarse muy lentamente), el efecto es muy sugestivo: entre los comentarios que he apuntado, figuran “llamativa” y “peregrina”. No alcanza quizá la belleza de las dos anteriores, pero no todo se reduce a una cuestión estética. A veces, la diferencia de magnitudes, por raro que parezca, es algo que también merece la pena. Y como la zona es rica en galaxias, un aficionado no debe perder la ocasión de observarlas.

 **Gamma Velorum = DUN 65**  
08h 09m -47° 20'  
1,9 - 4,2 a 41"

No debe ser fácil desde el Norte de España por baja latitud (-47° 20'), pero desde Andalucía, por su brillo aparente (magnitudes 1,8 y 4,2), resulta fácil de observar, con cielo despejado. Se encuentra, además, en un campo muy rico, con otras componentes cercanas. Es la más brillante de todas las Gammas, y después de Sirio, Alfa Centauri y Castor la más brillante doble asequible a un aficionado de todo el cielo. Realmente, Gamma Vel sería la estrella más brillante del firmamento si nuestra vista tuviera capacidad para captar las altas frecuencias (como que la mayor parte de su energía no emite en el visible). Estamos ante la única estrella Wolf Rayet fácilmente observable a simple vista, y eso es todo un privilegio. Cuando tomamos conciencia de ello, comprendemos que vale la pena buscarla tan cerca del horizonte, por más que, como doble visual, no tenga mérito alguno, puesto que las componentes distan entre sí 41". Aún así, y por el mérito que supone, observarla constituye un verdadero disfrute. Sabido es que ambas son dobles espectroscópicas, aparte de que existen dos componentes más, puramente ópticas, que enriquecen el conjunto. El ojo humano está poco preparado para ver el azul en cuerpos estelares; más que azules, las dos componentes principales nos parecen *restallantes*, como dotadas de un brillo especial. Quizá sea tan sólo un efecto psicológico (la secundaria es también de tipo O), pero repito que vale la pena intentar llegar “tan bajo”.

 **Gamma Leonis = STF 1424**  
10 h 20 m +19° 20'  
3,0 - 4,1 a 4"4

Realmente, se nos aparece espléndida, diríamos que amarillo fuerte y ligeramente verdosa, aunque los espectros son de tipo K y F, que debieran corresponder a anaranjado y amarillo. Una vez más las apariencias nos engañan un poco. ¡Cuántas secundarias de estrellas naranja parecen verdes! Cuestión de la tendencia a registrar colo-

res complementarios y estos efectos nos invitan a seguir registrando los contrastes aparentes en función de los espectros y de la diferencia de magnitudes, porque ambos parámetros influyen en la apreciación cromática. De todas formas, y hasta cierto punto al menos, agradecemos el engaño visual -si es que puede llamarse así-, porque obtenemos un aspecto de conjunto más gratificante. A Gamma Leo la he calificado de “soberbia”, “magnífica”, “potente”. Esta impresión de dinamismo tiene que ver, estimo por experiencia, con la diferencia de magnitudes, que a su vez (y no es solo impresión mía) aparenta ser mayor, diríase que por lo menos de 1,5. La distancia es ideal para desdoblar con poca abertura y sin forzar aumentos estas estrellas, un poco desiguales, pero de espléndido efecto.

 **Gamma Virginis = STF 1670**  
12 h 42 m -01° 27'  
3,5 y 3,6 a 1”3

Una de las más bellas dobles del cielo, sea cual fuere su momento orbital, siempre en continuo cambio. Es el prototipo de “doble gemela”, en cuanto que sus magnitudes y espectros son prácticamente idénticos. La impresión es de una extraordinaria “delicadeza”, la palabra más frecuente en los comentarios de los cuadernos de observación y fichas correspondientes. Gamma Vir es de las que requieren muchas fichas yuxtapuestas. La diferencia de magnitud es solo de 0,1: la impresión visual, como suele ser frecuente en estas gemelas, resulta incluso menor. Cuántas veces me han parecido absolutamente iguales. Y el tono es de un suave crema delicioso. En cuanto a la distancia, a partir de lo que puede observarse en un refractor de 10 cm., tan maravillosa es cuando las componentes distan 6” que cuando sólo están a 0”7. Cierto que entonces apenas se pasa de un desdoblamiento “en ocho”, pero el efecto es si cabe más impactante, y conserva toda su delicadeza equilibrada. (NOTA: en la “Guía del Firmamento”, escrita hace treinta años, me refiero a un periastro a 0”4 en 2008; de acuerdo con las efemérides de que entonces podía disponer. Pero conforme con los elementos facilitados por Scardia en 2007, el máximo acercamiento se produjo en 2005 a 0”38. En la primavera de 2008 cuando la distancia era escasamente de 1”0, aquella maravilla podía verse como dos circulitos tangentes. Cuando se escriben estas líneas (2009,3) las componentes están ya a 1”24, y se desdoblan perfectamente como cuerpos separados. Ventajas de un buen refractor, aunque la abertura no sea grande.

También en la “Guía” invito a comparar las dos famosas Gammas de Leo y Virgo: si la primera nos ofrece una sensación de fuerza y dina-

mismo (precisamente por razón del contraste luminoso y cromático), la segunda posee una delicadeza sin igual, consecuencia del equilibrio de un espectro F en ambas, que las hace parecer color crema. ¿Por qué en las dobles es más fácil de apreciar el efecto cromático, aunque no haya contraste? Si me obligan a elegir una de las dos, contestaría, aun sintiéndolo mucho por la otra, que Gamma Vir. Vale la pena, y en adelante será bien visible hasta por los más modestos instrumentos.

OTRA NOTA: Casualidad: justo en la misma ascensión recta, pero en declinación -48° 58’, brilla una de las más maravillosas Gammas del cielo: Gamma Cen, magnitudes igualadas, 2,8 y 2,9, ambas de un blanco deslumbrante. Y también es par orbital. No la incluyo porque no es observable desde nuestras latitudes: casi vale la pena viajar para verla; rivaliza con la brillante y contrastada Alfa. Yo pude observarla por los años 80 cuando distaban 1”, desde Chascomús, Argentina, con el telescopio que me prestó Newton. No es broma: el propietario del instrumento se llama John Newton, ganadero, y es un buen aficionado a la astronomía, con todo el respeto a don Isaac.

 **Gamma Coronae Australis = HJ 5084**  
19h 06 m -37° 04'  
4,8 y 5,1 a 1”3

Esta vez sí que es fácil la excursión al Sur para cualquier observador español. La Corona Austral es una pequeña constelación al sur de Escorpio y Sagitario, pero muy rica en sugestivos objetos. Gamma CrA es uno de los más destacados. La distancia actual, 1”3, es asequible a cualquier instrumento mediano para unas magnitudes fáciles como son 4,8 y 5,1. No sé por qué en WDS aparecen 4,5 y 6,4, una diferencia a todas luces exagerada. Por otra parte los colores son prácticamente idénticos, correspondientes a F8/F8. “Deliciosa parejita dorada”, apunté en su día, y sigo de acuerdo con aquella impresión. A veces me parecen incluso casi gemelas. De momento, siguen alejándose muy lentamente, aunque por poco tiempo. Otra cosa será dentro de unos años, pero de momento vale la pena la excursión a una de las zonas más ricas del cielo, aunque haya que aprovechar una noche limpia para llegar “allá abajo”.

 **Gamma Delphini = STF 2727**  
20h 47m +16° 07'  
4,2 y 5,2 a 9”1

Fue desde años del bachillerato mi doble preferida. En la única conversación que tuve con el *Loco de la Colina* (cuando se dedicaba a entre-

vistar a gente civilizada) me preguntó cuál era la estrella más bella de todas; y contesté con una “boutade”: “le estrella más bella de todas está en la Tierra, y me he casado con ella”. Puso una cara rara. -Pero, ¿de las estrellas del cielo?-. No lo dudé un momento: -La Gamma del Delfín-. Bueno, cada uno tiene sus preferencias, pero nadie podrá negar que Gamma Del es una de las dobles más bellas que existen. Suave contraste luminoso, suave contraste cromático. La diferencia, según casi todos los observadores, es de 0,8 a 1,1 magnitud

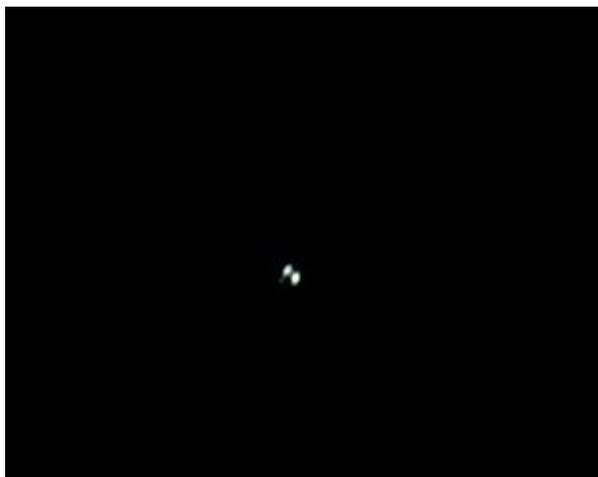
(WDS da solo 0,6: me parece poco). Y el efecto es “amarillo oro y verde mar”. De acuerdo: los espectros son K1 y F7. Ya es sabido: la secundaria amarilla de una principal anaranjada parece siempre verde. Prefiero la ficción a la realidad. Y lo asombroso de Gamma Del es que el conjunto aparece dotado de un “efecto translúcido” que muchas veces he comparado con los colores que se ven en el fondo del mar. Sea o no sea así, no dejemos de disfrutar con tan maravilloso espectáculo. ☺



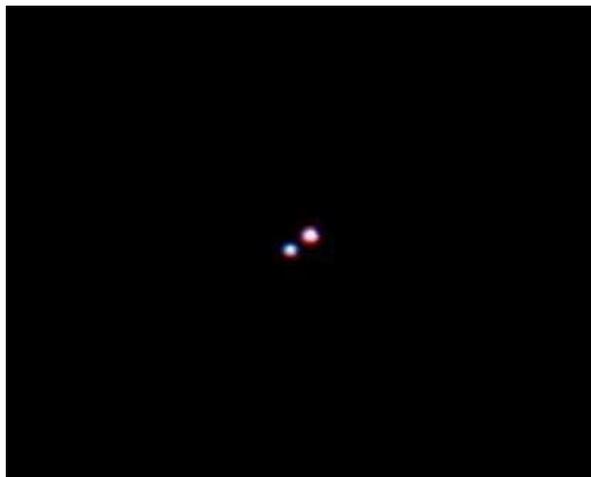
**Gamma And:** imagen de Rafael Benavides, obtenida con un C11 y una cámara QHY5.



**Gamma Leo:** imagen de Rafael Benavides, obtenida con un C11 y una cámara QHY5.



**Gamma Vir:** imagen de Alberto Berdejo el 09/05/2007 mediante un Mewlon 180, una Barlow 2x y una Toucam. En ese momento, la separación era de tan sólo 0,75”.



**Gamma Del:** imagen de José Carlos Sánchez con Celestron Nextar 8 y una cámara 21AU04.AS.

# Estrellas dobles rojas

*Red Double Stars*

por el Grupo de Dobles de la Agrupación Astronómica Hubble

José Carlos Sánchez Montesinos, Rafael Caballero Roldán, Ramón Palomeque Messia, Óscar Lleixà Subirats, Isabel García Bermejo, Carlos Eugenio Tapia Ayuga, Miguel Leandro Marcos Álamo

<http://www.asociaciónhubble.org>

Proponemos un recorrido por algunas de las más espectaculares estrellas dobles rojas que hemos tenido la oportunidad de admirar y de capturar en nuestras observaciones CCD de estrellas binarias

We propose a tour for some of the most spectacular red double stars which we've had the opportunity to admire and to capture in our CCD observations of binary systems

LOS AFICIONADOS a la Astronomía (y los profesionales, desde luego) nos movemos por diversos estímulos –tal y como ocurre en cualquier otra afición– y, por supuesto, cada cual se establece en una pequeña parcela de la misma sin que ello suponga, obviamente, desdén alguno por el resto de las “especialidades” que continuamos cultivando con entusiasmo y devoción: desde la observación de nuestro “modesto satélite” a las bandas y manchas del titánico Júpiter, la graciosa elegancia de Saturno (seguro candidato, de ser tal cosa posible, a desfilar en cualquier afamada pasarela de moda), las galaxias y cúmulos de espectacular geometría o las nebulosas con sus misteriosas gemas envueltas en delicada gasa. En fin, la certeza de estar contemplando la respuesta escrita en el cielo a todas las preguntas que el hombre se ha hecho desde que se le ocurrió descender de las acogedoras ramas de los Baobab. El único problema es que vemos esas respuestas pero aún no somos capaces de interpretarlas por completo, tal y como si estuvieran escritas en una lengua críptica y ancestral, desconocida todavía para nosotros, aunque albergando la esperanza de que un nuevo Champollion nos proporcione su particular piedra Rosetta y arroje más luz sobre lo que el firmamento nos quiere transmitir.

Existe otro pequeño territorio en la observación astronómica por el que muchos de nosotros sentimos un especial fervor. Se trata de los sistemas estelares binarios o múltiples, formados por

dos o más estrellas, que pueden estar ligadas físicamente por un vínculo gravitacional o bien ser el producto de la perspectiva visual. En contra de lo que el neófito pueda creer, estos sistemas son extraordinariamente numerosos. Ya con equipos modestos, incluso con unos simples prismáticos, pueden observarse una gran cantidad de estrellas, lo suficientemente próximas entre sí como para que se las considere emparejadas. Este hecho, que por sí solo es capaz de despertar la afición, puede llegar a provocar patología adictiva cuando se empieza a descubrir que muchas de ellas exhiben colores, tonalidades, matices y contrastes que, en no pocas ocasiones, nos dejan literalmente con la boca abierta; situación ésta muy desaconsejable en las frías noches de invierno.

Son varios los tipos conocidos de estrellas dobles, si bien no nos detendremos en describirlas: parejas **visuales**, **ópticas** (falsas dobles),

TIPO	COLOR	TEMPERATURA (°C)	EJEMPLO
O		30.000	Zeta Puppis
B		20.000	Spica
A		10.000	Vega
F		7.000	Mirfak
G		6.000	Capella
K		4.000	Aldebaran
M		3.000	Betelgeuse

CLASES ESPECTRALES ESTELARES BASICAS

OSCAR LLEIXÀ RUBIRATS

## ESTRELLAS DOBLES ROJAS PROPUESTAS

A.R.	Dec.	WDS Id.	Otros Id.	A.P	Sep.	Mags.
00h 49m 06s	+57° 48' 57"	STF 60	<b>eta Cas</b>	319	12,9	3,5 / 7,4
18h 17m 43s	-36° 45' 38"	BU 760	<b>eta Sgr</b>	107	3,6	3,1 / 7,8
17h 59m 11s	-30° 15' 09"	PZ 6 Sgr		105	5,5	5,3 / 7
18h 05m 42s	-34° 36' 56"	HJ 5012		189	23,4	8,9 / 9,4
00h 05m 44s	+45° 48' 44"	STT 547		184	6,0	9,0 / 9,2
01h 49m 16s	+47° 53' 49"	STF 162		AC: 179 AD: 96	AC: 19,9 AD: 136,7	6,5/9,4/10,1
00h 01m 16s	+60° 21' 19"	STTA 254		89	58,0	7,4 / 8,3
05h 55m 38s	+53° 27' 36"	STT 120		142	48,4	7,6 / 8,8
06h 44m 17s	+40° 37' 22"	STT 154		86	24,2	7,1 / 9,7
20h 19m 42s	+47° 54' 20"	BLL 49	<b>U Cygni</b>	231	65,5	8,0 / 9,0

**eclipsantes, espectroscópicas y astrométricas** (en los dos últimos casos la compañera es invisible y sólo es detectada, bien por el “tirón” gravitatorio que ejerce sobre la componente principal, bien por la variación periódica de su espectro de emisión.

Pues bien, aunque todos estos prolegómenos pueden ser muy interesantes y aleccionadores, debemos ocuparnos sin demora de aquello que da nombre a este modesto artículo: Las **Dobles Rojas**.

Conocidos son por cualquier aficionado, los distintos tipos espectrales de las estrellas, esto es, la radiación visible que emiten –longitud de onda y frecuencia–, que se resumen con las letras **O, B, A, F, G, K, M**. Las citadas clases espectrales describen, desde la **O** hasta la **M**, el aspecto que nos ofrecen al contemplarlas: las de clase **O** son estrellas jóvenes, muy calientes, que emiten una radiación visible correspondiente al azul. A partir de ahí, la temperatura va siendo menor, mayor su edad, mayor su longitud de onda, y, por tanto, el color va pasando sucesivamente del azul al blanco, amarillo (nuestro Sol es de clase espectral **G**), naranja y rojo para la clase **M**. Se han descrito más recientemente otras clases, como las **W, L, T, R, N, C y S**. Las correspondientes a los tres últimos grupos (**N, C y S**) incluyen a las conocidas como “**estrellas de carbono**”, presentan un intenso color rojo sangre y ofrecen un espectáculo inolvidable. Este tipo de especímenes corresponde a estrellas que, sin ser necesariamente provecetas (tampoco tiernos bebés), poseen una atmósfera muy rica en este elemento, producto de la fusión del helio. Estas rojas clase **M** y **C** –hallamos un maravilloso ejemplo en la solitaria **R – Leporis**–, que cuando se encuentran en parejas son capaces de ponernos “los pelos de punta”, van a ser el objetivo de nuestros afanes; aunque nos limitaremos a una breve descripción con sus datos más accesibles (magnitud, separación, ángulo de posición entre la principal y la secundaria) o a

algún otro de especial interés o curiosidad; y, cómo no, imágenes fotográficas tomadas con medios modestos, pero que muestran su esplendor y, en ocasiones, inquietante aspecto.

Pues bien, tras esta pequeña e incompleta introducción (debe ser tenido en cuenta que quienes escriben estas líneas no pasan de ser simples aficionados que, en su mayoría, sólo disfrutan con la contemplación de estos fascinantes objetos, pero carecen de la formación necesaria para redactar un texto de mayor rigor científico; lo que, en cualquier caso, no es su propósito), pasemos directamente a mostrar y, en lo posible, describir algunos de los más bellos ejemplares que hemos tenido la suerte de disfrutar personalmente. Aunque es obligado advertir que algunos de estos sistemas sólo poseen una de las componentes de las clases citadas, no por ello dejan de ser una visión grandiosa.

Vamos a comenzar con una maravillosa pareja situada en la constelación de Casiopea. Se trata de **eta Cassiopeiae**, formada por dos componentes: la principal, de magnitud 3,52 es una estrella de clase espectral G amarillenta (si bien en la fotografía que adjuntamos se ve blanco azulado) y una compañera enana roja (M), sobre cuyo color pocos se han puesto de acuerdo. Comellas la describe, acertadamente, como tétrica o sombría, y parece tener razón. En la imagen se observa un tono entre marrón y rojo oscuro que recuerda a una gota de sangre seca.

### **eta Cassiopeiae (STF 60)**

AR: 00h 49m 06s  
 DEC: +57° 48' 57"  
 Magnitudes: 3,52 / 7,36  
 Separación: 12,9"  
 Ángulo de posición: 319°  
 Tipo espectral: G0 V – M0 V



Dirigimos ahora nuestro objetivo hacia la constelación de **Sagitario**, el alegre sátiro, (centauro, según otros eruditos) y por nombre **Croto** que, además de inventar el arco (suponemos que con fines venatorios), dio en vivir junto a las Ninfas o las Musas (este punto no se halla completamente aclarado) limitándose, a buen seguro, a disfrutar de sus cantos (o encantos, vaya usted a saber) y coplillas a las que tan dadas eran.

Dicha constelación es una de las preferidas de los aficionados pues en ella se encuentran objetos magníficos tales como las **Nebulosas Trífida** y la de **La Laguna**, varios cúmulos globulares y galaxias como la de **Barnard**.

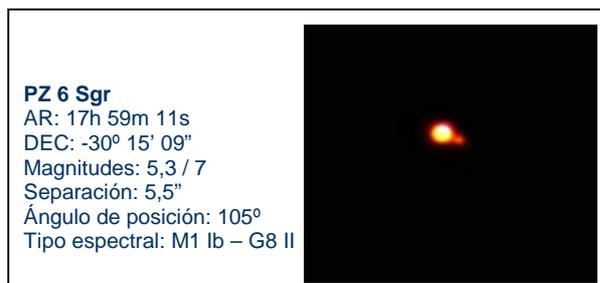
Pero centrémonos en la materia que nos ocupa: nuestras estrellas rojas. Preciso es decir que en esos pagos nos encontramos con un auténtico muestrario de rubíes.

**Eta Sagittarii** o **Burnham 760** es de una deslumbrante belleza, con una principal de color rojo brillante (clase **M**) que impresiona al instante. Para realzar el conjunto se acompaña de otra azul intenso muy cercana (3,6" de arco), apenas visible por el brillo de su compañera. Pero dejemos que sea la fotografía quien hable.



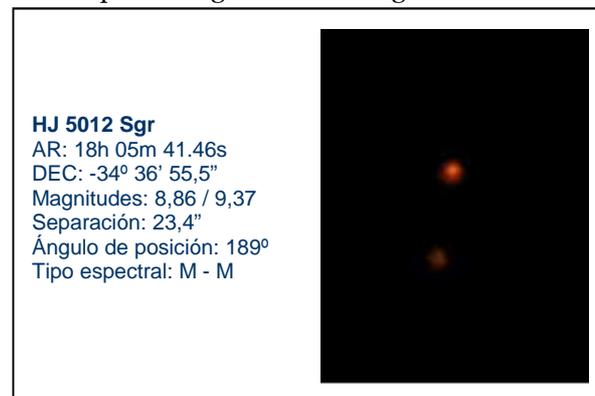
Continuemos con Sagitario, que más que una constelación, parece la mina de los siete enanitos, a juzgar por las joyas que en ella se encuentran.

La siguiente se encuentra catalogada en el **WDS** (Washington Double Star) como **PZ 6** y, de nuevo, nos quedamos pasmados ante ella. Otros dos puntos llameantes, esta vez sí, ambas de color rojo. Realmente impresionantes.



Vayamos a otra en la misma región: la **HJ 5012**. Si D. José Luis Comellas tildaba a Eta de Casiopea como tétrica y sombría, ¿qué decir de este ejemplar? Nuestro amigo y participe Rafael

Caballero dijo, al ver la imagen, que parecía sacada de una película de terror. Y cierto es, algo o mucho de inquietante sí que tiene. Ambas comparten la misma clase espectral (**M**) y sugieren las pupilas, inyectadas en sangre, de algún ser monstruoso que nos vigila desde la negrura del abismo.



Continuamos nuestra travesía celeste y recalamos en Andrómeda, con su delirante crónica mitológica (menudas faenas se gastaban unos a otros, los dioses, reyes y demás jefes de su tiempo)

De ella elegimos solamente una, pero también espeluznante. **STT 547**. De nuevo nos encontramos con dos ojillos escrutadores (probablemente del "maligno"). Parecidos espectros (**K** y **M**) y magnitudes similares. Extraordinario espectáculo.



Y de Andrómeda pasamos a su salvador: Perseo, que éste sí que era un auténtico "superhéroe". Ya podían echarle "kriptonita" a puñados, que ni parpadeaba, oiga. También escogemos otra preciosidad, un fantástico sistema triple: **STF 162**, del que en el WDS sólo consta el espectro de la principal (A), pero sus compañeras muestran ese rojo siniestro que podría corresponder a las clases **K**, **M** o **C**.



(página siguiente)



En realidad existe otra componente: la B, pero no aparece en la imagen pues se encuentra muy próxima a la principal (2,2") y resulta eclipsada por su brillo.

Siguiendo por la zona, nos encontramos a la dulce mamá de Andrómeda, la reina de Etiopía y que tantas desdichas acarreó a su hija insistiendo en alabar su belleza, lo que provocó el consiguiente enfado de las Nereidas (eran algo susceptibles e intransigentes en lo relativo a sus encantos). Nos estamos refiriendo, claro está, a Cassiopeia, que también es aficionada a lucir fastuosas piezas de joyería. Nos quedamos con la **STTA 254**, una de las muchas maravillas que por ahí se encuentran. Rojísima la principal (el **WDS** la cataloga como perteneciente al tipo espectral **N**) y acompañada con otra de un color indefinido, entre azul y verde. Desde luego, la visión es de las que quitan el hipo. Juzguen ustedes.

**STTA 254 Cas**  
 AR: 00h 01m 15,8s  
 DEC: +60° 21' 19"  
 Magnitudes: 7,4 / 8,33  
 Separación: 58"  
 Ángulo de posición: 89°  
 Tipo espectral: N1 – A0

Y nos adentramos en la región de Auriga para contemplar dos de sus más esplendorosas muestras: **STT 120** y **STT 154**. La primera, muy parecida a la que acabamos de ver en Cassiopeia,

**STT120 AUR**  
 AR: 05h 55m 37,56m  
 DEC: +53° 27' 35,5"  
 Separación: 48,4"  
 Ángulo de posición: 142°  
 Tipo Espectral: M0 – F5

roja (espectro **M**) y azul mortecino la secundaria. En la siguiente pareja, son ambas rojas de tipo **M** y **K**.

**STT 154 AUR**  
 AR: 06h 44m 17,38s  
 DEC: +40° 37' 22,6"  
 Magnitudes: 7,06 / 9,68  
 Separación: 24,2"  
 Ángulo de posición: 86°  
 Tipo Espectral: M4 III - K

Llegamos al final (de momento, como buenos marinos, nunca nos detenemos definitivamente en ningún puerto) visitando la “estrella” del verano boreal: la constelación del Cisne en su arrogante vuelo a través de la Vía Láctea.

De ella sólo vamos a incluir una: **U Cygni**, también catalogada como **BLL 49**. Una auténtica estrella de carbono (clase espectral **C**). Impresiona verla junto a su compañera, algo alejada, eso sí, pero una delicia su observación.

**U Cygni**  
 BLL 49  
 AR: 20h 19m 41,66"  
 DEC: +47° 54' 19,9"  
 Magnitudes: 7,97 / 8,98  
 Separación: 65,5"  
 Ángulo de posición: 231°  
 Tipo espectral: G0 III - C

Y hasta aquí llegamos (por ahora), pero no por haber agotado las existencias desde luego, sino por pensar que tampoco se debe hastiar al sufrido lector. El propósito de estas páginas era mostrar, a aquellos que han “pasado de puntillas” por este terreno, las maravillas que allí arriba están aguardando para que, cada vez, sean más los que se aficionen a su observación y disfrute ya que, con seguridad, no se verán defraudados. Si algo de esto se consigue, será suficiente recompensa.

Sólo nos queda añadir que todas las fotografías han sido realizadas con un telescopio **S/C de 8”**, sobre montura computerizada y cámara **DBK 21 AU04.AS**. Añadiremos que las imágenes son el resultado de procesar los vídeos, con distintos parámetros de exposición, duración y f.p.s, con el programa Registax V-4. En ningún caso se han realizado modificaciones ulteriores, por medios informáticos ni de cualquier otro tipo, respetando, íntegramente, los resultados originales obtenidos. ©

# Gamma Andromedae

## Gamma Andromedae

por Ángel Manuel López Borrega

Coordinador del Grupo de Estrellas Dobles de la Agrupación Astronómica de Madrid, España · anmalobo@gmail.com

El autor nos presenta la "ficha técnica" de una de las más emblemáticas estrellas dobles históricas, Gamma Andromedae. Se dan referencias históricas, nomenclatura de las componentes, datos espectrales y otros parámetros astrofísicos, características orbitales y, finalmente, efemérides para los próximos años.

The author presents us the "specification sheet" of one of the most emblematic historical double stars, Gamma Andromedae. The text includes information on historical references, nomenclature of the components, spectral information and other astrophysical parameters, orbital data and, finally, the ephemerides for the next years.

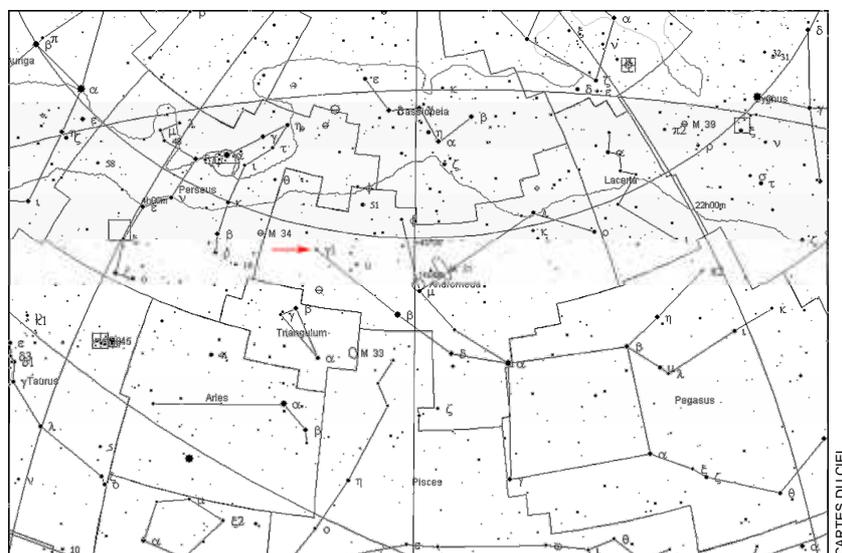
## Introducción

En este artículo vamos a describir una de las estrellas dobles significativas de la constelación de Andrómeda: Gamma Andromedae.

Esta estrella, visible a simple vista, forma parte del asterismo de la constelación de Andrómeda, hacia el noreste de dicha constelación prolongando la línea que une delta y beta (*Figura 1*). Posee varios nombres provenientes de la antigüedad: *Alamak*, *Almach* o *Almak*.

Este sistema se encuentra en las siguientes coordenadas:

AR	02h03m53,9s
DEC	+42°19m47"



La multiplicidad de esta estrella fue descubierta en 1777, como doble primeramente, y, posteriormente, en 1842, como triple por Otto Struve. Años más tarde, se observó que la componente B resultó ser una binaria espectroscópica. Por tanto, al apuntar nuestro telescopio a este sistema, estaremos observando otro sistema cuádruple (del cual sólo se llegan a ver tres de los miembros si se tienen telescopios de suficiente abertura), aunque no es tan conocido como la famosa Doble-Doble (epsilon Lyrae).

Además de los nombres comunes comentados al inicio de este artículo, este sistema posee el asignado por cada descubridor y son los que se reflejan en el catálogo WDS.

—**STF 205A-BC**: Para el sistema formado por las componentes A y BC, ó g<sub>1</sub>;  
 —**STT 38BC**: Son las componentes B y C, o g<sub>2</sub>, cuya órbita se puede observar en la *Figura 2*. Aunque pueda parecer muy elíptica, según la literatura astronómica, posee un valor de excentricidad (e) de 0,927.

## Descripción del sistema

Visualmente, este sistema se separaría en 3 estrellas. La principal, A, tiene una magnitud de 2,31; B una magnitud

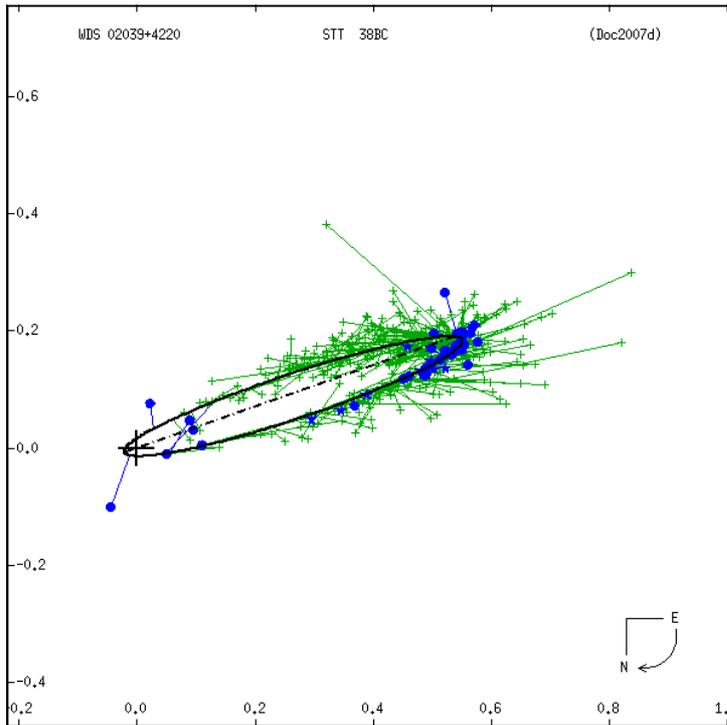


Figura 2: Órbita de STT 38 BC ( $\gamma_2$  Andromedae) (Fuente: Astrometry Department, U.S. Naval Observatory)

tud de 5,02 y C una de 6,3. La separación de estas últimas, dependiendo de la época, no está al alcance de la mayoría de los aficionados, como se verá más adelante.

La estrella principal, A, es una gigante anaranjada de clase espectral K3IIb, con un radio 83 veces el del Sol y una temperatura superficial de

unos 4300 °K. Las otras componentes son estrellas enanas de color blanco azulado para B (clase espectral B9,5V) y blanco para C (clase espectral A0V). (Figura 1.b)

La componente B es, como se ha comentado antes, además una binaria espectroscópica. Está compuesta, según el *9th Catalogue of Spectroscopic Binary Orbits*, por dos estrellas de igual clase espectral B9,5V (con masas en torno a 2 veces la solar). El período de este sistema es de 2,67 días. En la *Tabla 2* se reflejan las características de este sistema.

A la vista de estos datos, tenemos a una distancia, según las mediciones del satélite HIPPARCOS, de 355 años-luz. Todo un sistema cuádruple.

La separación angular actual del sistema A-BC está comprendido entre 9-10", asequible para todos los telescopios. Mientras que la correspondiente al sistema BC está en torno a 0,3", necesiándose telescopios de suficiente abertura para poder doblarla (por lo menos de 50 cm), aún cuando esté en su máxima separación de la principal.

En las Tablas 3.a y 3.b se reflejan datos extraídos del catálogo WDS para los sistemas STF 205A-BC y STT 38BC, en cuanto a la separación



GREGORIO ROSA

angular y ángulo de posición, así como el número de medidas que se han realizado de ambos sistemas.

En cuanto a las efemérides existentes de este sistema, sólo se conocen las del sistema STT 38BC, estimándose el periodo orbital en más de 63 años; puesto que el del sistema A-BC, según Comellas, puede ser de 500.000 años.

En la Tabla 4 se indican las efemérides para STT 38BC hasta el año 2011, extraídas del *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars*.

Para que se vea más clara la posición de C, en la Figura 4, se ha representado la posición que tendrá en los próximos años, hasta 2040. Con este gráfico se puede observar que, hacia el año 2013, la componente C alcanzará su mínima

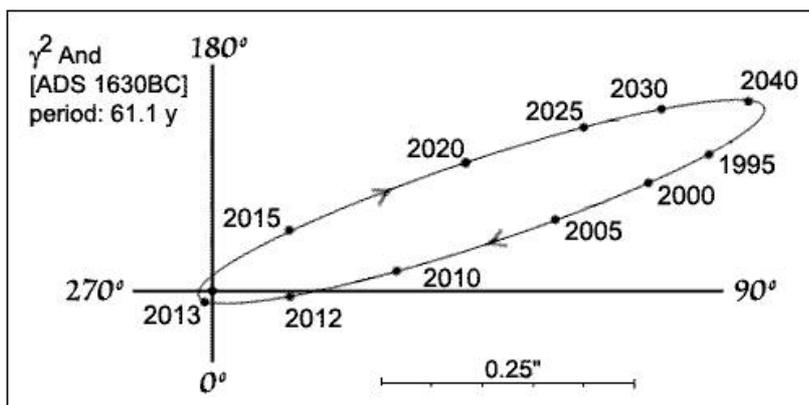
separación de B, con una distancia angular que, probablemente, estará en torno a 0,01" o menos; y, por tanto, fuera del alcance de la gran mayoría de telescopios de los aficionados, si no de todos. ©

## Referencias

CDS (Centro de datos estelares de Estrasburgo): <http://cdsweb.u-strasbg.fr/>  
*The Constellations Web Page*: <http://www.dibonsmith.com>  
 Catálogo Washington Double Star (WDS)  
 Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars  
 9th Catalogue of Spectroscopic Binary Orbits (CDS)  
 GUIA DEL FIRMAMENTO, 7ª Edición.- Comellas, J.L. Editorial Rialp. 2002

Tabla 2: STT 38B	
Clase espectral componentes	
Primaria	B9,5V
Secundaria	B9,5V
Masa componentes (Sol =1)	
Primaria	1,76
Secundaria	2,20
Características de la órbita	
Período (en días)	2,67
Separación (En millones de Km.)	
Máxima	4,95437
Mínima	3,95295
Grado de la órbita (1=Definitiva; 5=Indeterminada)	2

Figura 3: Anterior órbita vigente, que es igualmente válida que la aceptada actualmente, para visualizar las posiciones de C en diferentes épocas. (Fuente: *The Constellations Web Page*).



Año 1ª medida	Año última medida	Nº veces medida	AP 1ª medida (°)	AP ÚLTIMA MEDIDA (°)	SEPARACIÓN 1ª MEDIDA (")	SEPARACIÓN ÚLTIMA MEDIDA (")
1777	2007	331	67	63	12,0	9,5

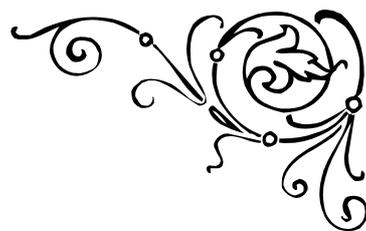
Año 1ª medida	Año última medida	Nº veces medida	AP 1ª medida (°)	AP ÚLTIMA MEDIDA (°)	SEPARACIÓN 1ª MEDIDA (")	SEPARACIÓN ÚLTIMA MEDIDA (")
1842	2007	371	112	99	0,2	0,3

Tabla 3.a (arriba) y 3.b (abajo)

	Theta (°)	Rho (")
2009	100,5	0,276
2010	99,5	0,245
2011	98,2	0,211

Tabla 4

En esta nueva sección presentaremos una biografía astronómica de los más destacados doblistas de la Historia. En la primera entrega, el gran observador francés Robert Jonckheere.



## Jonckheere, pasión por las dobles

LA OBSERVACIÓN y estudio de las estrellas dobles estaba viviendo su época dorada cuando a finales del siglo XIX y principios del XX aparecieron los grandes catálogos *históricos* de estos objetos. Tan sólo en los años que van entre 1906 y 1932 se publicaron los dos de referencia a partir de ese momento: el *General Catalogue* de Burnham y el *New General Catalogue* de Aitken, conocido como ADS.

Lejos quedaban aquellos primeros estudios sistemáticos de William Herschel, a comienzos del *siglo de los prodigios*, el XIX. En medio... la época de los grandes observadores y descubridores como John Herschel, Dunlop, Espin, el *clan* de los Struve, Scheiner, South...

Esta pasión por la astronomía de binarias tuvo también su reflejo en Francia. Cuando Camille Flammarion publicó en 1878 un libro titulado *"Catálogo de estrellas dobles y múltiples en movimiento relativo..."*, de gran vocación divulgadora, ya habían transcurrido décadas de observación prolífica, como muestran los estudios de Felix Savary, Antoine Yvon Villarceau, Charles André o el mismísimo Guillaume Bigourdan, famoso por ser el inventor y promotor de un sistema de puesta en estación de las monturas ecuatoriales que es bien conocido por los aficionados actuales.

En estos *años dorados*, como los definíamos antes, es cuando nace Robert Louis Charles Jonckheere, cuya labor astronómica será, en muchos sentidos, un reflejo de las propias contradic-

ciones de una época marcada por el choque desigual entre utopía y realismo, entre cultura y barbarie. Y es que, a pesar de unos inicios prometedores y acomodados propios del típico burgués provinciano culto de la época, pasó buena parte de su vida luchando por poder disponer un observatorio digno de sus aspiraciones; por dos veces en su vida sus investigaciones fueron truncadas por las guerras fratricidas en que se vieron envueltas las naciones europeas y, en ambos casos, durante las duras posguerras, las dificultades no dejaron de entorpecer su pasión por la Astronomía y las estrellas dobles.



OBS. LILLE  
REPRODUCIDO CON PERMISO

Robert Jonckheere nació en 1888 en Roubaix, próspera ciudad situada en el noreste de Francia, muy cerca de Lille y, por tanto, de la frontera belga. De hecho su padre tenía esa nacionalidad, aunque llevaba tiempo asentado en esta húmeda localidad gala. Allí tenía negocios textiles; y por lo generoso que fue con su hijo debemos pensar que le iba realmente bien en esta ocupación. No es de extrañar que el joven Robert recibiera una modélica educación, cursada en sus largas estancias en Inglaterra.

Su afición a la Astronomía tenía un antecedente familiar: al parecer, su bisabuelo era un gran observador de los cielos, de manera que llegó a ser un experto astrónomo aficionado, así como meteorólogo. La desahogada situación económica de la familia le permitió disponer de algo que para nosotros, hoy día, sigue siendo un sueño: un observatorio personal en los tejados de su mansión



familiar. Lo bautizó como *Stella*; tenía 17 años. Se conserva una fotografía del joven y orgulloso Robert para inmortalizar el que, a buen seguro, fue *el regalo de su vida*. Para entonces ya era miembro de la Sociedad Astronómica Francesa (S.A.F.).

A pesar de su miopía (simplemente con ver sus fotografías salta a la vista el grosor de sus inseparables lentes), resultó tener una agudeza visual extraordinaria. Comenzó entonces un ambicioso proyecto de observación y catalogación de estrellas dobles. El cielo que Jonckheere observaba era todavía virgen en muchos sentidos y los descubrimientos no se dejaron esperar: con 18 años ya había descubierto 70 nuevos pares, si bien no se atrevió, en primera instancia, a publicarlos por miedo a contener errores de medición. Aunque no hemos encontrado referencia a su método de medición, hemos de pensar que debía disponer de algún tipo de micrómetro filar, tan característicos (y caros) en su época.

Al llegar a la mayoría de edad, Jonckheere ya era un *obseso* de las dobles. Esta pasión le llevaría a la búsqueda de más y mejores medios para la observación. Y así es como se embarcó, gracias al patrocinio de su padre, en la construcción de un nuevo observatorio, esta vez sobrepasando cualquier catalogación de "amateur". El lugar elegido fue Hem, muy cerca de su Roubaix natal, en

una finca de 2 hectáreas adquirida a tal efecto. Cuando, tras 18 meses, finalizaron las obras, el Observatorio de Hem no tenía mucho que envidiar a otros observatorios profesionales de la época: una cúpula de 9 metros, un refractor ecuatorial de 35 cm. y 6 m. de focal, un meridiano de 81 mm., personal contratado como asistentes, una gran biblioteca de 1000 volúmenes... Tanto la cúpula como el telescopio fueron construidos por el afamado Mailhat, que también le proporcionó un

excelente micrómetro para la medición de dobles. La satisfacción de Jonckheere es evidente cuando se observan sus fotografías de la época al pie del cañón observando sus queridas dobles.

Con el tiempo, el Observatorio de Hem pasó a tener una vinculación

directa con la Universidad de Lille (de hecho el servicio meteorológico de esta Universidad era, precisamente, el de Jonckheere). Allí realizaban sus prácticas los alumnos de ciencias y, con el tiempo, pasó a denominarse *Observatorio de la Universidad de Lille*, del que Jonckheere sería nombrado director. Allí Robert creó y financió el *Journal Astronomique et Meteorologique*. Comienzan a publicarse sus primeros descubrimientos. Corría 1912 y eran tiempos oscuros para Europa.

Los malos presagios belicistas no se hicieron esperar; el estallido de la Gran Guerra en 1914 fue todo un trauma para el todavía joven Jonckheere. Esa zona se había convertido en territorio ale-



OBS. LILLE (REPRODUCIDO CON PERMISO)

*En su recién estrenado observatorio privado "Stella" en Roubaix (1905)*

OBS. LILLE (REPRODUCIDO CON PERMISO)





mán en cuestión de días y tuvo que abandonar, apresuradamente, la región y refugiarse en Londres. Se las apañó para poder seguir vinculado a la astronomía en el observatorio de Greenwich. No debió tener grandes dificultades pues, gracias a una subvención de la *Royal Astronomical Society*, publicó un catálogo de observaciones de 2.950 estrellas dobles, de las cuales 1.319 habían sido descubiertas por él ("*Catalogue of measures of Double Stars discovery visually from 1905 to 1916 within 105° of the North Pole and Ander 5° separation*"). Corría 1917 y la guerra se estaba volviendo del lado de los aliados occidentales. Ya en ese momento era uno de los principales doblistas del mundo, al nivel de Burnham o el mismísimo Aitken (al menos, en número de descubrimientos).

En aquellos años, otros observadores franceses estaban creando una verdadera "escuela" en torno a la S.A.F., que es todavía hoy día reconocida como de las más destacadas del mundo

(basta mencionar los nombres de otros afamados observadores y descubridores como M. Duruy o P. Baize, ambos contemporáneos de Jonckheere). Más adelante esta escuela pudo nutrirse de sabia nueva gracias a observadores como Rose Bonnet y Edméé Chandon (dos de las primeras mujeres astrónomas profesionales de Francia, precisamente vinculadas a la espectroscopia de binarias), P. Fatou, A. Pourteau, R. Baillaud, etc.

Una vez terminada la guerra, sucedió a su padre en los negocios textiles. Y fueron momentos de grandes dificultades económicas para toda Europa, pero especialmente para la familia Jonckheere. Se vio obligado a vender su observatorio a la Universidad y, tras muchas vicisitudes en las que tuvo que aplazar continuamente sus observaciones, terminó instalándose en Marsella en 1929. Intentó sin éxito encontrar trabajo en alguna universidad u observatorio del sur de Francia. No tenía un título que atestiguara su formación as-

trónomica; ni siquiera era ciudadano francés. Finalmente, con mucho esfuerzo, fue nombrado director del Observatorio de Marsella. Allí pudo retomar trabajos e investigaciones con el refractor de 26 cms. Y, además, observar una parte del cielo meridional que desde Hem o Greenwich no había podido disfrutar en su plenitud.

En 1942 le llegó el ansiado título oficial del CNRS (algo así como el CSIC en España) y fue nombrado redactor jefe del *Journal des Observateurs*.

Por aquellos años se había casado con Ivonne Marie-Rose, con quien tendría una hija.



OBS. LILLE (REPRODUCIDO CON PERMISO)

*Una sesión de observación en el Observatorio de Hem en 1912, su etapa más prolífica*

Esta etapa final de su vida estuvo marcada por los reconocimientos y la consecución de diversos premios a su labor investigadora. En 1947 obtuvo la nacionalidad francesa. Y aunque pasó algunas temporadas en otros observatorios (Niza o Estrasburgo), dedicó sus últimos años a recopilar todas

sus observaciones que, finalmente, vieron la luz en una obra voluminosa de 1962, su obra definitiva: "*Catalogue de 3.350 étoiles doubles de faible éclat découvertes de 1906 à 1962*". Esta obra le mereció el premio de la Academia de las Ciencias de ese mismo año. Para entonces ya era autor de más de 170 publicaciones relacionadas con las estrellas dobles.

En 1972 muere en Marsella con el reconocimiento de toda la comunidad internacional. Además de dobles, es considerado descubridor de alguna galaxia, un par de nebulosas planetarias, la Nova Aquilae 1918 (conocida como V603 Aql) o la recuperación del cometa Wolf en 1915, entre otras.

Hoy día no es considerado un astrónomo amateur, si bien lo fue la mayor parte de su vida. No obtuvo un reconocimiento académico hasta tener bien cumplidos los 54 años. Sus estrellas



son las “J” del WDS , posiblemente las menos conocidas por ser muy débiles y cerradas (su separación media es de 3”), y en las que es considerado, como bien dice Comellas, un experto. Y es que, aunque sus magnitudes están un tanto exageradas, sus medidas son *de todo fiar* y las variaciones encontradas actualmente se deben, con toda seguridad, a los movimientos propios de las mismas. Tal y como comenta el profesor sevillano, “las J se encuentran entre las dobles menos revisadas del cielo”. Toda una invitación que no debemos dejar pasar. ©

### Referencias

- José Luis Comellas (1988): *Estrellas dobles visuales*. Equipo Sirius, Madrid.
- Juliette Leloup (2006): *The women who defended a thesis in mathematics in France during the*

*interwar period*. The Global and the Local: The History of Science and the Cultural Integration of Europe. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> ICESHS (Cracow, Poland, September 6–9, 2006).

- Jean-Claude Thorel (2005): *Robert Jonckheere*. Observatoire de Lille.

- Edgar J. Soulié: *Les astronomes français, les étoiles doubles visuelles et la commission des étoiles doubles de la société astronomique de France*. Sociedad Astronómica de Francia. Comisión de estrellas dobles.

Agradecemos la amabilidad de la **Association Jonckheere** a la hora de cedernos diverso material (especialmente las imágenes que ilustran este artículo); invitamos a visitar su interesante web:  
<http://asso.jonckheere.free.fr/index.htm>



## Cuatro meses de OED

El Observador de Estrellas Dobles cumple sus primeros cuatro meses de vida. En el transcurso de este tiempo han sido muchas las satisfacciones, pero también, justo es decirlo, también han sido muchos los temores. Temores en el sentido de que no resulta fácil que una nueva publicación creada por y para astrónomos aficionados y con un carácter tan específico como son las estrellas dobles, consiga hacerse un hueco y pueda consolidarse como una revista de calidad y a la altura de otras similares ya existentes a nivel internacional (y con una larga tradición histórica). Sin embargo, recapitulando un poco, podemos comprobar que nuestras iniciales metas y expectativas han sido ampliamente superadas. Nos gustaría hacer partícipes a nuestros lectores de la situación actual de OED en el panorama internacional. Vamos a ello.

En primer lugar, estas líneas quieren ser un acto de gratitud. Gratitud hacia los colaboradores que con sus trabajos hicieron posible dar cuerpo al primer número; y gratitud hacia todos los que han mostrado su interés visitando el blog que aloja la revista. En estos meses se han sumado casi 4.000 visitas repartidas por todo el Globo, mayoritariamente procedentes de países de habla hispana ubicados en toda Suramérica, pero también de muchos otros países europeos, destacando Francia y Reino Unido. Además, se contabiliza una buena partida de visitas repartidas por toda la geografía de los EEUU y otras pocas de lugares tan remotos como La India, Japón, Australia y Nueva Zelanda. A la vista del mapeo de los registros, no podemos por menos de sentirnos enormemente satisfechos (figura 1).

Otro aspecto a destacar es que, desde el 20 de enero, contamos con ISSN, el código internacional de publicaciones periódicas que, de alguna manera, legitima la existencia de la revista y le da carácter "oficial".

Pocos días después de la aparición del primer número algunos medios de comunicación, en prensa escrita y en radio, de hicieron eco de la noticia y contribuyeron a su difusión. El Diario de Valladolid-EI MUNDO nos dedicó toda

la contraportada bajo el titular "Conectados al resto del mundo con las estrellas dobles", firmado por el periodista Iñigo Arrue Pinto (figura 2). La prestigiosa revista española *Astronomía* nos hizo una reseña en su número de febrero dando a conocer nuestros objetivos.

Podríamos citar, asimismo, otras referencias a OED en dos espacios radiofónicos a través de Internet. Nos referimos a dos *podcasts* de primera línea, como son "El cinturón de ORIÓN" y "Desde el Sur... explorando el Cosmos" (emitido desde Argentina a través de RadioKosmos de México). En este último, gracias al interés de Ricardo Sánchez, se emitió -en su programa 120- una extensa entrevista a dos de los editores de OED. Así, nuestra iniciativa pudo ser conocida por todo el mundo (figura 3).

Otra de nuestras metas era que el sector profesional avalara la publicación, tanto por su valor divulgativo, como por su valor científico. Las gestiones del equipo editor hicieron posible que el USNO, sede del catálogo WDS, incluyera a "El observador" en su "Double Star Library", una amplia lista de enlaces dedicados a la investigación, observación y estudio de las estrellas dobles (Figura 4). Nuestro agradecimiento a William I. Hartkopf, quien materializó la inclusión.

Otro logro a considerar es que *The SAO/NASA Astrophysics Data System (ADS)*, una gigantesca "hemeroteca virtual" que recopila publicaciones profesionales de Universidades, centros de investigación, observatorios, etc., sobre temas relacionados con la Física y la Astronomía, ha incluido a OED en su lista de publicaciones. Para ello se nos ha asignado el código bibliográfico **OED**. (Figura 5). Gracias a Carolyn Stern Grant por sus gestiones. Ya hemos enviado los datos necesarios para que, en breve, podamos descargar los artículos publicados en OED desde esta ubicación.

Sin duda, un punto clave y decisivo, por el prestigio que comporta, es que las medidas de estrellas dobles que se vayan publicando en nuestras páginas sean aceptadas e incluidas en el WDS a través de la mediación del equipo del



Figura 1

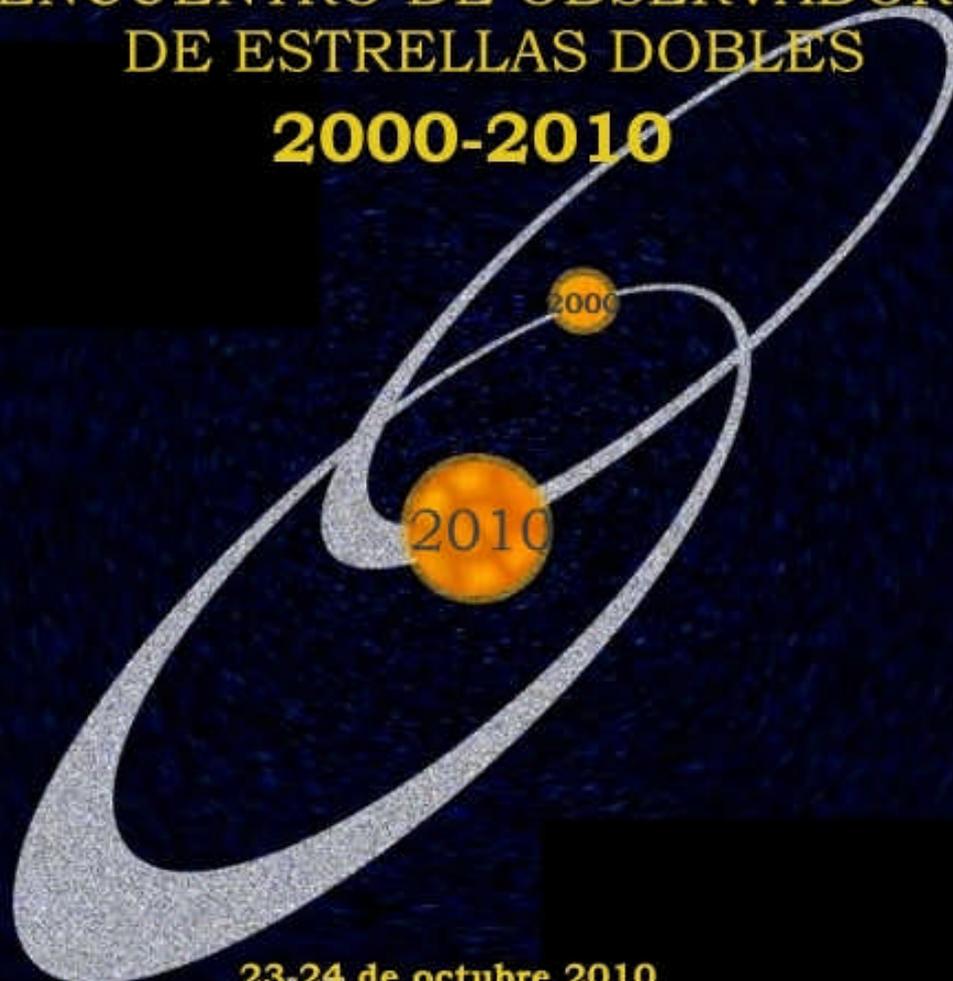


## II Encuentro de Observadores de Estrellas Dobles



### II ENCUENTRO DE OBSERVADORES DE ESTRELLAS DOBLES

**2000-2010**



**23-24 de octubre 2010  
Olivella (Barcelona)**

**Organiza: Observatori Astronòmic del Garraf (OAG)**

## Presentación

En el año 2000 tuvo lugar el primer Encuentro de Observadores de Estrellas dobles, organizado conjuntamente por el Observatorio Astronómico del Garraf y la Agrupación Astronómica de Castelldefels, coincidiendo con una de las reuniones anuales de la Comisión de Estrellas Dobles de la Sociedad Astronómica de Francia. Se reunieron una treintena de participantes procedentes de España y el resto de Europa, tanto profesionales como no profesionales.

Diez años después, prácticamente la totalidad de los participantes continúan observando e investigando en el mismo campo, aunque sus equipos, técnicas y métodos han evolucionado notablemente. También se han producido nuevas y significativas incorporaciones. Esto ha permitido trabajar en estrecha colaboración con programas profesionales de ámbito nacional e internacional cuyo mejor ejemplo es, probablemente, la participación en la revisión y ampliación del WDS

(USNO).

A pesar de la rapidez de las comunicaciones telemáticas, son siempre los contactos personales y en vivo, aquellos que más ayudan a consolidar la colaboración entre observadores de todos los niveles, creándose lazos de amistad e intercambio de experiencias, que marcarán en buena medida las líneas de trabajo a desarrollar en un futuro próximo.

Esta primera Circular facilita información de tipo general, sobre las inscripciones, alojamiento, envío de comunicaciones y ponencias y el calendario a tener en cuenta. La organización del encuentro corre a cargo del equipo del OAG, en la cual colaboran directamente Rafael Benavides (Córdoba) y Francisco Rica (Mérida), veteranos ya en estas lides, a los cuales agradecemos su interés y disponibilidad para daros a conocer este evento.

## Condiciones generales

- **La reunión** se realiza en las dependencias del Observatorio Astronómico del Garraf Grau y la Escuela de Natura de Can Grau, ubicados en el Parque Natural del Garraf, a unos 35 km al sur de Barcelona y a 20 km de la costa. Sólo puede accederse por carretera.

- **La organización**, una vez conocidas las inscripciones y en función del tipo de transporte utilizado por los participantes, pondrá a disposición de aquellos que lleguen en avión o tren, el enlace de transporte correspondiente (a detallar en una próxima circular) para acceder a las instalaciones

- **El alojamiento** en la Escola de Natura de Can Grau es de tipo albergue con literas. Para los días 23-24 de octubre está reservado en exclusiva para la celebración del encuentro.

- **Otros alojamientos:** Para los participantes que lleguen el viernes y/o deban pernoctar también el domingo, les facilitaremos un listado con diferentes opciones en las poblaciones cercanas (Sant Pere de Ribes, Sitges, Vilanova i la Geltrú).

- **El importe** de la inscripción cubre todos los gastos de pernocta (en la Escola de Natura de Can Grau) y el enlace desde la estación de ferrocarril de Vilanova i la Geltrú (recogida día 24 y traslado día 25). Desde aquí se accede fácilmente a los enlaces nacionales e internacionales de Barcelona.

- **La pre-inscripción** queda abierta entre el **15 de mayo y el 15 de octubre de 2009**, periodo en el cual, tendrá que realizarse la reserva, abonando el **50% del importe total**.

- **La inscripción definitiva** y abono del **restante 50%** ha de efectuarse con fecha máxima el **15 de mayo de 2010**

- **Las anulaciones** pueden efectuarse hasta el **30 de julio de 2010**. Se retornarán los ingresos descontando un 5% en concepto de gastos de gestión. Después de esta fecha no existirá devolución alguna.

- **El ingreso del importe** se realizará a través de una **cuenta bancaria** disponible para tal fin, que será facilitada a nivel personal por la organización

## Presentación de comunicaciones y ponencias

- Se establecen dos tipos de presentaciones: **Comunicaciones y Ponencias**

- El plazo de entrega de los **resúmenes (español e inglés)** finaliza el **15 de mayo de 2010**. Los textos completos (**español y/o inglés**) el **30 de junio de 2010**.

- La Organización facilitará la traducción al inglés/español o español/inglés que se requieran por parte de sus autores.

- Las **Ponencias** tienen una duración de 30 minutos + 15 minutos (máximo) para preguntas específicas de los asistentes. El encuentro contará con la participación de profesionales que trabajan en colaboración con otros observadores no profesionales, permitiendo profundizar en lo que denomina colaboración Pro-Am. Su

contenido ha de presentar una visión amplia del tema a tratar

- Las **Comunicaciones** tienen una duración de 15 minutos y están orientadas a dar a conocer técnicas, programas o trabajos concretos que permitan a los participantes conocer el espectro de intereses o bien colaboraciones que pueden establecerse entre los observadores

- La **organización** y sus colaboradores se reservan el derecho de seleccionarlas en función del tiempo disponible, el interés y la calidad de las presentadas.

- La **publicación** de las ponencias y comunicaciones se realizará en formato digital con posterioridad a la celebración del encuentro, y se facilitará su acceso a todos los participantes durante 2011.

**Fechas:** 23-24 de octubre de 2010

**Lugar:** Observatorio Astronómico del Garraf / Escola de Natura de Can Grau

**Población:** OLIVELLA (Barcelona/ España).

### **Sábado, 23 de octubre 2010**

10:30. Recepción. Recogida de material.

11:00 Acto inaugural (OAG)

11:15 Ponencia I

12:00 4 Comunicaciones.

14:00 Comida

16:00 Ponencia II

16:45 4-5 Comunicaciones.

18:00 Café / descanso

18:30 Ponencia II

### **Domingo, 24 de octubre 2010**

10:00 Ponencia III

10:45 4 Comunicaciones.

12:00 Ponencia IV

13:00 Clausura. Aperitivo.

13:30 Comida.

**información actualizada**

**[www.oagarraf.net](http://www.oagarraf.net)**

**inscripciones y reservas**

**[info@oagarraf.net](mailto:info@oagarraf.net)**



OBSERVATORI  
ASTRONÒMIC  
DEL GARRAF

II Encuentro de Observadores  
de Estrellas Dobles

Si existe un lugar de peregrinación para los aficionados a las estrellas dobles, posiblemente se encuentre en Estonia. Se puede decir sin riesgo a equivocarnos que en este lugar es donde empezó todo, donde las estrellas dobles entraron en la Astronomía. En Tartu se conserva el antiguo observatorio de Dorpat, ahora convertido en museo; aunque es posible que este nombre no nos diga mucho, se trata del lugar donde Struve pasó incontables noches catalogando estrellas dobles.

El nombre de Friedrich Georg Wilhelm von Struve, fundador de toda una dinastía de hombres de ciencia, aparece indisolublemente ligado a las estrellas dobles. Aunque con anterioridad William Herschel, su hijo John y también Sir James South se habían dedicado a este campo, Struve superó con creces a sus predecesores, siendo el descubridor de un gran número de sistemas dobles y publicando en 1827 su catálogo de dobles *Catalogus novus stellarum duplicium et multiplicium*, todo un clásico desde entonces.

Las estrellas dobles son realmente sistemas binarios ligados por efecto de la gravedad y no un mero efecto óptico, como acertó a explicar correctamente el astrónomo William Herschel. Struve realizó meticulosas mediciones micrométricas de 2640 estrellas dobles entre 1824 y 1837 y las publicó en su obra *Stellarum duplicium et multiplicium mensurae micrometricae*. Struve también midió cuidadosamente la constante de aberración en 1843. Fue además el primero en medir la paralaje de Vega, aunque Friedrich Bessel se adelantó y la primera paralaje medida correctamente fue la de la estrella 61 Cygni.

Struve igualmente se interesó por la geodesia, y en 1831 publicó *Beschreibung der Breitengradmessung in den Ostseeprovinzen Russlands* (Descripción de la medición de latitudes de las provincias bálticas de Rusia). No en vano, el observatorio de Tartu constituye el primer punto del famoso arco geodésico que lleva el nombre del astrónomo y que aparece inscrito en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO. La razón para incluir este observatorio estriba en la importancia que tuvo a la hora de realizar una medición precisa de la Tierra mediante un arco geodésico que pasaba precisamente por éste lugar. El arco es un conjunto de triangulaciones que se extiende por diez países, a lo largo de 2.820 km, desde Hammerfest (Noruega) hasta el Mar Negro. Lo componen los puntos de la triangulación realizada entre 1816 y 1855 por Struve, que constituyó la primera medición precisa de un largo segmento de meridiano. Esta triangulación contribuyó a definir y medir la forma exacta de la Tierra y desempeñó un papel importante en el adelanto de las ciencias geológicas y la realización de mapas topográficos precisos. El sitio inscrito en la Lista del Patrimonio Mundial comprende 34 de los puntos fijos originales señalados de distinta manera: perforaciones en rocas, cruces de hierro, túmulos y obeliscos.

## El santuario de las dobles

por

Paco Bellido

El arco de Struve es uno de los logros científicos y técnicos más avanzados de su época y ha servido para conectar durante dos siglos a los países desde el Mar Negro al Océano Ártico.

El observatorio de Dorpat, antiguo nombre de la ciudad de Tartu, fue completado en 1810 sobre una colina denominada Toome. Encontrar un lugar elevado en un país como Estonia no es una tarea fácil, la mayor cumbre del país tan sólo alcanza los 318 metros. En 1814 Struve instaló los primeros instrumentos y en 1824 se pudo disponer del famoso refractor Fraunhofer de 9 pulgadas, el mayor telescopio acromático del mundo en su época. El telescopio tenía una distancia focal de unos 4 metros, iba montado sobre una montura ecuatorial alemana con transmisión y disponía de diversos micrómetros. Este refractor fue la principal herramienta que utilizó Struve en la medida de estrellas dobles y también en la medida de la paralaje de Vega. El telescopio de Fraunhofer fue restaurado en 1993

bajo la supervisión de Enno Ruusalepp y actualmente se puede contemplar en el museo del antiguo observatorio.

Otro destacado director de este observatorio fue el astrónomo Johann Heinrich von Mädler, autor de una obra sobre la Luna considerada casi definitiva, *Mappa Selenographica*, publicada en cuatro volúmenes entre 1834 y 1836. En 1837 se publicó una obra descriptiva *Der Mond*. Estos trabajos constituyeron la mejor descripción de la Luna durante décadas y no fue superada hasta la publicación del mapa de Johann Friedrich Julius Schmidt en la década de 1870.

En 1840, Mädler fue nombrado director del observatorio de Dorpat, sucediendo a Struve que se había mudado al observatorio de Pulkovo en Rusia. Mädler llevó a cabo observaciones meteorológicas y astronómicas, continuó las observaciones de dobles iniciadas por el anterior director y

permaneció en el observatorio hasta que se jubiló en 1865, época en que volvió a Alemania.

Desde 1957, el moderno observatorio de la Universidad de Tartu se sitúa en las afueras de Tartu, a unos 20 km de la ciudad, dispone de un telescopio Cassegrain de 1,5 m, es el mayor telescopio óptico del norte de Europa y está dedicado fundamentalmente a estudios espectroscópicos. También dispone de un telescopio Zeiss 600 de 60 cm de abertura dedicado a fotometría. ©

— **Paco Bellido** es un aficionado cordobés que, además de experto selenógrafo, posee una gran habilidad para divulgar sus amplios conocimientos astronómicos y científicos. Mantiene el blog **El beso en la Luna** y colabora en la sección científica del diario digital **ADN**. Actualmente publica una serie de artículos sobre viajes astronómicos en la revista **Astronomía**.



PACO BELLIDO