

el observador de estrellas dobles

18

enero · junio de 2017



(CEDIDA POR D. CARBAJO)

NOVEDAD EDITORIAL:

LIBRO "OBSERVACIÓN DE ESTRELLAS DOBLES"

Lucky Imaging

Lluís Ribé



Medidas de estrellas dobles

Carlos A. Krawczenko



Usando los datos de GAIA-DR1

Francisco M. Rica



SECCIÓN

¿por qué observo
estrellas dobles?

CON

**Juan-Luis Glez.
Carballo**

Las estrellas dobles en
el XXII Congreso
Estatad de Astronomía



Presentación de la nueva
colección de manuales
de astronomía



índice

ACTUALIDAD

Editorial | 3

Noticias de actualidad | 4
por *Francisco M. Rica*

Noticias Comisión G1 de la UAI | 8
por *Edgardo R. Masa Martín*

Las estrellas dobles en el XXII Congreso Estatal de Astronomía | 9
por *Edgardo R. Masa Martín*

Presentación de la nueva colección de manuales de Astromarcombo | 15
por *Rafael Benavides Palencia, Juan-Luis Glez. Carballo y Edgardo Rubén Masa Martín*

OBSERVACIÓN

Medición de 22 estrellas dobles australes | 19
por *Carlos A. Krawczenko*

Medidas de sistemas cerrados mediante la técnica de Lucky Imaging | 25
por *Lluís Ribé de Pont*

Usando los datos GAIA-DR1: la binaria STF 496BC | 32
por *Francisco M. Rica Romero*

¿POR QUÉ...?

¿Por qué observo estrellas dobles? | 37
Firma invitada: Juan-Luis González Carballo



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.
- 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 vengan corregidos ortográfica y sintácticamente. No hay que dar formato al texto (sin columnas ni tipografía especial).
- 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 español.
- OED tendrá una periodicidad semestral. La fecha límite de recepción de trabajos para el próximo número será el 1 de abril de 2017.
- En la web de OED se puede encontrar una guía con las instrucciones de formato y estilo para publicar en la revista (<http://elobservadordeestrellasdobles.wordpress.com>), rogamos a los interesados leerlas con atención.

Como cada Día de Reyes desde hace ya ocho años ha logrado llegar puntual a su cita un nuevo número de **el observador de estrellas dobles**. El lector observará en cuanto comience a hojear sus páginas que el número de ellas es mucho menor de lo que viene siendo habitual y, por tanto, el número de trabajos publicados es muy reducido. Por supuesto, todo tiene una explicación.

El motivo ha sido la imposibilidad de entregar en la fecha acordada toda la documentación necesaria por parte del Observatorio Astronómico del Garraf para un número monográfico especial donde presentábamos el OAG Common Proper Motions Wide Pairs Survey, número en el que habíamos depositado muchísima ilusión y que guardábamos en secreto como auténtico regalo de Reyes. Entendemos la dificultad de elaborar todo el trabajo y lamentamos profundamente haber desvelado antes de tiempo la sorpresa por estos motivos.

De este modo, habíamos acordado con algunos de nuestros colaboradores retrasar la entrega de otros trabajos que estaban preparando hasta el próximo número del verano. Así que en diciembre llegamos a un punto donde no disponíamos de la documentación del OAG ni de ningún otro trabajo para publicar. A pesar de todo, fieles a nuestra cita y coincidiendo con esta fecha tan especial, hemos querido estar con todos vosotros y ofrecer el mejor número que hemos podido preparar dadas las circunstancias y el escaso tiempo que quedaba para la noche de Reyes. Echaréis en falta algunas de las secciones más seguidas por vosotros, como Historias o Fuera de foco.

El ejemplar que acabas de descargar tiene tres interesantes trabajos, como el realizado por el asiduo observador Lluís Ribé que, en esta ocasión, nos presenta sus primeras medidas obtenidas mediante la técnica de Lucky Imaging; nuestro querido amigo argentino Carlos Krawczenko ofrece medidas de pares australes, mientras que Francisco Rica aporta el primer estudio publicado en **OED** a partir de datos obtenidos por GAlA, estamos convencidos de que no será el último.

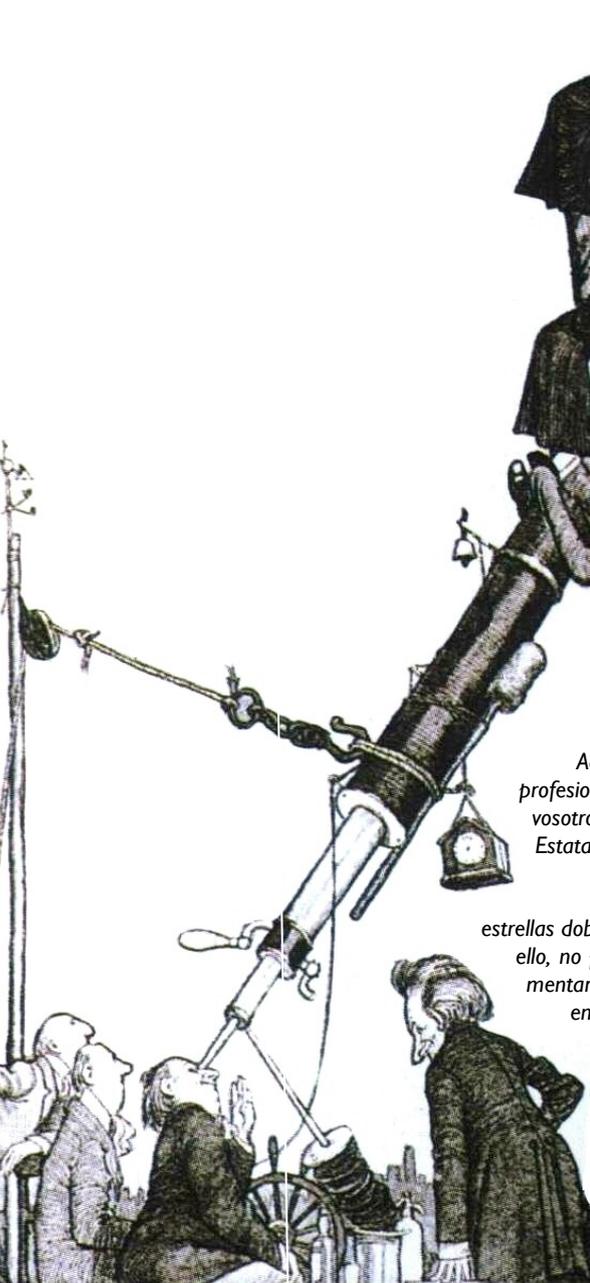
Además, en la sección de Actualidad aparecen las habituales noticias relacionadas con la investigación profesional sobre estrellas dobles, a la vez que aparecen dos artículos que seguro que tienen interés para todos vosotros: en primer lugar, una reseña sobre el papel que jugaron las binarias en el pasado XXII Congreso Estatal de Astronomía celebrado en septiembre de 2016 en Pamplona.

Pero también os contamos una novedad que nos llena de satisfacción: la publicación de un libro sobre estrellas dobles realizado por los tres editores de la revista. Aunque la mayoría de los lectores ya tendrán noticia de ello, no podemos dejar de escapar el primer número de **OED** tras la aparición pública de este libro, para comentaros con detalle las características del mismo y, también, cómo se desarrolló la presentación de la obra en el pasado XXII CEA.

En una de las secciones más seguidas por los lectores será uno de los editores, Juan-Luis González Carballo, el encargado de contar por qué observa estrellas dobles.

Os deseamos a todos un muy feliz año 2017, ojalá esté lleno de felicidad y cielos despejados. ©

¡Gracias a todos!
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
struve1@gmail.com
ermasa.dsa@gmail.com

www.elobservadordeestrellasdobles.wordpress.com

Florent Losse, Rafael Caballero, José Martín Carro, Francisco Violat Bordonau, Juan Jordano, Francisco M. Rica, Carlos A. Krawczenko, Martine Castets, Bernard Tregon, Ángel M. López Borrega, Jesús R. Sánchez, Óscar Lleixà Subirats, Paco Bellido, Ignacio Novalbos, Ángel R. López, Ángel Otero, Juan M.ª Díaz, Tomás Vázquez, Miguel Muro, Ángel Gómez Roldán, Javier Armentia, Margarita Granado, Pablo Santos Sanz, Israel Tejera Falcón, Josefina F. Ling, Rainer Antón, Brian D. Mason, David Galadí, Juan Lendínez, Antonio Agudo Azcona, Lluís Ribé de Pont, Germán Bresciano, Giuseppe Micello, J. A. Docobo, Carlos Alberto Lasgoity, T. Tobal, X. Miret, Francisco Soldán Alfaro, David Cejudo, Enrique de Ferra, Faustino García, Javier M. López Cuñat, Roberto Vasconi, Julio Castellano, W. Hartkopf, Luis Lahuerta, Salvador Lahuerta, José Antonio Caballero, Joerg Schlimmer, Mark Kidger, Gianni Galli, Manuel J. del Valle, Fco. Gutiérrez Turpin, Oleg Malkov, Vladimir Surdin, Giuseppe Donatiello, Marcel Fay, David Chiron, Blanca Troughton

con el apoyo de

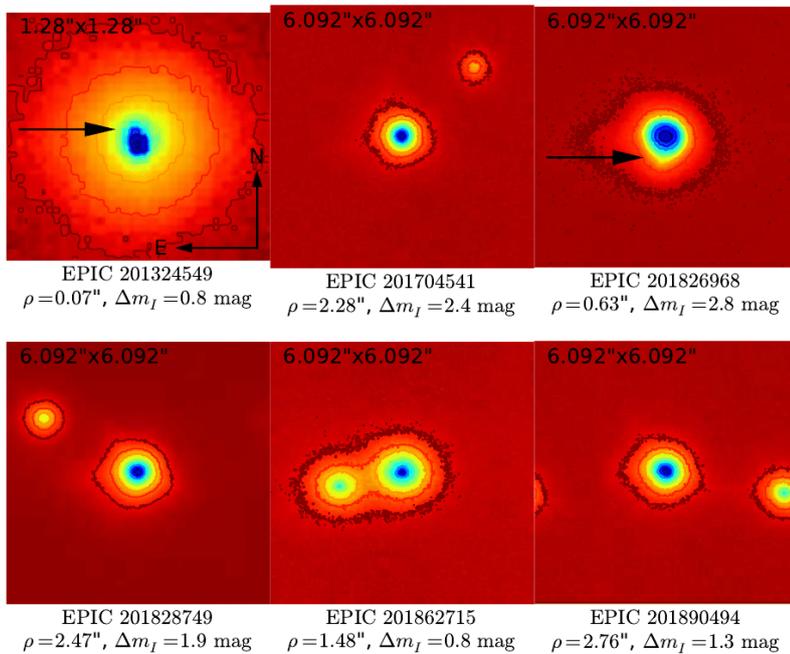


Figura 1. Estrellas Kepler con compañeras estelares. Crédito: Schmitt, J. R. et al. Junio 2016, AJ, 151, 159S.

Buscando vecinas cercanas de 75 candidatos a planetas y binarias eclipsantes

■ Un grupo internacional de astrónomos, entre los que se encuentran Adrei Tokovinin, presenta observaciones de alta resolución de una muestra de 75 objetos de la segunda fase del satélite Kepler. Para ello realizaron observaciones speckle con los telescopios SOAR y óptica adaptativa con el telescopio Keck II. Esta muestra incluye 37 estrellas que probablemente alberguen planetas, 32 probables binarias eclipsantes (EBs) y otros objetos. Los astrónomos encontraron nueve compañeras, posiblemente físicamente unidas, de tres estrellas candidatas a albergar planetas y seis probables EBs (Figura 1). Seis de las nueve compañeras detectadas son nuevos descubrimientos y una de ellas está asociada con un candidato a planeta. [Schmitt, J. R. et al. Junio 2016, AJ, 151, 159S] ©

Descubrimiento de compañeras subestelares de una estrella con disco de polvo

■ Un numeroso grupo de astrónomos ha presentado el descubrimiento de una compañera enana marrón de la estrella HR 2562 (Figura 2), la cual alberga un disco de escombros. Esta compañera, descubierta con el Gemini Planet Imager (GPI) tiene una separación proyectada de unos 20 UA (0,618 arcosegundos) con respecto a su compañera principal. Gracias a la alta precisión astrométrica del instrumento GPI, los astrónomos han conocido, ¡en sólo un mes!, que HR 2562 B tiene un movimiento propio común (5σ de detección) con su brillante compañera. Los astrónomos determinaron un tipo espectral para esta nueva compañera de $L7 \pm 3$ y una masa de unas 30 veces la de Júpiter a partir de modelos evolucionarios. La edad estimada está entre los 300 y los 900 millones de años. La fuente tiene un ángulo de posición consistente con una órbita en el mismo plano que el disco de escombros resuelto recientemente. La compañera parece estar en la parte interior del disco. Esta es la primera enana marrón que reside en la parte interior de un disco. [Konopacky, Quinn M. et al. Agosto 2016, 2016ApJ...829L...4K] ©

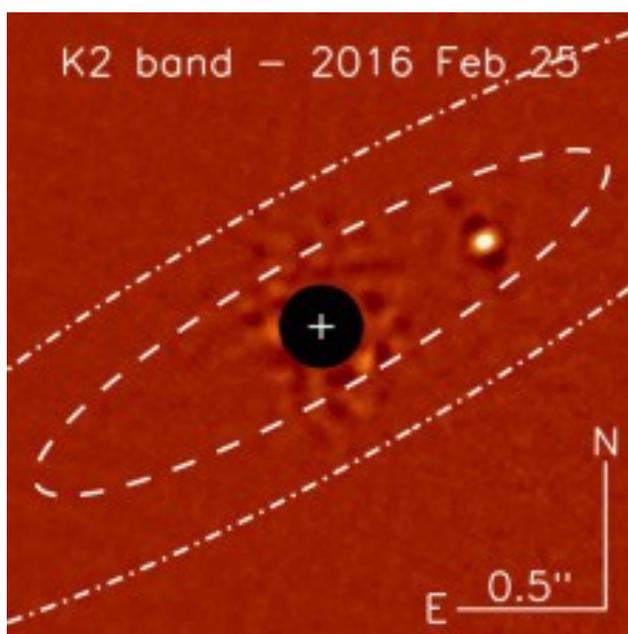


Figura 2. La estrella HR 2562 (oculta tras un coronógrafo) y la nueva compañera enana marrón descubierta recientemente. Las elipses se corresponden con dos soluciones para la parte interior del disco de escombros de la estrella. Crédito: <https://arxiv.wordpress.com/2016/08/25/discovery-of-a-substellar-companion-to-the-nearby-debris-disk-host-hr-2562-epa/>

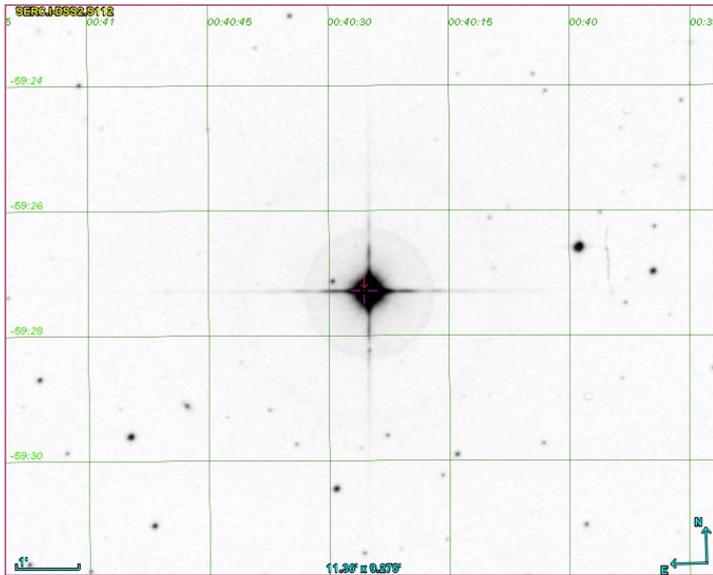


Figura 3. Imagen de Gliese 29 en banda I (azul) del Digitized Sky Survey tomada en 1994.

Descubrimiento de una compañera de la estrella tipo solar Gliese 29

■ Gliese 29 es una estrella vieja con 7-8 Giga-años de edad (1 giga año = 1000 millones de años) con un gran movimiento propio anual superior a 1 segundo de arco. Un grupo de astrónomos, trabajando principalmente desde instituciones alemanas, ha obtenido imágenes astronómicas con el telescopio alemán IRIS de 0,8 metros situado en Chile. Estas imágenes han permitido demostrar que la débil fuente estelar catalogada como 2MASS J00402651-5927168 y situada a unos 6,35 segundos de arco posee movimiento propio común con Gliese 29 (Figura 3). La fotometría en banda J y Ks obtenida con el telescopio IRIS implica un tipo espectral L2 aproximadamente, basado en su magnitud absoluta, y una masa de 0,08 masas solares. Por tanto podría ser incluso una enana marrón. Asumiendo una órbita circular de cara a nosotros, esta débil compañera orbita a Gliese 29 en 1880 años. [Chini, R. et al., Julio 2016, AN, 337, 621C] ©

Órbitas mejoradas y paralajes de 8 binarias visuales con masas no realistas

■ En ocasiones algunas soluciones orbitales calculadas en base solamente de la información astrométrica, proporcionan unas masas totales dinámicas (obtenidas mediante la Tercera Ley de Kepler) excesivamente grandes (decenas o cientos de masas solares) comparadas con las masas totales calculadas en base a sus tipos espectrales (relación masa-luminosidad). Esta enorme discrepancia claramente indica un gran error en las paralajes usadas o en los parámetros orbitales calculados.

Un grupo de astrónomos españoles (entre los que se encuentran J. A. Docobo y V. S. Tamazian, del Observatorio Ramón María Aller de Santiago de Compostela) y rusos ha presentado órbitas mejoradas para algunas de estas binarias (WDS 02366+1227, WDS 02434-6643, WDS 03244-1539, WDS 08507+1800, WDS 09128-6055, WDS 11532-1540, WDS 17375+2419 y WDS 22408-0333). Sus órbitas mejoradas permitieron obtener masas totales consistentes para WDS 02434-6643 y WDS 09128-6055 sin necesidad de cambiar la paralaje obtenida por el satélite *Hipparcos*. Para el resto de binarias se hizo necesario utilizar la paralaje dinámica, en lugar de la obtenida por *Hipparcos*, para obtener masas consistentes. [Docobo, J.A. et al., Junio 2016, MNRAS, 459, 1580D] ©

Estudio de estrellas brillantes con interferometría óptica I: una búsqueda de multiplicidad en estrellas tipo F-K

■ Un grupo de astrónomos ha presentado los primeros resultados de un proyecto de búsqueda de multiplicidad entre estrellas brillantes usando el instrumento NPOI (Interferómetro óptico de Precisión de la Armada Americana). Presentaron un resumen de las observaciones NPOI de sistemas múltiples conocidos, incluyendo la primera detección de la compañera de β Scuti con astrometría relativa precisa. Un ajuste mediante modelo de estos datos muestra un buen acuerdo con las órbitas publicadas. Adicionalmente, los astrónomos presentaron una nueva solución orbital de una de estas estrellas (σ Her). En total informaron de las observaciones de 41 estrellas con magnitudes aparentes más brillantes que la 4,3 todas ellas observadas en múltiples noches. El análisis de estos datos produjo separaciones angulares, ángulos de posición y diferencias de magnitud para seis binarias visuales previamente conocidas. [Hutter, D. et al., Septiembre 2016, arXiv160905254H aceptado para publicarse en ApJSS] ©

Órbitas de cuatro sistemas espectroscópicos de triple línea

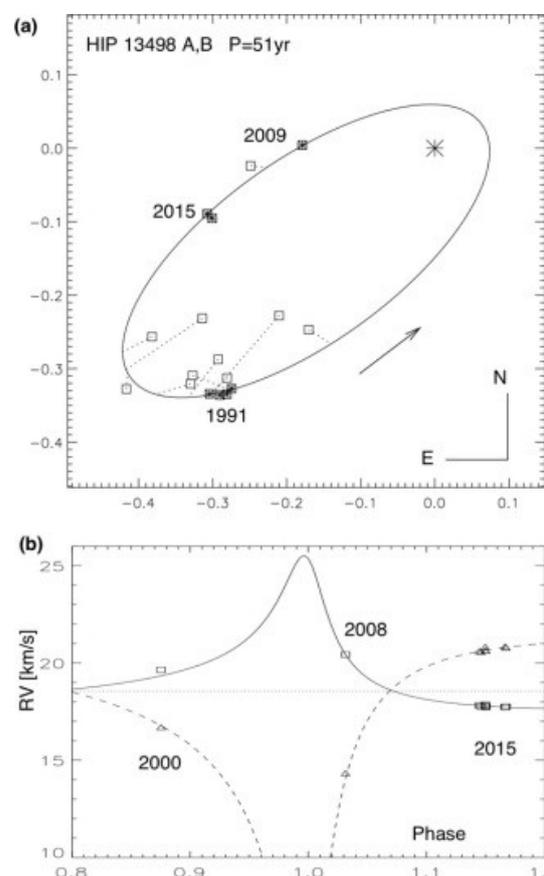
■ El conocido astrónomo Andrei Tokovinin presenta un estudio orbital de los sistemas triples HIP 7601, HIP 13498, HIP 23824 y HIP 113597. Estos sistemas están compuestos por estrellas de la secuencia principal, con masas comparables, donde todas las componentes son resueltas usando un espectroscopio, y el par externo es resuelto tanto visualmente como espectralmente. Estas estrellas son relativamente jóvenes (entre 100 y 600 millones de años) y activas cromosféricamente (por tanto activas en rayos-X) aunque rotan lentamente (lo que a priori contradice su juventud). Tokovinin determinó las órbitas espectroscópicas de los subsistemas interiores (periodos de 19,4 – 14,1 – 5,6 – 20,3 días respec-

tivamente). Para los sistemas HIP 7601 y HIP 13498, las órbitas externas (obtenidas en base a espectros y medidas interferométricas) permiten conocer las masas de todas las componentes, pudiéndolas comparar con los modelos estelares. Las órbitas interiores y exteriores de HIP 7601 son casi circulares, probablemente coplanares, y tienen una relación de periodo modesta (1 a 33). Este estudio contribuye a la caracterización de la multiplicidad jerárquica en la vecindad solar y proporciona datos para testar los modelos de evolución estelar y la cronología. [A. Tokovinin, Julio 2016, *AJ*...152...11T] ©

Nuevas órbitas basadas en mediciones Speckle desde el telescopio SOAR

■ El astrónomo Andrei Tokovinin ha presentado soluciones orbitales para 55 binarias visuales usando medidas de interferometría speckle desde el telescopio SOAR: 33 de las órbitas se calcularon por primera vez y 22 fueron revisiones de órbitas ya publicadas. El rango de periodos orbitales va desde los 1,4 hasta los 370 años. La mayoría de las binarias están compuestas por enanas de baja masa y tienen periodos cortos (periodo mediano de 31 años). Las paralajes dinámicas y masas son evaluadas y comparadas con las paralajes *Hipparcos*. Usando la fotometría obtenida en las observaciones speckle, Andrei colocó los datos en un diagrama color-magnitud. [A. Tokovinin, Agosto 2016, *2016arXiv160801242T*] ©

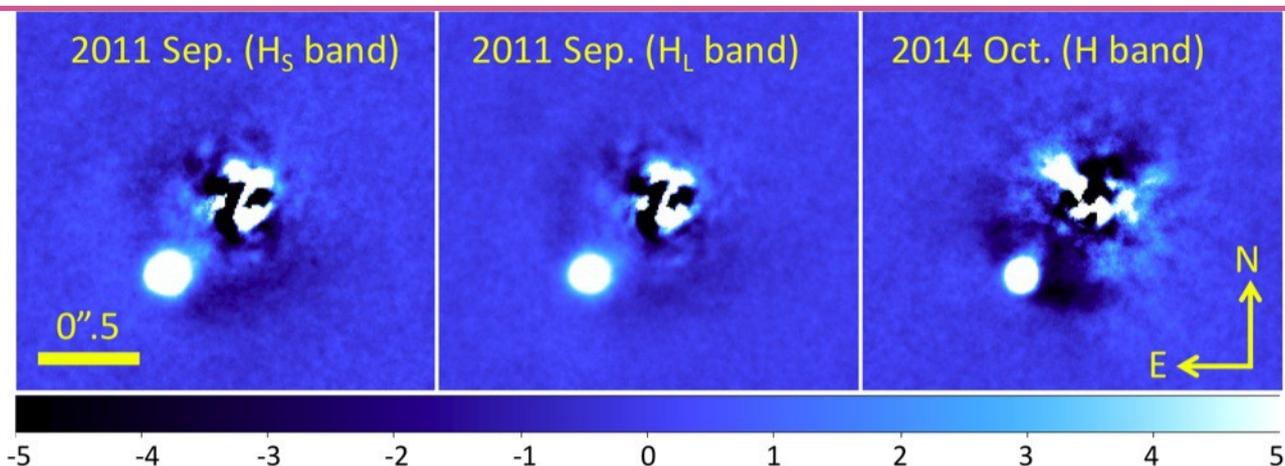
Figura 4. Órbita de HIP 13498 y su curva de velocidad radial estudiada por el astrónomo Andrei Tokovinin. Créditos: <https://arxiv.wordpress.com/2016/04/23/orbits-of-four-young-triple-lined-multiple-systems-ssa/>.



Sistema estelar quintuple con dos binarias eclipsantes

■ Un grupo internacional de astrónomos ha descubierto un sistema estelar quintuple que contiene dos binarias eclipsantes. La inusual arquitectura incluye dos objetos estelares separados por 11 segundos de arco: EPIC 212651213 and EPIC 212651234. En la estrella más hacia el Este (EPIC 212651213) es donde se encuentran las dos binarias eclipsantes, las cuales están separadas por 0,09 segundos de arco. Mientras, la estrella más hacia el Oeste (EPIC 212651234) parece ser un objeto simple en imágenes de óptica adaptativa, imágenes speckle y estudios de velocidad radial (VR). Una de las eclipsantes (llamémosla 'A') tiene

una órbita circular y un periodo orbital de 5,1 días mientras que la otra eclipsante ('B') es excéntrica con un periodo de 13,1 días. Las velocidades sistémicas de ambas eclipsantes difieren en unos 10 km s⁻¹. Este dato junto con la separación proyectada de 0,09", indica que el periodo orbital y la separación en la órbita mutua de las eclipsantes es de unos 65 años y 25 UA (se asumió órbita circular para simplificar). A ambas eclipsantes las nombramos como "C". Su VR y movimiento propio difieren con respecto a la estrella del Oeste (EPIC 212651234) en solo 1,4 km s⁻¹ y 3 mas año⁻¹. Esto implica que ambos sistemas EPIC están físicamente unidos, convirtiendo el sistema en quintuple. [Rappaport, S. et al. Octubre 2016, *MNRAS*, 462 1812R] ©



Compañera subestelar de la estrella HII3441 en las Pléyades

■ Un numeroso grupo de astrónomos orientales ha encontrado una nueva compañera subestelar de la estrella Pleiades HII 3441 (un miembro del cúmulo abierto de las Pléyades). Para la observación del descubrimiento, utilizaron el telescopio Subaru con la técnica de la óptica adaptativa. La observación forma parte de un estudio de imágenes de alto-contraste para encontrar com-

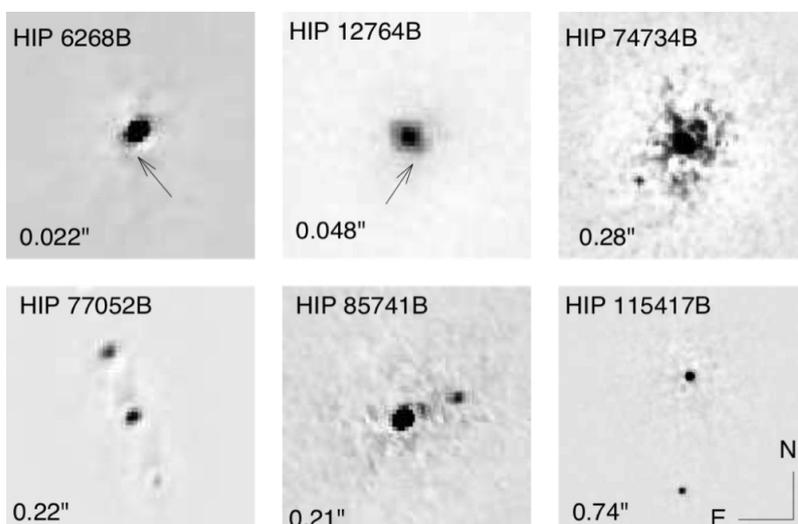
pañeras de masa planetaria y subestelar dentro de las Pléyades y grupos estelares jóvenes. La nueva compañera, de tipo espectral M7, tiene una separación proyectada de unos 0,49 arcosegundos (unas 66 UA a la distancia del sistema) y una masa unas 68 veces la del planeta Júpiter. Estas conclusiones están basadas en tres observaciones en bandas infrarrojas J, H, K_s [Konishi Mohoko et al., Octubre 2016 2016PASJ..tmp...86K] ©

Figura 5 (arriba). Nueva compañera de la estrella HII 3441 en el cúmulo de las Pléyades. Crédito: <https://arxiv.wordpress.com/2016/08/08/a-substellar-companion-to-pleiades-hii-3441-epa/>

Interferometría Speckle de las componentes secundarias de binarias visuales cercanas

■ La caracterización astrofísica de los subsistemas secundarios en binarias ayuda a distinguir entre varios escenarios de formación de estrellas múltiples. Los reputados astrónomos Elliot Horch (Departamento de Física de la Universidad del Estado de Connecticut – USA -) y Andrei Tokovinin (Cerro Tololo Inter-American Observatory) utilizaron el instrumento speckle DSSI en el telescopio Gemini-N durante varias horas en julio del 2015. El objetivo era probar la binariedad de las 25 componentes secundarias en binarias cercanas de tipo solar. Seis nuevos subsistemas fueron resueltos. La gran incidencia de los subsistemas secundarios está de acuerdo con otros estudios similares. HIP 115417 Ba,Bb, un nuevo subsistema resuelto, causa desviaciones en el movimiento observado de la binaria exterior a partir del cual se dedujo una órbita astrométrica para Ba, Bb con un periodo de 117 años [A. Tokovinin, E. P. Horch, noviembre 2016, 2016AJ....152..116T; Aceptado para ApJSS] ©

Figura 6. Componentes secundarias resueltas por E. Horch y A. Tokovinin. Crédito: <https://arxiv.wordpress.com/2016/08/24/speckle-interferometry-of-secondary-components-in-nearby-visual-binaries-ssa>



Sistemas Estelares Binarios y Múltiples



por Edgardo Rubén Masa Martín

EN OCTUBRE DE 2016 se publicó la circular número 190 de la comisión. En esta edición se incluyen 19 nuevas órbitas de sistemas cerrados por debajo del segundo de arco. Igualmente, como ya viene siendo habitual, el equipo del USNO ha calculado ajustes lineales para otros seis pares, los cuales pasarán a engrosar el *Catalog of Rectilinear Elements* (LIN1).

Seguidamente, se hace entrega de tres listados de nuevos descubrimientos de estrellas dobles cerradas, en general por debajo de los cinco segundos de arco. Rene Gili presenta un listado de 75 estrellas dobles, medidas principalmente mediante *interferometría speckle*, aunque también en menor cuantía hay algunas medidas procedentes de la técnica *lucky imaging*. Las observaciones fueron realizadas desde el Observatorio de Niza con el refractor de 76 cm y la cámara *speckle* PISCO 2. Por su parte, A. Debackère, usando siete telescopios robóticos ubicados en Estados Unidos, Australia, Sudáfrica y Chile, ha encontrado 117 sistemas –numerados desde DBR 89 hasta DBR 198–. Finalmente, Marco Scardia, observando desde el Calern Observatory con el telescopio Epsilon y la cámara *speckle* PISCO ha descubierto otros cinco pares.

El Dr. Brian D. Mason, responsable de los catálogos del USNO, ha anunciado enlaces alternativos a las bases de datos, estableciendo un *mirror site* en la Georgia State University. Esta medida ha sido tomada en base a ciertas dificultades en el acceso a los catálogos reportadas últimamente por los usuarios. Los nuevos enlaces se listan a continuación.

- The Washington Double Star (WDS) Catalog: <http://www.astro.gsu.edu/wds/>
- Sixth Catalog of Orbits of Visual Binaries: <http://www.astro.gsu.edu/wds/orb6.html>
- Catalog of Rectilinear Elements: <http://www.astro.gsu.edu/wds/lin1.html>
- Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars: <http://www.astro.gsu.edu/wds/int4.html>
- The Third Photometric Magnitude Diference Catalog: <http://www.astro.gsu.edu/wds/dm3.html>
- Star Library (webpage of former IAU Commission 26: Double and Multiple Stars): <http://www.astro.gsu.edu/wds/ds1.html>
- IAU Commission G1 (Binary and Multiple Stars) Webpage: <http://www.astro.gsu.edu/wds/bs1/>



Obituario

En el número 17 de OED publicábamos algunas medias inéditas de estrellas dobles realizadas a mediados del siglo pasado por el veterano astrónomo español **José Pensado Iglesias**, con la idea de que no se perdieran y pasaran a formar parte del WDS, hecho que ya ha sido constatado. En el artículo correspondiente dimos bastantes detalles biográficos acerca de la carrera profesional de este destacado astrónomo, físico y matemático.

La familia de Pensado Iglesias comunicó a esta redacción el fallecimiento del astrónomo durante la madrugada del 2 de octubre de 2016. Nuestras condolencias más sentidas. DEP.

Crédito de la imagen: Fernández Pérez, I. y Docobo, J. A. (2011): *As matemáticas e a astronomía en Galicia*. Ed. USC.



LAS ESTRELLAS DOBLES

EN EL

CONGRESO ESTATAL DE ASTRONOMÍA

XXII

Durante los días 15 al 18 de septiembre de 2016 se desarrolló en Pamplona-Iruña la XXII edición de Congreso Estatal de Astronomía (CEA). Muy destacable la exquisita organización del evento que, en esta ocasión, corrió a cargo de Red Astronavarra Sarea, El Planetario de Pamplona y el Observatorio Astronómico Guirguillano. La sede oficial del congreso –marco incomparable, por cierto– fue el veterano y emblemático Planetario de Pamplona, instalaciones inmejorables para alojar las múltiples actividades de un encuentro multitudinario de este tipo. En el amplio programa del congreso tuvieron cabida las más variadas disciplinas astronómicas, tanto en formato de presentaciones y comunicaciones orales como en su variedad de póster.



Planetario de Pamplona,
sede oficial del congreso.

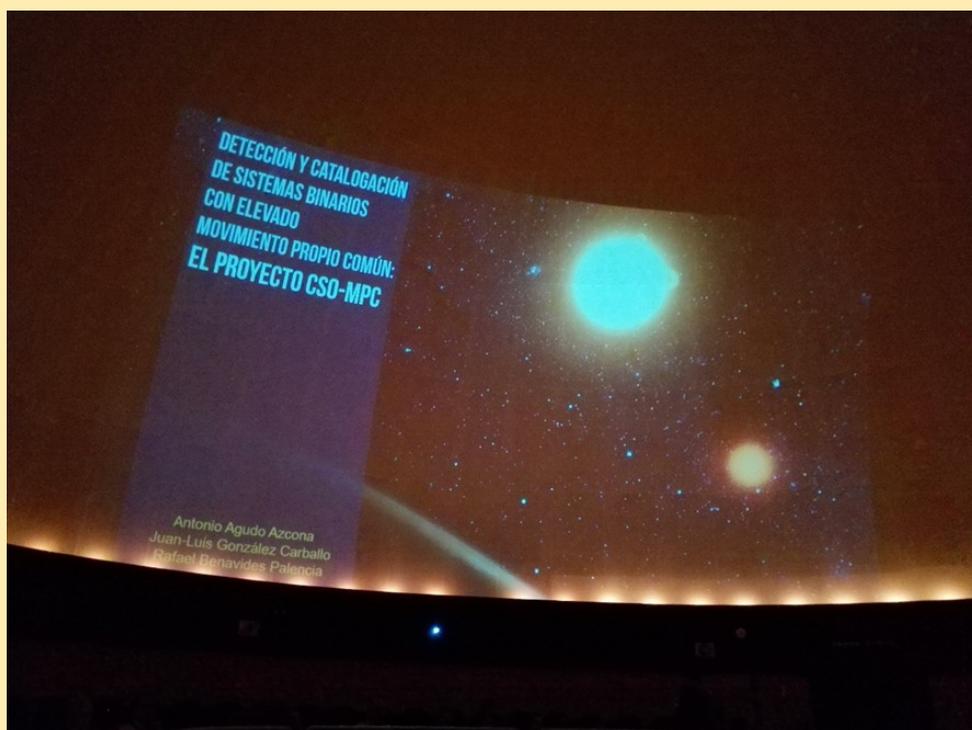


Como ya es habitual, los editores de **OED** acudimos a Pamplona para impartir tres ponencias sobre estrellas dobles. Siempre con la idea en mente de popularizar esta especialidad observacional, nuestra idea fue ofrecer a los asistentes interesados una completa panorámica de lo que en nuestros días un amateur serio puede realizar en esta materia. Para ello, preparamos tres presentaciones orales en la cuales desgranamos los tipos de trabajo – junto con sus técnicas de observación particulares asociadas- que es factible realizar. Nuestro agradecimiento a la gran multitud de compañeros que mostraron su interés por nuestras exposiciones, tanto en los turnos de preguntas de las propias charlas como a nivel particular en los descansos.

Un momento de la ponencia de
Juan-Luis González Carballo
sobre el Proyecto CSO-MPC.



La ponencia que impartió Juan-Luis González Carballo mostró la potencia del uso del Observatorio Virtual en materia de estrellas dobles en las tareas de minería de datos para descubrir nuevos pares de movimiento propio común (MPC). Para ello, mediante una presentación titulada *Detección y Catalogación de Sistemas Binarios con Elevado Movimiento Propio Común: el Proyecto CSO-MPC*, ilustró a la perfección esta técnica de ob-



servación. El proyecto CSO-MPC, desarrollado por Antonio Agudo Azcona, el propio Juan-Luis y Rafael Benavides Palencia en el año 2013, permitió descubrir en torno a 600 pares MPC rastreando el catálogo PPMXL, los cuales ya están catalogados en WDS.



Rafael Benavides impartiendo su ponencia sobre Lucky Imaging. (Fotografía cortesía de Gianpiero Locatelli)

Por su parte, Rafael Benavides Palencia disertó sobre la medición de estrellas dobles mediante técnicas de alta resolución con una magnífica ponencia titulada *Astrometría de Estrellas Binarias con Técnicas de Alta Resolución: lucky imaging e interferometría*

Astrometría relativa de estrellas binarias con técnicas de alta resolución: lucky imaging e interferometría speckle

Rafael Benavides Palencia, OED, AAC
 Juan-Luis González Carballo, OED
 Edgardo Rubén Masa Martín, OED, SYRMA, LIADA, UAI

speckle. Este tipo de técnicas modernas, al alcance hoy día de cualquier amateur medio permiten explotar al máximo los equipos de observación acercándose al límite de resolución de los telescopios utilizados. Esto permite acceder a sistemas muy cerrados e interesantes, hasta hace unos pocos años totalmente inaccesibles a los astrónomos de estrellas dobles no profesionales. Cámaras CCD rápidas y sensibles junto a un *software* de reducción especializado hacen posible la tarea con unos resultados verdaderamente sorprendentes a la vez que precisos.



Edgardo Rubén Masa impartiendo su ponencia sobre las estrellas dobles abandonadas de Stein.



Proyecto STI-OACP: actualización del catálogo de estrellas dobles visuales de Johan Stein



Edgardo Rubén Masa Martín
EL OBSERVADOR DE ESTRELLAS DOBLES
MIEMBRO ASOCIADO DE LA COMISIÓN G1 DE LA UAI
SOCIEDAD ASTRONÓMICA SYRMA
LIGA IBEROAMERICANA DE ASTRONOMÍA

Finalmente, Edgardo Rubén Masa Martín, con su charla *Proyecto STI-OACP: actualización del catálogo de estrellas dobles visuales de Johan Stein*, ilustró la técnica de medición de estrellas dobles CCD estándar (*shift and add*) que permite el acceso a estrellas dobles débiles de separación media asequibles a los telescopios más variados. De nuevo, con un ejemplo de campaña de observación real, se puso de manifiesto la técnica de observación de estrellas dobles más común y sencilla que es posible utilizar hoy día para quien quiera acercarse a esta especialidad observacional.



Los tres editores junto a nuestro querido colega italiano Gianpiero Locatelli.

Fue destacable también la ponencia impartida por **Javier Alonso**, quien representó en el congreso al equipo de observadores del Observatorio Astronómico del Garraf, dando cuenta de los *Resultados finales del proyecto OAG-WPS*, un importante rastreo visual sobre placas fotográficas antiguas mediante el uso del Observatorio Virtual, el cual ha permitido detectar 3500 nuevos pares MPC. Este catálogo será publicado en estas páginas en un futuro próximo.

Como puede apreciarse las estrellas dobles estuvieron inmejorablemente representadas en el congreso de Pamplona. Sin olvidar, por cierto, y como añadidura, la presentación del primer libro-manual sobre estrellas dobles escrito en castellano que los editores de OED tuvimos el placer de presentar junto a los editores de la editorial Marcombo. En otro artículo de este número hacemos un amplio repaso acerca de esta importante novedad editorial.



Buena parte de los mejores momentos que ocurren durante un congreso es en los “tiempos muertos” fuera de la agenda oficial diaria. Dos buenas muestras de ello: en la **imagen de superior** se puede ver a los autores de los dos primeros libros de la colección Astromarcombo junto a los directores de las misma y el director de la empresa editora Marcombo. Juntos pudimos disfrutar de una agradable comida privada. De izquierda a derecha: Ángel Gómez, Rafael Benavides, Edgar Masa, Juan-Luis Glez., Leonor Ana Hdez., Joanma Bullón, Jordi Lopesino y Jeroni Boixareu (imagen cedida por J. Bullón). En la **imagen inferior**: un intermedio en la cena de clausura que es aprovechado para inmortalizar un momento de confraternización entre compañeros y amigos que llevan años compartiendo la pasión por la astronomía; de izqda. a dcha.: Esteban Reina, Rafael Benavides, Edgar Masa, Ramón Naves, Montse Campas, Juan-Luis Glez., Gianpiero Locatelli, Julio Castellano y Jordi Lopesino (cortesía de M. Campas).





PRESENTACIÓN DE LA COLECCIÓN DE ASTROMARCOMBO EN EL XXII CONGRESO ESTATAL DE ASTRONOMÍA

*En el XXII Congreso Estatal de Astronomía, celebrado en Pamplona entre el 15 y el 18 de septiembre, fueron presentados los dos primeros libros de un emocionante proyecto puesto en marcha por la editorial Marcombo. Uno de ellos fue **Dibujo astronómico** escrito por Leonor Ana Hernández, una de las mejores divulgadoras de la astronomía en nuestro país y bien conocida por todos nosotros. El otro libro presentado llevaba el sugerente título: **Observación de estrellas dobles**.*



El acto oficial en realidad tuvo lugar el 17 de septiembre, sábado y penúltimo día del Congreso. Dirigidos por los directores de la colección **Jordi Lopesino y Ángel Gómez** y con la presencia del director de la editorial **Jeroni Boixareu** fue presentada la colección con los primeros títulos publicados. Cada uno de los autores: **Rafael Benavides, Juan-Luis González y Edgardo R. Masa**, así como también **Leonor**



A. Hernández, tuvieron la oportunidad de presentar y hablar sobre su libro durante unos minutos

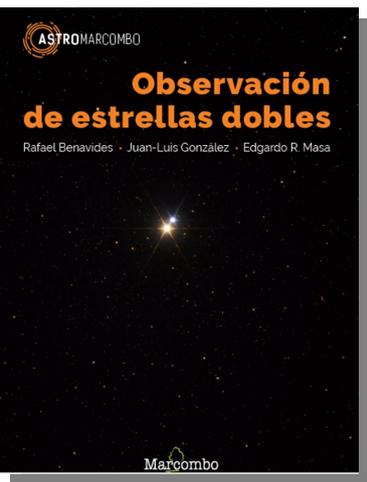
especialmente emotivos. También fue presentado el siguiente título de la colección, aún no publicado, por su autor **Joanma Bullón**. El título es **Nuevo Catálogo Messier** y, al igual que los primeros títulos publicados, estamos seguros de que hará las delicias de todos los aficionados a la astronomía.

Al final de la presentación tuvimos el privilegio de dedicarle el libro a alguien muy especial para todos nosotros, que no es otro que el director honorífico de **OED**, D. José Luis Comellas.





Observación de estrellas dobles



La astronomía práctica general, y nuestras queridas estrellas dobles en particular, presentan un vacío en la literatura en lengua española preocupante. Centrándonos en nuestro tema, si querías consultar cualquier aspecto técnico relacionado con los métodos de medición de los parámetros de una estrella doble, había que recurrir a obras escritas en otros idiomas, principalmente en inglés o francés. Los últimos libros disponibles en español centrados en esta temática son de la década de los ochenta, como el célebre *Catálogo de estrellas dobles visuales* de José Luis Comellas, libros que han sido la base observacional de una generación de aficionados a la cual pertenecemos, pero que, obviamente, se encuentran muy desfasados en muchos de sus aspectos. De este modo, era cada vez más necesario disponer de una obra actualizada que sirviese tanto al astrónomo aficionado que por primera vez quiere introducirse en este tema, como al observador más experimentado que quiere consultar algún procedimiento más específico o técnico. Ese ha sido nuestro objetivo desde que empezamos a planificar el contenido del libro.

El punto de partida es detallar aquellos aspectos más generales que deben sentar la base teórica de lo que son las estrellas dobles y su clasificación, explicando de manera sencilla los modelos orbitales y la caracterización astrofísica que podemos desarrollar en nuestros estudios. Continuamos con un recorrido histórico desde la primera observación de una estrella doble hasta las perspectivas del presente más inmediato con la misión GAIA que a buen seguro nos proporcionará datos de altísima precisión en varios millones de estrellas. En este recorrido seremos testigos de cómo gracias a la observación y estudio de nuestras estrellas fuimos poco a poco comprendiendo cómo funciona el Universo y cuál es nuestro lugar en él, sentando las bases de la Astronomía que conocemos actualmente. Acompañaremos en sus investigaciones a los grandes astrónomos de los siglos XIX y XX y



CAPÍTULO 2 HISTORIAS DE DOBLES

Portada del capítulo 2 dedicado a la historia de la observación y la investigación de las estrellas dobles

seremos testigos de cómo han ido evolucionando los diferentes catálogos hasta su unificación en el *Washington Double Star Catalog*, sin ninguna duda, el más consultado a lo largo de todo el mundo.

El estudio de las estrellas dobles es el pilar fundamental de la obra. De este modo, realizamos una descripción de los métodos e instrumentos que son necesarios para su observación y disfrute, desde la simple observación visual con unos prismáticos a las espectaculares vistas obtenidas a través de un potente telescopio. También explicamos el poder de resolución de los diferentes instrumentos y damos consejos para sacar el mejor partido a nuestro equipo en una sesión de observación, ya sea jugando con diferentes oculares y accesorios o con la ayuda de filtros específicos o de lentes de Barlow que sean capaces de mejorar nuestra capacidad de desdoblar las parejas más difíciles. Se describen las principales cartas celestes y los programas de tipo planetario más útiles para confeccionar los mejores programas observacionales y localizar nuestras estrellas dobles con un solo clic de ordenador.

Damos las nociones básicas para realizar trabajos de medición: desde los más clásicos, como la micrometría visual realizada con micrómetros de construcción artesanal, donde se indican las pautas que debemos seguir para construirnos el nuestro propio y explicamos diversas técnicas para realizar medidas. También se describen los oculares reticulados disponibles comercialmente, como son los populares MicroGuide de Celestron o el Meade Astrometric, que tan buenos resultados han dado, detallando la mejor forma de operar con ellos para obtener las medidas más precisas. Del mismo modo nos introducimos en las técnicas digitales más actuales, explicando los conceptos básicos de la toma y calibración de imágenes y las características principales de los dispositivos de captu-

ra, nuestras queridas cámaras, existentes en el mercado. Las imágenes obtenidas serán analizadas con programas específicos con los que obtendremos medidas de una gran precisión. Para los observadores más avanzados nos adentraremos en las técnicas de alta resolución aplicadas a las estrellas dobles, como son *lucky imaging* e interferometría *speckle*, con las que llegaremos al máximo poder de resolución de nuestro instrumental.

Además, presentamos a los principales astrónomos amateur dedicados a esta disciplina a lo largo de todo el mundo, haciendo especial hincapié en la escena de nuestro país, así como las principales líneas de investigación que están a nuestro alcance y que podemos desarrollar a la hora de abordar un estudio serio y riguroso en cualquiera de los aspectos relacionados con las estrellas dobles. Se indica además la forma de presentar un artículo con todas las medidas y datos que hayamos obtenido, señalando las principales publicaciones y revistas que existen para tal fin y que están especializadas en las estrellas dobles, exactamente como el ejemplar de OED que tienes ahora en tus manos.

El libro finaliza con unos anexos originales que creemos serán de mucha utilidad, incluyendo una selección de estrellas dobles visuales (ya sea con prismáticos o telescopios) para disfrutar con la simple observación, así como otros dedicados al seguimiento de sistemas orbitales o un listado de estrellas dobles de calibración que tanto hemos buscado en alguna ocasión y que tan necesarios son.

Antes hablábamos de aquellos libros en español de la década de los ochenta, que no son otros que los escritos por D. José Luis Comellas. ¿Quién de nosotros no ha consultado su obra deleitándose con aquellas maravillosas descripciones de estrellas dobles? Este libro, que en realidad es una continuación lógica de su legado, hubiese quedado huérfano sin su presencia. El prólogo está escrito por él, con sus palabras y vivencias que nos emocionan y sentimos de manera muy especial.

Desde estas líneas queremos agradecer toda la ayuda que nos han prestado para realizar nuestro trabajo, principalmente a Ángel Gómez y Jordi Lopesino, así como a todo el equipo editorial de Marcombo. También a todos los compañeros y amigos que han colaborado cedándonos sus imágenes y trabajo de manera totalmente desinteresada. Sin ellos nada hubiera sido posible.

Solo nos queda animaros a que descubráis a través de las páginas del libro el maravilloso mundo de las estrellas dobles.

Rafael Benavides / Juan-Luis González / Edgardo R. Masa

Los autores de los primeros libros de la colección posando junto al matrimonio Comellas tras la presentación en Pamplona. De izquierda a derecha: Juan-Luis González Carballo, José Luis Comellas y su mujer María Jesús Aguirrezábal, Edgardo R. Masa, Rafael Benavides y Leonor Ana Hernández.

Fotografía cedida por Domicio Carbajo.



Medición de 22 estrellas dobles australes desde el Observatorio Astronómico W Crucis

Measurements of 22 Austral Double Stars from O.A.W Crucis

Carlos A. Krawczenko

■ Miembro de la Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA), Coordinador Gral. de la Sección de Estrellas Dobles, Observatorio Astronómico W Crucis (IAU-MPC 145)

■ Correo-e: oawc2010@gmail.com

En este trabajo se presentan la astrometría relativa de 22 estrellas dobles del hemisferio Sur medidas desde el Observatorio W Crucis (Argentina) entre enero y abril 2016.

In this paper we present the relative astrometry of 22 Double Stars of the Southern Hemisphere from the Astronomical Observatory W Crucis (Argentina), measured from January to April 2016.

1. Introducción.

LAS OBSERVACIONES SE REALIZARON entre los meses de enero y abril de 2016, durante 20 noches con condiciones casi óptimas. Se presenta la medición astrométrica de 22 sistemas dobles del hemisferio Sur (la escasa cantidad de dobles medidas responde a las malas condiciones climáticas reinantes en estas latitudes). Las épocas de dichas observaciones oscilan entre 2016,006 y 2016,590.

Estas observaciones responden a un programa previamente diseñado tendiente a la actualización de la astrometría relativa de aquellas estrellas que no fueran medidas con posteridad al año 2000, es decir que llevan más de 16 años sin observarse y cuya $\delta < 0^\circ$. El rango de separaciones angulares oscila entre 3,0" y 14,7".

2. Equipo y calibración.

El equipo utilizado es un reflector tipo newtoniano Skywatcher de 254 mm de apertura (0,25 m) con una distancia focal de 1200 mm (f/D 4,98) montado sobre una montura ecuatorial Skywatcher NEQ6 computarizada. La cámara CCD utilizada para la captura de las imágenes es una Atik 16IC monocroma refrigerada termoelectricamente y con píxeles cuadrados de 7,4 x 7,4 micras. El sensor de la cámara es el Sony ICX424AL. De esta forma se consigue una escala de imagen de 1,28"/píxel en foco primario.

Con el propósito de aumentar esta escala favo-

reciendo la observación de sistemas más cerrados, se antepone a la cámara una lente de Barlow acromática 2X (2,21). Con esta nueva configuración se obtiene una escala en la imagen de $0,58 \pm 0,01$ "/píxel. Además se utilizó un filtro infrarrojo (IR) de la firma MEADE ya que su uso permite minimizar los efectos adversos ocasionados por la turbulencia atmosférica.

Con este escala de 0,58"/píxel, el FOV resultante es relativamente pequeño (6,3' x 4,7'). Sin embargo, en las imágenes resultantes es posible contar con suficientes estrellas de referencia que son utilizadas para la calibración del equipo. Para este propósito, en cada par estudiado se han obtenido series de 20 imágenes de 30 segundos de exposición; aunque las estrellas estén saturadas imposibilitando en consecuencia obtener las astrometrías relativas correspondientes, es posible, sin embargo, realizar una calibración fiable. Sobre estas imágenes y haciendo uso de la herramienta *PinPoint Astrometry* del programa *MaxIm DL v5* (utilizado también para las capturas de las imágenes) se identifica el campo estelar y con ello se calcula la distancia focal efectiva del telescopio, la escala de la imagen y la orientación de la cámara. Los valores así obtenidos son utilizados en el programa *Astrometrica v4.6.5.390* (Hebert Raab) para la reducción astrométrica de las imágenes. Cabe destacar que la escala de la imagen resultó ser una constante en todas las noches de observación. La orientación de la cámara puede variar algunas décimas de grado, por lo tanto este ángulo se calculó para cada sistema observado de la siguiente manera: se obtuvieron una serie de imágenes a motor parado para observar la deriva este-oeste y con la aplicación *Reduc* (Florent Losse)

se determinó la orientación exacta de la cámara que, en todos los casos, resultó ser $<1^\circ$.

3. Las mediciones.

Para las mediciones astrométricas se obtuvieron 20 imágenes para cada doble con tiempos de exposición dependientes tanto de la diferencia de magnitudes (Δm) como de la separación angular (ρ) garantizando la fiabilidad de las medidas. Estas 20 imágenes son apiladas y alineadas para luego medirlas con el fantástico software *Reduc* del doblista francés Florent Losse.

La tabla 1 muestra los resultados de estas mediciones astrométricas cuyo significado es el siguiente:

- Columna 1: Identificador WDS.
- Columna 2: Denominación de la estrella doble.
- Columna 3 y 4: Magnitudes aparentes de las componentes primaria y secundaria según el WDS.
- Columna 5: Época besseliana en que se realizaron las observaciones.
- Columna 6 y 7: Ángulo de posición con su correspondiente error.
- Columna 8 y 9: Separación angular con su correspondiente error.
- Columna 10: Número de referencia para las notas y comentarios sobre la doble en cuestión.

También se evaluaron los errores internos cometidos tanto en los valores del ángulo de posición (θ) como en la separación angular (ρ). La media de todas estas medidas es de 0,03 y de 0,01 para el ángulo de posición y separación angular respectivamente, valores muy satisfactorios. La figura 1 muestra los gráficos de θ vs e_θ y ρ vs e_ρ . Lo que se puede apreciar en estas gráficas es que la dispersión en el ángulo de posición es homogénea, mientras que en la separación angular, la dispersión de los errores tiende a aumentar a medida que observemos estrellas más cerradas, producto de la incertidumbre al establecer los centroides de estos sistemas, incertidumbre que también aumenta al aumentar la diferencia de magnitudes (Δm).

4. Galería fotográfica.

En esta sección se presentan las imágenes de algunas de las dobles medidas y presentadas en este trabajo. En todos los casos el norte está arriba y el este a la izquierda.

— Bibliografía

Masa, E. R., 2015, *Mediciones CCD desde el Observatorio Astronómico Camino de Palomares (OACP): 6ª serie*, El Observador de Estrellas Dobles, 14, 14-34.

Benavides, R., 2014, *Medidas de Estrellas Dobles*

mediante la técnica de *Lucky Imaging con filtro IR*, El Observador de Estrellas Dobles, 12, 21-30.

— Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al *Washington Double Star Catalog (WDS)* que es la principal fuente de consulta sobre las dobles medidas en este trabajo.

Para generar el programa de observación se utilizó la herramienta informática *WDSTOOLS* con el que podemos filtrar las estrellas de nuestro interés según varios criterios de selección.

Para la reducción astrométrica se utilizó el programa *Astrometrica* de Hebert Raab y para las mediciones propiamente dichas se usó la herramienta *Reduc* de Florent Losse.

Tanto para la localización de los sistemas estelares y para el control del telescopio y de la cámara CCD se utilizaron los programas de *Cartes du Ciel v3.6* de Patrick Chevalley y *MaxIm DL v5.24*.

Para este trabajo se hizo uso de la aplicación *Aladin*, atlas interactivo que nos permiten combinar las imágenes con catálogos. Los catálogos consultados son el UCAC4 y el PPMXL.

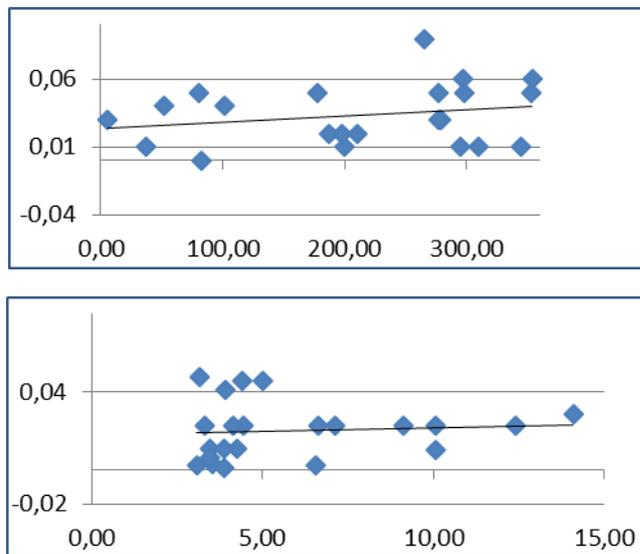


Figura 1. Dispersión de errores en el ángulo de posición (arriba) y separación angular (abajo).

TABLA 1. ESTRELLAS DOBLES OBSERVADAS.

ID. WDS	SISTEMA	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	θ	e_{θ}	ρ	e_{ρ}	NOCHES	NOTA
06013-7000	B 2597 AB	8,50	13,50	2016,590	279,32	0,03	7,14	0,02	3	1
06028-1221	BRT 2646	11,21	11,50	2016,006	80,20	0,05	3,47	0,01	2	2
06040-1902	BRT 1384	12,74	12,80	2016,006	353,10	0,05	3,16	0,03	2	3
06059-1449	BRT 1842	11,31	12,00	2016,006	264,85	0,03	3,92	0,00	3	4
06060-5829	FIN 387	11,00	12,10	2016,160	51,74	0,04	6,62	0,02	5	5
06071-2258	DON 118	9,78	13,60	2016,006	276,75	0,05	4,25	0,01	1	6
06094-1500	RST 3440	9,61	11,80	2016,140	187,38	0,02	3,08	0,00	1	7
06117-2642	B 2599	9,60	14,30	2016,140	309,42	0,01	9,12	0,02	3	8
06117-2714	B 2106	7,90	12,00	2016,081	353,94	0,06	10,06	0,01	4	9
06118-2156	BRT 1387 AB	12,30	12,80	2016,159	200,18	0,01	6,55	0,00	3	10
06127-1818	HJ 3838	9,10	13,40	2016,159	296,93	0,06	14,10	0,03	2	11
06140-2446	BRT 2870 AB	12,84	12,68	2016,159	298,40	0,05	3,53	0,00	3	12
06148—1334	BRT 2646	10,40	12,10	2016,159	101,12	0,04	3,44	0,01	3	13
07003-2207	SEE 74 CD	10,72	11,70	2016,331	344,15	0,01	4,45	0,02	2	14
07043-1908	BRT 1397	12,82	12,85	2016,331	37,01	0,01	3,86	0,01	2	15
07056-2009	BRT 307	11,98	12,50	2016,331	82,12	0,00	3,87	0,00	3	16
14353-4636	B 2774	10,20	13,10	2016,312	177,89	0,05	12,42	0,01	2	17
14374-5812	RSS 346	8,25	13,00	2016,312	295,42	0,01	10,05	0,02	3	18
14404-5548	B 2023	9,00	14,20	2016,312	210,45	0,02	4,39	0,04	3	19
14406-5716	VOU 58	10,19	13,70	2016,312	277,35	0,03	5,02	0,02	2	20
14428-6655	JRN 12	12,70	13,20	2016,312	196,42	0,02	3,29	0,02	2	21
14580-4539	RST 5010	9,74	13,20	2016,312	5,81	0,03	4,13	0,02	2	22

Notas

1. **B 2597 AB.** Sistema doble formado por dos estrellas A6m (la primaria) en la constelación de Mensa. Cuenta oficialmente con 3 mediciones oficiales, la última en 1998 ($\theta=283$, $\rho=7,16$). La primaria es identificada como: HIP 28529/HD41846/DM-70 480.

2. **BRT2646.** Sistema doble en Lepus que cuenta con una sola medición de 1999 ($\theta=78$, $\rho=4,11$).

3. **BRT1384.** Sistema doble en Lepus que cuenta con una sola medición de 1999 ($\theta=355$, $\rho=3,174$).

4. **BRT1842.** Sistema doble en Lepus que cuenta con tres mediciones, la última de 1999 ($\theta=264$, $\rho=3,925$).

5. **FIN 387.** Sistema doble en Pictoris de espectros F0 IV/V. La primaria es identificada como HD42079/SAO234300/DM-58 616. Movimientos propios incompatibles.

6. **DON 118.** Sistema doble en Columba. La primaria es HIP27974/HD40154. El espectro de la pri-

maria es G3 V, muy similar a nuestro sol. Cuenta con una sola medición del año 1991 ($\theta=103$, $\rho=1,650$). Movimientos propios muy similares. Interesante es realizar un estudio profundo para caracterizar a este par.

7. **RST3440.** Una doble con escasa información en la literatura profesional. Su única medición data de 1965 ($\theta=248$; $\rho=1,12$).

8. **B 2599.** Doble en Lepus con movimientos propios compatibles de espectro A5. Cuenta con tres mediciones oficiales, la última de 1999 ($\theta=310$; $\rho=9,272$).

9. **B 2106.** Sistema doble en Lepus. La primaria es HIP29398/HD42814 de espectro K1 III. Cuenta con 3 mediciones oficiales, la última de 1999 ($\theta=352$; $\rho=10,421$).

10. **BRT1387 AB.** Sistema doble en Lepus con escasos datos en la literatura profesional. Sus movimientos propios son incompatibles. Cuenta con 5 mediciones, la última de 1999 ($\theta=201$; $\rho=6,272$).

11. **HJ 3838.** Estrella doble en Doradus, movimientos propios incompatibles. No hay más referencias que la astrometría relativa, última medición en

1998 (Theta=308, Rho=10,5).

12. **BRT2870 AB**. Doble en Canis Maior carece de información relevante, su cinemática es totalmente incompatible. Su última medición oficial data de 1999 (Theta=300; Rho=3,679).

13. **BRT2646**. Doble en Lepus, sin movimientos propios registrados. Su última medición oficial data de 1999 (Theta=78; Rho=4,11).

14. **SEE 74 CD**. Sistema cuádruple en Canis Maior, pero en este trabajo se incluye solamente al par CD. La última medición data de 1999 (Theta=345; Rho=4,569).

15. **BRT1397**. Doble en Canis Maior con movimientos propios incompatibles. Su última medición data de 1999 (Theta=38,60; Rho=4,149).

16. **BRT 307**. Doble con cinemática incompatible ubicada en Canis Majoris. Al igual que la doble anterior, existe muy poca información en la literatura profesional. Su última medida de 1999 (Theta=81; Rho=4,271).

17. **B 2774**. Doble ubicada en la constelación de Lupus con movimientos propios muy semejantes, lo que la haría interesante estudiarla en detalle para caracterizar este sistema. Cuenta solamente con dos

mediciones oficiales, la última de 1998 (Theta=177,50; Rho=12,464).

18. **RSS 346**. Doble en la constelación de Centaurus, no hay registros de los movimientos propios de la secundaria. Sus tipos espectrales son K1/K2 III. Cuenta con dos mediciones, la última de 1998 (Theta=293,10; Rho=9,898).

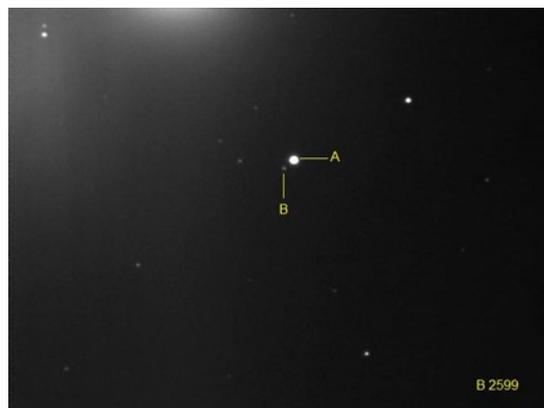
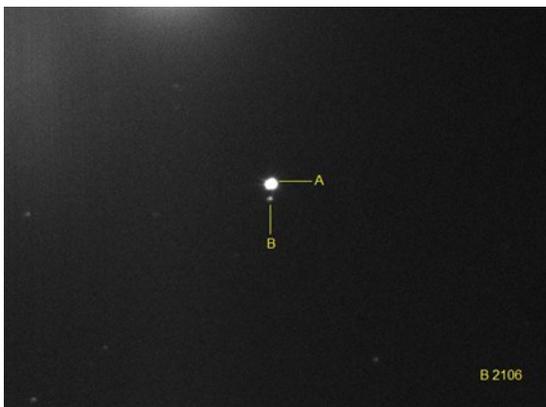
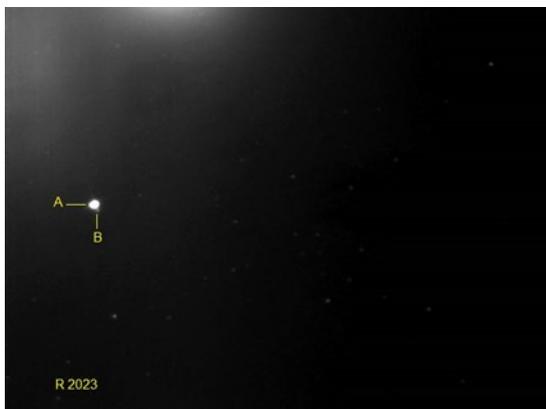
19. **B 2023**. Doble localizada en Centaurus. La primaria es identificada como HD 128695/SAO 241893/DM-55 6106 y su espectro es A3 V. Cuenta con una sola medición que data de 1932 (Theta=210; Rho=4,190).

20. **VOU 58**. Doble en Centaurus, la primaria es DM-56 6369. Su única medición data del año 1934 (Theta=281; Rho=4,940).

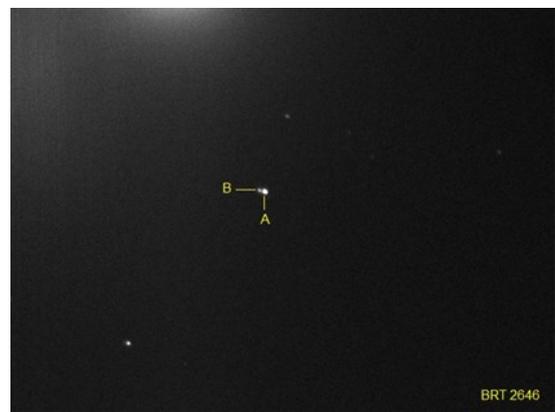
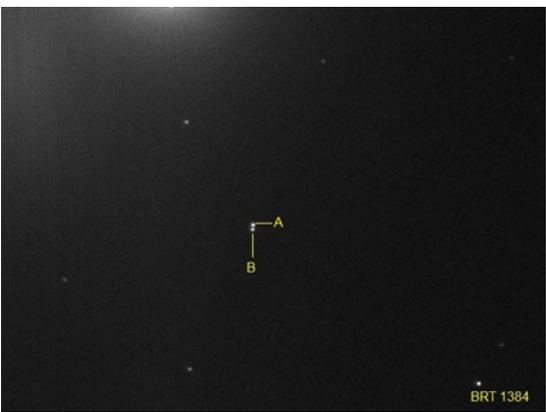
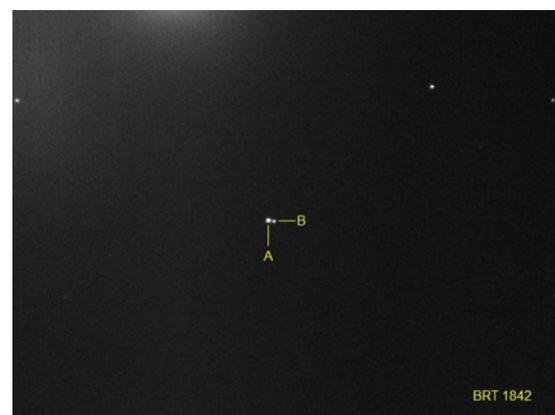
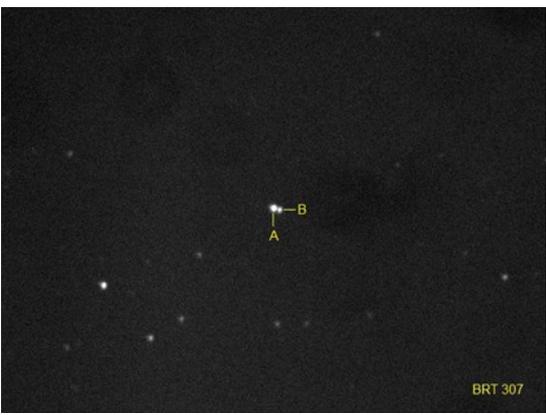
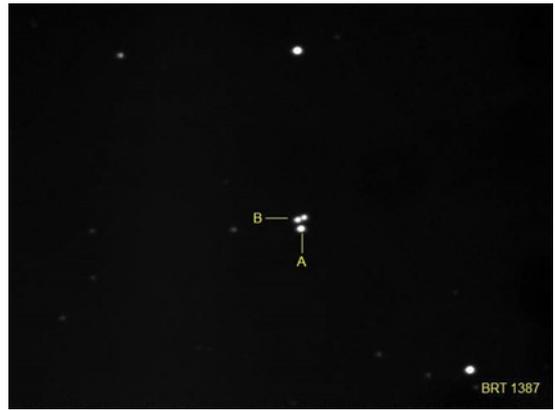
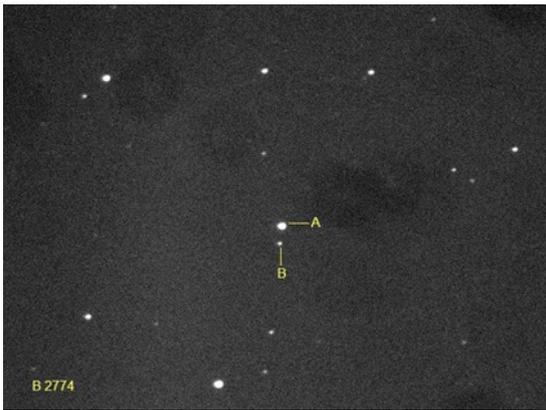
21. **JRN 12**. Doble en la constelación de Circinus. No hay información disponible en la literatura profesional. Su última medición data de 1998 (Theta=193; Rho=3,42).

22. **RST5010**. Doble localizada en la constelación de Lupus. La primaria se identifica como DM-45 9545. No hay información disponible en la literatura profesional, su última medición data de 1999 (Theta=4,20; Rho=3,33).

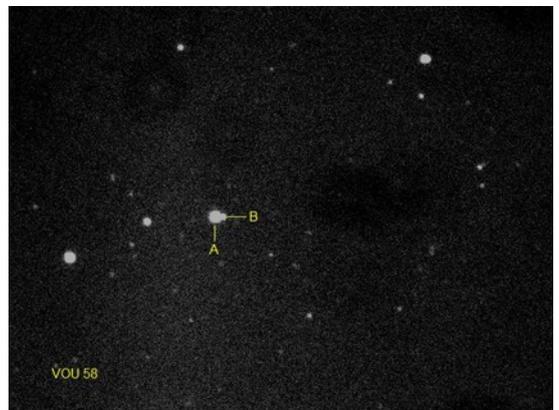
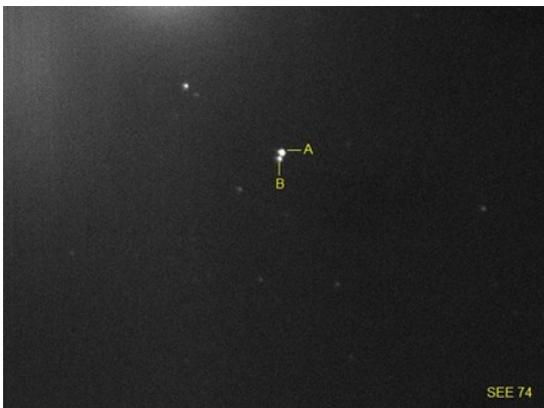
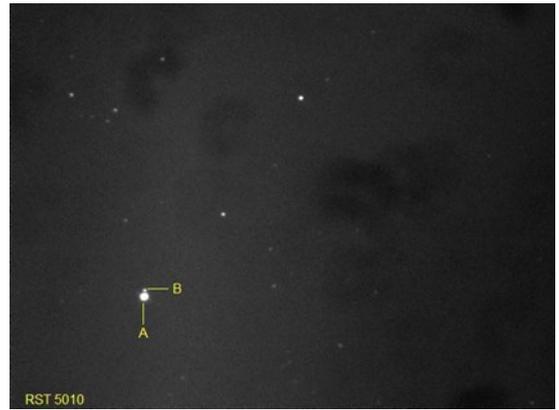
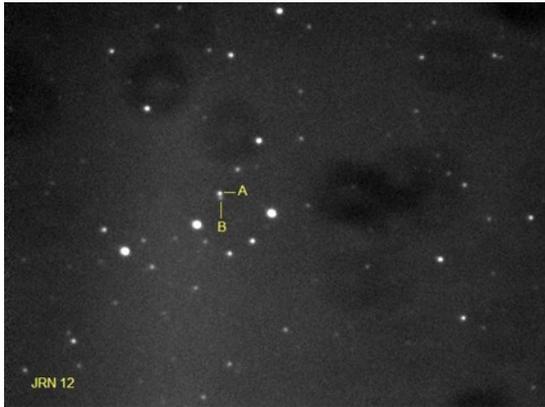
GALERÍA FOTOGRÁFICA



GALERÍA FOTOGRÁFICA (CONT.).



GALERÍA FOTOGRÁFICA (CONT.).



Medidas de sistemas cerrados con la técnica Lucky Imaging

Close Double Star measurements using Lucky Imaging technique

Lluís Ribé de Pont

- Agrupación Astronómica de Sabadell (AAS), Observatorio Viamar, Badalona (Barcelona) IAU MPC C84
- Correo-e: luisribedepont@gmail.com

Presentamos las medidas de sistemas dobles cerrados obtenidos con la técnica de *Lucky Imaging*.

We present close Double Stars measurements using Lucky Imaging technique.

1. Introducción.

HASTA HACE UNOS MESES he estado observando y midiendo estrellas dobles. Lo más cerrado a lo que he llegado han sido 6 segundos de arco. Para que mis medidas pudieran tener un interés científico, me he dedicado durante algunos años a los pares olvidados, que llevaban más de 50 años sin observarse. Pero tenía que dar un paso adelante y lograr mediciones de pares más cerrados y con mayor interés científico.

En septiembre del 2015 en el *IV International Pro-Am Meeting on Double & Multiple Stars* tuve la oportunidad de conocer a Rafael Benavides, experto en la técnica de *lucky imaging*. Me animó a dar ese salto y me transmitió sus experiencias.

2. Equipo.

He utilizado un telescopio Schmidt-Cassegrain *Celestron* de 203 mm, sobre una montura ecuatorial alemana computarizada CGEM de *Celestron*. La focal del telescopio es de 2030 mm f/10, pero la he alargado con una barlow x 2 pasando a f/20.

Las imágenes han sido tomadas con una DMK21AU618. Esta cámara contiene el sensor de Sony ICX618ALA, con un tamaño de píxel de 5,6 μm x 5,6 μm . He trabajado a foco primario con una resolución de 0,21"/píxel.

Para paliar la turbulencia he utilizado un filtro IR.

Como telescopio guía me he servido de un refractor de 60 mm EZ-60 con una distancia focal de 230 mm.

3. Obtención de imágenes.

Para localizar las estrellas dobles me he ayudado del telescopio guía al que he acoplado una cámara Luna QHY-5. La imagen obtenida la he visualizado en *PHD Guiding*, un conocido programa de guiado, que con la función "*Coarse Grid*" me presenta una retícula para situar la estrella y poder centrarla en el telescopio principal con facilidad.

Para capturar imágenes he utilizado *FireCapture*. Puede grabar tanto vídeos en formato AVI como imágenes en formato BMP y FIT. Yo trabajo con formato FIT. También permite grabar *subframes*, de modo que he seleccionado únicamente la parte donde sale la estrella.

Como las condiciones atmosféricas no suelen ser muy buenas y hay bastante turbulencia, capturo 3000 imágenes por cada sistema.

4. Calibración y reducción.

Para medir las estrellas abro las 3000 imágenes con *Reduc* y las ordeno en función de su calidad. Después, según su separación las mido de dos maneras. Para las menos cerradas utilizo la función "AutoReduc", seleccionando las 50 mejores imágenes.

nes, aunque puede variar según las condiciones atmosféricas de turbulencia. Para los pares más cerrados los hago manualmente: primero amplio la imagen mediante la función “QuadPx” y a continuación la mido con “Surface”.

5. Resultados.

En los casos de sistemas orbitales he comparado el valor observado por mí con el calculado por las efemérides. He incluido en el cuadro el grado de la órbita.

En la tabla de las medidas hago referencia al número de noches observadas.

6. Álbum fotográfico.

En la Tabla 3 se muestran las imágenes de los pares observados. Se han obtenido con la función “ELI” del programa *Reduc*. Son recortes de 128x128 píxeles. Todas las imágenes están orientadas con el norte arriba y el este a la izquierda.

7. Agradecimientos.

A Rafael Benavides por su estímulo y orientación en todo este trabajo y en animarme a trabajar con sistemas dobles más cerrados. También a Edgar R. Masa por sus orientaciones y apoyo. 

— Referencias

Argyle, R. W., *Observing and Measuring Visual Double Stars*, 2004.

Benavides Palencia, R., 2012, *Medición de 28 sistemas dobles usando Lucky Imaging*, El Observador de Estrellas Dobles, nº 9, 91-98.

Benavides Palencia, R., 2014, *Medidas de estrellas dobles mediante la técnica de lucky imaging con filtro IR*, El Observador de Estrellas Dobles, nº 12, 21-30.

Benavides Palencia, R., 2015, *Medidas de sistemas cerrados mediante la técnica Lucky Imaging con filtro IR Pass (Segunda serie)*, El Observador de Estrellas Dobles, nº 16, 50-71.

Benavides, R., González, J. L., Masa, E. R., *Observación de estrellas dobles*, MARCOMBO S. A., 2017, ISBN 978-84-267-2382-6

Hartkopf, W. I. *et al.*, *Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars*, U.S. Naval Observatory.

Hartkopf, W. I. *et al.*, *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars*, U. S. Naval Observatory.

Mason, B. D. *et al.*, *The Washington Double Star Catalog (WDS)*, U. S. Naval Observatory.

Para realizar este trabajo he usado los siguientes programas:

Firecapture v2.4.11: captura de imágenes. <http://www.firecapture.de/>

PHD Guiding versión 1.14.2: localización y centrado de las estrellas dobles. <http://www.starklabs.com/phdguiding.html>

TheSky 6: conectado con el telescopio para buscar los sistemas dobles. <http://www.bisque.com>

Reduc versión 5 Beta Vilanova: medida y apilado de los sistemas dobles. <http://www.astrosurf.com/hfosaf/>

Este trabajo ha hecho uso del *Washington Double Star Catalog*, *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars* y del *Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars*, todos ellos mantenidos por el Observatorio Naval de los Estados Unidos.

WDS	DESCUBRIDOR	ÉPOCA	O-C RHO	O-C THETA	GRADO
07128+2713	STF 1037 AB	2016,192	0,062	-0,81	2
07346+3153	STF 1110 AB	2016,192	-0,114	-0,47	3
08122+1739	STF 1196 AB	2016,192	0,055	-3,91	1
08122+1739	STF 1196 AB, C	2016,192	-0,201	-0,4	4
09210+3811	STF 1338 AB	2016,192	0,133	-4,21	3
09285+0903	STF 1356	2016,192	0,133	-1,01	2
11182+3132	STF 1523 AB	2016,192	0,002	-2,4	1
17053+5428	STF 2130 AB	2016,471	0,002	-0,69	4
17146+1423	STF 2140 AB	2016,474	0,123	-0,37	4
18055+0230	STF 2272 AB	2016,471	0,099	-0,21	1
18443+3940	STF 2382 AB	2016,474	-0,073	0,11	4
18443+3946	STF 2383 CD	2016,474	-0,022	0,1	4

Tabla 1. Residuos O-C de los sistemas orbitales observados. Para Theta el valor se ofrece en grados y para Rho en segundos de arco.

TABLA 2. ESTRELLAS DOBLES OBSERVADAS.

WDS	DESC	M1	M2	RHO	σ RHO	THETA	σ THETA	ÉPOCA	Nº	NOTAS
07057+5245	STF 1009 AB	6,9	7,1	4,374	0,071	147,61	0,52	2016,192	1	1
07128+2713	STF 1037 AB	7,2	7,2	0,983	0,042	304,59	0,54	2016,192	1	2
07346+3153	STF 1110 AB	1,9	2,9	4,995	0,09	53,73	0,47	2016,192	1	3
08056+2732	STF 1177	6,6	7,4	3,52	0,078	349,59	0,46	2016,192	1	4
08122+1739	STF 1196 AB, C	4,92	5,85	5,727	0,077	65,4	0,5	2016,192	1	5
08122+1739	STF 1196 AC	4,6	5,15	6,126	0,075	61,34	0,6	2016,192	1	6
08122+1739	STF 1196 BC	6	6,2	5,4	0,076	68,39	0,52	2016,192	1	7
08542+3035	STF 1291 AB	6,1	6,4	1,483	0,061	310,64	0,48	2016,192	1	8
09074+2259	STF 1311 AB	7,3	7,3	7,662	0,085	199,17	0,45	2016,192	1	9
09184+3022	STF 1333	6,6	6,8	1,893	0,074	49,45	0,51	2016,192	1	10
09210+3811	STF 1338 AB	6,8	7	1,136	0,043	310,59	0,57	2016,192	1	11
09245+0621	STF 1348 AB	7,6	7,6	1,912	0,108	314,18	0,45	2016,192	1	12
09273+0614	STF 1355	7,5	7,5	1,728	0,097	354,75	0,59	2016,192	1	13
09285+0903	STF 1356	5,9	6,2	0,964	0,041	109,49	0,66	2016,192	1	14
10556+2445	STF 1487 AB	4,4	6,3	6,468	0,083	113,28	0,5	2016,192	1	15
11182+3132	STF 1523 AB	4,3	4,5	1,848	0,061	169,16	0,5	2016,192	1	16
11347+2747	STF 1552 AB	6,2	7,1	3,534	0,084	208,69	0,54	2016,192	1	17
16362+5255	STF 2078 AB	5,3	6,4	3,086	0,064	103,43	0,45	2016,474	2	18
17020+0827	STF 2114	6,5	7,7	1,304	0,09	194,39	0,84	2016,471	1	19
17053+5428	STF 2130 AB	5,8	5,8	2,518	0,06	1,21	0,51	2016,471	1	20
17146+1423	STF 2140 AB	5	6,1	4,765	0,081	102,53	0,42	2016,474	1	21
17237+3709	STF 2161 AB	4,4	5,3	4,091	0,063	320,15	0,48	2016,471	1	22
17564+1820	STF 2245 AB	7,4	7,4	2,537	0,067	291,19	0,51	2016,471	2	23
18015+2136	STF 2264	4,9	5,3	6,361	0,085	256,66	0,46	2016,471	1	24
18055+0230	STF 2272 AB	4	5	6,456	0,068	124,99	0,44	2016,471	1	25
18057+1200	STF 2276 AB	7,3	7,7	6,955	0,068	256,82	0,47	2016,471	2	26
18078+2606	STF 2280 AB	5,8	5,9	14,293	0,066	182,88	0,37	2016,471	2	27
18272+0012	STF 2316 AB	5,4	7,6	3,697	0,0955	320,36	0,45	2016,474	1	28
18362+4117	STF 2351	7,6	7,7	5,012	0,071	160,29	0,51	2016,474	1	29
18389+5221	STF 2368 AB	7,6	7,9	1,898	0,058	320,24	0,52	2016,474	1	30
18421+3445	STF 2372 AB	6,3	7,6	24,854	0,091	81,91	0,33	2016,474	1	31
18443+3940	STF 2382 AB	5,1	6	2,264	0,06	345,71	0,39	2016,474	1	32
18443+3946	STF 2383 CD	5,1	5,4	2,365	0,058	75,7	0,49	2016,474	1	33
18455+0530	STF 2375 AB	6,5	6,6	2,545	0,052	120	0,45	2016,474	1	34
18465-0058	STF 2379 AB	6	7,3	12,491	0,08	120,87	0,5	2016,474	1	35

Notas

1. STF 1009 AB. Clase espectral A0.
2. STF 1037 AB. Sistema orbital con un periodo de 118 años y de grado 2. Está a 138 años-luz. Clase espectral F8V.
3. STF 1110 AB. Castor. Sistema orbital con un periodo de 458 años y de grado 3. Está a 50,89 años-luz. Las clases espectrales son A1V y A4Vm.
4. STF 1177. 17 Cnc. Clase espectral B9V.
5. STF 1196 AB, C. Sistema orbital con un periodo de 1115 años y grado 4. Está a 81 años luz. Clase espectral F8V.
6. STF 1196 AC. Clase espectral F8V. Está a 81 años-luz.
7. STF 1196 BC. Clase espectral F8V. Está a 81 años-luz.

8. STF 1291 AB. 57 Cnc. Clase espectral G7III. Está a 461 años-luz.

9. STF 1311 AB. Clases espectrales F4V y F5V. Está a 189 años-luz.

10. STF 1333. Clase espectral A8V. Está a 283 años-luz.

11. STF 1338 AB. Sistema orbital con un período de 303 años y grado 3. Está a 139 años-luz. Las clases espectrales son F2V y F4V. El AP en el intervalo de años entre 2010 y 2013 ha subido 5 grados. De 2013 a 2016 otros 5 grados, dando el resultado que hemos obtenido.

12. STF 1348 AB. Clase espectral F7V. Está a 232 años-luz.

13. STF 1355. Sistema orbital con un período de 591 años y grado 4. Está a 177 años luz. El espectro es F7V.

14. STF 1356. Omega Leo. Sistema orbital con un periodo de 117 años y grado 2. Está a 108 años-luz. Clase espectral F9IV.

15. STF 1487. 54 Leo. Las clases espectrales son A1V Y AVn. Está a 286 años-luz.

16. STF 1523 AB. Alula Australis. Sistema orbital con un periodo de 60 años y grado 1. Está a 34 años-luz. Sistemas espectrales F9V y G9V.

17. STF 1552 AB. 90 Leo. Clases espectrales B4V y B9V. Está a 1896 años-luz

18. STF 2078 AB. 17 Dra. Clase espectral B9,5V. Está a 412 años-luz.

19. STF 2114. Clase espectral A4V. Está a 395 años-luz.

20 STF 2130 AB. Arrakis. Sistema orbital con un período de 812 años y grado 4. Está a 89 años-luz. Clase espectral F7V.

21. STF 2140 AB. Rasalgethi. Sistema orbital con periodo de 3600 años y grado 4. Está a 359 años-luz. Clases espectrales M5 y Ib-II

22. STF 2161 AB. Rho Her. Clase espectral B9,5III. Está a 395 años-luz.

23. STF 2245 AB. Clase espectral A0III. Está a 786 años-luz.

24. STF 2264. 95 Her. Clase espectral A5IIIIn. Está a 417 años-luz.

25. STF 2272 AB. 70 Oph. Sistema orbital con un periodo de 88 años y grado 1. Está a 16 años-luz. Las clases espectrales son K0V y K4V.

26. STF 2276 AB. Espectro A7p. Está a 450 años-luz. En 2014 Theta era de 265,7 grados y en las dos mediciones que he realizado es de 256,82 grados. Aunque la diferencia es grande, nuestra medida parece que es correcta.

27. STF 2280 AB. 100 Her. Espectro A3V. Está a 161 años-luz.

28. STF 2316 AB. 59 Ser. Clases espectrales G0III y A6V. Está a 469 años-luz.

29. STF 2351. Clases espectrales A1V y A0V. Está a 676 años-luz.

30. STF 2368 AB. Clase espectral A3. Está a 858 años-luz.

31. STF 2372 AB. Clase espectral B5V. Está a 1489 años-luz.

32. STF 2382 AB. Eps 1 Lyr. Sistema orbital con un período de 1725 años y grado 4. Está a 162 años-luz. Las clases espectrales son A4V y F1V.

33. STF 2382 CD. Eps 2 Lyr. Sistema orbital con un periodo de 724 años y grado 4. Está a 155 años-luz. Las clases espectrales son A8Vn y F0Vn.

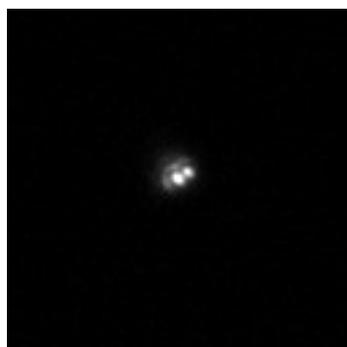
34. STF 2375 AB. Clase espectral A1V. Está a 615 años-luz.

35. STF 2379. 5 Aql. Clase espectral A2V.

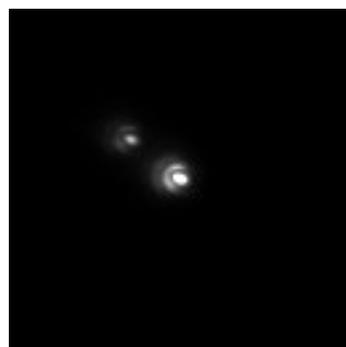
TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



STF 1009 AB



STF 1037 AB



STF 1110 AB

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



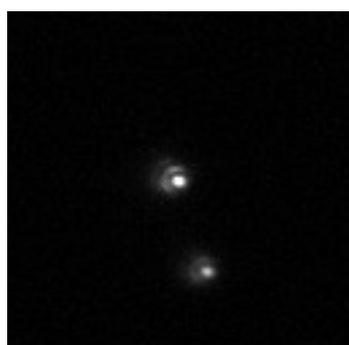
STF 1177



STF 1196



STF 1291 AB



STF 1311 AB



STF 1333



STF 1338 AB



STF 1348 AB



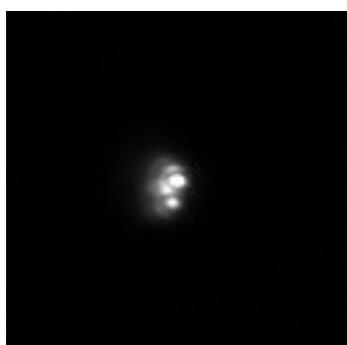
STF 1355



STF 1356



STF 1487 AB



STF 1523 AB



STF 1552 AB

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



STF 2078 AB



STF 2114



STF 2130



STF 2140 AB



STF 2161 AB



STF 2245 AB



STF 2264



STF 2272 AB



STF 2276 AB



STF 2280 AB



STF 23016 AB

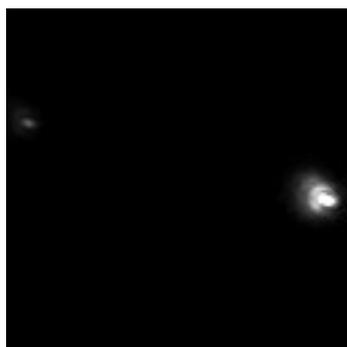


STF 2351

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



STF 2368 AB



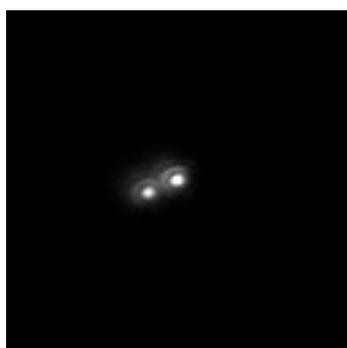
STF 2372 AB



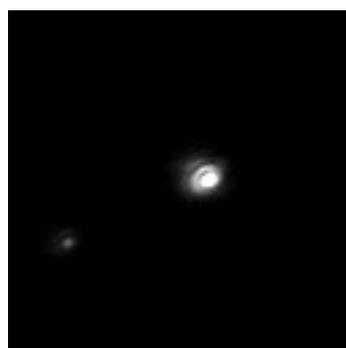
STF 2382 AB



STF 2383 CD



STF 2375 AB



STF 2379 AB

Usando los datos de GAIA DR1: la binaria STF 496BC

Using GAIA DR1 Data: the binary system STF 496BC

Francisco M. Rica Romero

- Foro Extremeño de Astronomía (FEXDA)
- Correo-e: frica0@gmail.com

Tras la publicación de GAIA-DR1 (la primera versión de GAIA) el autor decidió utilizar su paralaje trigonométrica y movimientos propios para revisar los estudios que la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA realizó durante el año 2002. Para la mayoría de las dobles no hay todavía datos en esta primera versión de GAIA para ambas componentes. Pero aún así, en este trabajo incluimos información de varias parejas que resultaron ser ópticas. El protagonista principal de este trabajo es el re-estudio de la doble STF 496 BC, la cual resultó ser física, en contra de lo que concluimos en el año 2002. Los pares AB y AC son ópticos.

After publication of GAIA-DR1 (the first release of GAIA) the author decided to use the parallax and proper motion to review the double stars studied by LIADA's Double Star Section during 2002. Most of the pairs are not listed in GAIA-DR1 for both stellar components but in this work I include data for some optical pairs. The main protagonist in this work is the new study of the STF 496 BC, a pair of stars that results in a bound nature, and that was classified as optical in 2002. The pairs AB and AC are optical.

I. Introducción.

LA SONDA ESPACIAL GAIA fue lanzada por la Agencia Espacial Europea (ESA) el 19 de Diciembre de 2013. Es una misión astrométrica sucesora de la famosa misión *Hipparcos* también de la ESA. Obtendrá un catá-

logo de 1000 millones de estrellas (hasta magnitud $V=20$ aproximadamente) con soluciones astrométricas de 5 parámetros, es decir, coordenadas AR y DEC, movimientos propios, paralaje y velocidad radial entre otras cosas. Tras varios años de operación, la precisión alcanzada por GAIA no tendrá precedentes. Sin duda

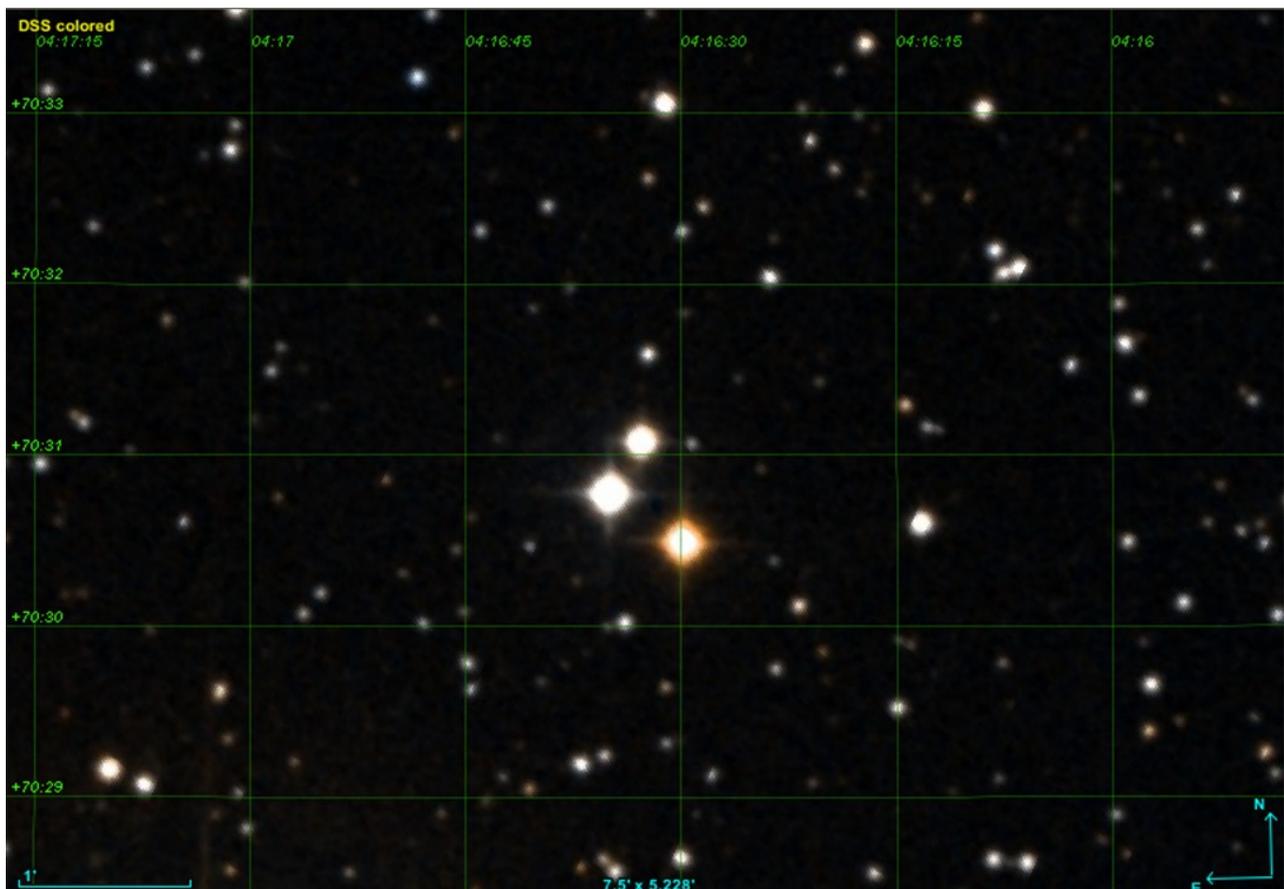


Figura 1. El sistema binario STF 496 (las tres estrellas brillantes del centro). Imagen del DSS mostrada desde la herramienta Aladin.

alguna habrá un antes y un después en la astronomía.

Mientras se obtienen los resultados finales de GAIA (esperados para después del 2020), se publicarán versiones intermedias (provisionales y con menor precisión) de datos astrométricos; la primera de estas versiones, la GAIA DR1 (Lindegren *et al.* 2016), se publicó a mediados de septiembre de 2016. Esta versión proporciona soluciones astrométricas completas para las estrellas de los catálogos *Hipparcos* y *Tycho-2* (2 millones de fuentes). Por ello, esta primera versión se llama también TGAS (por Tycho-Gaia Astrometric Solutions). Las precisiones medias para las posiciones y paralajes son de 0,32 milisegundos de arco (mas). Además, las paralajes cuentan también con un error sistemático de $\pm 0,3$ mas. El error medio para los movimientos propios es de 1,3 mas/año.

Este es el primer artículo publicado en OED que hace uso de esta primera versión de GAIA. Y en este caso he querido reanalizar las estrellas dobles estudiadas por la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA en el año 2002 –datos publicados en la revista americana JDSO (Rica, 2005). Si bien para muchas de las dobles estudiadas no se dispone de datos en TGAS, para un pequeño número de ellas sí se ha podido obtener información en dicha fuente. En este trabajo nos centraremos principalmente en la doble WDS 04166+7030 (= STF 496 BC).

2. STF 496 en el estudio del año 2002.

En el año 2005 publiqué un artículo en el JDSO (Vol. 1, pág. 24) donde daba a conocer los resultados observacionales de la LIADA obtenidos en el 2002 (<http://www.jdso.org/volume1/number2/Romero1.pdf>). Entre la lista de dobles medidas y estudiadas, aparecía STF 496 BC (= WDS 04166-7030) compuesta por estrellas de magnitud 10,8 y 11,9 separadas por unos 21". Este es el resultado del estudio del 2002:

” STF 496 BC (=WDS 04166+7030): [$\theta=329^{\circ}$ y $\rho=21''44$ en 1994,025]. Compuesto por dos estrellas de magnitudes $V=10m83$ y $B-V=+0,59$ y $V=11m92$ y $B-V=+1,02$ [Tycho-2 y WDS] cuyo descubrimiento se realizó en 1830 ($\theta=330^{\circ}$ y $\rho=18''0$). Desde su descubrimiento se han realizado 3 mediciones oficiales, siendo la última la realizada en 1991 por el satélite Hipparcos (329° y $21''7$). Desde su descubrimiento θ ha disminuido 1° mientras que π ha aumentado más de $3''$.

Por aquel entonces clasificamos a las estrellas como de tipo espectral F5V y K0V y de naturaleza posiblemente óptica. Desconozco si en esa época disponíamos de movimientos propios ya que basta con mirar los datos del WDS (figura 2) para comprobar que ambas estrellas disponen de unos movimientos propios comunes, sugiriendo posible relación física.

3. Un nuevo estudio usando GAIA-DR1.

Como vemos en los datos del *Washington Double Star Catalog* (en adelante WDS; Mason *et al.* 2001) y en otras tablas de datos astrométricos, las componentes B y C del sistema STF 496 son las únicas que podrían estar relacionadas físicamente, al presentar movimientos propios comunes. En el GAIA-DR1 aparecen tres componentes del sistema STF 496 (figura 3): la componente A (TYC 4332-735-1), la componente B (TYC 4332-1046-1) y la C (TYC 4332-869-1). Los datos de TGAS confirman que las componentes B y C tienen paralajes trigonométricos iguales (dentro de los márgenes de error) y que la componente A está mucho más lejos y por tanto no tiene relación física ni con B ni con C. Los movimientos propios concuerdan bastante con los listados en el WDS.

En la tabla 1 presento todos los datos fotométricos y astrofísicos obtenidos en la literatura además de los datos en este trabajo.

Partiendo de la paralaje trigonométrica listada en TGAS, hemos obtenido el enrojecimiento interestelar para las componentes B y C. Para ello utilizamos las estimaciones de la extinción del polvo galáctico determinadas por Schlafly and Finkbeiner (2011) e implementadas desde la web “Galactic Dust Reddening”^[1]. Esta web calcula el enrojecimiento en la línea de visión (o sea para una estrella fuera de nuestra galaxia), por lo que es necesario escalarlo para la distancia a la que se encuentra la estrella, y para ello utilizamos la ley exponencial de Anthony-Twarog & Twarog (1994).

En base a los datos del APASS y de TGAS, la primaria es una estrella enana de tipo espectral F6/7V. La naturaleza de la componente C no está tan clara. La

WDS	Disc	Comp	Obs1	Obs2	Nobs	pa1	pa2	sep1	sep2	mag1	mag2	SpType	pmRA1	pmDE1	pmRA2	pmDE2	DM
			yr	yr		deg	deg	arcsec	arcsec	mag	mag		mas/yr	mas/yr	mas/yr	mas/yr	
04166+7030	STF 496	AB	1906	2012	9	48	58	31.7	30.80	11.33	10.89		-2	-3	18	-43	
04166+7030	STF 496	AC	1831	2012	9	42	24	35.0	37.70	11.33	12.03		-2	-3	18	-43	
04166+7030	STF 496	AD	1906	2003	4	138	140	263.3	264.60	11.33	7.69	+K2	-2	-3	13	-20	+70 286
04166+7030	STF 496	BC	1831	2012	9	330	329	18.0	21.40	10.89	12.03		18	-43	18	-43	

Figura 2. Datos del catálogo WDS para el sistema STF 496. Resaltamos los movimientos propios de las componentes B y C.

Full	r	RAJ2000	DEJ2000	HIP	RA ICRS	DE ICRS	Plx	e	pmRA	e	pmDE	e	Dup	<FG>	e	<Gmag>	Var	TYC	BTmag	VTmag
mag	arcmin	"h:m:s"	"d:m:s"	deg	deg	deg	mas	mas	mas/yr	(μ)	mas/yr	(μ)	mas	mag	mag	mag	mag	mag	mag	mag
10.0001	04 16 29.935	+70 30 28.83		064.1247076866	+70.5079978741	0.23 0.32	-1.625	0.653	-2.311	0.851	1	1579450.90864	1986.10231	10.029	NOT_AVAILABLE	4332-735-1	13.578	11.331		
2.05139	04 16 35.116	+70 30 45.61		064.1465592251	+70.5124946096	4.52 0.23	19.474	0.595	-42.041	0.762	1	893102.91998	1541.97426	10.648	NOT_AVAILABLE	4332-1046-1	11.580	10.892		
3.06277	04 16 32.899	+70 31 03.94		064.1373419057	+70.5175749607	4.30 0.28	21.071	0.933	-44.990	0.872	1	342555.41419	221.30783	11.688	NOT_AVAILABLE	4332-869-1	13.231	12.029		

Figura 3. Datos de Gaia-DR1 para el sistema STF 496 (componentes A, B y C).

#SpT	Teff	BCv	Mv	logL	U-B	B-V	V-Ic	V-Ks	J-H	H-K	Ks-W1	Msun	log Age	M J	M K	Mbol
G9V	5340	-0,17	5,55	-0,25	0,358	0,777	0,82	1,861	0,365	0,087	0,029	0,91	...	4,14	3,69	5,38

#Sp	Teff	BCv	Mv	logL	U-B	B-V	V-Ic	V-Ks	J-H	H-K	Ks-W	Msun	log A _v	M	M	Mb	
O9V	34000	-3,16	-4	4,77	-1,114	-0,311	-0,369	-1	-0,164	-0,071	...	21	6,6	*	-3,44	-3,2	-7,16
O9,5V	32000	-3,02	-3,9	4,67	-1,087	-0,305	-0,361	-0,977	-0,161	-0,069	...	20	6,7	*	-3,25	-3,02	-6,92
B0V	31500	-2,99	-3,8	4,65	-1,07	-0,3	-0,355	-0,961	-0,159	-0,068	...	17,7	6,8	*	-3,17	-2,94	-6,79

Figura4. Recorte de la tabla astrofísica de E. Mamajek integrada en la herramienta Excel "Mamajek Tool v1.3".

magnitud absoluta calculada con la paralaje de TGAS corresponde con una estrella G2 de la secuencia principal. Pero los colores del Tycho-2 (el catálogo APASS no lista sus datos) corresponden con una estrella enana de tipo K2. Mientras que los colores $J-H$ y $H-K$ indican que es una G9V/K0V y el color $V-K$ una G8V.

Para aprovechar toda la información fotométrica simultáneamente, utilizamos mi hoja Excel "Mamajek Tool v1.3" que utiliza la tabla del astrofísico E. Mamajek [2] (figura 4) donde podemos relacionar varios colores fotométricos con datos astrofísicos (tipo espectral, temperatura efectiva, masas y magnitudes absolutas) para estrellas de la secuencia principal. Como dato de entrada necesita los datos fotométricos de la estrella (usamos la fotometría B y V del Tycho-2 transformada a la estándar y la fotometría J , H y K del 2MASS) así como información del enrojecimiento en la línea de visión. La herramienta Excel, de forma iterativa y semi-automática determina qué entrada de la tabla de Mamajek corresponde, con menor residuo, a la estrella en estudio. Además de los datos astrofísicos citados anteriormente, también proporciona la distancia fotométrica y enrojecimiento interestelar de la estrella. Nuestro resultado indica que la componente C es una enana G9V con $T_{\text{eff}} = 5300\text{-}5400$ K [3].

Tabla 1. Datos astrofísicos de las componentes de STF 496 BC.

	COMPONENTE B	FUENTE	COMPONENTE C	FUENTE
V	10,819 ± 0,022	APASS	11,92 ± 0,13	Tycho-2 ¹
Vo ²	10,51 ± 0,03	Este trabajo	11,61 ± 0,13	Este trabajo
K	9,429 ± 0,022	2MASS	9,909 ± 0,020	2MASS
Ko ²	9,40 ± 0,03	Este trabajo	9,88 ± 0,03	Este trabajo
B-V	+0,584 ± 0,022	APASS	+1,02 ± 0,21	Tycho-2 ¹
π (msa)	4,52 ± 0,23	TGAS	4,30 ± 0,28	TGAS
Distancia (pc) ⁴	221 ⁺²⁰ ₋₁₇	Este trabajo	233 ⁺²⁵ ₋₂₀	Este trabajo
(Mv)o	3,78 ± 0,18	Este trabajo	4,78 ± 0,25	Este trabajo
Tipo Espectral	F6/7V	Este trabajo	G8V	Este trabajo
E(B-V)	0,09	Este trabajo	0,09	Este trabajo
A _v	0,31	Este trabajo	0,31	Este trabajo
A _k ³	0,03	Este trabajo	0,03	Este trabajo
Mp(AR) [msa/año]	19,5 ± 0,6	TGAS	21,1 ± 0,9	TGAS
Mp(DEC) [msa/año]	-42,0 ± 0,8	TGAS	-45,0 ± 0,9	TGAS
Mp(AR) [msa/año]	18,3 ± 0,6	UCAC4	18,4 ± 3,0	UCAC4
Mp(DEC) [msa/año]	-43,0 ± 0,6	UCAC4	-42,8 ± 0,6	UCAC4

- (1) Transformado al sistema estándar.
- (2) Vo y Ko son las mag. V y K corregidas por el enrojecimiento.
- (3) A_k = 0,31 E(B-V).
- (4) Error sistemático en la paralaje, aplicado en las distancias.

4. Análisis de la componente C con la herramienta VOSA.

Se usó la herramienta *Virtual Observatory SED Analyzer* (VOSA) versión 5.0 (Bayo *et al.* 2008) para caracterizar a la componente C. Esta excelente aplicación pertenece al *Spanish Virtual Observatory* (SVO) y ya tiene integrados los datos del GAIA-DR1. Los datos fotométricos usados son los listados en el Tycho-2, 2MASS, GAIA-DR1 y WISE (en total 9 puntos fotométricos) a los que les aplicamos el enrojecimiento obtenido en este trabajo. Utilizamos el modelo BT-Settl con los rangos de parámetros $T_{\text{eff}} = [5300,5900]$ K (temperatura típica de una enana G), $\log g = [4,0 - 5,0]$ y metalicidad solar. El ajuste de la distribución espectral de energía (SED) realizado por VOSA y mostrado en la figura 5, arroja un resultado de $T_{\text{eff}} = 5400 \pm 100$ K y $\log g = 5,0$ (aunque valores entre 4,0 y 4,5 son casi igual de probables). Esta gravedad superficial es más bien típica de estrellas de baja masa y es excesiva para nuestra componente C. Por tanto, probablemente $\log g$ sea más bien 4,5. La temperatura efectiva corresponde con estrellas enanas de tipo G8V y masa 0,9 (para una edad de 1 Giga-año, la edad probable de la componente B –ver apartado siguiente–).

5. Usando isócronas de evolución.

Para determinar los estados evolucionarios de las estrellas B y C, utilizamos la interface web CMD (Color Magnitude Diagram) 2.8 [4], que permite usar las isócronas PARSEC (Bressan *et al.* 2012) versión 1.2S con el sistema fotométrico UBVR1JK (Bessell 1990; Maíz-Apellániz 2006). En la figura 6 se muestran isócronas evolucionarias de 1, 2 y 3 Giga-años de edad (ambas con metalicidad solar asumida) usando los colores $V-K$. Las componentes B y C se muestran con círculos rellenos junto con sus barras de error tanto en color $V-K$ como en magnitud absoluta. Los errores de las magnitudes absolutas se han calculado de forma cuadrática con los errores deriva-

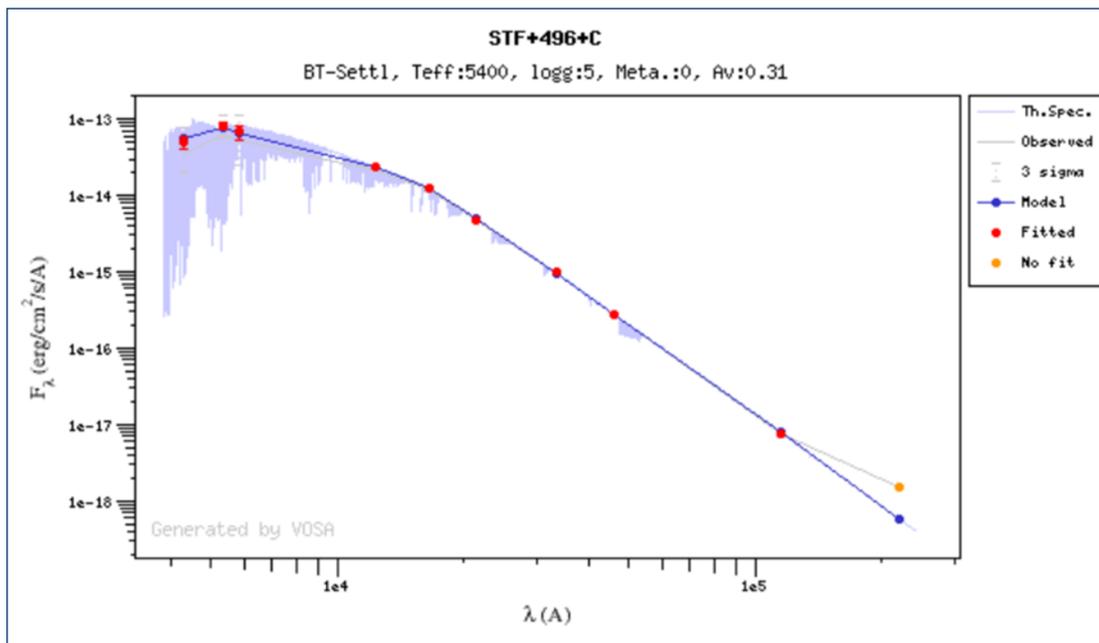


Figura 5. Diagrama de distribución espectral de energía (SED) obtenido con la herramienta VOSA. Interpuesto aparece un espectro sintético. Los puntos fotométricos son: B y V (del Tycho-2), G de GAIA-DR1, JHK del 2MASS y W1 al W4 del WISE.

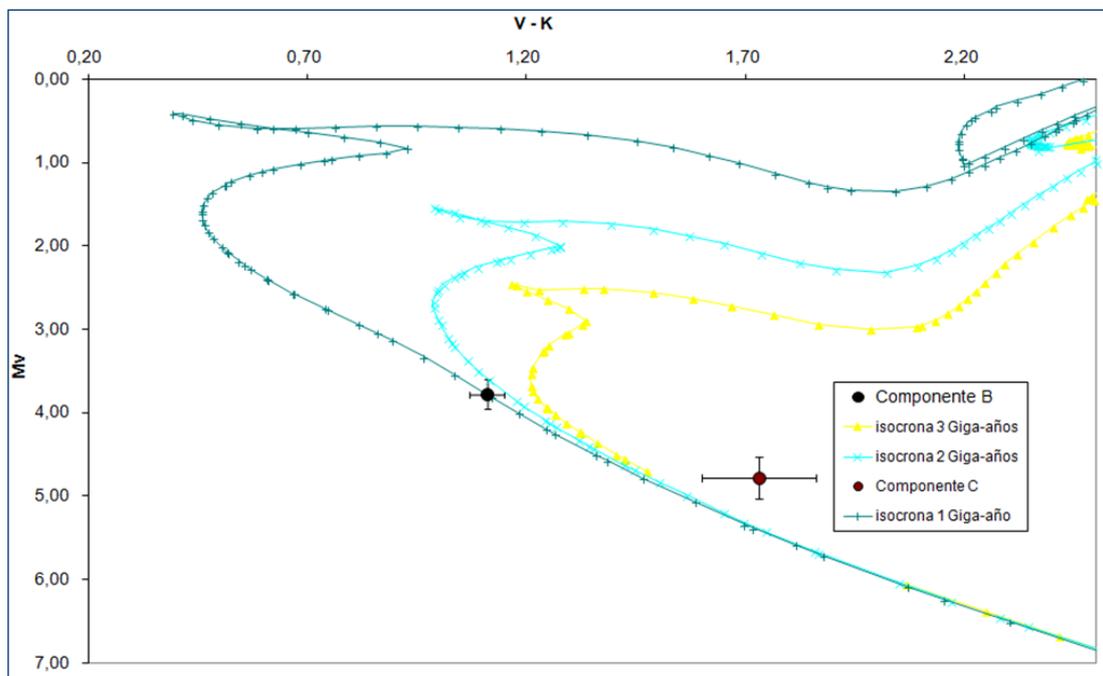


Figura 6. Isócronas obtenidas con el interface web CMD para edades de 1, 2 y 3 Giga-años. Los círculos rellenos (junto con sus barras de error) son las componentes B y C.

dos de la paralaje trigonométrica y los de la fotometría V .

La componente B tiene datos fotométricos de buena calidad y su posición coincide con isócronas de una edad de 1 Giga-año aproximadamente. Inicialmente utilicé los colores $B-V$ en mi análisis isocronal. Pero el análisis de la componente C resultó complicado por los importantes errores fotométricos del catálogo Tycho-2. Por ello, finalmente, mi análisis se basó en los colores $V-K$ ya que los errores eran bastante menores para la componente C. Vemos como la componente C es 0,6 magnitudes más brillante que lo que

le corresponde a su color $V-K$. Bastaría con hacer el color $V-K$ más caliente por un valor 1s y menos luminosa también por un valor 1s en M_v , para llevar a la componente C a una posición esperada. Pero también existe otra posibilidad. Si la componente C fuera una binaria no resuelta de componentes más o menos gemelas, entonces cada componente de esa binaria no resuelta tendría una magnitud absoluta muy similar a la esperada. Sugiero por tanto, que la componente C podría ser una binaria no resuelta. Este hecho no es nada raro ya que se calcula que el 20-30% de las binarias conocidas podrían ser sistemas triples con subcomponentes cerradas. ©

— Referencias

Anthony-Twarog B. J., Twarog B. A. 1994, AJ, 107, 1577

Bayo, A., Rodrigo, C., Barrado y Navascués, D., Solano, E., Gutiérrez, R., Morales-Calderón, M., Allard, F. 2008, A&A, 492, 277

Bessell, M. S. 1990 PASP, 102, 1181

Bressan, A., Marigo, P., Girardi, L., et al. 2012, MNRAS, 427, 127

Lindgren, L., Lammers, U., Bastian, U., et al. 2016, ArXiv e-prints, arXiv:1609.04303

Maíz-Apellániz, J. 2006, AJ, 131, 1184

Mason B. D., Wycoff G. L., Hartkopf W. I., Douglas G. G., Worley C. E., 2001, AJ, 122, 3466

Rica, F., 2005, JDSO, 1, 24

Schlafly, E.F. & Finkbeiner, D.P. 2011, ApJ 737, 103

— Notas

[1] <http://irsa.ipac.caltech.edu/applications/DUST/>

[2] “A Modern Mean Stellar Color and Effective Temperature Sequence for O9V-Y0V Dwarf Stars”, versión de febrero de 2013, http://www.pas.rochester.edu/~emamajek/EEM_dwarf_UBVIJHK_colors_Teff.dat

[3] En el estudio realizado en el año 2002, clasificamos a esta pareja como estrellas F5V y K0V.

[4] <http://stev.oapd.inaf.it/cgi-bin/cmd>

ANEXO I. PARES ÓPTICOS.

Algunos pares de estrellas estudiados por la LIADA durante el año 2002 tenían entradas en el nuevo catálogo GAIA-DR1 y en base a los movimientos propios y paralajes trigonométricas de sus componentes concluimos que son pares ópticos.

Tabla 2. Componentes de dobles ópticas.

WDS	COMP.	Mag. WDS	θ (°)	ρ (")	Año	π (mas)	$\mu(\alpha)$ (mas/año)	$\mu(\delta)$ (mas/año)	
11045-6332 A	FAB 10 A	10,08	AC	351	19,7	2000	1,80 ±0,27	+15,2 ± 0,2	-15,1 ± 0,2
11045-6332 C	FAB 10 C	11,56					3,29 ±0,35	+10,8 ± 1,0	+7,2 ±1,4
18093+5945 A	STF 2300 A	9,24	AB	51	12,1	2008	3,49 ±0,25	+3,5 ± 0,8	+31,6 ± 0,7
18093+5945 B	STF 2300 B	11,12	AD	90	25,1	2008	2,81 ±0,23	-9,9 ± 0,9	-0,9 ± 0,6
18093+5945 D	STF 2300 D	11,86					1,89 ±0,36	+2,4 ± 1,2	+19,5 ± 1,0
23224-1259 A	HJ 310 A	9,89	AB	339	10,4	2009	0,87 ±0,34	-2,3 ± 1,1	-8,1 ± 0,6
23224-1259 B	HJ 310 B	10,70					2,88 ±0,50	+22,1 ± 1,6	-15,5 ±0,9



“ *La observación de estrellas dobles me ha llevado por un camino que nunca pude soñar.* ”

por

Juan-Luis González Carballo

MI INTERÉS POR LAS ESTRELLAS DOBLES viene de lejos pero, a diferencia de otros observadores, no se puede decir que fuera de mis primeros amores astronómicos. Es cierto que cuando empezaba en esto dediqué muchos ratos de observación visual (antes todas las observaciones eran visuales, ¿recuerdas?) a maravillarme con las dobles más famosas del firmamento, pero pronto me decanté por otros campos de trabajo. Además, se puede decir que mi afición por las dobles tiene un punto de partida, una clara fecha de comienzo. Hace exactamente 18 años acababa de mudarme a una ciudad, Badajoz, y cada vez tenía menos tiempo para observar. En aquella época me veía obligado a hacerlo cuando regresaba a pasar unos días a mi casa familiar en el pueblo, Valencia de Alcántara, a unos 90 Km al oeste de Cáceres, cerca de la frontera con Portugal. Por mucho que lo intentara, solo disponía de una o dos noches de observación al mes, algo más en vacaciones. Muchas veces coincidía mi estancia en el pueblo con mal tiempo, con épocas de cansancio... Así que esa fue la época en que menos observé de mi vida.

Mi principal interés desde hacía muchos años eran las estrellas variables. Pero, claro, disponer de tan poco tiempo hizo que dedicarme a ellas fuera poco realista porque suelen requerir un seguimiento constante o, al menos, sistemático. Y eso era precisamente lo que a mí me faltaba. Así que, frustrado, me dispuse

a buscar otro campo de trabajo que me permitiera hacer astronomía desde el contaminado cielo de la ciudad. Valoré muchas posibilidades; durante un tiempo pensé que terminaría dedicándome casi en exclusiva a la observación del Sol. Pero no cuajó. También fue cuestión de mala suerte: el balcón de mi casa estaba orientado al norte y solo disponía de las mañanas con el Sol a mi alcance para poder observarlo. Así que durante los días laborables era imposible de seguir. Llegó un momento en que pensé que tendría que abandonar la astronomía y dedicarme a otra cosa.

Y es en ese momento de duda y zozobra cuando, casualmente, me topé con un blog sobre astronomía que llamó mi atención. Casi podría asegurar que recuerdo las tres palabras que puse en el buscador de Internet con la esperanza de encontrar inspiración: “observación + astronómica + terraza”. Y es que mi vivienda de entonces solo disponía de una terraza, bastante amplia eso sí, y quería saber cómo se las habían ingeniado otros para poder observar con unas condiciones similares a las mías.

Lo que no sabía cuando empecé a clicar sobre los enlaces que aparecieron en el buscador es que uno de ellos iba a cambiar mi vida astronómica. Se trataba del blog de un aficionado que vivía en un pueblo de Córdoba y que, por lo que veía, se dedicaba a la obser-



vacación de cometas, asteroides y... estrellas dobles desde la azotea de su casa. “Cuaderno de Observación” se llamaba el blog. Lo de los cometas y asteroides me pillaba un poco lejos entonces, pero las estrellas dobles... quería seguir leyendo. Resulta que ese observador se las habían ingeniado para observar con una webcam (la venerable ToUCam de Philips) e, incluso, con otros artilugios (videocámara tradicional o cámaras de videovigilancia como las Mintron) obteniendo resultados sorprendentes. No dudé en contactar con él y, muy amablemente, fue respondiendo a todas mis dudas. Creo recordar que no tardé ni dos semanas en comprar una webcam, hacer un adaptador casero y enchufarla a mi telescopio. Conservo mi primera doble “digital”: Albireo, por supuesto. Aluciné con la posibilidad de poder obtener imágenes digitales de estrellas dobles que luego podían medirse con total precisión.

Rafael Benavides, que era el autor del blog al que hago referencia, se convirtió en mi guía en este campo y con él aprendí todo lo que sé sobre dobles. No podía haber encontrado mejor maestro para tal fin. Después vino la primera CCD y, poco a poco, mis condiciones de observación fueron mejorando con la compra de mejores equipos e, incluso, la construcción de un pequeño observatorio permanente en mi nueva vivienda (el Observatorio Cerro del Viento, en honor al barrio de la capital pacense en el que se ubica). Mi amistad con Rafa sigue vigente y más cordial que nunca. Ahora compartimos proyectos y nos ayudamos mutuamente. Supongo que él lo sabe, o al menos lo intuye, pero mi gratitud hacia él es inmensa.

Así que yo llegué al mundo de las estrellas dobles casi por resignación: era el único campo de trabajo que veía con posibilidades dadas mis circunstancias personales, de cielo y de equipamiento. Cuando mi instrumental mejoró retomé mis viejas pasiones (estrellas variables y, entre ellas, también las novas y supernovas) pero el bicho de las estrellas dobles me había picado de forma permanente y siguen formando parte de mi vida como observador (incluso en facetas que antes eran impensables, como editar esta revista o desarrollar proyectos de investigación).

Y es que, como no se cansaba de repetir con buen criterio el profesor Comellas, hay más estrellas dobles el cielo que cualquier otro tipo de objeto. Y no solo es que haya muchas, es que las hay por todas partes. Da igual la zona polar que la zona ecuatorial. En cualquier porción de cielo las hay a montones. Y de todas las clases: visibles con pequeños equipos, otras muy débiles que requieren grandes aberturas, muy separadas o tan cercanas que son realmente difíciles de observar. Y cada doble es un mundo aparte, una historia que requiere ser conocida. Y es que, a mi parecer, ese es otro de los atractivos de las estrellas dobles: como pocos objetos del cielo te pone en contacto con los observadores del pasado, los que nos precedieron en noches laboriosas de observación y estudio. Los observadores actuales necesitamos saber qué vieron y qué midieron gente como Herschel, Struve, Burnham o Aitken. Y al consultar sus datos entramos, al menos eso siento yo, en contacto directo con ellos. Aprendemos de sus enseñanzas, conocemos los equipos con los





que trabajaron y podemos comparar nuestros resultados (y los de otros observadores de todos los tiempos) con los suyos.

Y es que no creo que haya otro campo de trabajo tan completo como el de las estrellas dobles ya que compagina la observación pura y dura (que requiere una técnica y unos procedimientos muy depurados) con el trabajo de biblioteca y despacho, la consulta de información astrofísica, la obtención de datos procedentes de las grandes bases que los custodian, el contacto con otros observadores... ¿se puede pedir más?

Por todo ello observo estrellas dobles y todo, a la vez, es lo que me fascina de ellas. Encima resulta que nuestro trabajo es útil. Obteniendo dos parámetros, como theta y rho, resulta que puedes colaborar con la ciencia. Y es que, una vez más, las dobles tienen mucho que ofrecer: hay pocos campos en que resulte más fácil la colaboración entre profesionales y amateur, siempre que se tenga un método de trabajo depurado y fiable. Y es algo que está al alcance de cualquiera. Una simple reflexión lo demuestra: cualquier medida que sea publicada en una revista especializada en el tema, algo que hoy día está al alcance todos, aparece directamente en la base de datos más im-

portante de este tema. Y de esta forma pasará a formar parte de esa enorme *biblia* de estrellas dobles que es el WDS y que aglutina medidas desde los tiempos de Mayer o de Herschel.

Finalmente, las estrellas dobles me han aportado mucho. Tanto el terreno personal como en lo relativo a las cuestiones más técnicas de la astronomía. Me ha permitido conocer a todo un grupo de observadores con los que he vivido grandes satisfacciones al desarrollar proyectos comunes, convivir en congresos y encuentros, etc. Pero también en el lado más íntimo de la afición me ha ofrecido momentos mágicos y únicos que solo otro observador puede comprender, como desdoblar un par que se resistía, redescubrir una doble perdida hace dos siglos o encontrarte con nuevas binarias que pueden ser catalogadas con tu nombre. Por si fuera poco, la observación de las dobles me ha llevado por un camino que nunca pude soñar cuando hace casi dos décadas estuve a punto de abandonar la astronomía cuando todo parecía ponerse en contra: editar una revista, escribir un libro sobre el tema, artículos, ponencias en congresos... En definitiva, no puedo tener más que palabras agradecimiento y emoción para mis queridas estrellas dobles. ©

