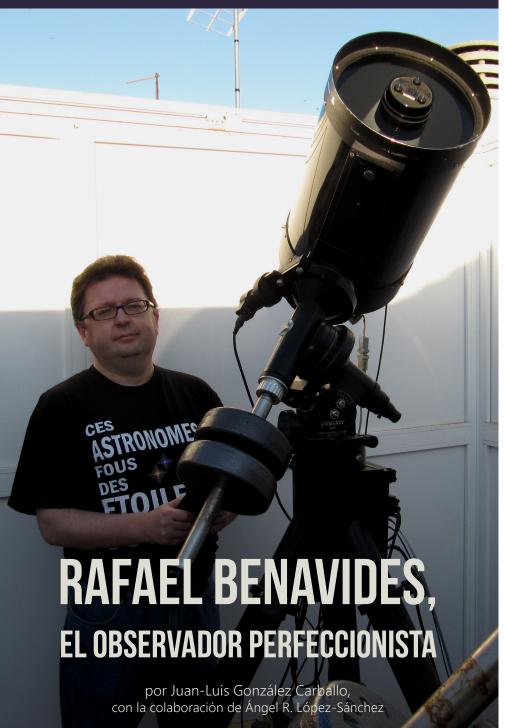
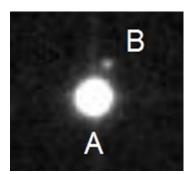
# el observador de estrellas dobles



julio · diciembre de 2016



Medidas de estrellas dobles **David Chiron** Marcel Fay Joseph Carro Enrique de Ferra

**Nuevos pares mpc** Manuel J. del Valle Lluís Ribé

Medidas históricas de estrellas dobles de José **Pensado** 

Edgar R. Masa



SECCIÓN

¿por qué observo estrellas dobles?

Gianpiero Locatelli

FUERA DE FOCO escribe en OED



el observador

# estrellas dobles

revista dedicada a la observación, investigación y divulgación de las estrellas dobles

año VII — número 17 — julio/diciembre 2016

ISSN 1989-3582

## <u>índice</u>

Editorial | 3

ACTUALIDAD

Noticias de actualidad | 4

por Francisco M. Rica

Noticias Comisión G1 de la UAI | 8

por Edgardo R. Masa Martín

XXII Congreso Estatal de Astronomía | 9

por Juan-Luis González Carballo

**OBSERVACIÓN** 

Medidas históricas realizadas por José Pensado Iglesias y no incluidas en el WDS | 10

por Edgardo Rubén Masa Martín

Mediciones de 280 estrellas dobles visuales. Campaña de observación de 2016 (1ª parte) | 14

por Marcel Fay

Medidas de estrellas dobles: campaña de 2013-2015 | 28

por David Chiron

Un nuevo sistema con movimiento propio común en Bootes 34

por Lluís Ribé de Pont

Estudio y caracterización de un nuevo sistema mpc en la constelación del Cangrejo | 38

por Manuel J. del Valle González

Cuatro sistemas con movimiento propio común | 44

por Manuel J. del Valle González

Medidas de estrellas dobles abandonadas o poco observadas en la zona de Hydra | 49

por Enrique de Ferra

Medidas de 46 estrellas dobles abandonadas. Informe de enero de 2016 | 55

por Joseph M. Carro

Estudio de estrellas dobles de la LIADA. Observaciones de 2006 | 63

por Francisco M. Rica Romero

¿POR QUÉ...?

¿Por qué observo estrellas dobles? | 75

Firma invitada: Gianpiero Locatelli

PERFILES

Rafael Benavides, el observador perfeccionista | 78

por Juan-Luis González Carballo y la colaboración de Ángel R. López-Sánchez

FUERA DE FOCO

La Federación de Asociaciones Astronómicas de España como nexo de unión entre astrónomos amateur | 94

Firma invitada: *Blanca Troughton* 

## 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 espa-
- OED tendrá una periodicidad semestral. La fecha límite de recepción de trabajos para el próximo número será el <u>l de noviembre de 2016</u>.
- 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.

## editorial

Llegó el verano y fiel a su cita, como siempre desde hace años, tienes en tus manos el número 17 de el observador de estrellas dobles. Un ejemplar lleno de medidas entre las que destacamos especialmente a Da-

vid Chiron, un aficionado francés que por medio de la técnica de lucky imaging consigue unos resultados impresionantes. Además, contamos con otros trabajos de observaciones de la mano de Joseph Carro, Enrique de Ferra, Marcel Fay y los resultados de la última campaña de la sección de Estrellas Dobles de la LIADA que tuvo lugar en el

año 2006. Aunque ha pasado mucho tiempo desde que se publicó esa circular en uno de los boletines de la LIADA, sus medidas nunca fueron introducidas en el WDS, por ello creemos necesario publicarlas ahora para que formen parte del repositorio de medidas más importante de estrellas dobles del planeta.

Además, Lluis Ribé y Manuel J. del Valle nos presentan estudios de nuevas parejas de movimiento propio común que, descubiertas por ellos, salen a la luz pública gracias a estos trabajos.

Un artículo fundamental es el redactado por Edgar R. Masa que nos acerca a la figura de José Pensado, astrónomo español no suficientemente bien conocido, recogiendo algunas medidas realizadas por él entre 1944-1945 y que no se encuentran incluidas en el WDS.

En la sección de ¿Por qué observo Estrellas Dobles? conoceremos a Gianpiero Locatelli, procedente de Cuneo (Italia), una persona excepcional que nos visitó recientemente y con quien tuvimos la ocasión de compartir momentos únicos los editores de OED desde la bonita ciudad de Córdoba.

En Perfiles entrevistamos a Rafael Benavides, uno de los editores de la revista, que nos desvelará detalles desconocidos de sus primeros años como observador y todo lo concerniente a su pasión por las estrellas dobles.

En Fuera de Foco contamos con una colaboración de auténtica excepción, como lo es Blanca Troughton, que nos habla sobre la Federación de Asociaciones Astronómicas de España y su función como nexo entre los aficionados y los profesionales.

Además de la imprescindible sección de Actualidad dirigida por Francisco Rica y las últimas noticias de la comisión G1 de la mano de Edgar R. Masa.

Queremos destacar también el XXII Congreso Estatal de Astronomía que se celebrará en la ciudad de Pamplona, un congreso que viene cargado de estrellas dobles y de muchas otras sorpresas que no podemos desvelar todavía. ¡Esperamos vernos allí! Solo nos queda desearos un feliz verano y, si el calor y los cielos lo permiten, disfrutar de la observación de nuestras queridas estrellas dobles. ©

¡Gracias a todos!

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.elobservadordeestrellas dobles.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. Guttérrez Turpín, Oleg Malkov, Vladimir Surdin, Giuseppe Donatiello, Marcel Fay, David Chiron, Blanca Troughton

con el apoyo de



### Un modelo tridimensional de a Gem: órbitas y dinámica

■ Un equipo de astrónomos del Observatorio Astronómico Ramón María Aller (Santiago de Compostela, España) compuesto por J. A. Docobo, Josefina Ling, Pedro Campo y Manuel Andrade, estudió en detalle el famoso sistema estelar múltiple, Castor, y particularmente el subsistema (Aa, Ab) – (Ba, Bb). Una nueva solución para la órbita visual condujo a nuevos valores para los diferentes parámetros físicos y orbitales del sistema. La investigación de la configuración orbital del sistema cuádruple proporcionó precisas masas individuales e inclinaciones orbitales de las sub-componentes espectroscópicas, así como un nuevo valor para la paralaje orbital. Finalmente, por medio de un análisis numérico de la dinámica, los astrónomos obtuvieron, por primera vez, los valores más probables de los ángulos nodales de los dos subsistemas espectroscópicos. [Docobo et al., enero 2016, Ap&SS, 361, 46] @

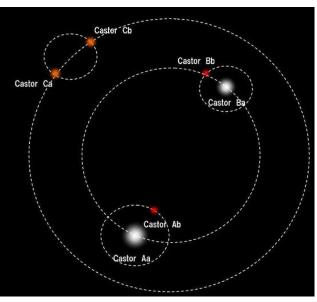


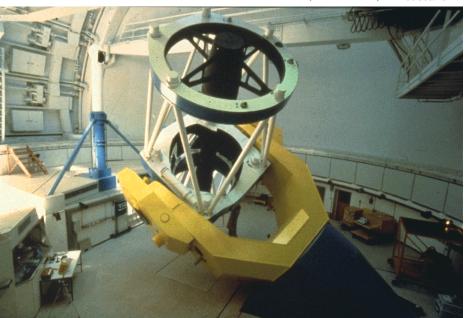
Figura 1. Sistema múltiple de Castor, en la constelación de Géminis. Los parámetros orbitales de (Aa,Ab) con (Ba, Bb) han sido recientemente revisados por un equipo de astrónomos del Observatorio Ramón María Aller de Santiago de Compostela. Crédito: http://milkomeda.blogspot.com.es/2012/11/un-mundo-con-seis-soles.html

### Estudio de multiplicidad de estrellas con exoplanetas mediante Lucky Imaging

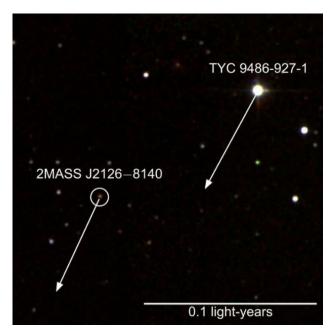
■ La gran mayoría de los planetas extrasolares son detectados por métodos indirectos (a través de tránsitos o velocidad radial). Estos métodos tienen mucho éxito detectando planetas de corto periodo, pero apenas son sensibles a objetos estelares o subestelares separados de periodo largo. Un grupo de astrónomos entre los que se encuentran los conocidos C. Ginski (Observatorio de la Universidad de Leiden −Holanda− e Instituto de Astrofísica de la Universidad de Jena, Alemania)

y M. Mugrauer (Instituto de Astrofísica de la Universidad de Jena –Alemania–) ha presentado nuevas observaciones de alta resolución de 63 estrellas con planetas. Para ello usaron el telescopio de 2,2 metros de Calar Alto (ver figura 2) y la cámara lucky imaging AstraLux, y el telescopio VLT con la cámara de alta resolución SPHERE, que emplea la óptica adaptativa. El objetivo de los astrónomos es estudiar la influencia de la multiplicidad sobre los procesos de formación planetaria. En total detectaron y confirmaron 4 compañeras estelares desconocidas con anterioridad en las siguientes estrellas con planetas: HD197037, HD217786, Kepler-21 y Kepler-68. Además, de-

11 nuevas candidatas a compañeras estelares que deben ser confirmadas como compañeras gravitacionalmente unidas. También proporcionaron nuevos datos astrométricos y fotométricos para las binarias cerradas descubiertas recientemente WASP-76 y HD 2638. [Ginski et al., enero 2016, arXiv160101524G].



**Figura 2.** Telescopio de 2,2 metros del Observatorio de Calar Alto usado en un reciente estudio de la multiplicidad de estrellas con exoplanetas. Crédito: https://



**Figura 3.** Imagen en color de 6x6 minutos de arco, procedente del catálogo 2MASS donde aparecen las estrellas TYC9486-927-1 y 2MASS J2126-8140 junto con su dirección del movimiento propio. La longitud de la flecha es para 1000 años. Crédito: http://www.elmundo.es/ciencia/2016/01/27/56a90c7c22601dd5558b45bf.html

### Compañeras separadas de estrellas cercanas de tipo F

El astrónomo R. D. Scholz (Instituto de Astrofísica de Postdam) revisó una muestra de 545 estrellas de tipo F a menos de 50 parsecs en búsqueda de compañeras separadas. Para ello usó estudios ópticos e infrarrojos existentes aplicando el criterio del movimiento propio común (MPC) encontrando candidatas a compañeras con separaciones angulares que oscilaban entre los 6 y los 120 segundos de arco de separación angular. Los descubrimientos fueron hechos mediante inspección visual de surveys multi-época y buscando en catálogos de movimientos propios. Los tipos espectrales de las candidatas a compañeras de MPC fueron estimados a partir de la magnitud absoluta en banda J basadas en las distancias de las componentes primarias determinadas por el satélite Hipparcos.

Además de detectar unas 100 compañeras de MPC ya conocidas, también encontraron 19 nuevas compañeras de MPC y confirmaron 31 candidatas previamente conocidas. Unos cuantos objetos de MPC todavía son considerados como candidatos de acuerdo con la similitud de los movimientos propios de las estrellas del par. Entre los nuevos objetos descubiertos hay nueve estrellas M0-M4, ocho estrellas M5-M6, una enana ≈L3,5 (HD 3861 B) y una enana blanca (HD 2726 B). También confirmaron como compañeras de MPC dos enanas K, 19 estrellas M0-M4, seis M5-M6, dos enanas L tempranas y dos

### Una joven y cercana enana M con un posible planeta separado

Recientemente han sido identificados dos objetos jóvenes previamente conocidos en la vecindad solar, que resultaron ser probables binarias muy separadas. TYC 9486-927-1, es una enana M temprana activa y con rotación elevada. 2MASS J21265040-8140293 es una enana de tipo L3 de baja gravedad miembro del grupo Tucana Horologium de 45 millones de años. Una medida actualizada del movimiento propio de la enana L3 y un análisis detallado de la cinemática del par, revelan que ambas estrellas comparten el mismo movimiento propio y probablemente estén gravitacionalmente unidas. Nuevas observaciones y análisis revelan que la componente primaria es una enana M joven con una edad entre la del grupo Tucana Horologium (de 45 millones de años) y la asociación TW Hydra (de 10 millones de años). La masa calculada para la componente secundaria está entre las 12 y 15 masas de Júpiter. Es probable que 2MASS J21265040-8140293 sea el objeto de masa planetaria con órbita más separada conocido en la actualidad (> 4500 ua). Debido a su extrema separación y juventud, este par de baja masa proporciona un interesante caso para estudiar la formación y evolución de binarias muy separadas. [Deacon, N. R. et al., enero 2016, MNRAS, 457, 3191D]. @

### Órbitas de nueve binarias

Astrónomos de Serbia han analizado 9 binarias visuales (HDS 101, HDS 430, HDS 441, HDS 510, HDS 1353, CHR 176, HDS 1507, HDS 1568, HDS 2108) calculando, por primera vez, sus elementos orbitales. Las ocho binarias con designación "HDS" (Hipparcos Double Stars) fueron descubiertas por el satélite europeo Hipparcos en 1991. La binaria con designación "CHR" fue descubierta por el Centro Astrónómico de Alta Resolución Espacial (en inglés, Center for High Angular Resolution Astronomy, CHARA) en 1988. La mayoría de estas binarias tienen separaciones menores a 0,41" y sus periodos oscilan entre los 16 y 55 años. El par más separado tiene un periodo orbital de 94 años. [Cvetkovic, Z. et al., marzo 2016, AJ, 151, 83C]. @

enanas blancas de tipo DA. En los casos en los que los tipos espectrales eran conocidos previamente, los resultados de este trabajo mostraron un total acuerdo con ellos. [Scholz, R. D., marzo 2016, A&A, 587A, 51S]. ®

# Observatorio de Pulkovo: observaciones fotográficas de estrellas dobles

■ Un grupo de astrónomos pertenecientes al Observatorio Astronómico de la Academia de Ciencias de Rusia (entre los que destacan A. A. Kiselev y nuestra entrañable amiga Olga Kiyaeva) ha presentado los resultados de nuevas posiciones relativas de 359 pares de estrellas obtenidas en base a más de 6000 placas fotográficas obtenidas entre 1960 y 2007 realizadas con el refractor de 26 pulgadas del Observatorio de Pulkovo. Las placas fueron digitalizadas usando una cámara digital Canon EOS 5D Mark II obteniéndose una escala de 23 micras por píxel. El equipo analizó los resultados para detectar errores sistemáticos y además se estudió la escala del refractor revelándose la dependencia con la tempera-

tura y el tiempo. Esta nueva digitalización de placas antiguas, su medición y las técnicas de calibración aplicadas han permitido mejorar la precisión con respecto a las medidas obtenidas sobre las mismas placas en ocasiones anteriores. La precisión de una medida procedente de una exposición simple oscila entre los 0,002 y 0,070 segundos de arco (0,028" por término medio). Los errores medios en las posiciones astrométricas anuales (calculada como la media de las diversas medidas durante un año) es de 0,009" (en distancia angular) y 0,05° (en ángulo de posición) por término medio. [Izmailov et al., enero 2016, AstL, 42, 41] @

### KIC 7177553: un sistema cuádruple con dos binarias cerradas

■ La estrella KIC 7177553 (KIC = Kepler Input Catalog) fue observada por el satélite Kepler determinándose que era una binaria eclipsante excéntrica con un periodo de 18 días. Un estudio posterior mostró variaciones en este periodo con una amplitud de 100 segundos y un periodo externo de 529 días. La masa de un supuesto tercer objeto es típica de un super-Júpiter e inferior a la masa de una enana marrón.

Un grupo de astrónomos realizó un estudio de velocidad radial para esta binaria con el objetivo de determinar la configuración de su sistema y de comprobar la hipótesis de que alberga un planeta gigante. En base a las mediciones de velocidad radial fue evidente que esta estrella contenía otra binaria excéntrica con un periodo de 16,5 días. Imágenes con óptica adaptativa revelaron que las dos binarias están separadas por unos 0,4 segundos de arco (unas 167 unidades astronómicas), y tenían casi el mismo brillo.

La pequeña separación angular de las dos binarias y la similitud en las velocidades radiales sistémicas sugieren de forma robusta que KIC 7177553 es uno de los raros casos de binarias espectroscópicas de 4 líneas (SB4) que

T.0"

**Figura 4.** Sistema cuádruple recientemente descubierto. Cada uno de los puntos de luz realmente son binarias cerradas. Crédito: https://arxiver.wordpress.com/2016/01/13/kic-

están compuestas por dos binarias excéntricas e irresolubles donde al menos una de ellas es eclipsante. Ambos sistemas están compuestos por estrellas de tipo solar no evolucionadas y de rotación lenta con masas comparables. El periodo orbital entre las dos binarias, separadas por 0,4", podría establecerse entre los 1000 y 3000 años. [Lehmann, H. et al., 2016, ApJ, 819, 33L] ©

# HST: estudio de compañeras de estrellas cefeidas

■ Un grupo de astrónomos de EE.UU., entre cuyos miembros destaca Brian Mason (USNO), observó con la cámara WFC3 del Telescopio Espacial Hubble, 70 estrellas cefeidas de nuestra Galaxia, situadas a una distancia típica de 1000 parsecs, con el objetivo de encontrar compañeras físicas resueltas. La cámara WFC3 cubre un área de unos 0,1 parsecs. En este trabajo, se identificaron 39 cefeidas que tenían candidatas a compañeras, basadas en sus posiciones en diagramas color-magnitud, con separaciones mayores o igual a 5".

Para 14 de estas cefeidas los astrónomos utilizaron observaciones en rayos-X de los satélites XMM -Newton y ROSAT para una de ellas, con la idea de separar las estrellas jóvenes activas en rayos-X (y por tanto probables compañeras físicas) de las estrellas de campo (alineamientos casuales y por tanto compañeras ópticas). El resultado preliminar basado en las observaciones de rayos-X es que sólo el 3% de las cefeidas de la muestra estudiada tienen compañeras separadas. En el estudio de rayos-X no se encontraron compañeras físicas con separaciones mayores que 4000 ua. Dos cefeidas son excepciones, ya que realmente tienen compañeras jóvenes a una separación significativamente grande (δ Cep y S Nor), pero ambas pertenecen a un cúmulo o a una asociación débilmente unida. Por este motivo, los astrónomos de este trabajo consideraron que no son miembros de binarias gravitacionalmente unidas, sino miembros de un cúmulo o una asociación estelar. [Remage, E. N. et al., marzo 2016, 2016arXiv160302224R (aceptada para publicación en Astronomy Journal)]. @

# Interferometría Speckle desde el telescopio SOAR

Los conocidos astrónomos Andrei Tokovinin

(Cerro Tololo Inter-American Observatory), Brian Mason y William Hartkopf (ambos del USNO) y Elliot Horch (Lowell Observatory, Stanford University) presentaron resultados de observaciones astrométricas mediante interferometría speckle usando el telescopio SOAR durante 2015. En total obtuvieron 1303 mediciones de 924 sistemas binarios y múltiples además de observaciones no resueltas de 260 objetos. El rango de separaciones oscila entre los 0,012 y 3,37 segundos de arco (separación mediana 0,17"). La máxima diferencia de magnitud medida fue de 6,7 magnitudes. Por primera vez, 27 pares fueron resueltos (por ejemplo, el par ε Cha con

una separación de 0,05"). Tres sistemas múlti-

ples descubiertos en este trabajo, tenían una disposición aparentemente no jerárquica. Los autores argumentan que esta configuración inusual es debida a un efecto de proyección. [Tokovinin, A. et al., marzo 2016, AJ, 151, 153T]. ©



Figura 5. Telescopio SOAR de 4,1 metros situado en Cerro Pachón, Chile.

Crédito: http://www.gothosenterprises.com/photos-astroSOARoutside html

Primera luz del instrumento Sphere del telescopio VLT. Detección y caracterización de la compañera subestelar GJ 758B.

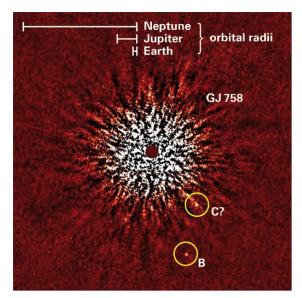


Figura 6. Imagen del descubrimiento de la compañera GJ 758 B junto a la candidata a nueva compañera (marcada con "C?"). Crédito: https://en.wikipedia.org/wiki/Gliese 758 B.

■ La estrella GJ 758 B es una compañera enana marrón de una cercana (16 parsecs) estrella de tipo solar (tipo espectral G9V y metalicidad M/H = +0,2) que fue descubierta con el telescopio Subaru en 2009. Desde estudios anteriores se la cataloga como la compañera más fría (unos 600 K) jamás observada mediante imágenes alrededor de una estrella vecina.

Un numeroso grupo de astrónomos liderado por A. Vigan (Universidad Aix-Marsella, Francia) ha presentado nuevos datos obtenidos con el instrumento SPHERE del Telescopio Muy Grande (VLT). Obtuvieron datos en las bandas Y, J, H y K en el modo banda-dual, proporcionando así cobertura total en el rango infrarrojo cercano y mejor contraste y muestreo espectral que los estudios previos. En este trabajo, los astrónomos informaron de una nueva detección de la compañera conocida (figura 6), así como la detección por primera vez de una nueva candidata cercana a la estrella principal. El uso de objetos empíricos y modelos atmosféricos, muestran que GJ 758 B es una estrella de tipo espectral T8 (una enana marrón) con una temperatura de unos 600 K, aunque con ciertas reservas, ya que los datos observacionales no se ajustaban. La fotometría de la nueva candidata a compañera es muy consistente con una estrella de tipo L (enana marrón). La nueva astrometría de GJ 758 B muestra un movimiento significativo desde la última observación. Vigan y sus colegas usaron estos datos para mejorar la determinación de las características orbitales, los cuales confirmaron la alta excentricidad de la órbita con un pico en e = 0,5 y encontraron un valor muy probable para el semieje mayor de 46 ua. [Vigan, A. et al., marzo 2016, A&A, 587A, 55V]. @



# Noticias de la Comisión G1 de la Unión Astronómica Internacional Sistemas Estelares Binarios y Múltiples





por Edgardo Rubén Masa Martín Miembro Asociado de la Comisión G1 de la UAI

EN FEBRERO DE 2016 se publicó la circular informativa (n.º 188) de la Comisión G1 (http://www.usc.es/astro/circulares/cir188.pdf). De entre las secciones habituales destaca la publicación de 14 órbitas de estrellas binarias bajo la autoría de miembros del Observatorio Ramón María Aller de Santiago de Compostela: Docobo, Gómez y Campo, por un lado y Ling por otro.

Muy destacada también es la presentación de 84 nuevos pares de estrellas dobles –la mayoría cerrados– descubiertos por A. Debackère usado remotamente los telescopios del proyecto LCOGT (el instrumento de 2 metros Faulkes Telecope North, en Hawaii y el de I metro Mac Donald, en Texas).

Como es habitual en las circulares del mes de febrero, se incluye el listado de todos los artículos publicados sobre estrellas binarias en el año anterior; en concreto, un total de 148 papers aparecidos en 2015.

Oleg Malkov y sus colegas Dana Kovaleva y Pavel Kaygorodov, presentan una nueva versión de *BDB: The Binary Star Databas*e, la principal base de datos mundial de sistemas binarios y múltiples de todos los tipos observacionales. BDB contiene datos posicionales y físicos de 240 000 componentes de 130 000 sistemas de multiplicidad 2 y superior, de los tipos más variados: visuales, interferométricos, espectroscópicos, eclipsantes, rayos-X, etc. La versión actual es el resultado de un gran esfuerzo para integrar decenas de fuentes heterogéneas de datos (catálogos astronómicos y surveys variados). La nueva versión, disponible desde octubre de 2015, incorpora una drástica mejora en la interface de usuario, tanto en el acceso a los datos como en la presentación de los mismos en pantalla. En julio de 2015 el acrónimo *BSDB* fue aceptado por la UAI como identificador oficial y ya se incluye en el diccionario de referencia de la nomenclatura de los objetos celestes de esta entidad.



http://bdb.inasan.ru/

### **Obituarios**

Jean-Paul Zahn (1935-2015), astrónomo emérito del Observatorio de París, muy destacado especialista en el estudio de las fuerzas mareales involucradas en los sistemas binarios. A lo largo de su carrera estudió en profundidad los fenómenos físicos inducidos por las fuerzas de marea, como oscilaciones no adiabáticas generadas por la variación periódica del campo gravitatorio, los fenómenos de fricción en la envoltura convectiva y la evolución de un sistema binario inmerso en el efecto de la circularización mareal de la órbita y la sincronización de la rotación estelar y los fenómenos físicos asociados.

Mercedes Tharam Richards (1955–2016), una de las más importantes científicas especializada en los sistemas binarios interactivos y último Presidente de la extinta Comisión 42 de la UAI.

### XXII CONGRESO ESTATAL DE ASTRONOMÍA: PAMPLONA, 2016

ENTRE LOS DÍAS 16 y 18 de septiembre de 2016 se desarrollará en Pamplona el XXII Congreso Estatal de Astronomía (CEA), la reunión más importante de astrónomos amateur de España. Este Congreso lleva celebrándose ininterrumpidamente cada dos años desde 1976 (se cumplen 40 años, por tanto, con la presente edición) bajo la organización de una asociación astronómica elegida por votación de entre las candidaturas presentadas en cada congreso.

Como suele ser habitual, disfrutaremos de conferencias de astrónomos profesionales invitados, ponencias con los trabajos de investigación y proyectos desarrollados por observadores de todo el país, mesas redondas, concursos y exposiciones... todo ello en una apretada agenda que convierte a estos encuentros en una cita ineludible. Por supuesto, no faltarán las charlas de pasillo y café, el cóctel de bienvenida y la cena de clau-



sura, momentos casi tan importantes como los "oficiales" para reforzar la camaradería y estrechar lazos con compañeros a los que, en muchos casos, solo podemos ver de congreso en congreso.

En esta ocasión, el CEA está organizado conjuntamente por Astronavarra, el Planetario de Pamplona y el Observatorio Astronómico de Guirguillano y se desarrollará, precisamente, en las instalaciones del Planetario de la hermosa capital navarra.

Además del comité organizador, el comité científico se compone de astrónomos de la talla de A. Sánchez Lavega, Á. López-Sánchez, B. Troughton, D. Galadí o J. Zamorano, entre otros.

Las estrellas dobles estarán presentes de nuevo en este congreso. A la espera de que sean definitivamente aprobadas por el comité organizador, hemos presentado tres ponencias: "Astrometría de alta resolución de estrellas dobles" (por los tres editores de la revista), "El Proyecto CSO-MPC" (por Antonio Agudo, Juan-Luis González y Rafael Benavides) y otra más sobre el "Proyecto OACP—STI: Actualización del Catálogo de Estrellas Dobles de Stein" a cargo de Edgar Masa. Desde luego se va a hablar de dobles en este congreso, no os quepa duda.

Esperamos veros por allí. Si no es posible, os lo contaremos todo en el próximo número de OED.



# Medidas históricas de estrellas dobles realizadas por José Pensado Iglesias y no incluidas en el WDS

Old Double Star Measures taken by José Pensado Iglesias and not included in the WDS

Edgardo Rubén Masa Martín

- Sociedad Astronómica Syrma (Valladolid), Coordinador Adjunto Sección Estrellas Dobles LIADA, Co-editor de El Observador de Estrellas Dobles (OED), Miembro Asociado de la Comisión G1 de la UAI
- Correo-e: ermasa.dsa@gmail,com | Blog: http://duaestellae.blogspot.com

Presentamos algunas medidas históricas de estrellas dobles realizadas por el astrónomo español D. José Pensado Iglesias en el Observatorio de la Universidad de Santiago de Compostela (en la actualidad Observatorio Astronómico Ramón María Aller, OARMA) durante 1944 y 1945. Aunque estas medidas fueron publicadas en un medio especializado nunca llegaron a incluirse en el catálogo WDS.

We present some old measures of double stars made by the Spanish astronomer José Pensado Iglesias at the Observatory of the University of Santiago de Compostela (currently Astronomical Observatory Ramon María Aller, OARMA) during 1944 and 1945. Although these measures were published in a specialized medium never came to be included in the WDS catalog.

#### I. Introducción.

D. José Pensado Iglesias es uno de los más importantes astrónomos españoles procedente de la escuela, emblemática y distinguida, del Observatorio Astronómico Ramón María Aller (OARMA) de la Universidad de Santiago de Compostela. Fue alumno y amigo personal del padre Ramón María Aller, quien fuera fundador y director de este enclave astronómico, además de Catedrático de Astronomía en la referida universidad. A sus 96 años, ya retirado, José Pensado es sin duda el referente actual de aquellos años dorados dedicados en cuerpo y alma a las estrellas dobles.

José Pensado, matemático, físico y astrónomo, nació en Santiago de Compostela en 1919. Tras terminar el Bachillerato en 1936 y debido al parón impuesto por la Guerra Civil reanuda su formación en 1939, cursando los dos primeros años de las licenciaturas en Ciencias Exactas y Químicas en la Universidad de Santiago de Compostela (cursos 1939-40 y 1941-42). En el curso 1944-45 obtiene una beca del Consejo Superior de Investigaciones Científicas siendo destinado al Observatorio Astronómico de la Universidad de Santiago de Compostela, donde entra en contacto con su director, Ramón María Aller, quien lo introduce en el estudio de las estrellas dobles. Es de todos conocido que la influencia que Aller ejercía sobre sus estudiantes, becarios y colaboradores era tan poderosa que creó cuna y escuela de reputados investigadores, especialistas, sobre todo, en el cálculo orbital de estrellas dobles visuales. El caso de Pensado no fue una excepción y durante el tiempo que pasó como becario trabajó en colaboración con D. Ramón observando estrellas dobles, a la vez que se introdujo en el cálculo de órbitas, siendo esta disciplina una de sus especialidades en los años siguientes. Parece que la relación entre ambos fue más allá de ser meramente académica, estableciéndose fuertes vínculos de amistad y compañerismo. En 1952, en la Universidad de Madrid, terminó los estudios correspondientes a las licenciaturas de Ciencias Exactas y Físicas y poco después trabajó como ayudante dando clases prácticas de Astronomía General y Topografía, además de Astronomía Esférica y Geodesia. El 28 de julio de 1953, consiguió por oposición (con el número 1) una plaza de astrónomo en el Observatorio de Madrid. Años más tarde, el 29 de septiembre de 1971, es nombrado subdirector del observatorio. Poco menos de un año después (el 11 de septiembre) es nombrado director, ocupando el cargo hasta el 2 de marzo de 1984. Paralelamente en el periodo 1977-1980 ejerció de profesor en la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos. Como añadidura, imparable en su formación, había seguido la carrera militar alcanzando el grado de capitán (desde 1949) en el Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción. En 1962 fue ascendido a teniente coronel.

En su época de director del Observatorio de Madrid impulsó en los años 70 la expansión que caracterizó a este enclave: el Centro Astronómico de Yebes en Guadalajara (para radioastronomía) y el Observatorio de Calar Alto en Almería (figura 1). Como hemos comentado destacó en el cálculo de órbitas de estrellas dobles visuales, amén de en otros campos de la astronomía, publicando numerosos trabajos científicos. Igualmente se interesó por la divulgación científica publicando artículos sobre radioastronomía, púlsares y



**Figura 1.** José Pensado (izquierda) junto a SS. MM. los Reyes de España, D. Juan Carlos I y Dña. Sofía, durante la inauguración del Observatorio Astronómico de Calar Alto (28 de septiembre de 1979). Cortesía de José Pensado.

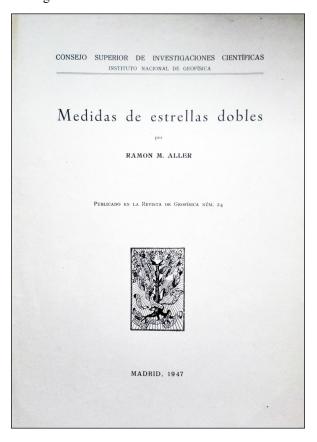
cuásares, relojes atómicos, fotometría fotoeléctrica y estudios dedicados a la instrumentación. La mayor parte de sus trabajos se publicaron en la serie Publicaciones del Seminario de Astronomía y Geodesia y en el Boletín Astronómico del Observatorio de Madrid.

# 2. Fuente de las observaciones históricas.

Hace unos meses llegó a mis manos un paquete de publicaciones antiguas de astronomía gracias a la generosidad de mi colega y amigo, el astrónomo Juan Lendínez Moral. El lote se componía de 25 documentos, entre separatas, boletines y revistas, que debieron pertenecer a la biblioteca personal José Pensado Iglesias, supuesto deducido en base a que su apellido manuscrito aparece en una buena parte de los cuadernillos. Desconozco si la grafía es de su propio puño y letra o si por el contrario proviene de la mano intermediaria y catalogadora del librero de viejo que los adquirió. Una buena parte de estos trabajos son cálculos de órbitas de estrellas dobles visuales publicados por J. Pensado.

De entre todos estos documentos, enseguida llamó mi atención una separata titulada Medidas de Estrellas Dobles, artículo publicado en origen en la Revista de Geofísica, nº 24 de 1947 y firmado por Ramón María Aller (figura 2). Son dos únicos pliegos de tremendo valor histórico en los que se publican medidas del propio Aller junto a otras realizadas por Pensado (figuras 3 y 4). Según se puede leer en la breve introducción, todas fueron realizadas en el Observatorio de Santiago de Compostela de manera esporádica durante la primera época de su fundación tras el traslado desde Lalín. He comprobado que en WDS figura la referencia de las medidas incluidas en esta publicación bajo el código de observador de Aller (ALL, Revista de Geofisica, Ano. 6, #24, 604, 1947). Sin embargo, no quedaba claro si las medidas de los pares observados por Pensado, o bien no se incluyeron en el WDS, o bien se añadieron bajo la autoría de D. Ramón, al figurar éste como único autor del trabajo. Mi inquietud y sospecha se alimentaba asimismo por el hecho de que la referencia anteriormente citada no aparecía entre las asignadas en el catálogo WDS al código de observador de Pensado (PEN).

Para resolver el misterio bastó con solicitar al Dr. Brian Mason –gestor del catálogo WDS– los archivos históricos de observación de las estrellas dobles en cuestión. Efectivamente, enseguida se hizo evidente el hecho de que las medidas de Pensado no fueron en su día incluidas en el catálogo, ni siquiera bajo la autoría de Aller. Así las cosas, se trata de mediciones históricas inéditas en lo relativo a su no consumada catalogación. Nuestra intención, es pues, rescatarlas del olvido y darlas a conocer de nuevo (69 años después de su publicación) a través de este medio para que puedan ser definitivamente archivadas como corresponde en el catálogo WDS.



**Figura 2.** Portada de la separata donde encontramos las medidas perdidas.

#### 3. El observatorio y la instrumentación.

Las observaciones micrométricas se llevaron a cabo en el Observatorio Astronómico Ramón María Aller, OARMA (figura 3), durante los años 1944 y 1945 utilizando el telescopio principal del observatorio: un refractor apocromático de tres lentes de 12 cm de abertura y 1,8 m de distancia focal (figura 4). Este instrumento, conservado hoy día en perfecto estado, fue fabricado por la empresa alemana C. A. Steinheil





Figura 4. El refractor Steinheil de 12 cm de diámetro y 1,8 m de distancia focal con el que se hicieron las observaciones. Puede apreciarse que el micrómetro filar aún sigue instalado. imagen: http://www.juansanmartin.net/ ramon\_aller\_biografia.html

(posteriormente absorbida por la casa Zeiss) asentada en Múnich, instalándose primeramente en el observatorio privado del Padre Aller, en Lalín (Pontevedra). Posteriormente se reubicaría -ya definitivamente- en Santiago de Compostela al fundarse el observatorio de la universidad.

El micrómetro de posición, del mismo fabricante mencionado, fue hecho por encargo expreso del propio D. Ramón M. Aller para el telescopio, donde ha estado emplazado desde 1928 (el telescopio se recibió en marzo de 1925).

#### 4. La lista de medidas.

Pensado realizó en esta serie un total de 14 medidas micrométricas correspondientes a 7 pares interesantes entre los que se encuentran varios sistemas orbi-

Figura 3. Observatorio Astronómico Ramón María Aller (OARMA). Crédito imagen: Francisco José Fernández Gómez (www.aristarco.org).

tales. En las figuras 5 y 6 mostramos las tablas con los datos originales. Puede apreciarse que la nomenclatura de las estrellas dobles es la habitual de aquella época, usando como identificadores las letras  $\beta$ ,  $\Sigma$  y Sh para referirse a los pares de Burnham, Struve y South-Herschel respectivamente. Hemos detectado un error, posiblemente de transcripción, en la identificación de uno de los pares: Sh296 es en realidad Sh286.

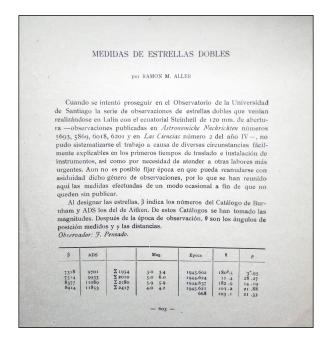


Figura 5. Introducción y primera parte de la tabla de medidas de J. Pensado.

Ano VI.	Núm. 24	. Rev	rista de Geofís	ica. Oci	ubre-Dicier	more 1
β	ADS		Mag.	Epoca	0	P
9005	12007	Sh 296	5.5 7.0	1945.605	208 <sup>0</sup> .7 208 .4	37".6
10509	14279	Σ 2727	4.0 5.0	673 1944.673 1945.670 673	208 .6 270 .1 269 .3 269 .9	10.1
11715	15934	Sh 345	6.3 6.6	682 1945.670 673	269 .9 318 .9 318 .7	10 .1 5 .8 4 .8

Figura 6. Segunda parte de la tabla de medidas de J. pensado.

Con la idea de aclarar estas confusiones y para presentar los pares observados usando la nomenclatura estándar actual hemos reeditado todos los datos, los cuales aparecen recogidos en la tabla 1 (página siguiente).

#### 5. Agradecimientos.

A Juan Lendínez Moral por hacerme llegar los documentos históricos sobre los que se basa esta investigación.

Al Dr. Brian Mason, gestor del catálogo WDS, por los archivos de observación de las estrellas dobles involucradas en este trabajo.

A la Dra. Josefina F. Ling, del OARMA, por

sus informaciones y comentarios acerca de la instrumentación usada por José Pensado. ©

#### — Bibliografía

As Matemáticas e a astronomía en Galicia, Iván Fernández Pérez, José Ángel Docobo Durántez, Universidad de Santiago de Compostela, ISBN: 978-84-9887-819-6

Los observatorios de Lalín y Santiago, Publicaciones del Observatorio de Santiago, Vol. I, 1944.

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS POR JOSÉ PENSADO CON LA NOMENCLATURA ACTUAL.

ID. WDS	NOMBRE	ÉPOCA	THETA	RHO
15348+1032	STF1954AB	1945,602	180,5	3,95
16081+1703	STF2010AB	1944,624	11,4	28,27
18078+2606	STF2280AB	1944,637	182,9	14,19
18562+0412	STF2417AB	1945,621 1945,668	103,2 103,1	21,88 21,33
19050-0402	SHJ 286	1945,605 1945,621 1945,673	208,7 208,4 208,6	37,69 39,12 38,05
20467+1607	STF2727AB	1944,673 1945,670 1945,673 1945,682	270,1 269,3 269,9 269,9	10,22 10,54 10,58 10,13
22266-1645	SHJ 345AB	1945,670 1945,673	318,9 318,7	5,80 4,82

# Mediciones de 280 estrellas dobles visuales. Campaña de observación de 2016 (1ª parte).

Measurements of 280 Visual Double Stars: 2016 Campaign (1st Series)

Marcel Fay

- Observatorio Astronómico de Benese Maremne (Francia)
- Correo-e: fay marcel@yahoo.com | Web: http://www.astrosurf.com/doubles fym/fym

Este artículo presenta los resultados de las mediciones de 280 estrellas dobles visuales realizadas en la campaña de 2016 (primera parte). Se utilizó un telescopio reflector de 283 mm de abertura y una cámara con sensor CCD. Las medidas se realizaron con el método astrométrico.

This paper presents the results of the measurements for 280 visual double stars carried out in 2016 (first part). An 11-inch Schmidt-Cassegrain telescope and a CCD camera were used. The measures were realized by the astrometric method.

#### I. Introducción.

ESTE TRABAJO PRESENTA las medidas de 280 estrellas dobles visuales realizadas durante el año 2016 (primera parte; del 31-10-15 al 15-5-16). Las medidas fueron efectuadas en el Observatorio Benesse Maremne mediante un telescopio dotado de apuntado automático (GoTo) y una cámara CCD a foco primario.

Las tablas 1, 2 y 3 muestran algunas estadísticas interesantes.

#### 2. Medidas.

La tabla de medidas (tabla 4, páginas siguientes) está ordenada por orden creciente de Ascensiones Rectas.

Los campos de datos de izquierda a derecha son:

- Identificador WDS.
- Identificador de la doble con sus componentes.
- Mag. A: Magnitud visual de la componente A.
- Mag. B: Magnitud visual de la componente B.
- La diferencia de magnitud (Delta-M) en la banda verde (visual), extraída del WDS.
- La separación en segundos de arco (Rho).
- El ángulo de posición en grados (Theta).
- La fecha/época de observación en año decimal bes-

Los nuevos pares están indicados en negrita.

NÚMERO**	VALOR (%)	RHO MÍNIMO/MÁXIMO ('')
87	31,1	0 < Rho <= 5
80	28,5	5 > Rho <=10
82	29,3	10 > Rho <= 20
31	11,1	Rho > 20

Tabla 1. Número de dobles observadas en función de Rho.

NÚMERO**	VALOR (%)	DELTA M	COMENT.
27	9,6	<= 0	Delta-M negativo cuando mB > mA
91	32,5	0 > Delta-M <= 1	
46	16,5	1 >= Delta-M < 2	
77	27,5	2 >= Delta-M < 5	
35	12,5	5 >= Delta-M < 8	
4	1,4	8 >= Delta-M < 10	
0	0	10 >=Delta-M < 13	

Tabla 2. Número de dobles observadas en función de la diferencia de magnitud (Delta-M).

NÚMERO**	VALOR (%)	NÚMERO DE OBS. EN WDS	COMENT.
42	15	0	Todas las nuevas dobles o triples FYM*
50	18	1 ÷ 2	Segunda observación desde el descubri- miento
141	50	3 ÷ 10	
41	15	11 ÷ 50	
6	2	51 ÷ 200	
0	0	>200	

Tabla 3. Número de veces que cada doble se ha observado. Nota: \* Provisionalmente han sido nombradas con mi código de observador (FYM).

#### - Referencias y bibliografía

Fay, M., 2013, Una premier: medidas CCD de 210 estrellas dobles visuales en remoto con un telescopio GoTo, El Observador de Estrellas Dobles, nº 10, 38-50

Fay, M., 2013, Mesure di 830 stelle doppie eseguite con un telescopio Go-To in "controllo remoto", Il Bollettino Delle Estelle Doppie, nº 5, 47-73.

Fay, M., 2013, Mesure di 110 stelle doppie eseguite con un telescopio Go-To in controllo remoto – Campagna osservativa 2012, 2° parte, Il Bollettino Delle Estelle Doppie, n° 6, 35-39.

Fay, M., 2013, Scoperte e resultati delle mesurazioni di 224 stelle doppie utilizzando un telescopio Go-To in controllo remoto - Campagna osservativa 2011-2012, Il Bollettino Delle Estelle Doppie, nº 6, 40-49.

Fay, M., 2014, Mesure di 311 stelle doppie visuali eseguite con un telescopio Go-To in controllo remoto. Prima parte: campagna 2013, Il Bollettino Delle Estelle Doppie, nº 9, 35-43.

Fay, M., 2014, Mediciones de 289 Estrellas Dobles Visuales con un Telescopio GoTo Controlado a Destancia - Campaña de observación de 2013 - Segunda Serie, El Observador de Estrellas Dobles, nº 13, 19-36.

Fay, M., 2015, *Medidas Astrométricas de 140 Estrellas Dobles Visuales*, El Observador de Estrellas Dobles, nº 14, 48-56.

Fay, M., 2015, Mediciones de 236 estrellas dobles visuales desde el Observatorio Astronómico de Benesse Maremne, El Observador de Estrellas Dobles, nº 15, 48-61.

Fay, M., 2016, *Mediciones de 325 Estrellas Dobles Visuales*, El Observador de Estrellas Dobles, nº 16, 93-110.

Fay, M., 2016, ¿Cómo "Hacer" Estrellas Dobles con Gran Diferencia de Magnitud?, El Observador de Estrellas Dobles, nº 16, 132-135.

Para verificar que las nuevas dobles no habían sido incluidas en el WDS después de mi medición se utilizó el programa informático *WDSTOOL* desarrollado por David Chiron y la versión WDS de 19 de septiembre de 2015.

En esta campaña de 2015 también se utilizó el programa *WDS.jar* para verificar la existencia de nuevos pares como complemento al sitio oficial del WDS. Las bases de datos que maneja están actualizadas permanentemente. Esta aplicación ha sido escrita por Alicia Mireya Daza Castillo, Jorge González López, Rosa Rodríguez Navarro y Rafael Caballero Roldán.

Traducido del francés por Edgardo Rubén Masa Martín

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ld. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	Delta-M	RHO (")	THETA (°)	ÉPOCA
00002+4119	FYM 352AC	10,27	13,22	2,95	16,50	260,60	2015,830
00057+4549	POP 217AP	9,59	10,19	0,60	15,40	319,50	2015,852
00089+6627	FAB 1	8,72	11,08	2,36	14,80	181,00	2015,852
00237+0357	PLQ 5	11,30	11,80	0,50	6,00	272,80	2015,852
00280-2053	ARA1251	12,00	12,60	0,60	18,60	202,30	2015,852
00378+1724	COU 251AB	10,87	12,00	1,13	2,30	91,80	2015,874
00401+3541	ES 2080	9,47	14,00	4,53	2,50	44,50	2015,852
00402+6733	MLB 380	11,20	11,70	0,50	1,55	198,60	2015,852
00428+3533	TOK 10	10,46	10,48	0,02	15,80	270,50	2015,852
00485+0525	VKI 1	13,90	14,10	0,20	3,65	337,00	2015,855
00566-1614	HJ 2002	11,90	11,90	0,00	10,00	240,00	2015,855
01003+1812	A 2210	7,40	13,50	6,10	7,20	312,80	2015,855
01004+1803	BRT1927	9,63	9,94	0,31	4,00	169,00	2015,855
01048+2535	BRT 120	10,70	10,70	0,00	3,87	321,80	2015,874
01062+2509	COU 77	9,50	9,90	0,40	2,70	230,40	2015,874
01130+3911	MLB1026	10,70	10,70	0,00	4,00	255,00	2015,855
01130+3911	FYM 360AC	10,70	15,68	4,98	18,00	349,30	2015,855
01136+3925	ALI 736	11,30	13,00	1,70	3,10	183,00	2015,855
01153+2234	J 3226	10,20	10,20	0,00	3,70	84,40	2015,874
01328+3551	STF 133CD	10,68	10,49	-0,19	5,10	350,00	2015,874
01328+3551	STF 133AB	6,79	9,44	2,65	2,60	192,35	2015,874
01349+3519	POP 48	13,00	14,00	1,00	1,30	40,00	2015,874
01367+3527	ALI 1	11,07	11,40	0,33	8,85	27,20	2015,874
01395-0612	J 1447	11,50	11,60	0,10	3,15	206,00	2015,874
02070+4512	LMP 27AD	10,48	11,91	1,43	49,58	296,40	2015,950
02070+4512	BKO 12AC	10,48	13,10	2,62	11,50	272,80	2015,951

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

							<b></b>
ld. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	Delta-M	RHO (")	THETA (°)	ÉPOCA
02096+4251	ES 48	7,20	11,00	3,80	17,50	271,30	2015,852
02096+4251	FYM 359BC	7,20	15,00	7,80	7,90	188,20	2015,852
02096+4443	POP 148	11,27	14,10	2,83	4,50	117,40	2015,951
02122+4440	HJ 2117AB	11,00	11,00	0,27	8,70	34,10	2015,951
02122+4440	HJ 2117AC	11,00	11,00	1,67	13,50	193,00	2015,951
02135+5926	<b>FYM 363AC</b>	11,15	12,69	2,55	19,60	51,30	2015,951
02164+5915	STI1820	12,40	13,40	1,00	9,80	359,50	2015,951
02169+5357	HJ 2121	10,50	11,00	0,50	14,00	342,80	2015,951
02191+5422	LEO 5AB	11,00	12,00	1,00	4,00	337,00	2015,951
02191+5422	LEO 5AC	11,00	11,00	0,00	48,10	10,00	2015,951
02211+0440	BAL2600	12,00	13,00	1,00	8,70	158,00	2015,967
02399+4007	MLB1001AB	12,00	14,00	2,00	6,60	25,50	2015,844
02399+4007	MLB1001AC	12,00	14,00	2,00	23,30	249,00	2015,844
02409+4014	DOB 3	12,25	12,41	0,16	6,90	146,00	2015,844
02414+5726	STI1925	12,00	12,00	0,00	3,60	278,00	2015,967
02414+5726	FYM 379AC	11,75	14,02	2,27	14,50	103,80	2015,967
no cat	FYM 383AB,C	9,60	12,46	2,86	20,00	307,60	2016,066
no cat	FYM 383AB	9,57	9,30	-0,27	2,20	262,50	2016,066
02441+5700	STI1931	11,92	12,90	0,98	10,60	58,60	2015,844
02443+5704	STF 293AB	9,55	12,40	2,85	13,60	101,80	2015,844
02443+5704	FYM 354AE	9,55	14,62	5,07	13,80	272,50	2015,844
02443+5704	FYM 354AF	9,55	14,85	5,30	33,90	238,00	2015,844
02451+5708	STI1936	8,31	12,90		10,00	218,80	2015,844
02489+3823	ALD 10	12,00	12,00	0,00	2,80	259,00	2015,967
02565+0039	BAL 960	13,00	13,00	0,00	8,60	216,40	2015,967
03041+3509	POP 11AB	12,50	12,50	0,00	8,00	214,40	2015,849
03041+3509	POP 11AC	12,00	12,50	0,50	10,00	291,00	2015,849
03130+3254	LDS9146AB	8,00	13,00	5,00	11,00	74,50	2015,849
03130+3254	LDS9146AC	8,00	14,00	6,00	24,00	318,00	2015,849
03130+3254	FYM 355AD	8,00	14,51	6,51	30,20	119,20	2015,849
03180+5800	HEI 212	11,67	11,92	0,25	5,20	219,30	2015,844
03277+3427	GYL 77	9,85	11,10	1,25	28,20	158,30	2015,844
03286+4044	POP 174	11,00	14,00	3,49	8,50	98,00	2015,967
03470+4126	STF 443AB	8,20	8,82	0,62	7,00	56,70	2015,847
04072+6229	SLE 52	13,10	14,60	1,50	18,20	298,00	2015,844
04078+6220	WSI 20FQ	11,70	13,20	1,50	11,20	353,25	2015,844
04078+6220	WSI 20EQ	6,94	13,20	6,26	29,01	336,80	2015,844
04078+6220	STF 485EG	6,94	9,63	2,69	49,20	246,20	2015,844
04078+6220	ES 2603AB	6,91	12,90	5,99	6,10	256,20	2015,844
04078+6220	STF 485AD	6,91	14,10	7,19	16,10	131,00	2015,844
04078+6220	FYM 353AR	6,91	14,13	7,22	20,30	261,50	2015,844
04078+6220	FYM 353AS	6,91	15,37	8,46	27,50	196,40	2015,844
04078+6220	FYM 353AT	6,91	15,17	8,26	35,30	213,00	2015,844
04089+6231	ES 1882	9,33	12,40	3,07	7,10	281,00	2015,844
04224+3515	ES 279	10,61	12,60	1,99	3,40	239,50	2015,849
04231+3613	ES 239	10,13	13,10	2,97	4,70	239,40	2015,849
04233+6321	ES 1883	9,10	10,90	1,80	3,95	242,00	2015,951
04239+3535	ES 2463	10,69	13,20	2,51	4,30	160,00	2015,849
04243+2414	POU 448	13,50	14,30	0,80	5,20	204,60	2015,951
04319+5718	STI2052	11,00	11,10	0,10	3,90	289,00	2015,967
04319+5718	FYM 370 AC	11,00	12,26	1,26	14,20	255,00	2015,967
04321+5713	A 1008	8,54	12,30	3,76	3,40	142,00	2015,995
04336+2421	POU 460 AB	12,00	14,00	2,00	13,10	328,50	2015,849
04359+2323	POU 463	11,80	12,60	0,80	8,60	16,80	2015,847
04359+2352	FYM 356AB,D	14,00	14,18	0,18	18,00	176,00	2015,847

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

ld. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	Delta-M	RHO (")	THETA (°)	ÉPOCA
04359+2352	FYM 356CE	12,79	14,99	2,20	7,50	2,80	2015,847
04373+5550	STI2058	11,00	12,00	1,00	8,60	330,00	2015,847
04373+5550	FYM 357AC	11,00	15,56	4,56	16,80	104,20	2015,847
04440+4225	STF 582AB	8,00	10,00	2,55	5,40	22,50	2015,877
04440+4225	STF 581CD	10,70	10,80	0,10	8,00	342,00	2015,877
04453+4209	ES 1618	10,47	12,30	1,83	3,10	339,00	2015,877
04458+1556	KOH 25	7,40	9,00	1,60	13,10	177,00	2015,948
04460+2720	HJ 3259	9,70	11,00	1,30	5,70	141,60	2015,956
04460+2720	FYM 364AC	9,70	11,00	1,30	17,80	197,40	2015,956
05047-0707	RST4265	10,33	13,70	3,37	4,60	183,60	2015,973
05070+1650	FYM 408AC	9,00	15,71	6,71	12,40	233,10	2016,129
05083+3716	SEI 74	11,00	11,00	0,00	11,20	31,47	2015,877
05087+3703	SEI 78	12,39	12,60	0,00	15,00	276,00	2015,877
05117+2445	POU 578	13,80	13,90	0,10	14,40	301,50	2015,877
05132+4429	ES 1373AB	9,50	10,60		5,50	87,00	2015,973
	SEI 179			1,10	•		
05192+3548		9,20	9,20	0,00	19,40	204,50	2015,764
05192+3549	BKO 305	12,00	12,50	0,50	5,80	344,80	2015,764
05191+4009	H 5 88AB	10,10	11,50	1,40	33,40	217,10	2015,956
05194+3550	BKO 306	12,50	13,60	1,10	12,70	233,70	2015,973
05199+3545	BKO 307	12,30	13,50	1,20	15,70	159,20	2015,764
05201+3921	FYM 372AR	8,00	17,00	9,00	16,20	287,00	2015,973
05201+4532	SMA 53	10,00	10,50	0,50	11,60	223,00	2015,877
05206+4452	J 897	10,60	12,60	2,00	2,90	236,50	2015,877
05221+3945	J 2393	12,50	14,00	1,50	7,90	335,00	2015,973
05228+3325	BU 887FU	13,30	14,30	1,00	3,00	7,50	2015,973
no cat	FYM 375	13,80	13,81	0,01	9,80	230,80	2015,973
05289+1233	TOK 94AD	6,74	12,93	6,19	17,00	258,00	2015,973
05289+1233	TOK 94AB	7,00	11,00	4,00	5,40	75,00	2015,973
05289+1233	TOK 94AC	7,00	14,00	7,00	12,30	356,30	2015,973
05329+5208	STF 717AB	8,68	10,10	1,42	17,30	291,00	2016,066
05374+3703	MLB1008	11,00	13,00	2,00	3,60	31,80	2015,973
no cat	FYM 386AB	12,59	13,05	0,46	5,70	100,00	2016,071
05480+2234	SLE 281	10,40	12,00	1,60	7,20	331,50	2015,973
05485+2451	POU 782	11,04	12,30	1,26	11,55	308,20	2014,882
05489+2236	SLE 283	10,50	11,00	0,50	7,90	194,00	2015,973
05496+2244	LYO 1AB	9,10	11,30	2,20	8,20	263,80	2016,071
05532+1424	J 656AB	10,21	11,00	0,79	4,50	109,30	2016,096
05545+1434	J 679AB	9,40	10,00	0,60	2,90	355,50	2016,099
05545+1434	J 679AC	9,40	10,00	0,60	10,30	191,00	2016,099
05549+1413	HO 20AB	6,75	11,80	5,05	8,10	278,50	2016,096
05561+1356	S 503BC	8,00	12,00	4,00	23,80	167,00	2015,973
05561+1356	S 503AB	6,67	8,41	1,74	85,60	321,30	2015,973
05561+1356	S 503AC	6,67	11,00	4,33	64,50	312,00	2015,973
05561+1356	FYM 374AG	6,67	12,69	6,02	32,10	338,30	2015,973
05561+1356	FYM 374AF	6,67	13,11	6,44	9,50	127,00	2015,973
05569-0700	HJ 33AB	11,00	12,00	1,00	6,70	174,00	2016,071
05569-0700	AOT 24AC	10,96	12,20	1,24	9,40	196,10	2016,071
05569-0700	AOT 24BC	11,50	12,20	0,70	3,40	239,00	2016,071
06011+1414	HEI 47	10,00	11,00	0,21	2,00	212,30	2016,071
06017+1437	J 681	11,61	11,70	0,09	3,60	41,00	2016,071
06017+1240	BRT1191	10,70	10,70	0,00	5,60	264,00	2016,071
06030+0630	J 16	10,91	12,90	1,99	2,70	180,00	2016,071
06032+1922	TOK 105AC	9,31	13,05	3,74	5,20	211,00	2015,764
06050+3504	POP 14	12,00	12,30	0,30	3,85	288,00	2016,071
06082+1653	J 1260	10,00	13,00	3,00	4,50	287,20	2016,096

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

ld. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	Delta-M	RHO (")	THETA (°)	ÉPOCA
06083+3356	GCB 14	12,00	13,00	1,00	6,90	350,00	2016,080
06092+3359	J 965	10,94	12,60	1,66	5,30	238,00	2016,080
06097+0442	FYM 396AC	10,40	15,05	4,65	16,70	64,50	2016,096
06098+0423	BAL2652	11,45	11,89	0,44	14,00	344,40	2016,080
06098+0423	FYM 391AC	11,45	15,04	3,59	15,60	236,30	2016,080
06109+0626	J 2607	10,24	12,45	2,21	4,80	119,30	2016,066
06109+0621	J 2738	10,38	12,90	2,52	8,00	55,20	2016,080
06126+1639	HEI 116	11,20	11,40	0,20	1,80	309,50	2016,080
no cat	FYM 382AB	10,26	10,39	0,13	8,20	237,00	2016,066
no cat	FYM 397AB	10,26	10,39	0,13	8,20	236,50	2016,096
no cat	FYM 382AC	10,26	13,58	3,32	34,40	336,20	2016,066
06129-0609	J 717AB	9,40	9,40	0,00	2,50	287,00	2016,099
06129-0609	HJ 36AC	9,40	9,80	0,40	22,80	210,00	2016,099
06133-0624	A 666CD	9,25	14,80	5,55	5,20	265,00	2016,096
06138+0558	J 970	9,20	9,20	0,00	2,30	297,20	2016,066
	HEI 2					53,60	,
06144+1746		11,00	12,00	1,00	4,70	•	2016,096
06154+1813	J 684	10,80	11,70	0,90	2,60	257,80	2016,099
06205+1011	SLE 874	11,50	12,00	0,50	11,90	341,00	2016,246
06224+2640	FYM 385BC	8,76	14,50	5,74	5,80	308,00	2016,071
06237+0155	BAL1312	11,69	11,70	0,01	15,50	66,00	2016,066
06240+0158	J 1944	11,60	12,30	0,70	8,10	31,00	2016,066
06483-1520	STF 972A,BC	8,28	9,27	0,99	12,50	154,00	2016,066
06516-1445	BRT 556	10,73	11,90	1,17	4,80	122,70	2016,066
06596+3700	SLE 782	11,10	13,70	2,60	14,60	254,00	2016,129
07023+1030	J 21	10,59	11,20	0,61	3,20	276,50	2016,066
07048+2253	POU2396AB	12,00	13,00	1,00	4,40	290,00	2016,140
07048+2253	POU2398AD	12,14	14,58	2,44	16,80	82,30	2016,140
07048+2253	POU2397AC	12,14	14,27	2,13	14,10	0,90	2016,140
07253+5507	STI2187	9,30	11,00	1,70	14,40	283,50	2016,080
07253+5507	FYM 388AC	9,30	15,22	5,92	19,50	228,40	2016,080
07407-2530	BRT2905	11,70	0,00	-11,70	4,45	209,00	2015,855
07443-0040	BAL 825	10,70	10,90	0,20	6,40	156,60	2016,096
07453-0026	SIN 31AC	7,99	14,20	6,21	10,00	332,00	2016,096
07453-0026	SIN 31AD	7,99	13,60	5,61	26,40	101,30	2016,096
07453-0026	SIN 31AE	7,99	12,30	4,31	28,00	28,80	2016,096
07453-0026	SIN 31AH	7,99	12,30	4,31	43,20	323,70	2016,096
07560+0448	BAL3008	10,80	11,40	0,60	8,70	32,80	2016,096
07564+0324	J 69	10,00	11,00	1,00	2,31	258,80	2016,096
07569+0327	BAL2315	10,57	11,80	1,23	13,30	251,00	2016,096
07578-0342	J 2859	10,10	10,10	0,00	2,80	132,50	2016,096
08029+6203	STI 661	12,26	12,30	0,04	2,70	329,60	2016,096
08048+7929	KUI 31	5,30	13,60	8,30	6,40	169,00	2016,140
08071+6203	STI 662	11,10	11,10	0,00	9,00	167,00	2016,096
08190+4927	HU 1124AB	8,20	12,30	4,10	6,10	35,40	2016,090
08211+4725	HU 224AB	-	•			•	2016,140
		9,00	12,00	3,00	3,90	313,30	•
08236+1803	BRT2383	11,30	11,30	0,00	2,55	201,00	2016,140
08242+4722	HJ 2442	11,00	12,00	1,00	14,80	98,00	2016,140
08269+3219	SEI 497	11,40	12,00	0,60	3,30	210,80	2016,140
08278+3304	SEI 498	12,30	12,30	0,00	4,30	158,50	2016,140
08291+3245	SEI 501	11,00	11,00	0,00	6,80	36,70	2016,140
08332+3326	STF1240AB	7,70	10,70	3,00	29,00	80,70	2016,140
09044+1451	HEI 57	10,50	10,50	0,00	1,60	123,00	2015,830
09063+4107	ES 599	10,13	12,90	2,77	2,40	211,50	2016,140
09127+1632	STF1322	8,32	8,71	0,39	1,35	55,80	2015,830
09252+3254	POP 58	13,90	13,60	-0,30	2,78	109,22	2016,140

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

ld. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	Delta-M	RHO (")	THETA (°)	ÉPOCA
no cat	FYM 409	11,86	12,61	0,75	10,30	67,40	2016,298
09365+2820	ES 428	9,33	9,80	0,47	13,20	203,30	2015,280
09379+6241	PKO 9	10,80	11,00	0,20	6,80	285,80	2016,246
09413+6214	STI 693	11,50	11,50	0,00	4,30	219,60	2016,246
09432+6709	MLB 405AB	10,20	12,70	2,50	7,40	108,80	2016,284
no cat	FYM 407AB			0,03	15,70	242,00	2016,284
09524+2659	STF1389	9,12	9,50	0,38	1,90	283,40	2016,246
09526+6634	HJ 3315	11,30	12,90	1,60	10,60	288,50	2016,284
09539+6447	STT 522	7,50	11,20	3,70	14,50	124,00	2016,284
09546+2757	FYM 398AC	11,03	14,37	3,34	15,42	267,76	2016,246
10178+2000	A 2149AC	8,10	14,20	6,10	9,57	193,90	2016,262
10204+6808	HJ 3324	9,95	11,04	1,09	18,50	197,00	2015,178
10588+6143	STF1491	8,39	11,33	2,94	14,00	30,00	2016,262
10588+6143	FYM 406AC	8,39	14,89	6,50	21,70	259,00	2016,262
11037+3253	VVO 21AC	10,60	15,00	4,40	5,65	106,60	2015,280
11143+0558	TOK 140	7,88	12,94	5,06	8,00	99,00	2015,887
11193+0117	BAL1445	11,30	11,40	0,10	4,50	345,00	2016,284
11280+0827	J 1014	9,20	9,80	0,60	4,27	15,20	2015,888
11440+0721	J 1016	11,57	11,60	0,03	3,70	185,80	2015,887
11476+0821	HEI 504	9,60	11,20	1,60	3,80	90,00	2015,888
12025+2145	HO 535	8,69	11,50	2,81	3,10	141,30	2016,265
12043+2128	STF1596	6,18	7,48	1,30	3,68	234,70	2016,262
12069+2030	HO 255	8,99	12,26	3,27	2,70	134,00	2016,265
12073+3253	ES 2470	12,00	13,00	1,00	3,80	137,10	2016,246
12082+3227	HJ 844	9,00	11,00	2,00	12,80	351,50	2016,246
no cat	FYM 232AB	10,08	15,04	4,96	6,80	195,00	2016,246
13175+3649	HU 1146	8,75	11,84	3,09	5,35	28,50	2015,310
13205+5419	BEM9017	11,00	12,00	0,00	12,90	211,00	2016,284
13221+5122	ES 734	11,00	11,00	0,00	7,05	164,80	2016,284
13352+5039	SKF 364	12,90	14,70	1,80	3,55	27,00	2016,284
13411+3719	TDS 718	11,82	11,83	0,01	2,90	234,00	2015,362
13419+1159	BVD 8BC	12,90	13,10	0,20	2,60	69,00	2015,293
no cat	FYM 412AB	9,17	10,99	1,82	31,00	300,40	2016,306
no cat	FYM 412AC	9,17	10,99	1,02	28,50	42,20	2016,306
13563+3438	BU 936	9,77	12,80	3,03	4,50	95,00	2016,265
14554+0647	HJ 1259	7,00	12,00	5,00	27,30	71,30	2016,298
14554+4354	HDS2106	11,40	13,48	2,08	5,00	35,40	2015,310
15012-0406	A 14	9,28	11,51	2,23	3,70	93,32	2015,386
15059+0350	BAL2867	9,86	10,12	0,26	6,00	167,40	2015,380
15094+1437	HEI 165	12,00	12,00	-0,27	3,55	15,10	2015,386
15094+6202	STI 781	12,00	13,00	1,00	13,60	294,80	2015,375
15106+3923	NI 34	13,00	13,30	0,30	6,97	89,90	2015,375
15192+6307	MLB 354	11,37	12,40	1,03	2,65	110,80	2016,306
15407+6443	MLR 137AB	10,82	12,40	1,68	2,05	336,00	2016,306
15407+6443	MLR 137AC	11,00	12,00	1,00	25,80	204,00	2016,306
15460+6535	BU 415AB	8,47	11,62	3,15	13,00	332,70	2016,306
15460+6535	BU 415AC	8,47	11,90	3,43	19,40	5,52	2016,306
15589+6323	MLR 177	10,00	15,00	5,00	3,20	207,60	2016,306
15599+6433	HU 1169	9,00	12,00	3,00	2,80	61,10	2016,306
16139+6420	MLR 138	10,39	10,64	0,25	2,45	318,00	2016,306
16156-0822	BUP 165			7,80	49,70	309,00	2015,403
		5,50 8,62	13,30	7,80		207,80	2016,306
no cat	FYM 411		16,32	•	22,00		·
16165-0659	RST3939 STF2046AB	9,72 9,73	12,00 10,30	2,28 0,57	2,00 7,97	67,00 219,95	2015,468 2016,306
16209+6422		9 / .5	10.50	0.57	7.97	Z 19 90	ZU 10.3Ub

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

ld. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	Delta-M	RHO (")	THETA (°)	ÉPOCA
16291+0514	SKF 12	12,00	12,00	0,00	16,10	355,70	2015,403
16491+6203	STI 807AB	11,20	11,50	0,30	8,90	246,40	2016,306
16491+6203	FYM 410AC	11,20	13,59	2,39	17,50	21,40	2016,306
17395+0324	FOX9029AD	6,81	14,50	7,69	12,50	174,00	2015,512
18095-1712	SKF 94AB	10,50	16,00	5,50	8,82	229,33	2015,532
18095-1712	SKF 94AC	10,50	13,00	2,50	6,15	279,10	2015,532
no cat	FYM 265AB	13,60	15,05	1,45	6,10	274,40	2015,532
18386+1632	HO 87AC	8,34	13,00	4,66	48,00	121,00	2013,479
19523+1021	STF2590CD	11,60	12,20	0,60	8,50	272,50	2015,696
20339+1915	J 3094	11,00	15,00	4,00	7,50	22,37	2015,696
20339+1915	FYM 313AC	11,00	13,82	2,82	15,40	340,00	2015,696
20343+3950	MLB 883	10,50	11,50	1,00	10,00	310,00	2015,688
20421+4532	BKO 157	14,10	14,80	0,70	13,70	241,00	2015,748
21028+4551	FYM 331CF	7,82	15,66	7,84	12,50	42,50	2015,756
21028+4551	KUI 104CD	7,82	13,40	5,58	12,50	42,50	2015,756
21222+1114	J 2605	11,55	13,30	1,75	1,50	227,40	2015,756
22033+6051	STF2860AC	8,00	13,00	5,00	27,40	278,60	2015,756
22033+6051	STF2860AB	8,00	9,00	1,32	13,30	257,10	2015,756
no cat	FYM 338	14,57	15,65	1,08	8,44	229,30	2015,770
22190+5038	OL 65	9,60	11,40	1,80	4,33	11,42	2015,680
22407+1634	J 618	10,00	10,00	0,00	1,40	232,30	2015,805
22407+1634	FYM 305AC	10,00	11,74	1,74	19,30	334,10	0,000
22407+1634	FYM 305CD	11,74	12,70	0,96	11,80	294,80	2015,806
22414+1755	J 207	9,57	14,20	4,63	3,55	184,60	2015,833
22415+3256	J 2376	9,60	9,90	0,30	7,20	165,00	2015,740
22418+3051	ACA 7	9,42	13,60	4,18	12,50	176,70	2015,770
22499+1920	BRT2509	10,90	11,10	0,20	4,52	209,30	2015,688
23010+1202	A 1237	8,23	13,50	5,27	9,00	95,00	2015,740
no cat	FYM 308	15,62	16,07	0,45	5,80	80,00	2015,682
23131+6314	STI1152	12,20	13,10	0,90	13,00	33,00	2015,737
23188+5551	STI2970	11,93	11,90	-0,03	9,60	327,70	2015,737
23204+5530	ES 697BC	9,89	13,40	3,51	3,80	70,70	2015,855
23204+5542	STI2969	11,68	11,70	0,02	11,00	319,60	2015,855
23300+5833	HJ 1887FG	10,59	11,10	0,51	8,21	80,36	2012,751

#### Notas

El listado de *Notas* (tabla 5), toma los dos primeros campos de lista de medidas. Para esta campaña de medición se identificó cada componente principal mediante el identificador y la posición indicados en el catálogo UCAC4, si no estaba en Tycho2, en Hipparcos o no se encontraba en la base de datos *Simbad*. Para realizar este trabajo, he descargado el catálogo UCAC4 desde el sitio del USNO y se implementó en el software *SkyChart*.

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS
00002+4119	FYM 352AC	A es TYC 2789-1682-1 / UC4-657-000 016 * mV 9,68 ** C es UC4-657-000 013 * mV 13,22 * B-V 0,91
00057+4549	POP 217AP	A es HIP 473 * K6 * P es UCAC4-680-000 559 * mV 12,82
00089+6627	FAB 1	A es HIP 723 / V0740 Cas ** B es UCAC4-783-000 232 * mV 11,42 * B-V 0,53
00237+0357	PLQ 5	A es UCAC4-470-000 608 * mV 10,94 ** B es UCAC4-470-000 607 * mV 11,15
00280-2053	ARA1251	A es UCAC4-346-000 501 * mV 11,77 ** B es UCAC4-346-000 500 * mV 12,05
00378+1724	COU 251AB	A es TYC 1187-248-1 / UCAC4-537-001 187 * F8 ** B es UCAC4-537-001 186 * mV 10,62
00401+3541	ES 2080	A es TYC 2287-1302-1 / UCAC4-629-021 132 ** B puede ser UCAC4-629-021 135 ? mV 15,13
00402+6733	MLB 380	A es TYC 4295-1416-1 / UCAC4-788-001 561 * mV 11,39
00428+3533	TOK 10	A es HIP 3362 / var FF And * B-V 1,46 ** B es UCAC4-628-002 359 * mV 12,17
00485+0525	VKI 1	A es UCAC4-478-001 247 ** B es UCAC4-478-001 246 * mV 13,57
00566-1614	HJ 2002	A es UCAC4-369-001 014 * mV 11,93 ** B es UCAC4-369-001 013 * mV 11,85
01003+1812	A 2210	A es HIP 4 689 * G5 ** B es ?
01003+1812	BRT1927	
	BRT 120	A es TYC 1192-1059-1 ** B es TYC 1192-1059- Speckle con Reduc
01048+2535		A es UCAC4-578-002 448 * mV 11,70 ** B es UCAC4-578-002 449 * mV 11,79
01062+2509	COU 77	A es UCAC4-576-002 321 * mV 10,38 ** B es UCAC4-576-002 320 * mV 10,44
01130+3911	MLB1026	A es HIP 4121 / UCAC4-646-004 536 * O5V ** B es UCAC4-646-004 537 * mV 12,37
01130+3911	FYM 360AC	A es HIP 4121 / UCAC4-646-004 536 ** C es UC4-647-004418 * mV 15,68
01136+3925	ALI 736	A es UCAC4-648-004 608 * mV 11,63 ** B es UCAC4-648-004 609 * mV 11,63  A es UCAC4-563-002 582 * mV11,52 * B-V 0,78 * * B es UCAC4-563-002 581 * mV 11,74 * B-V 0,00*
01153+2234	J 3226	Puede haber inversión entre A y B ?
01328+3551	STF 133CD	C es TYC 2305-1644-1 / UCA-630-004 941 ** D es UCA-630-004 940 * mV 10,49
01328+3551	STF 133AB	A es HIP 7201 / UC4-630-004 943 * K3III ** B es UC4-630-004 942 * mV 9,44
01349+3519	POP 48	A?B?
01367+3527	ALI 1	UCAC4-628-005 164 * mV 11,07 ** B es UCAC4-628-005 166 * mV 12,18
01395-0612	J 1447	A es TYC 4687-1534-1* K4 ** B es UCAC4-420-001 993 * mV 10,41 * B-V 1,31
02070+4512	LMP 27AD	A es TYC 3281-329-1 ** D es UCAC4-676-011 074 * mV 12,09
02070+4512	BKO 12AC	A es TYC 3281-329-1 ** C es UCAC4-676-011 081 * mV 12,45
02096+4251	ES 48	A es HIP 10079 /UC4-665-009 368 * F5 ** B es UC4-665-009 367 * mV 8,05
02096+4251	FYM 359BC	B es UC4-665-009 367 * mV 8,05 * C no encontrada en UCAC4
02096+4443	POP 148	A es TYC 2841-1353-1 ** B es UCAC4-674-010 857 * mV 11,59
02122+4440	HJ 2117AB	A es GZ And ** B es UCAC4-674-111 102 * mV 10,49 * G5V+G5V
02122+4440	HJ 2117AC	A es GZ And ** C es UCAC4-674-011 099 * mV 11,58 * G5V+G5V
02135+5926	FYM 363AC	A es TYC 3698-1347-1** C es UCAC4-748-021 804 * mV 12,69
02164+5915	STI1820	A es UCAC4-747-021 161 ** B es UCAC4-747-021 162 * mV 11,23
02169+5357	HJ 2121	A es TYC 3686-1941-1 / UCAC4-721-020 644 ** B es UCAC4-721-020 642 * mV 11,16
02191+5422	LEO 5AB	A es TYC 3686-1881-1 ** B es UCAC4-722-021 443 * mV 11,87
02191+5422	LEO 5AC	A es TYC 3686-1881-1 ** C es UCAC4-722-021 449 * mV 11,00
02211+0440	BAL2600	A es UCAC4-474-003 108 * mV11,87 ** B es UCAC4-474-003 109 * mV 11,87
		A es UCAC4-651-010 445 * mV 12,16 ** B es UCAC4-651-010 446 * mV 12,16 (error en mV ? Delta RE-
02399+4007	MLB1001AB	DUC correcto 1,54)
02399+4007	MLB1001AC	A es UCAC4-651-010 445 * mV 12,16 ** C es UCAC4-651-010 441 * mV 13,75
02409+4014	DOB 3	A es UCAC4-652-010 621 * mV 10,68 ** B es UCAC4-652-010 622 * mV 11,07
02414+5726	STI1925	A es UCAC4-738-027 872 * mV 11,75 ** B es UCAC4-738-027 870 * mV 11,99
02414+5726	FYM 379AC	A es UCAC4-738-027 872 * mV 11,75 ** C es UCAC4-738-027 883 * mV 14,02
no cat	FYM 383AB,C	A es TYC 2849-43-1 (estrella doble Rho 2,2) UC4-652-010 706/707 ** C es UCAC4-652-010 701 * mV 12,46 * mp -9 -4
no cat	FYM 383AB	A es TYC 2849-43-1 / UC4-652-010 706 * mV 9,57 ** B es UC4-652-010 707 * mV 9,3 * mA < mB
02441+5700	STI1931	A es TYC 3708-1628-1 / UCAC4-735-028 043 * B es UCAC4-735-029 040 * mV 13,44
02443+5704	STF 293AB	A es TYC 3708-1189-1 / UCAC4-736-029 774 * K0 ** B es UCAC4-736-029 779 * mV 11,40
02443+5704	FYM 354AE	A es TYC 3708-1189-1 / UC4-736-029 774 ** E es UC4-736-029 771 * mV 14,62
02443+5704	FYM 354AF	A es TYC 3708-1189-1 / UC4-736-029 774 ** F es UC4-736-029 767 * mV 14,85 * B-V 1,97
02451+5700	STI1936	A es TYC 3708-1101-1 / UC4-736-029 840 * mV 8,87 ** B es UC4-736-029 838 * mV 13,29
02451+5708		A es TYC 2845-2015-1 * B es TYC 2845-2015-2 * REDUC : mB >mA
02431+3708	ALD 10	
	BAL 960	A es UCAC4-454-003 712 * mV 11,80 ** B es UCAC4-454-003 711 * mV 11,79
02489+3823		
02489+3823 02565+0039	BAL 960	A es UCAC4-454-003 712 * mV 11,80 ** B es UCAC4-454-003 711 * mV 11,79

NOTAS   NOMBRE   NOTAS	
03130+3254         FYM 355AD         A es HIP 14976 ** D es UC4-615-009 373 * mV 14,51 * mp +27 -34           03180+5800         HEI 212         A es TYC 3710-40-1 / UCAC4-740-029 536 ** B es UCAC4-740-029 535 * mV 11,31           03277+3427         GYL 77         A es TYC 2350-558-1 / UCAC4-623-011 686 * K0 ** B es UCA-623-011 688 * mV 11,66*           03286+4044         POP 174         A es TYC 2865-667-1 / UCAC4-654-015 290 ** B es UCAC4-654-015 291 *mV 13,02           03470+4126         STF 443AB         A es UC4-658-018 828 * mV 8,68 ** B es UC4-658-018 831 * mV 8,95           04072+6229         SLE 52         A es UC4-763-029 842 * mV 12,29 ** B es UC4-763-029 841 * mV 13,75           04078+6220         WSI 20FQ         F es UC4-762-029 066 * mV 11,32 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43           04078+6220         WSI 20EQ         E es TYC 4068-1651-1 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43           04078+6220         STF 485EG         E es TYC 4068-1651-1 ** G es TYC 4068-1192-1 * mV 9,63           04078+6220         STF 485AD         A es HIP 19 272           04078+6220         FYM 353AR         A es HIP 19 272 ** D es UCAC4-762-029 088 * mV 13,07           04078+6220         FYM 353AS         A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37           04078+6220         FYM 353AT         A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 077 * mV 15,17           04089+6231         ES 1882         A es TYC 4068-1312	
03180+5800         HEI 212         A es TYC 3710-40-1 / UCAC4-740-029 536 ** B es UCAC4-740-029 535 * mV 11,31           03277+3427         GYL 77         A es TYC 2350-558-1 / UCAC4-623-011 686 * K0 ** B es UC4-623-011 688 * mV 11,66*           03286+4044         POP 174         A es TYC 2865-667-1 / UCAC4-654-015 290 ** B es UCAC4-654-015 291 *mV 13,02           03470+4126         STF 443AB         A es UC4-658-018 828 * mV 8,68 ** B es UC4-658-018 831 * mV 8,95           04072+6229         SLE 52         A es UC4-763-029 842 * mV 12,29 ** B es UC4-763-029 841 * mV 13,75           04078+6220         WSI 20FQ         F es UC4-762-029 066 * mV 11,32 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43           04078+6220         WSI 20EQ         E es TYC 4068-1651-1 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43           04078+6220         STF 485EG         E es TYC 4068-1651-1 ** G es TYC 4068-1192-1 * mV 9,63           04078+6220         STF 485AD         A es HIP 19 272           04078+6220         FYM 353AR         A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 069 * mV 14,13           04078+6220         FYM 353AS         A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37           04078+6220         FYM 353AT         A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17           04089+6231         ES 1882         A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09           04224+3515         ES 279         A es UCAC4-627-016 725 * mV	
03277+3427         GYL         77         A es TYC 2350-558-1 / UCAC4-623-011 686 * K0 ** B es UC4-623-011 688 * mV 11,66*           03286+4044         POP 174         A es TYC 2865-667-1 / UCAC4-654-015 290 ** B es UCAC4-654-015 291 *mV 13,02           03470+4126         STF 443AB         A es UC4-658-018 828 * mV 8,68 ** B es UC4-658-018 831 * mV 8,95           04072+6229         SLE 52         A es UC4-763-029 842 * mV 12,29 ** B es UC4-763-029 841 * mV 13,75           04078+6220         WSI 20FQ         F es UC4-762-029 066 * mV 11,32 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43           04078+6220         WSI 20EQ         E es TYC 4068-1651-1 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43           04078+6220         STF 485EG         E es TYC 4068-1651-1 ** G es TYC 4068-1192-1 * mV 9,63           04078+6220         STF 485AD         A es HIP 19 272           04078+6220         FYM 353AR         A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 088 * mV 13,07           04078+6220         FYM 353AS         A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37           04078+6220         FYM 353AS         A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 077 * mV 15,17           04089+6231         ES 1882         A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09           04224+3515         ES 279         A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61           04231+3613         ES 239         A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748	
03286+4044         POP 174         A es TYC 2865-667-1 / UCAC4-654-015 290 ** B es UCAC4-654-015 291 *mV 13,02           03470+4126         STF 443AB         A es UC4-658-018 828 * mV 8,68 ** B es UC4-658-018 831 * mV 8,95           04072+6229         SLE 52         A es UC4-763-029 842 * mV 12,29 ** B es UC4-763-029 841 * mV 13,75           04078+6220         WSI 20FQ         F es UC4-762-029 066 * mV 11,32 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43           04078+6220         WSI 20EQ         E es TYC 4068-1651-1 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43           04078+6220         STF 485EG         E es TYC 4068-1651-1 ** G es TYC 4068-1192-1 * mV 9,63           04078+6220         STF 485AD         A es HIP 19 272           04078+6220         FYM 353AR         A es HIP 19 272 ** D es UC4-762-029 088 * mV 13,07           04078+6220         FYM 353AS         A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 069 * mV 14,13           04078+6220         FYM 353AS         A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37           04078+6220         FYM 353AT         A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17           04089+6231         ES 1882         A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09           04224+3515         ES 279         A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61           04231+3613         ES 239         A es UCAC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
03470+4126       STF 443AB       A es UC4-658-018 828 * mV 8,68 ** B es UC4-658-018 831 * mV 8,95         04072+6229       SLE 52       A es UC4-763-029 842 * mV 12,29 ** B es UC4-763-029 841 * mV 13,75         04078+6220       WSI 20FQ       F es UC4-762-029 066 * mV 11,32 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43         04078+6220       WSI 20EQ       E es TYC 4068-1651-1 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43         04078+6220       STF 485EG       E es TYC 4068-1651-1 ** G es TYC 4068-1192-1 * mV 9,63         04078+6220       ES 2603AB       A es HIP 19 272         04078+6220       STF 485AD       A es HIP 19272 ** D es UC4-762-029 088 * mV 13,07         04078+6220       FYM 353AR       A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 069 * mV 14,13         04078+6220       FYM 353AS       A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37         04078+6220       FYM 353AT       A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17         04089+6231       ES 1882       A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09         04224+3515       ES 279       A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61         04231+3613       ES 239       A es UCA-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04072+6229       SLE 52       A es UC4-763-029 842 * mV 12,29 ** B es UC4-763-029 841 * mV 13,75         04078+6220       WSI 20FQ       F es UC4-762-029 066 * mV 11,32 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43         04078+6220       WSI 20EQ       E es TYC 4068-1651-1 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43         04078+6220       STF 485EG       E es TYC 4068-1651-1 ** G es TYC 4068-1192-1 * mV 9,63         04078+6220       ES 2603AB       A es HIP 19 272         04078+6220       STF 485AD       A es HIP 19272 ** D es UC4-762-029 088 * mV 13,07         04078+6220       FYM 353AR       A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 069 * mV 14,13         04078+6220       FYM 353AS       A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37         04078+6220       FYM 353AT       A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17         04089+6231       ES 1882       A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09         04224+3515       ES 279       A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61         04231+3613       ES 239       A es UCA-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04078+6220       WSI 20FQ       F es UC4-762-029 066 * mV 11,32 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43         04078+6220       WSI 20EQ       E es TYC 4068-1651-1 ** Q es UC4-762-029 064 * mV 12,43         04078+6220       STF 485EG       E es TYC 4068-1651-1 ** G es TYC 4068-1192-1 * mV 9,63         04078+6220       ES 2603AB       A es HIP 19 272         04078+6220       STF 485AD       A es HIP 19272 ** D es UC4-762-029 088 * mV 13,07         04078+6220       FYM 353AR       A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 069 * mV 14,13         04078+6220       FYM 353AS       A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37         04078+6220       FYM 353AT       A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17         04089+6231       ES 1882       A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09         04224+3515       ES 279       A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61         04231+3613       ES 239       A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04078+6220       STF 485EG       E es TYC 4068-1651-1 ** G es TYC 4068-1192-1 * mV 9,63         04078+6220       ES 2603AB       A es HIP 19 272         04078+6220       STF 485AD       A es HIP 19272 ** D es UC4-762-029 088 * mV 13,07         04078+6220       FYM 353AR       A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 069 * mV 14,13         04078+6220       FYM 353AS       A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37         04078+6220       FYM 353AT       A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17         04089+6231       ES 1882       A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09         04224+3515       ES 279       A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61         04231+3613       ES 239       A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04078+6220       STF 485EG       E es TYC 4068-1651-1 ** G es TYC 4068-1192-1 * mV 9,63         04078+6220       ES 2603AB       A es HIP 19 272         04078+6220       STF 485AD       A es HIP 19272 ** D es UC4-762-029 088 * mV 13,07         04078+6220       FYM 353AR       A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 069 * mV 14,13         04078+6220       FYM 353AS       A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37         04078+6220       FYM 353AT       A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17         04089+6231       ES 1882       A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09         04224+3515       ES 279       A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61         04231+3613       ES 239       A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04078+6220       ES 2603AB       A es HIP 19 272         04078+6220       STF 485AD       A es HIP 19272 ** D es UC4-762-029 088 * mV 13,07         04078+6220       FYM 353AR       A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 069 * mV 14,13         04078+6220       FYM 353AS       A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37         04078+6220       FYM 353AT       A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17         04089+6231       ES 1882       A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09         04224+3515       ES 279       A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61         04231+3613       ES 239       A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04078+6220       STF 485AD       A es HIP 19272 ** D es UC4-762-029 088 * mV 13,07         04078+6220       FYM 353AR       A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 069 * mV 14,13         04078+6220       FYM 353AS       A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37         04078+6220       FYM 353AT       A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17         04089+6231       ES 1882       A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09         04224+3515       ES 279       A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61         04231+3613       ES 239       A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04078+6220       FYM 353AR       A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 069 * mV 14,13         04078+6220       FYM 353AS       A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37         04078+6220       FYM 353AT       A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17         04089+6231       ES 1882       A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09         04224+3515       ES 279       A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61         04231+3613       ES 239       A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04078+6220       FYM 353AT       A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17         04089+6231       ES 1882       A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09         04224+3515       ES 279       A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61         04231+3613       ES 239       A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04078+6220       FYM 353AT       A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15,17         04089+6231       ES 1882       A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09         04224+3515       ES 279       A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61         04231+3613       ES 239       A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04089+6231       ES 1882       A es TYC 4068-1312-1 ** B es UC4-763-029 957 * mV 11,09         04224+3515       ES 279       A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61         04231+3613       ES 239       A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04224+3515 ES 279 A es UCAC4-627-016 725 * mV 10,61  04231+3613 ES 239 A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
04231+3613 ES 239 A es UC4-632-017 751 * mV 9,93 ** B es UC4-632-017 748 * mV 9,99	
* *	
04233+6321 ES 1883 A es TYC 4069-58-1 / UCAC4-767-031 481 * mV 03 ** B ?	
04239+3535 ES 2463 A es TYC 2380-600-1 / UCAC4-628-017 450 * mV 10.51	
04243+2414 POU 448 A es UCAC4-572-011 231 * mV 13,09 ** B es UCAC4-572-011 230 * mV 13,28	
04319+5718 STI2052 A es UCAC4-737-037 246 * mV 11,46 ** B esUCAC4-737-037 247 * mV 11,53 *	
04319+5718 <b>FYM 370 AC</b> A es UCAC4-737-037 246 ** C es UCAC4-737-037 244 * mV 12,26	
04321+5713 A 1008 A es TYC 3740-443-1 / UCAC4-737-037 263	
04336+2421 POU 460 AB A es GK Tau / UCAC4-572-011 547 ** B es UCAC4-572-011 546 * K7Ve+K7e	
04359+2323 POU 463 A es UC4-567-011 061 * mV 12,14 ? ** B es UC4-567-011 062 * mV 12,14 ?	
04359+2352 <b>FYM 356AB,D</b> A es V1324 Tau / UC4-570-011 495 ** D es UC4-570-011 496 * mV 14,18	
04359+2352 <b>FYM 356CE</b> C es UC4-570-011 491 * mV 12,79 ** E es UC4-570-011 472 * mV 14,99	
04373+5550 STI2058 A es UC4-730-035 224 * mV 11,56 ** B es UC4-730-035 222 * mV11,56	
04373+5550 <b>FYM 357AC</b> A es UC4-730-035 224 ** C es UC4-730-035 229 * mV 15,56	
04440+4225 STF 582AB A es HIP 22019 * B8II ** B es TYC 2901-2233-1	
04440+4225 STF 581CD C es UC4-662-026 588 * mV 12,02 ** C es UC4-662-026 586	
04453+4209 ES 1618 A es TYC 2901-2081-1 / UC4-661-026 808 * mV 10,13	
04458+1556 KOH 25 A es TYC 1267-425-1 /V1206 Tau * G5 ** B es UCAC4-530-009 691 * mV 14,11 * mp 21 -31 *	B-V 1,38
04460+2720 HJ 3259 A es TYC 1839-364-1 / UCAC4-587-013 238 * mV 9,59 ** B es UCAC4-587-013 239 * mV 9,84	1
04460+2720 <b>FYM 364AC</b> A es TYC 1839-364-1 ** C es UCAC4-587-013 237 * mV 12,68	
05047-0707 RST4265 A es TYC 4762-101-1 / UCAC4-415-008 007 ** B es UCAC4-415-008 008 * mV 10 ?	
05070+1650 <b>FYM 408AC</b> A es HIP 23807 * // 13 mas * mp +54 -56 * F8 * C es UCAC4-535-011 460 * mV 15,71	
05083+3716 SEI 74 A es UC4-637-022 139 ** B es UC4-637-022 141* mV 13,82 * Inversión mVA y mVB *A lum. 3	84 * B lum.
05087+3703 SEI 78 A es TYC 2401-439-1 ** B es UC4-636-022 553 * mV 13,05	
05117+2445 POU 578 A es UCAC4-630-023 479 * mV 12,16 ** B es UCAC4-630-023 477 mV 13,26	
05132+4429 ES 1373AB A es TYC 2908-153-1 * B8 ** B es UC4-673-035 750 * mV 9,53	
05192+3548 SEI 179 A es HIP 24815 ** B es UC4-629-022 730 * mV 12,85	
05192+3549 BKO 305 A es UC4-630-023 462 * mV 12,35 ** B es UC4-630-023 459 * mV 12,83	
05191+4009 H 5 88AB A es TYC 2900-1278-1 ** B es TYC 2900-1725-1	
05194+3550 BKO 306 A es UCAC4-630-023 479 * mV 12,16 ** B es UCAC4-630-023 477 * mV 13,26	
05199+3545 BKO 307 A es UC4-629-022 849 * mV 12,50 ** B es UC4-629-022 850 * mV 12,50	
05201+3921 <b>FYM 372AR</b> A es HIP 24870 * R no encontrada en UCAC4	
05201+4532 SMA 53 A es UC4-678-036 837 * mV 11,76 ** B es UC4-678-036 841 * mV 10,82 * B-V 1,14	
05206+4452 J 897 A es UC4-675-036 733 * mV 10,18 ** B es UC4-675-036 732 * mV 10,21	
05221+3945 J 2393 A es TYC 2913-2180-1 / UCAC4-649-028 851 ** B es UCAC4-649-028 848 * mV 13,35	
05228+3325 BU 887FU F es UCAC4-618-022 534 * mV 13,20	
<b>no cat FYM 375</b> A es UCAC4-634-025 151 * B es UCAC4-634-025 149 * mV 13,81	
05289+1233 TOK 94AD A es HIP 25662 * G0V ** D es UCAC4-513-012 145 * mV 12,41	

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS		
05289+1233	TOK 94AB	A es HIP 25662 * G0V		
05289+1233	TOK 94AC	A es HIP 25662 * G0V		
05329+5208	STF 717AB	A es HIP 25996 / V0429 Aur * K0 ** B es UCAC4-711-039 453 * mV 11,67 * B-V 0,55		
05374+3703	MLB1008	A es UCAC4-636-027 713 * mV 13,5 ** B es UCAC4-636-027 714 * mV 13,53 * 2ª medición		
no cat	FYM 386AB	A es UCAC4-563-020 407 * mV 12,59 * mp -2 -4 * B-V 0,51 ** B es UCAC4-563-020 409 * mV 13,05 * mp +7 -18		
05480+2234	SLE 281	A es TYC 1862-184-1 / UCAC4-563-202 489 ** B es UCAC4-563-202 488 * mV 10,05 * B-V 1		
05485+2451	POU 782	TYC 1866-1374-1 ** B ?		
05489+2236	SLE 283	A es UCAC4-563-020 668 ** B es UCAC4-563-020 667 * mV 11,11		
05496+2244	LYO 1AB	A es TYC 1862-441-1 ** B es UCAC4-564-020 072 * mV 8,91 ?		
05532+1424	J 656AB	A es TYC 728-778-1 ** B es UCAC4-522-017 096 * mV 9,85		
05545+1434	J 679AB	A es TYC 728-761-1 ** B es UCAC4-523-018 351 * mV 11,24		
05545+1434	J 679AC	A es TYC 728-761-1 ** C es UCAC4-523-018 350 * mV 12,24		
05549+1413	HO 20AB	A es HIP 27961		
05561+1356	S 503BC	B es TYC 728-1670-1 / UC4-520-017 809 ** C es UC4-520-017 810 * mV 11,64		
05561+1356	S 503AB	A es HIP 28066 ** B es TYC 728-1670-1 / UC4-520-017 809		
05561+1356	S 503AC	A es HIP 28066 * G5IV * C es UCAC4-520-017 810 * mV 11,64		
05561+1356	FYM 374AG	A es HIP 28066 ** G es UC4-520-017 823 * mV 12,69		
05561+1356	FYM 374AF	A es HIP 28066 ** F es UC4-520-017 834 * mV 13,11		
05569-0700	HJ 33AB	A es TYC 4781-848-1 ** B es UCAC4-415-011 577 * mV 10,56		
05569-0700	AOT 24AC	A es TYC 4781-848-1 / UCAC4-415-011 576 ** C es UCAC4-415-011 575 * mV 11,99		
05569-0700	AOT 24BC	B es UCAC4-415-011 577 *mV 10,56 ** C es UCAC4-415-011 575 * mV 11,99		
06011+1414	HEI 47	A es TYC 729-1265-1 ** B es TYC 729-1265-2		
06017+1437	J 681	A es UCAC4-523-020 590 * mV 11,70 ** B es UCAC4-523-020 592 * mV 11,87		
06017+1240	BRT1191	A es UCAC4-514-018 670 ** B es UCAC4-514-018 669 * mV 12,92		
06030+0630	J 16	A es TYC 142-160-1 / UCAC4-483-016 316		
06032+1922	TOK 105AC	A es HIP 28671 / UCAC4-547-022 282 ** C es UCAC4-547-022 281 * mV 9,22		
06050+3504	POP 14	A es UCAC4-326-031 070 * mV 13,8 ** B es UCAC4-326-031 071 * mV 13,15		
06082+1653	J 1260	A es TYC 1318-587-1 * B es UCAC4-535-023 650 * mV 11,14		
06083+3356	GCB 14	A es UCAC4-620-031 573 ** B es UCAC4-620-031 572 * mV 12,26 * B-V 0,58		
06092+3359	J 965	A es TYC 2428-10-1 / UCAC4-620-031 676 ** B es UCAC4-620-031 674 * mV 11,04		
06097+0442	FYM 396AC	A es TYC 139-536-1 / UCAC4-474-015 463 ** C es UCAC4-474-015 467 * mV 15,05		
06098+0423	BAL2652	A es TYC 139-218-1 / UCAC4-472-015 943 ** B es UCAC4-472-015 940 * mV 11,45		
06098+0423	FYM 391AC	A es TYC 139-218-1 / UCAC4-472-015 943 ** C es UCAC4-472-015 938 * mV 15,04 *		
06109+0626	J 2607	A es TYC 143-2268-1 ** B es UCAC4-483-018 032 * mV 10,14 * Reduc Surface		
06109+0621	J 2738	A es TYC 143-226-1 / UCAC4-482-016 774 ** B es UCAC4-482-016 776 *mV 10,29		
06126+1639	HEI 116	A es UCAC4-534-023 723 * REDUC CA + Speckle		
no cat	FYM 382AB	A es UCAC4-484-018 006 * mV 10,26 * B-V 0,7 ** B es UCAC4-484-018 003 * mV 10,39 * B-V 1,1 * inversión en la reducción * mp -1-7		
no cat	FYM 397AB	A es UCAC4-484-018 006 * mV 10,26 * mp +1 -7 ** UCAC4-484-018 003 * mV 10,39 * B-V 1,01 * mp-1 -8		
no cat	FYM 382AC	A es UCAC4-484-018 006 * mV 10,29 ** C es UCAC4-484-017 998 * mV 13,58		
06129-0609	J 717AB	A es UCAC4-420-012 746 ** B es UCAC4-420-012 746		
06129-0609	HJ 36AC	A es UCAC4-420-012 746 ** C es UCAC4-420-012 743 * mV 12,10		
06133-0624	A 666CD	C es TYC 4795-692-1 ** D es UCAC4-419-012 483 * mV 14,95 * B-V 1,75		
06138+0558	J 970	A es TYC 143-1718-1 / V2788 Ori		
06144+1746	HEI 2	A es TYC 1318-725-1 / UCAC4-539-023 867 ** B es UCAC4-539-023 869 * mV 11,78		
06154+1813	J 684	A es TYC 1318-606-1 / UCAC4-542-024 071 ** B es UCAC4-542-024 073 * mV 10,61		
06205+1011	SLE 874	A es TYC 735-1083-1 / UCAC4-501-024 ** B es UCAC4-501-024 420 * mV 13,85		
06224+2640	FYM 385BC	B es HIP 30 304 * C no encontrada en UCAC4		
06237+0155	BAL1312	A es TYC 137-1623-1 * B puede ser UCAC4-460-017 834 * mV13,90 * 2ª medición * mVA < mVB		
06240+0158	J 1944	A es UCAC4-461-018 330 ** B es UCAC4-461-018 331 * mV 12,34 * mp +67 +120		
06483-1520	STF 972A,BC	A es HIP 32628 ** B es UCAC4-374-017 649 * mV 9,27		
06516-1445	BRT 556	A es TYC 5391-2826-1 / UCAC4-377-018 973 ** B puede ser UCAC4-377-018 976 * Surface		
06596+3700	SLE 782	A es TYC 2449-981-1 / UCAC4-636-039 271 ** B es UCAC4-636-039 270 * mV 14,54		
07023+1030	J 21	A es TYC 753-1817-1 / UCAC4-503-036 887 * mV 10,22 ** B es UCAC4-503-036 888 * mV 10,59		
07048+2253	POU2396AB	A es UCAC4-565-035 969 ** B es A es UCAC4-565-035 966 * mV 12,95		

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS
07048+2253	POU2398AD	A es UCAC4-565-035 969 ** D es A es UCAC4-565-035 973 * mV 15,03
07048+2253	POU2397AC	A es UCAC4-565-035 969 ** C es A es UCAC4-565-035 968 * mV 15,15
07253+5507	STI2187	A es TYC 3785-1191-1 / UCAC4-726-043 100 ** C es UCAC4-726-043 099 * mV 11,69
07253+5507	FYM 388AC	A es TYC 3785-1191-1 / UCAC4-726-043 100 ** C es UCAC4-726-043 098 * mV 15,22 * B-V 0,57
07407-2530	BRT2905	A es UC4-323-030 490 * mV 12,04 ** B es UC4-323-030 488 * mV 12,26
07443-0040	BAL 825	A es UCAC4-447-039 786 ** B es UCAC4-447-039 787 * mV 12,27
07453-0026	SIN 31AC	A es HIP 37824 ** C es UCAC4-448-040 732 * mV 15,01
07453-0026	SIN 31AD	A es HIP 37824 ** D es UCAC4-448-040 744 * mV 14,69
07453-0026	SIN 31AE	A es HIP 37824 ** E es UCAC4-448-040 739 * mV 12,89
07453-0026	SIN 31AH	A es HIP 37824 ** H es UCAC4-448-040 727 * mV 13,02
07560+0448	BAL3008	A es TYC 189-152-1 / UCAC4-474-037 723 ** B es (puede ser) UCAC4-474-039 090 * mV 11,23
07564+0324	J 69	A es TYC 185-995-1 / UCAC4-468-036 571 ** B no encontrada en UCAC4
07569+0327	BAL2315	A es TYC 185-754-1 / UCAC4-468-036 650 ** B es UCAC4-468-036 647 * mV 12,95
07578-0342	J 2859	A es UCAC4-432-042 227 * mV 11,09 ** B es UCAC4-432-042 226 * mV 11,18 * mp -23 -23
08029+6203	STI 661	A es UCAC4-761-038 830 * mV 12.28 ** B es UCAC4-761-038 829 * mV 12.37
08048+7929	KUI 31	A es HIP 39538 * mp -37 -53 * B 9,5 Vs ** B es UCAC4-848-008 670 * mV 7,56
08071+6203	STI 662	A es UCAC4-761-038 914 * mV 10,76 ** B es UCAC4-761-038 913 * mV 10,83
08190+4927	HU 1124AB	A es HIP 40744 * B ?
08211+4725	HU 224AB	A es HIP 40925 / TYC 3415-72-1 * 7V ** B es TYC 3415-72-2
08236+1803	BRT2383	A es TYC 1382-817-1 / UCAC4-541-045 957 ** B ?
08242+4722	HJ 2442	A es TYC 3415-411-1 / UCAC4-687-050 240 ** B es UCAC4-687-050 242 * mV 12.71
08269+3219	SEI 497	A es UCAC4-612-042 918 ** B es UCAC4-612-042 917 * mV 12,32
08278+3304	SEI 498	A es TYC 2486-426-1 / UCAC4-616-043 925 ** B es UCAC4-616-043 924 * mV 12
08291+3245	SEI 501	A es UCAC4-614-043 499 * mV 13,14 ** B es UCAC4-614-043 500 * mV 12,44 * mVA < mVB * delta mV
		0,96 con REDUC
08332+3326	STF1240AB	A es HIP 41960 / UCAC4-618-045 118 ** B es UCAC4-618-045 1119 * mV 11,21 * mp 48 -8
09044+1451	HEI 57	A es TYC 3096 1979 1 / UCAC4-525-049 900 ** B puede ser UCAC4-525-049 901 ?
09063+4107	ES 599	A es TYC 2986-1878-1 / UCAC4-656-051 318 ** B no encontrada en UCAC4
09127+1632 09252+3254	STF1322 POP 58	A es HIP 45201 / TYC 1401-310-1 * A4IV ** B es TYC 1401-310-2  A es UCAC4-615-045 784 * mV 12,86 ** B es UCAC4-615-045 786 * mV 12,87
	FYM 409	
no cat 09365+2820	ES 428	A es UCAC4-788-020 682 ** B es UCAC4-788-020 683 * mV 12,61  A es TYC 1965-735-1 * B es UCAC4-592-045909 * mV 10,43
09303+2020	PKO 9	A es UCAC4-764-041 426 * mV 12.36 * B-V 0.57 ** B es UCAC4-764-041 425
09413+6214	STI 693	A es UCAC4-762-040 380 * mV 11,70 ** B es UCAC4-762-040 379 * mV 11,93
09432+6709	MLB 405AB	A es OCAC4-702-040 300 111V 11,70 B es OCAC4-702-040 379 111V 11,93  Aes HIP 47669 / UCAC4-786-020 707 * mV9.05 ** B es ?
no cat	FYM 407AB	A es TYC 4142-903-1 / UCAC4-782-021 090 * mV11,08 ** B es UCAC4-782-021 089 * mV 12,50 * mp -11
		+51
09524+2659	STF1389	A es TYC 1964-34-1 ** B es TYC 1964-34-2 ** Speckle * estrella rápida mp 106 -175
09526+6634	HJ 3315	A es TYC 4142-447-1 / UCAC4-783-021 768 * mV 11,81 ** B es UCAC4-783-021 767 * mV 12,93
09539+6447	STT 522	A es HIP 48531 / UCAC4-774-030 708 * mV 8,78 ** B es UCAC4-774-030 710 * mV 12,18 * mp -34 -25
09546+2757	FYM 398AC	A es TYC 1967-985-1 / UCAC4-590-047781 ** C es UCAC4-590-047 779 * mV 14,37
10178+2000	A 2149AC	A es HIP 50 425 ** C es UCAC4-551-047 983 * mV 13,72
10204+6808	HJ 3324	A es HIP 50620 / UCAC4-791-022 047 ** B es UCAC4-791-022 046 / HIP 50618 * óptica
10588+6143	STF1491	A es HIP 53669 / UCAC4-759-041 884 ** B es UCAC4-759-041 885 * mV 10,65
10588+6143	FYM 406 AC	A es HIP 53669 / UCAC4-759-041 884 ** C es UCAC4-759-041 883 * mV 14,89
11037+3253	VVO 21AC	A es HIP 54056 / TYC 2519-792-1 * C es ?
11143+0558	TOK 140	A es HIP 54887 / UC4-480-050 078 * mV 8,66 ** B es UC4-480-050 077 * mV 8,90
11193+0117	BAL1445	A es UCAC4-457-048 719 ** B es UCAC4-457-048 718
11280+0827	J 1014	A es UC4-493-057 694 * mV 11,56 ** B es UC4-493-057 695 * mV 11,64
11440+0721	J 1016	A es UCAC4-487-052 691 * mV 10,87 ** B es UCAC4-487-052 692 * mV 11,85
11476+0821	HEI 504	A es TYC 864-994-1 / UC4-492-055 896 ** B es UC4-492-055 897 * mV 9,78 * speckle
12025+2145	HO 535	A es HIP 58707 / UCAC4-559-050 957 ** B es UCAC4-559-050 958 * mV 111,50 * óptica
12043+2128	STF1596	A es HIP 58858 / UCAC4-558-051 967 ** B es UCAC4-558-051 966 * F0IV-V
12069+2030	HO 255	A es HIP 59078 / UCAC4-553-049 906 ** B es UCAC4-553-049 907 * mV 12,26
12073+3253	ES 2470	A es TYC 2527-1627-1 / UCAC4-615-048 654 * mV 11,13 ** B es UCAC4-615-048 655 * mV 11,13

ID. WDS	NOMBRE EVM 222AB	NOTAS  A OC LICACA 560 051374 * m// 10 08 ** B OC LICACA 560 051373 * B V 0 52
no cat	FYM 232AB	A es UCAC4-560-051374 * mV 10,08 ** B es UCAC4-560-051373 * B-V 0,52
13175+3649	HU 1146	A es HIP 64 833 / UCAC4-635-049 165 * K2 III ** B es UCAC4-635-049 166 * mV 11,84
13205+5419	BEM9017	A es TYC 3850-105-1 / UCAC4-722-052 586 * B es TYC 3850-683-1 / UCAC4-722-052 585 * Igual mp
13221+5122	ES 734	A es TYC 3462-400-1 / UCAC4-707-051 490 * mV 10,70 ** B es UCAC4-707-051 491 * mV 10,70
13352+5039	SKF 364	A es UCAC4704-051 295 * mV 12,72 * mp -104 -68 ** B es UCAC4704-051 296 * mV 12,71 * mp - 70 +3
13411+3719	TDS 718	A es TYC 2543-89-1 ** B es TYC 2543-89-2 **
13419+1159	BVD 8BC	B es UCAC4-510-056 019 * mV 13,25 * C es UCAC4-510-056 020 * mV 13,27
no cat	FYM 412AB	A es HIP 67040 * B-V 1,06 * B es UCAC4-632-049 111 * mV 10,99 * mp -21 + 5
no cat	FYM 412AC	A es HIP 67040 * C es B es UCAC4-632-049 114 * mV 12,30 * B-V 0,69 * mp +6 -28
13563+3438	BU 936	A es TYC 2547-791-1 / UCAC4-624-047 627 ** B puede ser UCAC4-624-047 628 ?
14554+0647	HJ 1259	A es HIP 73019 / UCAC4-484-056 181 ** B es UCAC4-484-056 183 * mV 12,58 * óptica
14554+4354	HDS2106	A es HIP 73023 / UC4-670-059 440 * F8 ** B es UC4-670-059 441 * mV 11,05
15012-0406	A 14	A es HIP 73490 / UC4-430-059 869 * K2 ** B es UC4-430-059 870 * mV 11,51
15059+0350	BAL2867	A es TYC 342-613-1 / UC4-470-051 029 * mV 9,35 ** B es UC4-470-051 030 * mV 10,12
15094+1437	HEI 165	A es TYC 926-200-1 / UC4-524-057 201 * mV 12,31 ** B es UC4-524-057 202 * mV 11,00 * B-V 0,58
15094+6202	STI 781	A es TYC 4180-610-1 / UCAC4-761-044 503 ** B es UCAC4-761-044 501 * mV 13,37
15106+3923	NI 34	A es UC4-647-052 085 * mV 13,01 ** B es UC4-647-052 086 * mV 13,69 * mp -136 -223
15192+6307	MLB 354	A es TYC 4184-426-1 / UCAC4-766-046 711 ** B es ? * speckle
15407+6443	MLR 137AB	A es TYC 4185-178-1 / UCAC4-774-034 723 * mV 10,53 ** B es ??
15407+6443	MLR 137AC	A es TYC 4185-178-1 / UCAC4-774-034 723 ** C es UCAC4-774-034 722 * mV 12,18
15460+6535	BU 415AB	A es HIP 77223 / UCAC4-778-030 151 ** B es UCAC4-778-030 150 * mV 10,48
15460+6535	BU 415AC	A es HIP 77223 / UCAC4-778-030 151 ** C es UCAC4-778-030 152 * mV 12,11
15589+6323	MLR 177	A es TYC 4185-1144-1 / UCAC4-767-046 206
15599+6433	HU 1169	A es TYC 4185-1124-1 / UCAC4-773-038 338 ** B es UCAC4-773-038 339 * F5
16139+6420	MLR 138	A es TYC 4192-2187-1 ** B es TYC 4192-2187-2
16156-0822	BUP 165	A es HIP 79672 * 18 Sco * G2Va * B es UCAC4409-063863 * Delta mV 7,3 con REDUC
no cat	FYM 411	A es HIP 79727 * B es UCAC4-772-038 789 * mV 16,32
16165-0659	RST3939	A es TYC 5046-102-1 * Var SW Oph ** VR de SW 14 km/s
16209+6422	STF2046AB	A es TYC 4192-2275-1 / UCAC4-772-038 869* F8 ** B es UCAC4-772-038 870 * mV 9,31
16209+6422	FOX 194AC	A es TYC 4192-2275-1 / UCAC4-772-038 869 * F8 ** C es UCAC4-772-038 871 * mV 12,76
16291+0514	SKF 12	A es UCAC4-477-059 571 ** B es UCAC4-477-059 569 * M0: + M0: ** mp -83 -177 Simbad
16491+6203	STI 807AB	A es UCAC4-761-046 144 * mV 11,63 ** B es UCAC4-761-046 143 * mV 11,45 *mA < mB con UCAC4 * Falso con REDUC
16491+6203	FYM 410AC	A es UCAC4-761-046 144 * C es UCAC4-761-046 145 * mV 13,59
17395+0324	FOX9029AD	A es HIP 86424 * D es UCAC4-467-063 340 * mV 13,98
18095-1712	SKF 94AB	A es TYC 6268-866-1 / UCAC4-365-112 418 * B5e *Confusión en mV entre B y C * Delta mV 1,86 REDUC componente A aprox. 13
18095-1712	SKF 94AC	A es TYC 6268-866-1 / UCAC4-365-122 418 * mV 10,34 * C es UCAC4-365-122 414 * mV 10,42 * Delta mV, con REDUC = 4 correcto
no cat	FYM 265AB	A es UCAC4-365-122431 * mV 13,60 * B es UCAC4-365-122428 * mV 15,05
18386+1632	HO 87AC	A es HIP 91 413 * C es UCAC4-533-077893 * mV 14,17 * B-V 1,29
19523+1021	STF2590CD	C es UCAC4-502-119 507 * mV 12,47 * D es UCAC4-502-119 531 * mV 12,55 * mp -9, 0
20339+1915	J 3094	A es TYC 1641-1743-1 * B es UCAC4-547-125 737 * mV 15,76 * 2ª medición desde el descubrimiento
20339+1915	FYM 313AC	A es TYC 1641-1743-1 / UCAC4-547-125 734 ** C es UCAC4-547-125 733 * mV 13,82 * B-V 0,83
20343+3950	MLB 883	A es TYC 3157-394-1 / UC4-650-090 139 * mV 10,19 ** B es UC4-650-090 138 * mV 11,03
20421+4532	BKO 157	A es UCAC4-678-089 270 * mV 14,13 ** B es UCAC4-678-089 265 * mV 14,57
21028+4551	FYM 331CF	C es HIP 103859 / UCAC4-680-095 029 * mV 8,63 * F es UCAC4-680-095 035 * mV 15,66
21028+4551	KUI 104CD	C es HIP 103639 / 0CAC4-060-095 029 HIV 6,03 F es 0CAC4-060-095 035 HIV 13,66
		A es TYC 1110-115-1 / UCAC4-507-139 134 ** mV 11,55 * speckle
21222+1114 22033+6051	J 2605 STF2860AC	A es TYC 4263-688-1 / UCAC4-755-070 045 * K0 ** C puede ser UCAC4-755-070 081 * mV 14,64 * B-V
		0,89
22033+6051	STF2860AB	A es TYC 4263-688-1 / UCAC4-755-070 045 * K0 ** C es UCAC4-755-070 038 * mV 9,23 * mp -257 -16
no cat	FYM 338	A es UC4-726-081402 * mV 14,57 * B es UC4-726-081395 * mV 15,65
22190+5038	OL 65	A? y B ? no encontrada en UCAC4
	J 618	A es UCAC4-533-146 538 * mV 11,25 * B-V 0,82 * B ? * speckle
22407+1634		
	FYM 305AC	A es UCAC4-533-146 538 * mV ** C es UCAC4-533-146 537 * mV 11,74 * B-V 0,9
22407+1634 22407+1634 22407+1634	FYM 305AC FYM 305CD	A es UCAC4-533-146 538 * mV ** C es UCAC4-533-146 537 * mV 11,74 * B-V 0,9 C es UCAC4-533-146 537 ** D es UCAC4-533-146 536 * mV 12,70 * mp -2 -6

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS
22415+3256	J 2376	A es TYC 2740-492-1 / UCAC4-615-131 125 * mV 11,24 * mp +38 +116 * B es UCAC4-615-131 124 * mp -12 -44
22418+3051	ACA 7	A es TYC 2736-1376-1 ** B es UCAC4-605-134 022 * mV 14,26 * Lum A 11993 / 65000 * Lum B 472,55 / 65000
22499+1920	BRT2509	A es UCAC4-547-142 268 * mV11,60 ** B es UCAC4-547-142 267 * mV 12,10
23010+1202	A 1237	A es TYC 1163-243-1 / UCAC4-511-142 674 * mV 8,23 ** B ? * speckle
no cat	FYM 308	A es UCAC4-767-069 291 * mV 15,62 ** B es UCAC4-767-069 293 * mV 16,07
23131+6314	STI1152	A es UCAC4-767-069 322 * mV 12,18 ** B es UCAC4-767-069 324 * mV 13,10 * puede ser theta = 213°,7 inversión de A y B
23188+5551	STI2970	A es TYC 4002-146-1 / UCAC4-730-098 769 * B es ??
23204+5530	ES 697BC	B es UCAC4-728-102 317 * * C es UCAC4-728-102 322 * speckle
23204+5542	STI2969	A es UCAC4-729-097 709 * mV 11,77 ** B es UCAC4-729-097 715 * mV 13,47 * 2ª medición * Verificar posición 1907: es 32° o 320° ???
23300+5833	HJ 1887FG	Valor de Theta incierto

#### TABLA 6. NOTAS COMPLEMENTARIAS DE LOS NUEVOS PARES FYM ORDENADOS POR AR.

ID. FYM	ID. WDS	DOBLE CITADA EN WDS**	COMP. QUE SE AÑADE	MPRA -1 MPRA -2	MPDEC-1 MPDEC-2	AR / DEC (J2000) (DEL CATÁLOGO UCAC4)
FYM 352 AC	00002+4119	TDS 1235 AB C	С	-2 -7	11 -2	A es TYC 2789-1682-1 / UC4-657-000 016 * mV 9,68 C es UC4-657-000 013 * mV 13,22 * B-V 0,91
FYM 360 AC	01130+3911	MLB 1026 AB	С	+7 -8	0 0	A es HIP 4121 / UCAC4-646-004 536 * mV 13,31 C es UC4-647-004418 * mV 15,68 * B-V 0,74
FYM 359 BC	02096+4251	ES 48 AB	С	?	?	B es UC4-665-009 367 * mV 8,05 * C no encon- trada en UCAC4
FYM 363 AC	02135+5926	STI 351	С	+18 -13	+1 -5	A es TYC 3698-1347-1** C es UCAC4-748-021 804 * mV 12,69 * 2 noches
FYM 379 AC	02414+5726	STI 1925	С	+8 -4	+28 -24	A es UCAC4-738-027 872 * mV 11,75 ** C es UCAC4-738-027 883 * mV 14.02
FYM 383 AB,C	no cat	par nuevo	С	-6 -2	-9 -4	A es TYC 2849-43-1 (doble Rho 2,2) / UC4-652- 010 706/707 * C es UCAC4-652-010 701 * mV 12,46 * localizada a 3' 56,7" y 69° de AG 46
FYM 383 AB	no cat	par nuevo	АВ	-6 -2	0 0	A es TYC 2849-43-1 / UC4-652-010 706 * mV 9,57 ** B es UC4-652-010 707 * mV 9,3 * mA < mB * localizada a 3' 56,7" y69° de AG 46
FYM 354 AE	02443+5704	STF 293 AD	E	+1 -2	0 0	A es TYC 3708-1189-1 / UC4-736-029 774 E es UC4-736-029 771 * mV 14,62
FYM 354 AF	02443+5704	STF 293 AD	F	+1 -2	-6 0	A es TYC 3708-1189-1 / UC4-736-029 774 ** F es UCAC4-736-029 767 * mV 14,85 * B-V 1,97
FYM 355 AD	03130+3254	LDS 9146 AC	D	+185 -62	+27 -34	A es HIP 14976 ** D es UC4-615-009 373 * mV 14,51 Estrella rápida * id. V0683 Per
FYM 353 AR	04078+6220	WSI 20 FQ	R	-10 -2	0	A es HIP 19 272 ** R es UCAC4-762-029 069 * mV 14,13
FYM 353 AS	04078+6220	WSI 20 FQ	S	-10 -2	0 0	A es HIP 19 272 ** S es UCAC4-762-029 077 * mV 15,37
FYM 353 AT	04078+6220	WSI 20 FQ	Т	-10 -2	0	A es HIP 19 272 ** T es UCAC4-762-029 070 * mV 15.17
FYM 370 AC	04319+5718	STI 2052	С	+24 -10	-3 +2	A es UCAC4-737-037 246 ** C es UCAC4-737- 037 244 * mV 12,26 * 2 noches
FYM 356 AB.D	04359+2352	POU 462 AB,C	D	+6 -1	0	A es V1324 Tau / UC4-570-011 495 ** D es UC4-570-011 496 * mV 14,18
FYM 356 CE	04359+2352	POU 462 AB,C	E	0	0	C es UC4-570-011 491 * mV 12,79 ** E es UC4-570-011 472 * mV 14,99
FYM 357 AC	04373+5550	STI 2058	С	-3 +6	0	A es UC4-730-035 224 ** C es UC4-730-035 229 * mV 15,56 * B-V 0,86
FYM 364 AC	04460+2720	HJ 3259 AB	С	-22 +19	-9 +7	A es TYC 1839-364-1 ** C es UCAC4-587-013 237 * mV 12,68
FYM 408 AC	05070+1650	HJ 3267	С	+54 -56	0	A es HIP 23807 * // 13 msa * mp +54 -56 * F8 * C es UCAC4-535-011 460 * mV 15.71
FYM 372 AR	05201+3921	ABH 28 AQ	R	-4 +15	?	A es HIP 24870 * R no encontrada en UCAC4
FYM 375	no cat	par nuevo	AB	-7 -3	-1 -4	A es UCAC4-634-025 151 * B es UCAC4-634-025 149 * mV 13,81 * Localizada a 2' 9" y 228° de SEI 251
FYM 386	no cat	par nuevo	AB	-2 -4	+7 -	A es UCAC4-563-020 407 * mV 12,59 * mp -2 -4 * B-V 0,51 ** B es UCAC4-563-020 409 + mV 13,05
FYM 374 AG	05561+1356	LDS 5667 AE	G	+373 -484	+4 *5	A es HIP 28066 ** G es UC4-520-017 823 * mV 12,69

TABLA 6. NOTAS COMPLEMENTARIAS DE LOS NUEVOS PARES FYM ORDENADOS POR AR (CONT.).

ID. FYM	ID. WDS	DOBLE CITADA EN WDS**	COMP. QUE SE AÑADE	MPRA -1 MPRA -2	MPDEC-1 MPDEC-2	AR / DEC (J2000) (DEL CATÁLOGO UCAC4)
FYM 374 AF	05561+1356	LDS 5667 AF	F	+373 -484	-2 -10	A es HIP 28066 ** F es UC4-520-017 834 * mV 13,11
FYM 396 AC	06097+0442	HEI 681	С	0 0	0 0	A es TYC 139-536-1 / UCAC4-474-015 463 ** C es UCAC4-474-015 467 * mV 15,05
FYM 391 AC	06098+0423	BAL 2652	С	-3 -2	0	A es TYC 139-218-1 / UCAC4-472-015 943 ** C es UCAC4-472-015 938 * mV 15,04 ** 2 noches
FYM 382 AB	no cat	par nuevo	AB	+1 -7	-1 -8	A es UCAC4-484-018 006 * mV 10,26 * B-V 0,7 ** B es UCAC4-484-018 003 * mV 10,39 * B-V1,1 * Localizada a 2' 9,5" y 200° de J 1927
FYM 382 AC	no cat	par nuevo	С	+1 -7	+4 -37	A es UCAC4-484-018 006 * mV 10,29 ** C es UCAC4-484-017 998 * mV 13,58 Localizada a 2' 9,5" y 200° de J 1927
FYM 397 AB	no cat	par nuevo	АВ	+1 -7	-1 -8	A es UCAC4-484-018 006 * mV 10,26 * B es UCAC4-484-018 003 * mV 10,39 * B-V 1,01
FYM 385 BC	06224+2640	STF 897	С	-3 -4		B es HIP 30 304 * C no encontrada en UCAC4
FYM 388 AC	07253+5507	STI 2187	С	-5 -33	0 0	A es TYC 3785-1191-1 / UCAC4-726-043 100 ** C es UCAC4-726-043 098 * mV 15,22 * B-V 0,57
FYM 409AB	no cat	par nuevo	АВ	-5 -3	-5 -2	A es UCAC4-788-020 682 * mV * 11,86 B es UCAC4-788-020 683 * mV 12,61 Localizada a 3' 41" y 281° de STF 1349
FYM 407 AB	no cat	par nuevo	АВ	+9 +7	-11 +51	A es TYC 4142-903-1 / UCAC4-782-021 090 * mV11,08 ** B es UCAC4-782-021 089 * mV 12,50 * Locvalizada a 20' 30" y 204° de HJ 3315
FYM 398 AC	09546+2757	BRT 21 AB	С	-28 -9	0 0	A es TYC 1967-985-1 / UCAC4-590-047781 C es UCAC4-590-047 779 * mV 14.37
FYM 406 AC	10588+6143	STF 1491		-15 -11	0	A es HIP 53669 / UCAC4-759-041 884 ** C es UCAC4-759-041 883 * mV 14,89
FYM 232 AB	no cat	par nuevo	АВ	-7 -19	0 0	A es UCAC4-560-051 374 * mV 10,08 ** B es UCAC4-560-051 373 * mV 15,04 * B-V 0,52* Localizada a 8' 12" y 123° de BRT 2413
FYM 412 AB	no cat	par nuevo	AB	0 -24	-21 +5	A es HIP 67040 * B-V 1,06 * B es UCAC4-632-049 111 * mV 10,99 *
FYM 412 AC	no cat	par nuevo	С	0 -24	+6 -28	A es HIP 67040 * C es B es UCAC4-632-049 114 * mV 12,30 * B-V 0,69
FYM 411 AB	no cat	par nuevo	AB	-4 -8	0 0	A es HIP 79727 * B es UCAC4-772-038 789 * mV 16.32
FYM 410 AC	16491+6203	STI 807 AB	С	+13 +14	+25 +12	A es UCAC4-761-046 144 * C es UCAC4-761-046 145 * mV 13,59
FYM 265 AB	no cat	par nuevo	AB			A es UCAC4-365-122431 * mV13,60 * B es UCAC4-365-122428 * mV 15.05
FYM 313 AC	20339+1915	J 3094 AB	С			A es TYC 1641-1743-1 / UCAC4-547-125 734 ** C es UCAC4-547-125 733 * mV 13,82 * B-V 0,83
FYM 331 CF	21028+4551	BU 1138 CE	F			C es HIP 103859 / UCAC4-680-095 029 * mV 8,63 * F es UCAC4-680-095 035 * mV 15,66
FYM 338	no cat	par nuevo	AB			A es UC4-726-081402 * mV 14,57 * B es UC4-726-081395 * mV 15,65
FYM 305 AC	22407+1634	J 618 AB	С			A es UCAC4-533-146 538 ** C es UCAC4-533-146 537 * mV 11,74 * B-V 0,9
FYM 305 CD	22407+1634	J 618 AB	D		-2 -6	C es UCAC4-533-146 537 ** D es UCAC4-533-146 536 * mV 12,70 * mp -2 -6
FYM 308	no cat	par nuevo	AB			A es UCAC4-767-069 291 * mV 15,62 ** B es UCAC4-767-069 293 * mV 16,07

<sup>\*\*</sup> La columna «Doble citada en WDS » es la última doble (o la única doble) de ese sistema.

**Notas**: las coordenadas de los nuevos pares FYM se dan para el equinoccio J2000. En la columna mpDE (o mpRA) la abreviatura «Tyc » indica que los movimientos propios son del catálogo TYCHO; en los demás casos sin anotaciones proceden del catálogo UCAC4. Se expresan en msa/año.

# Medidas de estrellas dobles: campaña de 2013-2015.

Double-star measurements: 2013-2015 Campaign

David Chiron

- Miembro de la Sociedad Astronómica de Francia (SAF), Presidente de la Asociación Astronómica "Têtes en l'air"
- Correo-e: davidchiron@neuf.fr

Presentamos los resultados de las mediciones de 128 estrellas dobles visuales observadas en el intervalo 2013-2015. Para las observaciones se utilizó un telescopio reflector Newton de 250 mm de abertura y un cámara CCD en combinación con la técnica lucky imaging.

Results of measurements of 128 visual double stars for de campaign 2013-2015 are presented. We used a 10 inches reflector, a CCD camera and the lucky imaging technique.

#### I. Introducción.

EN ESTE TRABAJO SE PRESENTAN una serie de medidas de estrellas dobles visuales realizadas entre el 24 de abril de 2013 y el 14 de abril de 2015 utilizando el método lucky imaging. Se realizaron un total de 234 medidas correspondientes a 128 pares, siendo el rango de magnitudes y de separaciones 4,65÷14,8 y 1,2"÷80,2", respectivamente.

#### 2. Instrumentos.

Para la captura de imágenes se utilizó un telescopio Newton de 250 mm de abertura (f/D 4,8), una lente de Barlow Powermate 5x, una cámara CCD iNova Pla-Mx, equipada con un sensor Sony ICX61-8ALA. Esta configuración óptica permitió obtener una escala de placa de 0,17"/píxel, siendo la focal efectiva resultante 6,8 metros (figura 1).

En el autoguiado se usó un telescopio refractor 80/400 en combinación con un reductor de focal de 0,5x y una webcam CCD modificada para larga exposición.

La montura es una NEQ6 equipada con un kit específico de transmisión por correa [1]. Este sistema de arrastre proporciona mucha suavidad en el movimiento y, sobre todo y más importante, permite atenuar en gran medida los errores de seguimiento en las altas frecuencias, los cuales pueden tener un impacto negativo en la calidad de la adquisición. El error perió-



Figura 1. Observatorio Astronómico San Martín de Bernegoue.

dico de la montura es de ± 15". La utilización de un sistema de autoguiado, comandado por el programa Guidemaster [2], permitió mantener un encuadre estable. La puesta en estación de la montura se hizo con el programa Astrosnap [3].

	WDSTOOL Binary Stars Búsqueda y edición de listas de estrellas dobles visuales
Volver al menú	Edición de listados  Restringir la búsqueda a una región del cielo  Constelación
	And Ant H Min < AR < H Min All Min Ant Aps Aql
	Descubridor  AAQ  <= Rho <
	ABH ABT AC ACA ACA ACA ACG ADA ACG ACG ADA ACG ACG ADA ACG ACG ACG ACG ACG ACG ACG ACG ACG AC
	ADM ADP Carry Book Car
	Validar Deshacertodo

Figura 2. Captura de pantalla de WDSTOOL. Selección de pares en base a múltiples criterios.

#### 3. Captura.

En la adquisición de las imágenes los tiempos de exposición oscilaron entre 50 milisegundos y un segundo. En general, más allá de un segundo los efectos de la turbulencia degradan considerablemente la calidad de las imágenes. Además, el programa de adquisición de imágenes de la cámara no acepta tiempos de exposición superiores a un segundo en modo video. La ganancia de la cámara se reguló entre 60 y 90% según las magnitudes de las componentes y se registraron 1000 imágenes por cada vídeo.

#### 4. Tratamiento.

Las imágenes extraídas de los videos se guardaron en formato FIT y para su posterior tratamiento se usó el programa *Iris* [4], herramienta dedicada al tratamiento de imágenes astronómicas y desarrollado por Christian Buil. La ejecución de la secuencia de comandos *Iris bestof*, *select*, *pregister* y *add\_norm* permitieron obtener una única imagen final de cada pareja de estrellas. Según la calidad de las imágenes se ajustaron los parámetros correspondientes para obtener un mejor alineamiento de los *frames*. En general, se sumaron entre 100 y 300 imágenes individuales para cada imagen final.

#### 5. Reducción astrométrica.

Para la reducción astrométrica se utilizó el programa Reduc [5] desarrollado por Florent Losse. Cada imagen final obtenida con Iris fue cargada en Reduc para su medición, aunque, como paso previo, una estrella doble de calibración sirvió para determinar la orientación y la escala de placa de la cámara (0,17"/ píxel con el tren óptico utilizado). Además, la reducción de un segundo, e incluso un tercer par de calibración, sirvió para controlar y validar las medidas de una sesión. Los pares estables usados para la calibración fueron extraídos de la lista publicada por la SAF [6]. Este listado fue actualizado en 2014 [7] por Philippe Laurent corrigiendo los datos por los efectos de la precesión de los equinoccios. Estos nuevos datos de calibración son los que hemos usado en las mediciones de esta campaña.

#### 6. Selección de las estrellas dobles.

La selección de los pares para observar se efectuó con la ayuda de *WDSTOOL* [8], *software* desarrollado por el autor. El programa, que trabaja *on-line*, es actualizado cada cuatro meses aproximadamente. La edición de las listas de observación se elaboró en base a múltiples criterios (figura 2). En esta campaña la fecha de la última medición de las estrellas dobles osciló en el rango 1903÷2014.

Como regla general, de acuerdo a los límites ópticos de la configuración instrumental, se observaron los siguientes criterios de selección:

- Elevación del par > 40°.
- Doble abandonada y con pocas observaciones.
- Magnitudes de las componentes < 14.
- Separación de 1" a 60".

#### 7. Estadísticas (WDS 2015).

NÚMERO DE DOBLES OBSERVADAS EN FUNCIÓN DE SU SEPARACIÓN				
Rho	Valor	%		
0 < ρ ≤ 5	29	23		
5 < ρ ≤ 10	30	23		
10 < ρ ≤ 20	26	20		
20 < ρ	43	34		

NÚME	RO DE DOBLES LA ÚLTIMA FE	OBSERVADAS E CHA DE OBSERV	
Época	1900 < 16% < 1950	1950 < 17% < 2000	2000 < 67% < 2014
Valor	21	22	85

NÚMERO DE DOBLES OBSERVADAS EN FUNCIÓN DE LA DIFERENCIA DE MAGNITUD				
Delta Mag.	Valor	%		
0 ≤ δ < 1	24	19		
1 ≤ δ < 2	26	20		
2 ≤ δ < 3	27	21		
$3 \le \delta < 4$	14	11		
4 ≤ δ < 5	15	12		
5 ≤ δ < 6	11	9		
6≤ δ ≤ 7	6	5		
$7 \le \delta \le 9$	5	4		

NÚMERO DE DOBLES OBSERVADAS EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES ACUMULADAS EN EL WDS				
Nº de observaciones en el WDS	Valor	%		
0	0	0		
1 a 2	20	16		
3 a 10	76	59		
11 a 50	30	23		
51 a 200	1	1		
200 o más	1	1		

# 8. Estadísticas sobre las medidas de la campaña.

NÚMERO DE MEDIDAS POR CADA PAR	VALOR	%
1	51	40
2	51	41
3	23	18
4	3	2

DIFERENCIA MÁXIMA ENTRE LAS MEDIDAS DE THETA PARA LOS PARES MEDIDOS VARIAS VECES							
Delta Máx Theta	Valor	%					
$0 \le \delta < 0.5$	46	60					
$0,5 \le \delta < 1$	16	21					
1 ≤ δ < 1,5	9	12					
1,5 ≤ δ < 2	6	8					

DIFERENCIA MÁXIMA ENTRE LAS MEDIDAS DE RHO PARA LOS PARES MEDIDOS VARIAS VECES						
Delta Máx Rho	Valor	%				
0 ≤ δ < 0,1	39	51				
$0,1 \le \delta < 0,3$	26	34				
$0.3 \le \delta < 0.6$	9	12				
0,6 ≤ δ < 1,1	3	4				

#### 9. Presentación de las medidas.

Las medidas se muestran en la tabla 1 ordenadas por orden creciente de ascensión recta. La descripción de los datos que aparecen en cada columna son:

- Id. WDS: designación en el catálogo WDS.
- Nombre: descubridor + número + componentes.
- m1: magnitud de la estrella principal.
- m2: magnitud de la componente secundaria.
- dm: diferencia entre m1 y m2.
- Theta: ángulo de posición medido.
- Rho: distancia angular medida.
- Época: fecha de la observación.
- Noches: número de observaciones.

#### - Referencias

[1] Kit de transmisión por correa NEQ6:

http://www.rowanastronomy.com/productsa2.htm

[2] Guidemaster:

http://guidemaster.software.informer.com/

[3] *Astrosnap*:

http://www.astrosnap.com/index\_fr.html

- [4] *Iris*, programa de tratamiento de imágenes astronómicas: http://www.astrosurf.com/buil/iris/iris.htm
- [5] *Reduc*, programa de reducción astrométrica: http://www.astrosurf.com/hfosaf/
- [6] Lista de 32 pares de calibración compilada por Florence y Pascal Mauroy y por Guy Morlet - Versión septiembre 2007:

http://saf.etoilesdoubles.free.fr/index.php?page=observations

[7] Lista de 32 pares de calibración [6] actualizada por Philippe Laurent: http://ekladata.com/uhYiD4Z0fJ89fNz8NN0aFXBmxfs/ouvelles-fichesetalon-1-2.xlsx

### TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ID. WDS	NOMBRE	M1	M2	DM	ÉPOCA	THETA	RHO	NOCHES	NOTAS/REFERENCIA CRUZADA
00208+6425	MLB 244	11,46	12,50	1,04	2013,677	274,45	6,536	1	TYC4023-1024-1 / UCAC4-773-002878
00392+4921	STT 16	5,62	10,48	4,86	2015,110	22,31	12,307	2	HIP3083 / UCAC4-697-004763
00461+3731	ALI 253	12,07	13,10	1,03	2013,677	294,36	6,021	1	TYC 2797-1506-1 /
00585+4142	A 1809	9,66	13,50	3,84	2015,110	94,96	5,088	2	TYC 2806-1647-1 /
01065+6213	MLB1055EK	12,90	13,29	0,39	2015,110	105,96	31,623	3	UCAC4-762-010500 / UCAC4-762-010503
01065+6213	BKO 9AG	12,00	14,40	2,4	2015,110	318,36	5,483	2	TYC 4021-1524-1 / UCAC4-762-010483
01065+6213	HJ 1070AC	12,00	13,30	1,3	2015,110	88,07	10,240	2	TYC 4021-1524-1 / UCAC4-762-010491
1065+6213	MLB1055EF	12,90	15,40	2,5	2015,110	63,43	7,355	3	TYC 4021-1524-1 / UCAC4-762-010503
1065+6213	STI 177AD	12,00	11,88	0,12	2015,110	19,67	48,373	2	TYC 4021-1524-1 / TYC 4021-1664-1
1065+6213	DAM 305AI	12,00	14,20	2,2	2015,110	16,34	21,682	2	TYC 4021-1524-1 / UCAC4-762-010488
1065+6213	MLB1055AJ	12,00	13,64	1,64	2015,110	58,78	33,829	2	TYC 4021-1524-1 / UCAC4-762-010501
1065+6213	STI 177DE	11,88	12,90	1,02	2015,110	100,29	11,857	3	TYC 4021-1524-1
1065+6213	DAM 305AH	12,00	14,19	2,19	2015,110	348,13	23,535	2	TYC 4021-1524-1 / UCAC4-762-010482
1065+6213	VBS 1AB	12,00	13,00	1	2015,110	49,54	3,791	2	TYC 4021-1524-1 / UCAC4-762-010485
1201+5240	HU 522	8,00	14,50	6,5	2014,822	89,73	3,782	1	HIP6238
2020+7054	BU 513AC	4,65	13,20	8,55	2015,110	51,97	22,750	3	HIP9480 / UCAC4-805-007610
2020+7054	BU 513AD	4,65	12,60	7,95	2015,110	86,77	53,984	3	HIP9480 / UCAC4-805-007616
2408+6026	ES 1714	10,73	14,40	3,67	2014,822	77,76	3,607	1	TYC 4047-1757-1
2414+5726	STI1925	11,84	12,30	0,46	2014,822	285,00	4,125	1	UCAC4-738-027872 / UCAC4-738-027870
2454+5634	STF 297AB	8,55	8,87	0,32	2015,110	278,43	15,844	1	HIP12866 / HIP12865
2454+5634	STF 297AC	8,55	11,35	2,8	2015,110	107,98	28,567	1	HIP12866 / UCAC4-733-028387
2454+5634	STF 297BC	8,87	11,35	2,48	2015,110	104,64	44,303	1	HIP12865 / UCAC4-733-028387
5281+3425	BU 889AC	9,40	15,00	5,6	2015,104	100,94	4,016	1	TYC 2411-16-1
)5281+3425	BU 889AD	9,40	14,70	5,3	2015,104	106,75	12,274	1	TYC 2411-16-1 / UCAC4-623-024238
)5281+3425	BU 889AF	9,40	11,45	2,05	2015,104	199,31	27,831	1	TYC 2411-16-1 / TYC 2411-728-1
)5281+3425	STF 707AE	9,40	10,80	1,4	2015,104	132,09	18,277	1	TYC 2411-16-1 / TYC 2411-580-1
)5354+4456	A 1036	8,85	12,60	3,75	2015,104	190,44	2,300	1	TYC 2922-35-1
)5460+3914	ES 173	8,94	12,40	3,46	2015,104	52,82	8,307	1	TYC 2911-317-1
5495+4417	A 1042AB	9,62	14,80	5,18	2015,104	302,53	4,407	1	TYC 2923-699-1
5495+4417	A 1042AC	9,62	13,80	4,18	2015,112	145,21	9,991	2	TYC 2923-699-1 / UCAC4-672-040654
5594+3104	COU 907	8,25	12,60		2015,104	62,30	6,933	1	TYC 2406-1361-1
5594+4537	A 1726	6,60	13,60	7	2015,115	277,42	4,912	1	HIP28349 / UCAC4-679-040693
5598+4359	A 1571	8,23	13,50	5,27	2015,115	91,04	4,565	1	TYC 2924-1451-1
06024+3414	HJ 717	9,72	12,40		2015,115	36,56	15,856	2	TYC 2427-1136-1 / UCAC4-622-029772
06024+4407	ES 1380	10,73	13,10		2015,115	194,05	13,931	1	TYC 2937-276-1
06025+3246	A 1316	8,23	13,80		2015,115	189,18	4,786	2	TYC 2937-276-1
06258+3627	BRT3245	10,56	11,10		2015,115	121,97	3,728	2	TYC 2433-99-1
06483+4105	A 2359AB	8,99	11,10	2,81	2015,115	246,44	2,240	2	TYC 2945-1286-1
0483+4105	H 271AC	8,99	10,60	1,61	2015,115	47,57	8,126	2	TYC 2945-1286-1 / UCAC4-656-045254
06483+4105	H 271AC	8,99	10,00		2015,115	211,23	42,921	2	TYC 2945-1286-1 / UCAC4-656-045247
7211+3644	ES 290	•	11,80						
		10,98			2015,115	309,40	4,378	2	TYC 2464-668-1 / UCAC4-634-039728
07220+3646	BU 901AB	5,13	11,70	6,57	2015,115	9,87	11,525	2	65 Aur, TYC 2464-2366-1
0220+6017	STF1321AB	7,79	7,88	0,09	2015,285	97,73	17,184	2	TYC 4393 4534 4
9389+6917	A 1084	8,00	15,00	7	2015,282	246,29	3,559	1	TYC 4383-1534-1
0059+3935	STF1405	7,30	11,76		2015,282	166,65	16,786	1	TYC 3000-654-1 / UCAC4-648-049297
0355+4539	BU 1074	7,20	11,20	4,00	2015,282	208,00	2,559	2	TYC 3442-875-1
11259+5208	A 1592	7,32	13,90	6,58	2015,282	62,44	4,442	2	TYC 3453-1257-1

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

ID. WDS	NOMBRE	M1	M2	DM	ÉPOCA	THETA	RHO	NOCHES	NOTAS/REFERENCIA CRUZADA
12050+6258	MLB 209AB	10,11	11,40	1,29	2015,282	35,32	6,020	2	TYC 4157-1003-1 / UCAC4-765-044641
12073+4306	HJ 2596	8,17	12,01	3,84	2014,362	234,81	34,453	2	TYC 3019-657-1 / UCAC4-666-057414
12117+5050	STF1609AB	7,98	9,55	1,57	2013,312	203,66	11,250	1	TYC 3457-127-1 / TYC 3457-1879-1
12119+3846	STF1610	8,56	10,62	2,06	2013,312	329,89	29,409	1	TYC 3017-1981-1 / TYC 3017-2018-1
12141+3247	A 2058BC	8,61	13,80	5,19	2014,373	274,00	2,973	3	TYC 2527-1530-1
12161+4040	STF1622	5,86	8,71	2,85	2013,312	259,01	11,603	1	TYC 3017-2100-1 / TYC 3017-2102-1
12295+2931	BU 1324AB	9,78	10,64	0,86	2014,362	224,46	2,212	3	TYC 1991-330-1 / TYC 1991-330-2
12295+2931	BU 1324BC	10,64	9,44	1,2	2014,362	179,49	74,129	3	TYC 1991-330-2 / UCAC4-598-049972
12295+2931	BU 1324AC	9,78	9,44	0,34	2014,362	180,74	75,828	3	TYC 1991-330-1 / UCAC4-598-049972
12334+3202	STF1653	9,66	9,67	0,01	2013,312	341,87	8,041	1	TYC 2528-2282-1 / TYC 2528-1703-1
12334+3410	HO 537	8,61	10,96	2,35	2013,312	173,27	2,303	1	TYC 2530-2134-1 / TYC 2530-2134-2
12336+3837	STF1656	9,67	9,70	0,03	2013,312	204,25	26,891	1	TYC 3018-2646-1 / TYC 3018-1188-1
2367+2338	A 562	8,90	13,50	4,6	2014,373	6,94	3,557	2	TYC 1990-2436-1
12397+3714	ES 2167	11,50	11,70	0,2	2013,315	271,74	6,103	1	TYC 2533-131-1 / UCAC4-636-048514
2427+3349	STF1672	5,86	8,71	2,85	2013,315	313,13	4,285	1	TYC 2533-1917-1 / TYC 2533-2184-1
2445+3425	STF1675	9,62	10,22	0,6	2013,315	2,87	29,447	1	TYC 2533-2107-1 / TYC 2533-1239-1
2460+4949	STF1679AB	9,62	10,01	0,39	2013,315	206,50	5,933	1	TYC 3461-357-1 / UCAC4-700-054268
2473+3357	AG 181	10,53	11,18	0,65	2013,315	339,51	1,858	1	TYC 2533-1751-1 / TYC 2533-1751-2
2492+5055	ES 730	9,10	10,50	1,4	2013,315	64,76	3,447	1	TYC 3461-2038-1
2494+1931	TDS 679	10,19	11,77	1,58	2014,403	167,90	1,137	2	TYC 1452-175-1 / TYC 1452-175-2
2528+3949	ES 1405BC	11,71	11,90	0,19	2013,315	252,84	4,319	1	TYC 3021-930-1 / UCAC4-650-052426
2528+3949	ES 1405AB	9,86	11,71	1,85	2013,315	282,71	66,479	1	TYC 3021-926-1 / UCAC4-650-052427
2566+4333	BU 925	7,00	11,10	4,1	2013,315	210,81	7,393	1	TYC 3023-1787-1
12576+4728	HJ 2627	9,77	11,90	2,13	2013,315	132,02	17,521	1	TYC 3459-1676-1 / UCAC4-688-054744
13021+2859	HLG 3	8,90	11,00	2,1	2014,370	278,43	4,368	1	TYC 1995-1554-1
3221+4354	KZA 55AB	6,35	11,50	5,15	2014,370	307,37	45,528	4	TYC 3031-1105-1 / UCAC4-670-058025
13221+4354	KZA 55AC	6,37	11,96	5,59	2014,370	59,00	68,217	4	TYC 3031-1105-1 / UCAC4-670-058030
3363+3514	KZA 71AB	11,23	12,78	1,55	2015,282	147,72	62,748	3	TYC 3026-854-1 / UCAC4-645-051108
13363+3514	KZA 71AC	11,23	13,96	2,73	2014,340	185,77	70,778	1	TYC 3026-854-1 / UCAC4-645-051106
4122+4225	HO 57	8,20	13,20	5	2014,367	203,78	2,660	1	TYC 3037-405-1
5118+6151	VLM 3AC	8,12	13,40	5,28	2014,375	18,17	32,664	2	TYC 4180-1944-1 / UCAC4-760-045285
5118+6151	VLM 3BC	8,81	13,40	4,59	2014,375	38,16	19,200	2	HIP 74368 / UCAC4-760-045285
18193+4724	ES 1158	8,74	12,20	3,46	2013,811	198,92	4,977	2	TYC 3529-224-1
8416+6047	STI 857	10,44	11,90	1,46	2013,523	176,69	4,370	2	TYC 4215-2126-1
18549+4136	HO 270AC	5,44	11,50	6,06	2013,775	39,34	23,656	2	TYC 3127-2260-1 / UCAC4-659-068181
18549+4136	HO 270AB	5,44	12,60	7,16	2013,422	300,18	8,412	1	TYC 3127-2260-1
19009+3714	MLB 758AC	11,90	13,10	1,2	2014,340	146,64	8,846	3	UCAC4-637-063320 / UCAC4-637-063324
9009+3714	MLB 758AB	11,90	14,70	2,8	2014,340	28,43	9,170	3	UCAC4-637-063320 / UCAC4-637-06332
9086+3755	STF2472AB	8,38	10,44	2,06	2014,340	339,30	22,477	3	TYC 3120-1262-1 / HIP 94022
9086+3755	STF2472AC	8,38	10,29	1,91	2014,340	347,46	75,489	3	TYC 3120-1262-1 / TYC 3120-492-1
9086+3755	STF2472AD	8,38	10,45	2,07	2014,340	343,81	79,291	3	TYC 3120-1262-1 / TYC 3120-492-2
9086+3755	STF2472AE	8,38	12,90	4,52	2014,340	331,68	53,220	3	TYC 3120-1262-1 / UCAC4-640-064432
19086+3755	STF2472BC	10,44	10,29	0,15	2014,340	350,87	53,329	3	HIP 94022 / TYC 3120-492-1
19086+3755	STF2472BD	10,44	10,45	0,01	2014,340	345,61	56,937	3	HIP 94022 / TYC 3120-492-2
19086+3755	STF2472CE	10,29	12,90	2,61	2014,340	198,30	28,274	3	TYC 3120-492-1 / UCAC4-640-064432
19194+3521	ALI 149	12,05	12,60	0,55	2013,811	180,15	7,101	2	TYC 2661-304-1

### TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

ID. WDS	NOMBRE	M1	M2	DM	ÉPOCA	THETA	RHO	NOCHES	NOTAS/REFERENCIA CRUZADA
19209+3826	SEI 591	10,93	12,17	1,24	2013,425	260,04	20,885	1	TYC 3134-1655-1 / TYC 3134-1912-1
19228+4120	ES 1661	10,39	12,90	2,51	2013,811	153,53	3,427	2	TYC 3142-1504-1
19317+5300	STF2542AB	8,86	9,61	0,75	2014,340	253,63	11,574	2	TYC 3921-2033-1 / HIP 96061
19317+5300	STF2542AC	8,86	11,50	2,64	2014,340	268,71	40,361	2	TYC 3921-2033-1 / UCAC4-715-063515
19374+4619	HJ 1427AB	10,50	10,70	0,2	2013,312	285,21	8,364	1	HIP 96532 / UCAC4-682-069834
19522+2924	WSI 13AB	9,82	12,80	2,98	2013,551	259,04	14,947	1	TYC 2152-722-1 / UCAC4-598-101019
19522+2924	WSI 13BC	12,80	12,80	0	2013,551	160,11	12,304	1	UCAC4-598-101019 / UCAC4-598-101024
20023+6438	STTA 200AC	6,36	11,70	5,34	2013,523	189,87	26,628	2	65 Dra, TYC 4240-150-1 / UCAC4-774-042242
20210+6041	MLB 140	9,53	12,90	3,37	2013,523	122,85	5,125	2	TYC 4233-1731-1
20327+3916	SEI1160	8,20	10,38		2013,674	48,95	14,332	2	TYC 3153-1235-1 / TYC 3153-1272-1
21002+3658	HO 147AB	8,01	14,10	6,09	2013,677	350,99	7,723	2	TYC 2713-2359-1
21002+3658	HO 147AC	8,01	12,80	4,79	2013,677	248,71	26,275	2	TYC 2713-2359-1 / UCAC4-635-105910
21173+5837	BU 1140AC	6,43	13,30	6,87	2015,104	271,37	68,198	1	HIP 105091 / UCAC4-744-067772
22016+4921	ES 831AB	9,55	13,20	3,65	2013,677	140,26	2,690	1	TYC 3613-1533-1
22016+4921	ES 831AC	9,55	10,62	1,07	2014,822	310,10	20,546	2	TYC 3613-1533-1 / TYC 3613-1413-1
22016+4921	ES 831AD	9,55	11,90	2,35	2014,822	25,46	13,966	2	TYC 3613-1533-1 / UCAC4-697-103602
22016+4921	ES 831AE	9,55	13,64	4,09	2014,822	68,80	15,962	3	TYC 3613-1533-1 / UCAC4-697-103608
22016+4921	ES 831AM	9,55	12,90	3,35	2014,822	153,13	15,568	3	TYC 3613-1533-1 / UCAC4-697-103603
22016+4921	ABH 156AF	9,55	12,57	3,02	2014,830	255,15	49,062	2	TYC 3613-1533-1 / UCAC4-697-103564
22285+3727	ES 2071AB	8,20	12,70	4,5	2013,830	263,22	24,377	2	HIP 110927 / UCAC4-638-119645
22501+5711	STI2870	10,27	12,10	1,83	2013,523	322,95	9,073	1	TYC 3992-1961-1 / UCAC4-736-094351
22560+5702	A 633AB,C	9,00	12,70	3,7	2015,110	0,45	15,964	2	TYC 3993-881-1 / UCAC4-736-096030
22561+6643	BU 849	8,49	12,40	3,91	2013,523	94,34	6,284	2	TYC 4290-995-1
23032+5120	DBR 1	10,56	10,88	0,32	2015,110	285,45	11,157	4	TYC 3634-2090-1 / UCAC4-707-109961
23046+5122	DBR 2	11,80	12,80	1	2015,110	94,40	12,350	2	TYC 3635-775-1 / UCAC4-707-110211
23049+5119	DBR 3AB	11,00	12,90	1,9	2014,937	30,44	23,278	2	TYC 3635-736-1 / UCAC4-707-110255
23157+6041	A 638	8,82	13,40	4,58	2015,110	224,40	6,491	2	TYC 4279-1787-1
23313+5225	STT 498AB	7,62	10,85	3,23	2014,822	243,59	17,342	1	HIP 116082 / UCAC4-713-116922
23388+5637	SRW 12AB	9,35	10,89	1,54	2015,110	211,92	27,534	3	TYC 4008-2042-1 / TYC 4008-2002-1
23388+5637	SRW 12AC	9,35	11,14	1,79	2015,110	288,02	25,824	3	TYC 4008-2042-1 / TYC 4008-1667-1
23457+4856	ES 862AB	9,40	12,80	3,4	2014,819	38,98	7,049	1	TYC 3646-1140-1 / UCAC4-695-128703
23457+4856	ES 862AC	9,40	13,50	4,1	2014,819	235,70	11,092	1	TYC 3646-1140-1 / UCAC4-695-128695
23505+5023	ES 926AB	10,82	11,46	0,64	2015,110	150,94	1,923	2	TYC 3647-912-2
23505+5023	ES 926AC	10,82	13,60	2,78	2015,110	211,44	7,438	2	TYC 3647-912-2 / UCAC4-702-122471
23505+5023	ES 926AD	10,82	15,60	4,78	2015,110	131,85	11,266	2	TYC 3647-912-2 / UCAC4-702-122477

# Un nuevo sistema con movimiento propio común en Bootes

A New Common Proper Motion System in Bootes

Lluís Ribé de Pont

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

En este trabajo presento los resultados del estudio de las estrellas 2MASS 14494011+1209047 y 2MASS 14495053+1210184 como componentes de un sistema de movimiento propio común con denominación provisional PNT 3. Se muestran los datos sobre la cinemática, fotometría y astrometría relativa del sistema y se realiza una estimación de las magnitudes absolutas, la distancia a la que se encuentran ambas componentes y sus masas. Se estudia la posible relación gravitacional. Se concluye que ambas componentes pueden considerarse una pareja de movimiento propio común.

In this paper we present the results of the study of 2MASS 14494011+1209047 and 2MASS 14495053+1210184 as components of a common proper motion pair (CPMP) named PNT 3 as provisional designation. We show data about the kinematic, photometry and relative astrometry of the system and we assess the absolute visual magnitude, the distance and the mass of both components. The possible gravitational relationship is studied to see if this is a physical pair. We conclude that we can consider this system as a CPMP.

#### I. Introducción.

PRESENTAMOS EL DESCUBRIMIENTO de un nuevo par de movimiento propio común (MPC), que denominamos provisionalmente PNT 3. La pareja se localiza en la constelación de Bootes y la encontramos al revisar imágenes digitalizadas con la herramienta Aladin (1). formada por las estrellas 2MASS 14494011+1209047 (primaria) y 2MASS 14495053+1210184 (secundaria).

Debido a la compatibilidad de movimientos propios hemos hecho un estudio cinemático, astrométrico y astrofísico con el propósito de conocer las características de las estrellas que conforman el sistema PNT 3, y hemos aplicado algún criterio astrofísico para poder establecer la posible naturaleza del par.

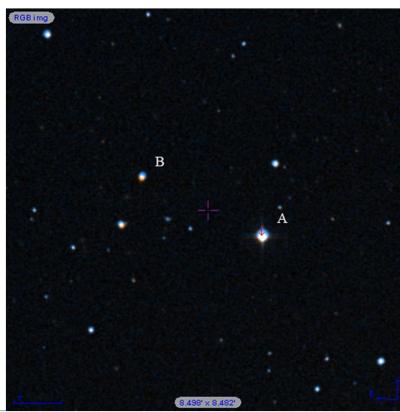
En la figura 1 hemos realizado una comparación de placas obtenidas en Monte Palomar en 1954 y 1989 mediante el empleo de la herramienta RGB de Aladin. Se advierte que ambas estrellas poseen un movimiento propio significativo.

#### 2. Fotometría.

Hemos de determinar el tipo de espectro de las estrellas que constituyen el sistema. Para esto necesitamos las magnitudes fotométricas y los índices de color. Lo hacemos con el programa Aladin y los resultados se muestran en la tabla 1 (página siguiente).

Figura 1. Imagen del sistema PNT 3 obtenida del DSS.

En función de las fotometrías en bandas BVIJHK se ha podido trazar la distribución espectral de energía. Las tablas de Mamajek indican que el tipo espectral de la primaria es F9 y el de la secundaria K5. Con el Excel "Astronomia ver.1.5.15" de Francisco Rica hemos obtenido las gráficas de distribución espectral de energías (figuras 2 y 3, páginas siguientes).



FUENTE	BANDA	Α	ERROR	В	ERROR
2MASS	J	9,909	0,02	11,523	0,02
2MASS	Н	9,643	0,02	10,92	0,02
2MASS	K	9,598	0,02	10,794	0,02
UCAC 4	V	11,032	0	13,76	0,01
UCAC 4	В	11,544	0,02	14,923	0,01
UCAC 4	g	11,27	0,1	14,392	0,1
UCAC 4	r	10,912	0,02	13,295	0,02
UCAC 4	i	10,992	0,6	13,095	0,59
Excel de conversión (2)	1	10,59		12,59	
	(V – I)	0,442		1,17	

Tabla 1. Fotometría multibanda recogida de la literatura.

Para conocer qué clase de estrellas componen nuestro sistema es necesario determinar la clase de luminosidad, es decir, si es una estrella enana o es una gigante. Para esto utilizamos el diagrama color-color en donde cada eje presenta un índice de color. En nuestro caso son J-H y H-K. Nuestras estrellas son de la secuencia principal y por el lugar que ocupan en la gráfica podemos decir que podrían ser enanas o gigantes.

La tabla 2 muestra los datos obtenidos para el sistema PNT 3.

	MAMAJEK
Espectro A	F9V
Espectro B	K5V
Distancia A	262
Distancia B	242,2
Masa A	1,14
Masa B	0,75
Mv A	4,15
Mv B	7,25

**Tabla 2.** Tipos espectrales y clases de luminosidad estimados

#### 3. Movimiento Propio.

MOVIMIENTOS PROPIOS PPMXL								
COMP.	AR	ERROR	DEC	ERROR				
Α	16,2	0,9	-59,9	0,9				
В	19,3	4,1	-67,5	4,1				

Tabla 3. Movimientos propios de PNT 3.

MP total A = 
$$0.062 \pm 0.0012$$
  
MP total B =  $0.070 \pm 0.0058$ 

Estos MP están expresados en msa/año y habrá que hacer los cálculos con arcsec/año.

- Movimiento propio total de la componente A:  $MP(A)^2 = MP(A)AR^2 + MP(A)Dec^2$  $MP(A) = 0.062 \pm 0.0012 \ arcsec/año$
- Hacemos lo mismo para la componente B:  $MP(B)^2 = MP(B)AR^2 + MP(B)Dec^2$  $MP(B) = 0.070 \pm 0.0058$  arcsec/año

Ambos movimientos son bastante similares, lo que nos hace pensar en un movimiento propio común (MPC). Para ratificar si se trata de un par de MPC también podemos aplicar la fórmula:

$$(\mu A^2 - \mu B^2) < -2 (\sigma A^2 + \sigma B^2) \ln 0.05$$

Los cálculos indican que el par comparte movimiento propio.

# 4. Obtención del movimiento propio reducido de cada componente del par.

El movimiento propio reducido es la magnitud que tendría una estrella para que su movimiento propio fuera de 0,1 arcsec/año. Para ello aplicamos la siguiente fórmula:

$$H = m + 5\log(\mu) + 5$$

Donde:

H: movimiento propio reducido

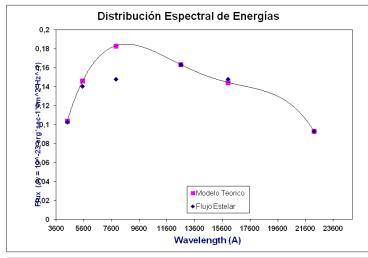
m: magnitud aparente μ: movimiento propio total

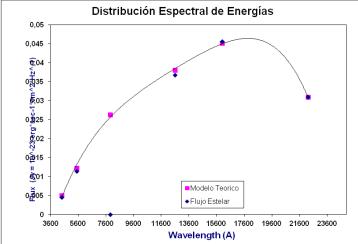
Calculando H para las dos componentes obtenemos:

H(A) = 9,99H(B) = 12,98

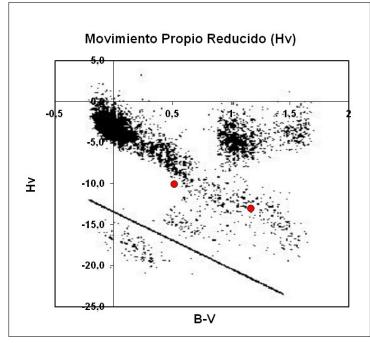
#### 5. Astrometría.

En total hemos obtenido 7 mediciones astrométricas entre 1954 y 2013. En la tabla 4 (página siguiente) se exponen las astrometrías relativas de este par. Las figuras 6 y 7 (página siguiente) muestran la evolución temporal de  $\theta$  y  $\rho$ . En las gráficas podemos ver





**Figuras 2** (arriba) y **3** (abajo). Distribución espectral de energías de la componente A (arriba) y B (abajo).



**Figura 5.** Movimiento propio reducido. Las componentes pertenecen a la Secuencia Principal.

FUENTE	ÉPOCA	THETA	RHO
POSSI	1954,419	170,04	64,1
GSC 1.2 (catálogo)	1982,3	169,463	64,254
POSSII-F	1989,247	169,92	64,2
2MASS (catálogo)	1998,337	169,599	64,238
CMC14	2000,216	169,61	64,25
WISE (catálogo)	2010,5	169,612	64,263
URAT1 (catálogo)	2013,834	169,6	64,27

Tabla 4. Astrometría relativa derivada de diversas fuentes.

que todo apunta a que es un par de movimiento propio común.

Estos gráficos los obtenemos con una aplicación en Excel de Francisco Rica (*Relative Motion Calculator*). Los mismos nos dan el valor de la variación de las coordenadas rectangulares x e y respecto al tiempo.

$$dx/dt = 2.38 \pm 0.55 \text{ msa/año}$$
  
 $dy/dt = -5.03 \pm 0.74 \text{ msa/año}$ 

De todo esto tenemos que el movimiento propio relativo de la secundaria con respecto a la primaria es:

$$\Delta \mu = \text{raiz} ((dx/dt)^2 + (dy/dt)^2) = \Delta \mu = 5,56 \pm 0,92$$
  
msa/año

Vemos, en la escasa pendiente de estas gráficas (figuras 7 y 8), que la astrometría ha permanecido invariable a lo largo del tiempo, lo que nos hace pensar en un sistema con movimiento propio común (MPC).

#### 6. Cinemática.

#### a) Velocidad tangencial

Con las variaciones de x e y respecto al tiempo calculamos la velocidad relativa o velocidad tangencial, que de hecho es la variación de la velocidad tangencial de B con respecto a A.

Tenemos que la velocidad tangencial es:

Vtan = 
$$4,74 * distancia * \Delta \mu$$

Si la distancia es 262 pc, resulta:

$$V \tan = 5.75 \text{ km/s}$$

#### b) Velocidad de escape

$$Vesc = raiz 2*G*Mtotal/r$$

Como no podemos conocer "r" utilizamos "s" que es la proyección de "r"

s = rho (arcsec) \* distancia (parsec)

De modo que:

s = 44437 ua

Resultando:

Vesc = 0.27 km/s

#### c) Velocidad orbital máxima

Vorb\_máx = 
$$29.78 * raiz (M+m)/s$$
  
Vorb\_máx =  $0.19 \text{ km/s}$ 

Al no cumplirse los criterios Vtan < Vorb\_máx y Vtan < Vesc concluimos que no hay una atracción gravitacional, aunque sí es un par de MPC situado a una distancia similar. La velocidad relativa es muy superior a la velocidad de escape, lo que indica que el sistema se está rompiendo.

Δμ	5,56 ± 0,92 msa/año
Vtan	5,75 km/s
Vesc	0,27 km/s
Vorb máx	0,19 km/s

Tabla 5. Resumen de datos cinemáticos.

#### - Método de Grocheva y Kisselev

Uso la fórmula:

$$P = S/N$$

Si  $\mathrm{S/N} < 0.01$  nos está diciendo que las dos estrellas tienen estos movimientos propios no por motivos aleatorios sino por motivos físicos. No significa que las componentes estén gravitacionalmente unidas, pero sí que debería existir una relación física (forman parte de una misma asociación de estrellas, mismo cúmulo o es una binaria en fase de disolución).

S es el número de estrellas con un MP similar al de las estrellas componentes dentro del área A; N es el número de estrellas dentro del área A.

$$P = 7475/47756 = 0.156$$

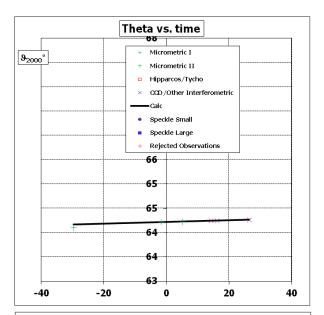
Tenemos que 0,156 > 0,01, de modo que no se cumple esta condición.

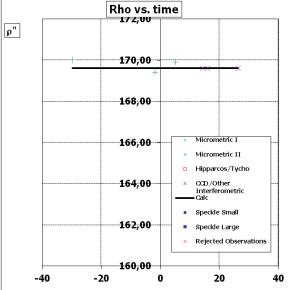
#### - Método de Halbwachs

T es el periodo que necesita la estrella con su MP para recorrer una distancia igual a su separación angular  $\rho$ . Expresado matemáticamente resulta que  $T = \rho/\mu$ . El valor de T se expresa en años.

$$T = 169,6/0,070 = 2422,8$$
 años

Este valor nos indica que aproximadamente el 60% de las dobles de CMP son ópticas, con lo que no se descarta que este sistema pueda ser físico.





Figuras 7 (arriba) y 8 (abajo). Evolución en el tiempo del ángulo de posición y de la separación angular.

#### 7. Conclusión.

Nos encontramos ante un par de estrellas enanas de MPC que están a una distancia fotométrica similar y que podrían corresponder a un sistema que se está rompiendo, pues ya no hay atracción gravitacional, o a dos estrellas que han tenido un origen común. Podría tratarse de un sistema físico.

#### 8. Agradecimientos.

Manifestar mi agradecimiento a Francisco Rica por su constante ayuda y estímulo en este trabajo y las herramientas que ha puesto a mi disposición. ©

#### - Referencias

Aladin. Centre de Données astronomiques de Strasbourg, http://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml.

Francisco Rica, Excel Transformación SDSS-2MASS-Johnson v2.3.

Tablas de Mamajek: http://www.pas.rochester.edu/~emamajek/EEM dwarf UBVIJHK colors Teff.txt

## Estudio y caracterización de un nuevo sistema mpc en la constelación del Cangrejo

Neglected Double Stars Observations (8<sup>th</sup> Series)

Manuel José del Valle González

- Asociación Astronómica Alba5 (Albacete), Grupo de Astronomía de Almansa
- Correo-e: mjvallgon@gmail.com | Web: http://astronomiadesdealbacete.blogspot.com.es

En este trabajo presento los resultados del estudio de las estrellas UCAC4 523-049330 y UCAC4 523-049329 como componentes de un nuevo sistema binario de movimiento propio común, mostrando los datos detallados sobre la cinemática, la fotometría y la astrometría relativa del par.

In this paper I present the results of the study of UCAC4 UCAC4 523-049330 and 523-049329 stars as components of a new binary system common proper motion. Data relative to kinematics, photometry and relative astrometry of the components are presented.

#### I. Introducción.

ESTE NUEVO SISTEMA DOBLE, que recibe el nombre de DVG 3, se localiza en la constelación del Cangrejo y está compuesto por las estrellas UCAC4 523-04933 y UCAC4 523-049329. El par ha sido encontrado siguiendo la rutina de trabajo que suelo utilizar habitualmente, mediante la herramienta *Aladi*n, revisando placas de la década de 1950 (POSS I) y placas de la década de 1990 (POSS II). Superponiendo las placas de

diferentes épocas mediante la herramienta *RGB* de *Aladin*, se observa que los movimientos propios de ambas estrellas, son muy parecidos (figura 1).

Estas estrellas se localizan en las coordenadas que se presentan en la tabla 1 (página siguiente).

Los movimientos propios de ambas estrellas han sido extraídos del catálogo PPMXL.

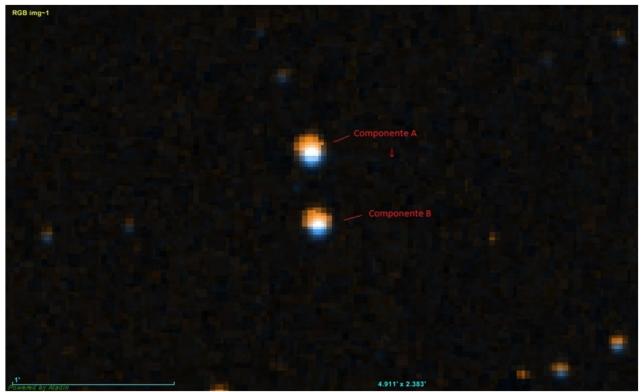


Figura 1. Composición RGB procedente de *Aladin* donde observamos que ambas componentes presentan un desplazamiento muy parecido.

COMPONENTE	CATÁLOGO	AR	DEC
Α	UCAC4 523-049330	08h 45m 40,967s	+14° 29' 06,68''
В	UCAC4 523-049329	08h 45m 40,787s	+14° 28' 40,04''

Tabla 1. Coordenadas precisas de ambas estrellas.

COMPONENTE	CATÁLOGO	MP RA (msa/año)	MP DEC (msa/año)
Α	PPMXL	-11,7 ± 1,1	-20,9 ± 3,7
В	PPMXL	-11,7 ± 1,1	-22,0 ± 3,7

Tabla 2. Movimientos propios.

CATÁLOGO	BANDA	A	В
	J	12,414	12,993
2MASS	Н	12,097	12,594
	К	12,003	12,514
	В	14,452	15,103
	V	13,684	14,315
UCAC4 (APASS)	R	13,513	14,084
00A04 (AFA33)	T	13,339	13,947
	(B – V)	0,768	0,788
	(V – I)	0,345	0,368

Tabla 3. Fotometría UCAC4 (BVRI) y 2MASS (JHK).

Los datos fotométricos han sido obtenidos íntegramente del catálogo 2MASS (fotometría infrarroja JHK) y del catálogo UCAC4 (procedentes del APASS).

### 2. Determinación de la población estelar.

Para ello he utilizado dos diagramas, el primero (figura 2), representa el movimiento propio reducido en banda V, frente al índice de color (B - V). Para calcular el movimiento propio reducido (H'v), he utilizado la expresión:

$$H'_{V} = -1 * Mv + 5 * \log \mu + 5$$

Para ratificar que se trata de dos estrellas enanas de la secuencia principal, he representado los índices de color (J - H) y (H - K), con el resultado que se observa en la figura 3 (página siguiente).

## 3. Caracterización del grupo espectral y clase de luminosidad.

Para esta labor he utilizado el Excel "Astronomia ver1.5.15", de Francisco Rica en conjunción con los datos fotométricos de la tabla 3, obte-

niendo las respectivas gráficas de distribución espectral de energías de ambas estrellas (figuras 4 y 5, páginas siguientes). El estudio de estas curvas indica que la componente principal es una estrella G6V y la secundaria una G8V.

#### 4. Magnitud absoluta y distancia.

Conociendo el espectro y la clase de luminosidad de ambas estrellas, he utilizado las tablas de Mamajek para determinar la magnitud absoluta de ambas estrellas y utilizando la expresión:

$$m - Mv = (5 * logd) - 5$$

donde m-Mv es el módulo de distancia, calculamos la distancia en parsec (pc) de ambas estrellas. Los datos obtenidos se representan en la tabla 5 (página siguiente).

#### 5. Temperatura efectiva.

Para determinar la temperatura efectiva, he utilizado la expresión que relaciona el índice de color B-V con la temperatura, (Reed, 1988), obteniendo los resultados mostrados en la tabla 6 (página siguiente).

$$Log T_{eff} = (14,551 - (B - V)) / 3,684$$

COMPONENTE	V	(B – V)	μ total	-H' <sub>V</sub>
Α	13,684	0,768	0,02395	-10,6
В	11,942	0,59	0,02492	-11,3

Tabla 4. Movimiento propio reducido.

DATOS	PRIMARIA	SECUNDARIA
Magnitud absoluta	5,13	5,32
Módulo de distancia	8,554	8,995
Distancia (pc)	513,81	629,51

Tabla 5. Distancias en parsecs.

COMPONENTE	(B – V)	LOG $T_{EFF}$	T <sub>EFF</sub> (K)
Α	0,768	3,741	5508
В	0,788	3,736	5445

Tabla 6. Temperaturas efectivas de las componentes.

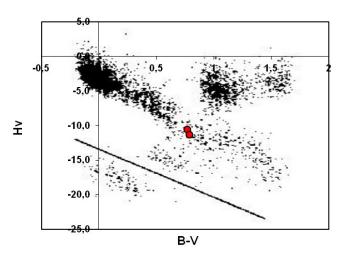


Figura 2. Movimiento propio reducido.

### 6. Corrección bolométrica y magnitud absoluta bolométrica.

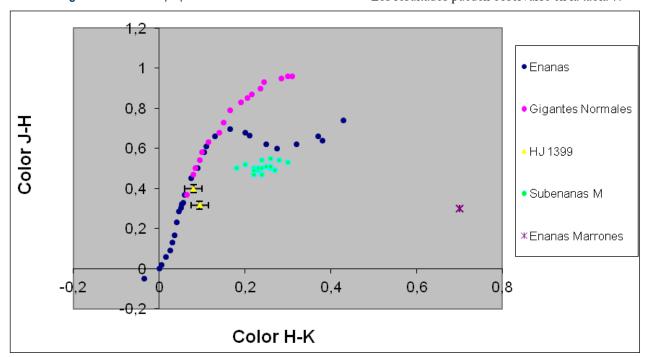
Para calcular la corrección bolométrica, volvemos a hacer uso de la expresión de Lang (1992), la cual utiliza Log  $T_{\rm eff}$ , de la tabla 5. La expresión es:

CB = -8,499 \* 
$$(\log_{\text{Teff}}$$
 - 4)<sup>4</sup> + 13,421 \*  $(\log_{\text{Teff}}$  - 4)<sup>3</sup> - 8,131 \*  $(\log_{\text{Teff}}$  - 4)<sup>2</sup> - 3,901 \*  $(\log_{\text{Teff}}$  - 4) - 0,438

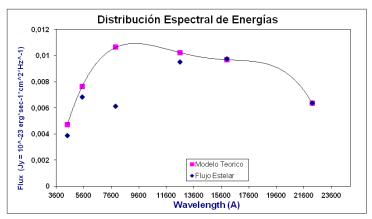
Una vez calculada dicha corrección bolométrica, y conocida la magnitud absoluta, podemos conocer la magnitud bolométrica de ambas estrellas, por medio de la siguiente expresión:

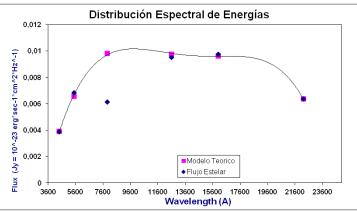
$$M_{bol} = M_v + BC$$

Los resultados pueden observarse en la tabla 7.



**Figura 3**. Fotometría infrarroja en banda JHK. Color (J - H) frente a (H - K).





DATOS	PRIMARIA	SECUNDARIA
Magnitud absoluta	5,13	5,32
Módulo de distancia	8,554	8,995
Distancia (pc)	513,81	629,51

Tabla 5. Distancias en parsecs.

СОМР.	(B – V)	LOG T <sub>EFF</sub>	T <sub>EFF</sub> (K)
Α	0,768	3,741	5508
В	0,788	3,736	5445

Tabla 6. Temperaturas efectivas de las componentes.

COMP.	СВ	MAGNITUD ABSOLUTA	MAG. ABS. BOLOMÉT.
Α	-0,245	5,13	4,885
В	-0,265	5,32	5,055

Tabla 7. Magnitud absoluta bolométrica.

## 7. Luminosidad, masa, radio y gravedad superficial.

Para calcular la luminosidad de las estrellas en estudio he utilizado los datos calculados de la tabla 7 aplicados a la expresión de Vandember & Bridges (1984), la cual relaciona la magnitud bolométrica con la luminosidad. Obtenemos así una luminosidad de 0,88 y 0,76, respectivamente para ambas estrellas.

$$L = 10 \land \frac{[(4,75 - Mbol)/2,5]}{}$$

Para calcular las masas, he utilizado la siguiente expresión:

**Figuras 5 y 6**. Distribución espectral de energías de la componente A (arriba) y B (Abajo).

$$Log M = Log L / 3,5$$

Los resultados muestran valores de 0,96 y 0,93 masas solares, respectivamente.

Para el cálculo de los radios estelares he utilizado la expresión:

$$Log R = -0.0531 + 0.8824 * log (M/M_{\odot})$$

Esta ecuación calcula el radio estelar en función de la masa, arrojando un resultado de 0,85 y 0,70 radios solares.

Por último, para determinar la gravedad superficial he utilizado la expresión de Habets & Heintze (1981), donde se relacionan las masas, los radios y la gravedad superficial del Sol  $(\log g)_{\Theta} = 4,44$ ).

$$Log g = log (M/M_{\odot}) - 2 log (R/R_{\odot}) + log g_{\odot}$$

He obtenido unos valores para la gravedad superficial de 4,56 y 4,65.

#### 8. Astrometría relativa.

Mediante imágenes digitalizadas procedentes del DSS, SDSS-DR8 y 2MASS y utilizando el software *Reduc* de Florent Losse, medimos los parámetros theta  $(\theta)$  y rho  $(\rho)$ , de las componentes del par.

Como refleja la tabla 8, he obtenido 6 mediciones astrométricas entre 1950 y 2005. En las figuras 6 y 7 podemos ver la evolución temporal de  $\theta$  y  $\rho$ , (en formato de coordenadas rectangulares x e y) con respecto a la época besseliana en un intervalo de 55 años. Como puede apreciarse en las gráficas, todo indica a que se trata de un par de movimiento propio común.

#### 9. Naturaleza del sistema.

#### A. Criterio de Dimistris Sinachopoulos (1992)

En este criterio se compara la velocidad tangencial relativa de las componentes con la máxima velocidad orbital permitida según la 3ª Ley de Kepler.

De forma que, si  $V \tan > 3 * V m \acute{a}x$ , indicaría que el par es óptico y si,  $V \tan < V m \acute{a}x$ , se trataría de un posible sistema binario.

Tenemos que:

$$V tan = 4,74 * d(pc) * \Delta \mu \\ V m\acute{a}x^2 = 29,78 * [(M+m) / r)]; donde r \sim s.$$

En la tabla 9 se exponen los resultados obtenidos tras los cálculos.

Observando los datos de la tabla 9, vemos que se cumple la condición Vtan < Vmáx, luego podemos

IMAGEN	ÉPOCA	RHO	THETA	Х	у
POSS-I	1950,2165	27,04	185,9	-26,90	-2,78
POSS-I	1951,9058	27,22	185,1	-27,11	-2,42
POSS-II	1989,5274	27,08	185,4	-26,96	-2,55
POSS-II	1990,2009	27,01	185,4	-26,86	-2,63
2MASS	1998,8226	27,14	185,8	-26,89	-2,54
SDSS-DR8	2005,8289	26,77	185,7	-27,00	-2,74

Tabla 8. Astrometría relativa de DVG 3





Figura 6 (arriba). X (Theta) frente a época besseliana y Figura 7 (abajo). Y (Rho) frente a época besseliana.

Δμ	0,0011 ± 0,0001 "/año
Vtan	0,280 ± 0,028 km/s
Vmáx (órbita circular)	1,032 km/s
Vmáx (órbita no circular)	1,134 km/s

Tabla 9. Velocidades del sistema.

concluir en base a este criterio, que el sistema estudiado es un sistema binario.

#### B. Criterio de J. L. Halbwachs (1986)

En este criterio se tiene en cuenta la cinemática de las estrellas componentes de un sistema doble.

Según este criterio, para poder considerar un sistema doble como físico, es condición necesaria, pero no suficiente, que los movimientos propios sean iguales o semejantes. Se considera que dos estrellas tienen movimientos similares, las llamadas "estrellas de movimiento propio común" (MPC), si el nivel de semejanza es del 95 %, satisfaciéndose la siguiente

condición:

$$(\mu 1 - \mu 2) < -2 * (e_1^2 + e_2^2) * \ln 0.05$$
 [1]

Además, se define un nuevo parámetro "T", que es el periodo que necesita la estrella con su movimiento propio " $\mu$ ", para recorrer una distancia igual a su separación angular " $\rho$ ". Expresado matemáticamente resulta:

$$T = \rho / \mu \qquad [2]$$

Teniendo en cuenta siempre los errores acumulados, el par en estudio satisface la condición [1] según sus movimientos propios (tabla 2) y también satisface la condición [2] ya que T = 701 años. Como T < 1000 [99 %], podemos concluir que, bajo este criterio, el sistema a estudio es un sistema MPC, con una posible naturaleza física.

Como complemento, según el criterio de Francisco Rica, ampliación del criterio anterior, el porcentaje de probabilidad sería de un 100 %. Por lo tanto, también podemos concluir que estamos ante un sistema doble de naturaleza física.

#### 10. Conclusión.

Según los datos obtenidos en este estudio, DVG 3 sería un sistema doble de movimiento propio común y de naturaleza física, como nos indican los criterios probabilísticos descritos, aunque no sabemos si está gravitacionalmente unido. El par está formado por dos estrellas enanas de la secuencia principal cuyos tipos espectrales y clases de luminosidad son G6V y G8V respectivamente para las componentes principal y secundaria.

#### II. Agradecimientos.

A Francisco Rica, por su ayuda y consejos, además de poner a mi disposición sus variadas hojas Excel, que han sido de gran ayuda en el cálculo de muchos parámetros.

A Edgardo R. Masa por sus consejos y su paciencia en la revisión de este y otros artículos. ®

#### - Referencias y bibliografía

Habets, G. M. H. J.; Heintze, J, R. W., 1981, *Empirical bolometric corrections for the mainsequence*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, Vol. 46, Nov. 1981, p. 193-237.

Mamajek, E., 2011, A modern mean stellar color and effective temperature sequence. http://www.pas.rochester.edu/~emamajek/doc.html

Reed, B. C., 1998, *The Composite Observational-Theoretical HR Diagram*, Journal of the Royal Astronomical Society of Canada, 92, 36–37.

Rica, F. M., 2009, *Study of neglected double stars by LIADA*, Journal of Double Star Observations, Vol. 5, no 2, p. 78-93.

Rica, F. M., 2010, Study of neglected double stars by LIADA Double Star Section in 2005, II: Astrometry, astrophysical properties, and nature, Journal of Double Star Observations, Vol. 6, no 4, p. 266-273.

Rica, F. M., 2004, *Criterio de caracterización de J. L. Halbwachs: Relación entre*  $\rho$  y  $\mu$ , Circular Sección Estrellas Dobles LIADA, Nº 6.

Vandember, D. A. & Bridges, T. J., 1984, ApJ, 278-679.

Astrophysical Data: Planets and Stars, Springer-Verlag, Lang, K. R., New York, 1992.

Handbook of the space astronomy and astrophysics, 2<sup>nd</sup>. Edition, Cambridge University Press,Ed. Zombak, 68-75.

Evolutionary processes in binary and multiple stars. P. Eggleton, Ed. Cambridge, 2006.

Aladin Sky Atlas, aladin.u-strasbg.fr

CDS Centre de données astronomiques de Strasbourg, *cdsweb.u-strasbg.fr*.

CDS portal, cdsportal.u-strasbg.fr

Reduc, Florent Losse, http://www.astrosurf.com/hfosaf/

## Cuatro nuevos sistemas con movimiento propio común

#### Four New Common Proper Motion Pairs

Manuel José del Valle González

- Asociación Astronómica Alba5 (Albacete), Grupo de Astronomía de Almansa
- Correo-e: mjvallgon@gmail.com | Web: http://astronomiadesdealbacete.blogspot.com.es

En este artículo presento 4 nuevos sistemas dobles con movimiento propio común, descubiertos mediante la comparación de placas digitalizadas POSS I y POSS II (usando la herramienta RGB de *Aladin Sky Atlas*) de las décadas de 1950 y 1990, originarias del Observatorio de Monte Palomar.

In this article I present 4 new common proper motion systems discovered by comparing digitized POSS I and POSS II plates (using the RGB tool *Aladin Sky Atlas*) of the 1950s and 1990s, from the Mount Palomar Observatory.

#### I. Introducción.

ESTOS SISTEMAS DOBLES, denominados DVG 4, DVG 5, DVG 6 y DVG 7, han sido descubiertos en diferentes zonas del cielo, después de revisar placas digitalizadas con la herramienta *Aladin*. Dadas las similitudes de sus movimientos propios se decidió realizar una consulta en los diferentes catálogos disponibles en los que aparecían reflejados datos fotométricos para ambas componentes de estos sistemas, necesarios para realizar el estudio astrofísico y astrométrico de cada uno de ellos.

## 2. Movimientos propios y coordenadas J2000.

Las coordenadas de cada sistema doble, obtenidas desde el catálogo 2MASS, en época J2000, así como los movimientos propios de cada sistema, obte-

nidos desde el catálogo PPMXL, y la identificación individual de cada sistema, se detallan en la tabla 1.

#### 3. Fotometría.

Para la obtención de datos fotométricos, se ha recurrido a la consulta de diferentes catálogos, como el 2MASS-PSC, UCAC4, CMC14 y SDSS-DR9, además de la consulta de datos mediante la página del CDS (http://cds.u-strasbg.fr/), y del APASS (https://www.aavso.org/apass). Todos estos datos están reflejados en la tabla 2 (el resto de tablas e imágenes del presente trabajo se encuentran a partir de la página 47).

#### 4. Astrometría relativa.

Para la obtención de la astrometría relativa de estos sistemas se han medido diferentes placas digitali-

SISTEMA	COMPONENTE	AR	DEC	MP. AR (MSA/AÑO)	MP. DEC (MSA/AÑO)	FUENTE MP
DVG4	Α	07 59 59,457	+67 05 32,50	-21,3 ± 4,0	-48,6 ± 4,0	DDMVI
DVG4	В	07 59 59,681	+67 06 44,82	-22,2 ± 4,0	-46,7 ± 4,0	PPMXL
DVO	Α	08 50 07,451	-13 53 17,20	-31,5 ± 2,3	16,4 ± 2,3	DDMVI
DVG5	В	08 50 07,727	-13 53 13,30	-31,5 ± 3,2	12,9 ± 3,2	PPMXL
DVO	Α	12 00 21,047	-19 04 26,46	-29,6 ± 5,4	-20,4 ± 5,4	DDMAVI
DVG6	В	12 00 20,882	-19 04 23,07	-26,9 ± 5,4	-10 ± 5,4	PPMXL
DVG7	Α	22 45 34,578	+23 08 43,41	-44,5 ± 4,2	-62,5 ± 4,2	PPMXL
DVG/	В	22 45 34,666	+23 08 33,35	-51,3 ± 5,7	-60,0 ± 5,7	FFIVIAL

Tabla 1. Denominación de los nuevos sistemas, coordenadas J2000 y movimientos propios.

zadas usando el programa *Reduc*. También, se ha usado el programa informático *RhoThetaRAA* de A. Garro para transformar las coordenadas facilitadas por algunos de los catálogos consultados (tabla 3).

### 5. Estimación del tipo espectral y clase de luminosidad.

Para la obtención de la magnitud V y de los colores (B-V) y (V-I) se ha hecho uso en algunos casos de la hoja de cálculo de F. Rica (transformaciones fotométricas UBVRI). En otras ocasiones se obtuvo directamente del catálogo UCAC4 o por combinación de varios catálogos.

Una vez obtenidos los colores (B-V), (V-I) y la magnitud V, y haciendo uso de la hoja de cálculo de F. Rica, *Astronomia\_ver1.5.15*, se calcularon los posibles espectros basándonos en los diagramas de distribución espectral de energías. Además, de forma complementaria, se han utilizado las tablas de E. Mamajek, donde se relacionan los tipos espectrales con diferentes parámetros astrofísicos.

Una vez conocidos los espectros estelares, se determinan las magnitudes absolutas y las correcciones bolométricas de cada uno de los sistemas dobles (tabla 4).

# 6. Estimación de la población estelar. Diagramas de movimiento propio reducido, diagramas de doble color (J - H) / (H - K) y distribuciones espectrales de energía.

Para el estudio de los diferentes diagramas se ha usado la hoja de cálculo Excel de F. Rica *Astronomia\_ver1.5.15*.

Del análisis conjunto de los diagramas de movimiento propio reducido, Hv frente a (B - V) y Hv frente a (V - I), llegamos a la conclusión que estamos ante enanas de la secuencia principal, confirmándolo mediante los diagramas de doble color (J-H)/(H-K).

Exceptuando el sistema DVG4, según el estudio de los diagramas de movimiento propio reducido, estos indican que nos encontramos ante dos posibles enanas rojas. Todos estos datos quedan reflejados en la tabla 4.

#### 7. Estimación de las distancias.

Mediante el módulo de distancia (magnitud visual menos magnitud absoluta) y la fórmula siguiente:

$$M_{abs} = m_v - 5 \log (d/10)$$

obtenemos las distancias fotométricas de las componentes que forman estos sistemas (tabla 5).

#### 8. Otros parámetros estelares.

Para el cálculo de las temperaturas efectivas, se ha hecho uso de los índices (B - V) y (V - K), obtenidos a partir de la fotometría BVI y JHK.

Se ha usado la relación basada en el color (V-K) (Veeder, 1974), esta relación (con una incertidumbre de  $\pm$  150 K) ofrece un buen ajuste para temperaturas comprendidas en el rango ~4500 K y ~2500 K:

$$Log T_{eff} = 3,77 - 0,052 * (V - K) \pm 150 K$$

Esta relación se ha usado para todos los sistemas, ya que las temperaturas derivadas, comparadas con las que se reflejan en las tablas de E. Mamajek, se encuentran dentro del rango asumible para los distintos tipos espectrales obtenidos (tabla 4).

En el sistema DVG 5, se ha utilizado el índice de color (B - V), ya que ofrecía un mejor ajuste para el grupo espectral al que pertenecen las estrellas del sistema:

$$T_{\text{eff}} = 7200 / [0,64 + (B - V)]$$

Para el cálculo de la masa estelar, se ha utilizado la relación que usa la magnitud bolométrica (P. Couteu, 1974):

$$Log M = [-0.1117 * (M_{bol} - 4.77)]$$

Los radios estelares han sido obtenidos mediante la expresión que relaciona la magnitud visual de la estrella, su temperatura efectiva y la corrección bolométrica (Popper, 1980):

$$\label{eq:logR} \begin{split} Log \; R = & -0.2*Mv - 2log \; T_{eff} - 0.2*BC + C \\ & [siendo \; C = 8,4723] \end{split}$$

Por último, se ha calculado la luminosidad, utilizando la magnitud bolométrica, mediante la siguiente expresión (Vandember & Bridges, 1984):

Los datos obtenidos están reflejados en la tabla 6.

### 9. Naturaleza de los sistemas dobles estudiados.

En la determinación de la posible naturaleza de estos sistemas dobles se han utilizado dos criterios basados en el estudio de los movimientos propios: el criterio de Halbwachs y su ampliación de Francisco Rica.

Salvo en uno de los casos, todos los pares satisfacen el criterio de Halbwachs, ya que presentan unos movimientos propios similares y una relación de T  $(\theta / \mu) < 1000$ , lo que nos permite considerarlos como sistemas MPC (movimiento propio común). Al mismo tiempo, cumplen el criterio de F. Rica, el cual los clasifica como sistemas de naturaleza física.

El sistema DVG 4 presenta una relación T > 1000. Sin embargo, es posible definirlo como un sistema MPC ya que el criterio de F. Rica apunta que es de naturaleza física.

Usando simulaciones Monte Carlo, hemos obtenido una probabilidad superior al 95 % de que estos sistemas se encuentren a la misma distancia.

Todos estos datos pueden consultarse en la tabla 7.

#### 10. Conclusiones.

En base a los datos obtenidos en este trabajo y a los criterios de binariedad consultados, fundamentados en el estudio de los movimientos propios de los sistemas dobles descritos, además de las similitudes en las distancias calculadas, podemos concluir que nos encontramos ante sistemas dobles de movimiento propio común, si bien no podemos concluir que se trata de sistemas unidos gravitacionalmente, ya que para ello necesitaríamos un estudio en profundidad de cada uno de ellos.

#### II. Agradecimientos.

A los editores de *OED* (El Observador de Estrellas Dobles), por su encomiable trabajo y por hacer posible que esta publicación de referencia mundial siga adelante.

A Francisco Rica, por su trabajo en el desarrollo de las plantillas Excel utilizadas en este y otros trabajos.

A Florent Losse, por el software *Reduc* para la medida de lo sistemas dobles. ®

#### - Referencias

Delfosse, X. et al., 2000, Accurate masses of very low mass stars. IV. Improved mass-luminosity relations, Astronomy and Astrophysics, v. 364, p.217-224.

Habets, G. M. H. J.; Heintze, J, R. W., 1981, *Empirical bolometric corrections for the main sequence*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, Vol. 46, Nov. 1981, p. 193-237.

Lupton, R., 2005, Transformations between SDSS magnitudes and UBVRcIc,

http://www.sdss.org/dr4/algorithms/sdssUBVRITransform.html#Lupton2005

Mamajek, E., 2011, A modern mean stellar color an effective temperatures. http://www.pas.rochester.edu/~emamajek/doc.html

Pecaut, M. J.; Mamajek E., 2013, *Intrinsic Colors, Temperatures and Bolometric Corrections of Premain sequence stars*. University of Rochester, Departament of Physic and Astronomy, Rochester, NY. 14627-D171.

Popper, D. M., 1980, Stellar Masses, Ann. Rev. Astron. Astrophys., 18:115-64.

Rica, F. M., 2004, *Criterio de caracterización de J. L. Halbwachs: Relación entre*  $\rho$  y  $\mu$ , Circular Sección Estrellas Dobles LIADA, Nº 6.

Reed, B. C., 1998, *The Composite Observational-Theoretical HR Diagram*, Journal of the Royal Astronomical Society of Canada, 92, 36–37.

Rodríguez, D., Fotometría con el CMC14 para estrellas y cuásares, Grupo M1.

Salim, S., Gould, A., 2002, Classifying Luyten Stars using an Optical-Infrared Reduced Proper Motion Diagram, Ap. J., 575, 83.

Vandember, D. A. & Bridges, T. J., 1984, ApJ, 278-679.

Veeder, G. J. R., 1974, Luminosities and temperatures of M dwarf stars from infrared photometry, Astronomical Journal, vol. 79, p. 1056-1072.

Aladin Sky Atlas, aladin.u-strasbg.fr

CDS, Centre de données astronomiques de Strasbourg, *cdsweb.u-strasbg.fr*.

CDS, portal, cdsportal.u-strasbg.fr

Reduc, Florent Losse, http://www.astrosurf.com/hfosaf/

*		2MASS			UCAC 4				SDSS-D	R9		CMC14
	J	Н	K	В	V	ı	u	g	r	i	z	r'
						D	VG4					
Α	14,149	13,563	13,333	-	-	-	21,242	18,657	17,238	16,537	16,184	-
В	14,976	14,332	14,177	-	-	-	21,961	19,135	17,686	16,308	15,600	-
						D	VG5					
Α	11,874	11,603	11,549	13,071	12,529	12,322	-	-	-	-	-	12,805
В	12,538	12,243	12,180	-	-	-	-	-	-	-	-	13,516
							VG6					
Α	14,448	13,876	13,612	-	-	-	-	-	-	-	-	-
В	15,118	14,458	14,178	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						D	VG7					
Α	15,043	14,421	14,366	-	-	-	21,686	19,083	17,697	16,822	16,313	17,600
В	16,187	15,581	15,069	-	-	-	24,431	20,945	19,442	18,218	17,561	-

Tabla 2. Magnitudes fotométricas.

SISTEMA	ÉPOCA	CATÁLOGO/FUENTE	θ(°)	ρ(")
	1955,0736	POSSI	181,10	72,60
	1955,0760	USNO-A 2.0	181,14	72,19
	1981,2000	USNO-B 1.0	180,90	72,32
	1997,1059	POSSII	181,20	73,20
DVG4	1998,8965	POSSII	181,0	71,40
	1998,900	GSC 2.2	181,0	72,22
	1999,1922	POSII	180,80	72,60
	1999,0800	2MASS	181,2	72,00
	2004,7898	SDSS-DR9	180,95	72,35
	1955,9524	POSSI	45,5	5,88
	1982,0036	SERC J-DSSI	47,4	5,72
DVG5	1986,9866	SERC I-DSS2	44,6	5,35
DVG5	1988,2050	SERC ER-DSS2	48,0	5,71
	1999,0909	2MASS	45,86	5,60
	2000,3202	DENIS	44,9	5,66
	1954,2549	POSSI	325,4	4,01
DVG6	1983,1234	SERC J-DSS1	328,8	4,12
DVG0	1996,3968	SERC I-DSS2	323,6	4,28
	1998,3681	2MASS	325,4	4,12
	1953,7046	POSSI	172,1	9,14
	1953,7052	USNO-B 1.0	173,2	10,31
	1990,8060	POSSII	173,8	10,07
DVG7	1990,8090	GSC 2.3	173,6	10,07
DVGI	1992,6514	POSSII	172,7	10,09
	1994,6774	POSSII	173,2	10,09
	1997,7603	2MASS	173,1	10,13
	2008,7511	SDSS-DR9	172,9	10,21

Tabla 3. Astrometría relativa de los sistemas en estudio.

SISTEMA	COMP.	V	(B – V)	(V – I)	ESPECTRO	MV	СВ
DVG4	Α	17,832(1)	1,50	1,84	M2,5V	9,96	-1,91
DVG4	В	18,293(1)	1,52	2,68	M2V	10,30	-1,81
DVG5	Α	12,529(2)(5)	0,54(5)	0,21(5)	F3V	3,08	-0,10
DVG5	В	13,670(3)(5)	0,64(5)	0,64(5)	F8V	4,01	-0,13
DVG6	Α	16,77(4)	1,25	1,34	K7V	8,30	-1,19
DVG6	В	17,74(4)	1,41	1,52	K9V	8,96	-1,44
DVG7	Α	18,278(1)(5)	1,47(5)	2,05(5)	MOV	9,16	-1,53
	В	20,072(1)(5)	1,57(5)	2,52(5)	M3V	11,14	-2,36

 Tabla 4. Magnitud V, índices de color, espectros, magnitud absoluta y corrección bolometrica.

- 1) Desde SDSS-DR9 (Lupton, R., 2005)
- 2) Desde UCAC4
- 3) Combinación 2MASS y CMC14
- 4) Desde 2MASS (Bilir et al., 2008)
- 5) Corregida por enrojecimiento.

SISTEMA	COMPONENTE	MAGNITUD ABSOLUTA	MÓDULO DE DISTANCIA	Distancia (pc)
DVG4	Α	9,96	7,872	375
DV04	В	10,30	7,993	397
DVG5	Α	3,08	9,283	719
	В	4,01	9,493	792
DVG6	Α	8,30	8,78	570
DVG0	В	8,96	8,47	494
DVG7	Α	9,16	8,89	600
2707	В	11,14	8,70	550

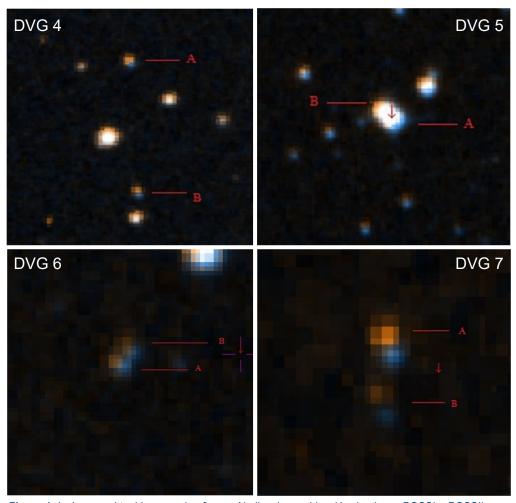
Tabla 5. Distancias fotométricas obtenidas.

SISTEMA	COMP.	TEFF (V – K)	TEFF (B – V)	MASA (SOL = 1)	RADIO (SOL = 1)	LUMINOSIDAD (Sol = 1)
DVG4	Α	3463	3365	0,43	0,63	0,05
DVG4	В	3597	3333	0,37	0,445	0,03
DVG5	Α	5338	6349	1,58	1,87	5,1
DVG3	В	4922	6091	1,26	1,35	2,2
DVG6	Α	4035	3810	0,54	0,69	0,11
DVG6	В	3844	3513	0,47	0,59	0,07
DVG7	Α	3781	3514	0,47	0,62	0,07
	В	3318	3350	0,35	0,47	0,024

Tabla 6. Parámetros astrofísicos derivados en este estudio: temperaturas efectivas, masas, radios y luminosidad.

SISTEMA	CRITERIO DE HALBWACHS	T (Θ/μ) AÑOS	% MPC	NATURALEZA	CRITERIO F. RICA (%)	MISMA DISTANCIA (%)
DVG4	SI	1383	>60	FÍSICA?	80	98,9
DVG5	SI	178	99	FÍSICA	90	98,7
DVG6	SI	126	99	FÍSICA?	76	96,9
DVG7	SI	123	99	FÍSICA	90	98,8

Tabla 7. Naturaleza de los sistemas dobles estudiados.



**Figura 1.** Imágenes obtenidas con el software *Aladin* y la combinación de placas POSSI y POSSII, mediante la herramienta RGB del propio software.

## Medidas de estrellas dobles abandonadas o poco observadas en la zona de Hydra

#### Neglected Double Star Measurements in Hydra

Enrique de Ferra Fantín

■ Observatorio La Corte (MPC J14), Academia de Ciencias, Ingenierías y Humanidades de Lanzarote, Agrupación Astronómica de Fuerteventura y Amigos de la Astronomía de Lanzarote "Arturo Duperier"

■ Correo-e: deferrae@gmail.com

En este artículo se presentan las medidas de una veintena de estrellas dobles abandonadas o que cuentan con un número reducido de mediciones, localizadas en la constelación de la Hidra y zonas colindantes, obtenidas desde el observatorio MPC-J14 (La Corte) en la isla de Fuerteventura y desde placas del proyecto 2MASS.

This paper presents the measures of about 20 'neglected' or 'almost negleted' double stars, located in the constellation of Hydra and areas around it, obtained from the observatory MPC-J14 in the island of Fuerteventura (Canary Islands, Spain) and from images of the 2MASS survey.

#### I. Introducción.

LA ZONA DE LAS CONSTELACIONES de Hydra, Sextans, Crater y Corvus se encuentran en una posición favorable para su observación desde las Islas Canarias a principios de la primavera y cuenta con varias estrellas dobles presentes en el *Washington Double Star Catalog* [1] no visitadas desde su descubrimiento o con muy pocas medidas hasta la fecha; entre estas últimas han sido observadas algunas que han sido seleccionadas según el criterio de un posible movimiento propio común.

Se han extraído unos veinte sistemas desde el mencionado catálogo [1] por medio de una aplicación Java desarrollada por el autor, aplicando los criterios de contar con una o muy pocas medidas desde el descubrimiento, y ninguna en el siglo actual, de presentar una separación bastante elevada, compatible con la instrumentación empleada en el observatorio, una magnitud de la primaria no inferior a 8 y una magnitud de la secundaria no superior a 15.

#### 2. Metodología.

En varios casos de dobles no medidas desde su descubrimiento, el catálogo WDS no contiene la indicación de las coordenadas exactas de la componente A del par. Se ha procedido por lo tanto a un estudio previo utilizando imágenes proporcionadas por la herramienta *Aladin* [2] extraídas de los proyectos POSSI, POSSII y 2MASS, cuando estaban disponibles, con el fin de lograr la determinación de dichas coordenadas. En ocasiones, para algunos pares no visitados desde su

descubrimiento, no se han encontrado las estrellas correspondientes en las coordenadas previstas, y por lo tanto se ha intentado una identificación buscando en zonas adyacentes estrellas con magnitudes, ángulo de posición y separación compatibles con los datos de catálogo, utilizando como soporte el programa *Guide 8* [3].

Con la ayuda del programa *Cartes du Ciel*, de Patrick Chevalley [4], se ha determinado el horario de culminación de los pares en el meridiano del observatorio y se ha programado una campaña de observación.

El instrumento óptico utilizado desde el observatorio MPC-J14 para esta campaña ha sido un telescopio Newton de 150 mm de abertura y 750 mm de focal de la marca TSO, equipado con una montura Celestron GT Advanced y una cámara monocroma Atik 16IC, con un píxel de 7,4 x 7,4 micras, sistema que proporciona una resolución de imagen de 2,03 "/píxel a foco primario. La imagen obtenida tiene un campo bastante amplio, adecuado para trabajos astrométricos por las numerosas estrellas de referencia que típicamente incluye y, por consecuencia, por su precisión en la identificación de las coordenadas; en el caso de las estrellas dobles es adecuado especialmente para pares con separación bastante elevada (> 6").

Se han tomado entre 70 y 100 imágenes por cada par, con tiempos de exposición entre 3 y 10 segundos, según la magnitud de la componente más brillante, eligiendo los tiempos con el fin de evitar la saturación de la misma. Se han obtenido también 10 tomas oscuras por cada tiempo de exposición, que

fueron posteriormente promediadas por medio de la herramienta "a-b" del programa *PixInsight LE* [7] para su posterior utilización. Una vez obtenidas las imágenes, se ha procedido a una primera inspección visual para eliminar las que hubiesen sido afectadas por el paso de nubes o movimientos indeseados de la óptica por el viento o defectos de guiado.

Después las imágenes han sido medidas por medio del programa *Reduc* de Florent Losse [5], calibrándolas con la toma oscura maestra correspondiente y descartando todas aquellas cuya diferencia de la media en términos de ángulo de posición o de separación fuera superior a 2 sigmas. La orientación y la escala de las imágenes ha sido calculada por medio del programa *Astrometrica* de Herbert Raab [6] empleando sólo las tomas seleccionadas por [5] y la misma toma oscura maestra y trabajando con el catálogo UCAC-3. Este programa ha proporcionado también las coordenadas precisas de las componentes primarias, que se indican en el caso de estar ausentes o ser diferentes de las del catálogo, y las imágenes apiladas utilizadas en la sección de galería fotográfica.

En varios sistemas, y especialmente el caso de dobles abandonadas, cuando fueran disponibles imágenes del proyecto 2MASS en las que las componentes no resulten saturadas, éstas han sido descargadas en formato FITS y medidas por medio de *Reduc* [5] y *Astrometrica* [6], obteniendo imágenes con una resolución prácticamente doble (1,00 "/píxel).

Las imágenes de POSSI y POSSII, cuando el muestreo cubría la zona de interés, han sido empleadas para la identificación y orientación de los pares, aunque no ha sido posible efectuar mediciones por la saturación que presentan en la gran mayoría de los casos.

En algunos sistemas las mediciones de las imágenes obtenidas por medio del sistema óptico del observatorio no se han considerado fiables debido a la escasa separación o al excesivo brillo de la componente primaria y han sido finalmente descartadas, presentando en estos casos sólo las mediciones obtenidas de las imágenes del 2MASS si estaban disponibles.

#### 3. Astrometría relativa.

En la tabla 1 (página siguiente) se presentan los resultados de las mediciones, tanto a partir de las imágenes propias como de los muestreos profesionales indicados. Por cada par se presenta información adicional en forma de notas.

Dicha tabla presenta la siguiente información:

 Id. WDS: indica las coordenadas en el catálogo WDS (versión marzo de 2016)

- Nombre: descubridor o nombre del sistema
- Theta WDS: ángulo de posición (AP) de la última medida presente en el catálogo WDS
- Rho WDS: separación (Rho) de la última medida presente en el catálogo WDS
- m1: magnitud en banda V indicada en el catálogo WDS para la componente principal
- m2: magnitud en banda V indicada en el catálogo WDS para la componente secundaria
- Época: época besseliana de la medida
- N.º img.: número de imágenes utilizadas para la presente medición después de los descartes
- Theta: ángulo de posición (AP) medido
- Sigma Theta: desviación estándar de la tanda de valores de AP
- Rho: separación (Rho) medida
- Sigma Rho: desviación estándar de la tanda de valores de Rho

#### 4. Galería fotográfica.

En la tabla 2 se presentan imágenes de los pares observados, recortadas a partir de los ficheros FITS apilados y promediados con *Astrometrica* [6]. Se han indicado las componentes (A,B,C) utilizando la nomenclatura estándar.

Todas las imágenes están orientadas con el norte arriba y el este a la izquierda, según el estándar más habitual, y la escala puede ser diferente según la separación del par.

#### - Referencias

- [1] The Washington Visual Double Star Catalog (WDS). http://ad.usno.navy.mil/wds Mason B. D., Wycoff G. L., Hartkppof W. I., Douglas G. G., Worley C.E
- [2] Aladin. Centre de Données astronomiques de Strasbourg: http://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml.
- [3] Project Pluto, 2010 Software Guide Versión 8.0 de 12/07/2010: http://www.projectpluto.com
- [4] Chevalley, P., 2002-2013, Software *SkyChart* (Cartes du Ciel) Versión 3.8,

http://www.ap-i.net/skychart/en/start

- [5] Losse, F., 2001-2010 Software Reduc Versión 3.88f: http://astrosurf.com/hfosaf/
- [6] Raab, H., 1993-2011, Software Astrometrica Versión 4.6.7.395: http://www.astromettrica.at
  - [7] PixInsight Limited Edition Versión 1.0.2.143 http://pleiades-astrophoto.com/pixinsight/
- [8] Castellano, J., programa *Dobles para Astrometrica*: http://www.astrosurf.com/orodeno/

#### TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS SISTEMAS MEDIDOS.

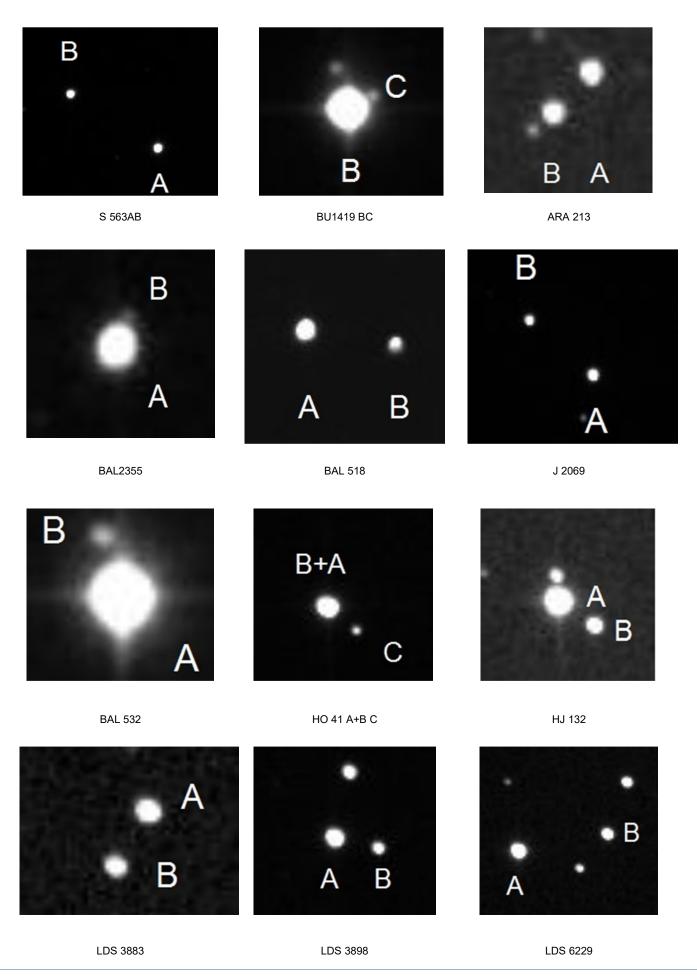
ID. WDS	NOMBRE	THETA WDS	RHO WDS	M1	M2	ÉPOCA	N.º IMG.	THETA	SIGMA THETA	RHO	SIGMA RHO	NOTAS
08085-1952	S563AB	57	134,3	7,03	7,62	2016,257	42	57,42	0,31	134,24	0,44	(1)
08085-1952	BU1419BC	300	7,8	7,55	13,00	1997,124	1	331,7		31,24		(2)
08264-1745	ARA213	63	12,7	12,4	12,7	2016,257	28	137,88	0,62	24,15	0,29	(3)
						1998,254	1	137,83		24,09		(4)
08522+0318	BAL2355	36	13,6	9,1	10,3	2016,271	58	333,7		11,15		(5)
						1997,080	1	331,62		11,1		(4)
09291-0132	BAL 518	40	7,5	8,3	9,2	2016,257	46	50,23	0,16	79,85	0,35	(6)
						1998,986	1	48,83		78,75		(4)
09314-0215	J 2069	120	6,0	9,2	10,0	2016,271	53	256,89	0,13	82,06	0,30	(7)
						1999,071	1	257,05		81,94		(4)
11100-0149	BAL 532	74	10,2	8,64	12,0	1999,071	1	16,61		11,25		(8)
09036-0225	HO 41AC	231	26,7	9,19	13,17	2016,301	63	231,34	0,53	27,12	0,29	(9)
						1998,972	1	231,61		26,86		(4)
09214-0415	HJ 132	236	27,0	9,71	12,76	2016,301	75	236,89	0,43	27,07	0,38	(10)
						1997,099	1	236,28		26,93		(4)
09229-1334	LDS3883	149	29,9	13,89	14,71	2016,301	73	148,81	0,57	29,94	0,32	(11)
						1998,972	1	148,71		30,04		(4)
09297-1435	LDS3898	257	33,7	9,56	11,83	2016,301	58	257,31	0,44	33,76	0,32	(12)
						1998,246	1	257,61		33,98		(4)
09353-1019	LDS6229	281	91,8	9,80	11,39	2016,301	67	280,63	0,19	91,58	0,28	(13)
						1999,046	1	280,94		01,67		(4)
10341-1148	SCA 68	278	85,8	10,87	11,28	2016,301	61	277,88	0,16	85,76		(14)
						1999,076	1	277,49		85,81		(4)
10098-0502	GWP1304	339	20,8	7,9	12,6	2016,312	50	337,99	2,27	20,67	0,89	(15)
						1999,289	1	338,49		20,93		(4)
10111-1922	XMI 97	299	17,8	10,37	9,93	2016,312	23	298,75	0,41	17,88	0,26	(16)
10163-1711	CBL 135	283	41,6	10,73	11,58	2016,315	59	282,68	0,54	41,55	0,22	(17)
						1998,233	1	282,70		41,18		(4)
10366-1328	SCA 79	90	96,1	10,03	12,9	2016,315	53	73,94	0,11	143,51	0,27	(18)
						1998,249	1	73,96		144,48		(4)
10488-1425	UC 1999	358	25,0	12,58	12,98	2016,315	62	358,27	0,66	25,01	0,24	(19)
						1998,255	1	358,50		25,10		(4)
11499-0451	HJ 190	280	29,5	8,22	12,44	2016,315	61	281,12	0,42	30,23	0,26	(20)
12113-1958	LDS 390	121	85,3	11,69	12,62	2016,315	75	120,92	0,18	85,20	0,24	(21)
						1998,290	1	120,9		85,00		(4)

#### — Notas

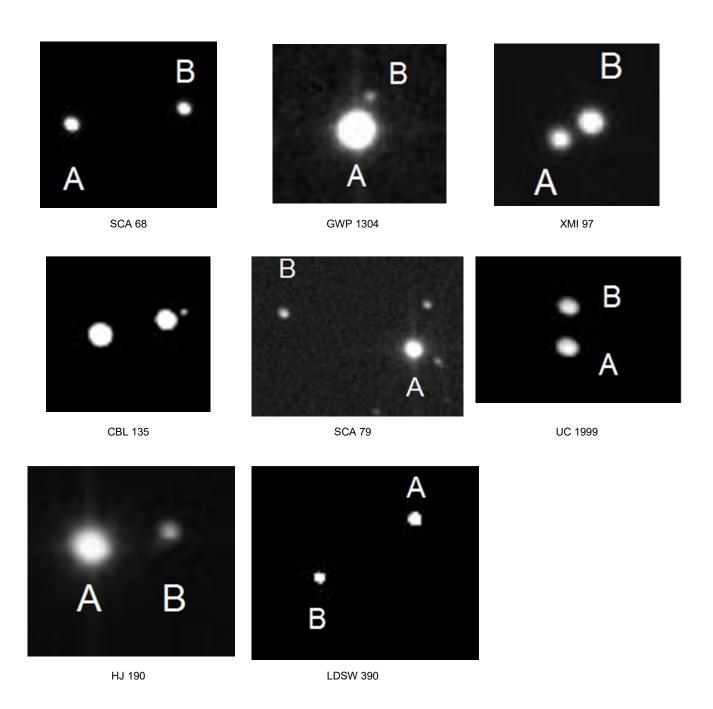
- 1. Ha sido incluido por ser el sistema principal de BU 1419BC. Medidas WDS del 2012. Los tipos espectrales son muy diferentes entre las dos componentes (B8 y K0) y con magnitud aparente similar apuntan a un par óptico. Los MP según el catálogo Tycho son también muy diferentes.
- 2. Única medida WDS en 1903. Medición efectuada con Reduc [5] y Astrometrica [6] sobre placa 2MASS-J.
- 3. Única medición en 1915. En Tycho no aparecen los movimientos propios. En las fotos se aprecia una posible componente C alineada con B.
- 4. Medición efectuada con Reduc [5] y Astrometrica [6] sobre placa 2MASS en banda J.
- 5. Única medida en 1910. Identificación dudosa, En las coordenadas no hay estrellas de magnitud 9. La más cercana está en 08:53:02,50 +03:24:04,3 y tiene una posible secundaria de m 14/15 con Theta y Rho compatibles con el dato del catálogo y a este sistema se refieren las medidas. Medición efectuada con [8] sobre imágenes apiladas por Astrometrica [6].
- 6. Única medición en 1897. Identificación dudosa. En las coordenadas no hay estrellas de magnitud 8. El par más probable está en 09:29:05,81 -01:32:55,1 y a éste se refieren las medidas. Ambas estrellas parecen más débiles de unas 2 magnitudes. Desde las imágenes POSSI/II parece que B tiene un movimiento propio muy diferente y se va separando rápidamente.
- 7. Única medida en 1942. Identificación dudosa. En las coordenadas no hay estrellas de magnitud 9. La única cercana y con una estrella de magnitud 10 en los alrededores está en 09:31:06 -02:10:03 y se ha tomado como identificación más probable. En Tycho el movimiento propio de las dos resulta ser muy diferente.
- 8. Única medición en 1894. Medida efectuada con Astrometrica [6] y Reduc [5] sobre placa 2MASS en banda J.
- 9. 3 mediciones entre el descubrimiento en 1901 y el 2000.
- 10. 4 medidas entre el descubrimiento en 1825 y el 2000. Movimiento propio extraído de catálogo parecidos (+034-061 y +035-061). Posible tercera componente con Theta 2,90 y Rho 15,02 como se advierte en

- la imagen correspondiente de la sección de galería de este artículo.
- 11. 4 mediciones entre el descubrimiento en 1960 y el 2000. Movimientos propios extraídos de catálogo parecidos (+067+084 y +068+073).
- 12. 6 medidas entre el descubrimiento en 1902 y el 2000. Movimientos propios de catálogo parecidos (-137-036 y -134-040).
- 13. 8 mediciones entre el descubrimiento en 1903 y el 2000. Movimientos propios de catálogo parecidos (-088-177 y -087-171).
- 14. 7 medidas entre el descubrimiento en 1900 y el 2000. Movimientos propios de catálogo parecidos (-023-021 y -027+003).
- 15. 4 mediciones entre el descubrimiento en 1955 y el 2000. En nuestras medidas ambas componentes resultan más débiles de 2 magnitudes en banda V
- 16. 6 medidas entre el descubrimiento en 1916 y el 1999. Movimientos propios de catálogo parecidos (-008-011 y -006+007). Según el catálogo UCAC-3 y tal como se aprecia en la imagen de la galería, la componente B resulta ser la más brillante,
- 17. 6 mediciones entre el descubrimiento en 1904 y 1999. Movimiento propio de catálogo parecidos (-091 -034 y -091-026). En las imágenes se aprecia cerca de B una posible tercera componente de magnitud 15 con AP similar.
- 18. Única medición en el descubrimiento (1986). En las imágenes aparecen dos posibles componentes no catalogadas de magnitudes 15 y 16.
- 19. 4 medidas entre el descubrimiento en 1902 y el 2000, sin apenas variaciones. Movimientos propios de catálogo parecidos (-052+025 y -050+025)
- 20. 5 mediciones entre el descubrimiento en 1825 y el 2000; no es notorio el movimiento propio de la B pero parece alejarse bastante rápidamente.
- 21. 7 mediciones entre el descubrimiento en 1920 y el 2000. En el catálogo, la primaria resulta de tipo M2V y ambas tienen movimientos propios parecidos (-215-183 y -205-191), El índice de color calculado entre nuestras imágenes y la de 2MASS-J proporciona valores V-J de 2,6 para la A y 3,0 para la B; estos datos apuntan a un sistema físico compuesto por 2 enanas M de la secuencia principal.

#### TABLA 2. GALERÍA FOTOGRÁFICA.



#### TABLA 2. GALERÍA FOTOGRÁFICA (CONT.).



## Medidas de 46 estrellas dobles abandonadas. Informe de enero de 2016.

Mesurements of 46 Neglected Double Stars. January 2016 Report.

Joseph M. Carro

- Cuesta College, San Luis Obispo, California (EE.UU.).
- Correo-e: jcarro@charter.net

Se determinaron los ángulos de posición y las separaciones de 72 pares en 46 estrellas dobles abandonadas utilizando imágenes tomadas desde observatorios remotos. Se enumeran las estrellas dobles del Washington Double Star Catalog, publicado por el Observatorio Naval de los Estados Unidos. Cuando fue posible, se realizaron comparaciones con los datos publicados. Se tomaron imágenes desde el Observatorio SLOOH, tanto desde su ubicación en las Islas Canarias como en La Dehesa, Chile, y desde el Observatorio de la Universidad de Bradford ubicado en las Islas Canarias. Los análisis de datos fueron realizados por el autor.

The position angles and separations of 72 pairs in 46 neglected double stars were determined utilizing photographs taken at remote sites. The double stars were selected from the Washington Double Star Catalog, which is published by the United States Naval Observatory. When it was possible, comparisons were made with published data. The photographs were taken at the SLOOH Observatory and the Bradford University Observatory located on the Canary Islands, and the SLOOH Observatory located in La Dehesa, Chile. The data analyses were done by the author.

#### I. Datos del Observatorio SLOOH.

UNA DE LAS INSTALACIONES está en las Islas Canarias, España, en la latitud 28° 17' 59" N y longitud 16° 30' 30" O. Su altitud es de 2360 metros. Desde 2003, el buque insignia del Observatorio SLOOH ha sido ubicado en el Instituto de Astrofísica de Canarias, en el Teide, en la isla de Tenerife. La Cúpula 2 (Dome 2) tiene un telescopio de 0,43 metros a f/6,8 y un diseño de Dall-Kirkham.

La otra instalación del SLOOH está en La Dehesa, Chile, a una latitud de 33° 16' 09" S y una longitud de 70° 32' 04" O. La altitud es de 1450 metros. El telescopio tiene una abertura de 0,35m a f/11 y un diseño de Schmidt-Cassegrain.

Los modelos principales de las cámaras son productos del Santa Barbara Astronomy Group e incluyen el modelo ST10MXE y el ST1100M. No se utilizaron filtros, y todos los ajustes se encontraban por defecto.

### 2. Datos del Observatorio de la Universidad de Bradford.

Este observatorio está en las Islas Canarias, España, en las coordenadas 28° 17' 54" N y 16° 30'34" O. La altitud es de 2400 metros. El telescopio es de 0,35m a f/11 con un diseño de Schmidt-Cassegrain. Esta instalación también está en el Teide en la isla de Tenerife. La cámara es el modelo FLI Microline MaxCam.

#### 3. Metodología.

Las imágenes fueron reducidas por el autor utilizando CCD Soft versión 5.00.195 y SKY 6 versión 6.0.0.65. Ambos programas son productos de Software Bisque. No se reportaron por los observatorios varios factores, como son la temperatura ambiente, la humedad, el viento, ni la visibilidad. No todas las imágenes fueron útiles, y el número de las medidas para cada estrella se incluye en la tabla 1. Se realizó una búsqueda en la literatura para cada estrella y se incluyeron las fuentes de datos.

#### 4. Informe.

La información incluida en la tabla 1 (páginas siguientes) consiste en el identificador del WDS, el código de descubridor, las componentes, el ángulo de posición, la separación, el número de medidas, y la fecha en época besseliana para cada una de ellas. ®

#### - Referencias

Arnold, D., 2007, "Divinus Lux Observatory Bulletin: Report 10", *Journal of Double Star Observations*, Vol. 3, n° 3, p. 119-127.

Arnold, D., 2007, "Divinus Lux Observatory Bulletin: Report 11", *Journal of Double Star Observations*, Vol. 3, n° 4, p. 139-146.

Arnold, D., 2008, "Divinus Lux Observatory Bulletin: Report 15", *Journal of Double Star Observations*, Vol. 4, n° 4, p. 136-143.

Arnold, D., 2009, "Divinus Lux Observatory Bulletin: Report 19", *Journal of Double Star Observations*, Vol. 5, n° 4, p. 182-188.

Arnold, D., 2012, "Divinus Lux Observatory Bulletin: Report 25", *Journal of Double Star Observations, Vol. 8, n° 3, p. 176-183-*

Arnold, D., 2012, "Divinus Lux Observatory Bulletin: Report 26", *Journal of Double Star Observations*, Vol. 8, n° 3, p. 226-233.

Berkó, E., 2008, "Double Stars Measures Using a DSLR Camera", *Journal of Double Star Observations*, Vol. 4, n° 4, p. 144-155.

Berkó, E., 2009, "Double Star Measures Using a DSLR Camera #2", *Journal of Double Star Observations*, Vol. 5, n° 1, p. 49-59.

Berkó, E., 2009, "Double Star Measures Using a DSLR Camera #4", *Journal of Double Star Observations*, Vol. 5, n° 4, p. 189-203.

Berkó, E., 2011, "Double Star Measures Using a DSLR Camera #6", Journal of Double Star Observations, Vol. 7, n° 1, p. 2-21.

Buchheim, R., 2007, "CCD Double Star Measurements at Altamira Observatory in 2007", *Journal of Double Star Observations, Vol. 4, n° 1, p. 27-31*.

Buchheim, R., 2008, "CCD Double Star Measurements at Altamira Observatory in Spring 2008", *Journal of Double Star Observations, Vol. 4, n° 3, p. 103-110.* 

Coster, I., 2007, "Analysis of Six Neglected Pairs in the WDS", Webb Society, Double Star Section Circulars no 17, p. 58-60.

Darling, K., 2012, "Visual Measurements of Selected Set of 20 Double Stars", *Journal of Double Star Observations, Vol. 8, no 1, p. 9-14.* 

Hipparcos and Tycho 2 Catalogue, 1991

Jones, J., 2008, "CCD Double Star Measures: Jack Jones Memorial Observatory Report #1", *Journal of Double Star Observations, Vol. 4, no 1, p. 20-23.* 

Mason, B., +, Washington Double Star Catalog 2016. http://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/wds/WDS.

TABLA 1. MEDIDAS DE LOS SISTEMAS.

DESIGNACIÓN WDS	SISTEMA	AP	SEP	N	ÉPOCA	NOTAS
00321-0511	A 111 AB,D	207,5	125,6	4	2015,986	
OAG (Tobal)		200,4	118,3		1951	
OAG (Tobal)		205,5	124,3		1993	
WDS		206	123,9	6	1999	
00321-0511	SKF 293 AB,E	351,3	431,4	3	2015,986	
WDS		351	430,9	4	1999	
01359-1732	HJ 2061 AB,D	317,1	102,6	4	2015,986	1
OAG (Comellas)		301	90		1980	
OAG (Miret)		316,1	101,2		1982	
OAG (Tobal)		316,8	96,7		1998	
WDS		318	98	16	1999	
01435-1038	GAL 313	193,2	33,9	4	2015,986	2
OAG (Tobal)		196,0	40,2		1954	
OAG (Miret)		196,5	35,3		1984	
OAG (Tobal)		193,1	38,0		1994	
WDS		194	35,1	7	1999	
02163-0949	STF 242 AB	249,3	79,4	4	2015,985	
OAG (Miret)		239,4	66,1		1954	
OAG (Tobal)		248,7	77,3		1982	
OAG (Tobal)		245,8	74,2		1993	
OAG (Tobal)		247,8	75,4		1998	
WDS		249	78,1	19	2011	

TABLA 1. MEDIDAS DE LOS SISTEMAS (CONT.).

DESIGNACIÓN WDS	SISTEMA	AP	SEP	N	ÉPOCA	NOTAS
02163-0949	ARN 30 AC	221,0	259,5	4	2015,985	
JDSO (Arnold)		220,8	254,8		2012	
WDS		221	254,8	9	2011	
05428+3322	STF 773 AB	219,6	27,1	4	2015,917	
JDSO (Arnold)		219,5	27,2		2007	
JDSO (Berkó)		219,5	27,2		2009	
JDSO (Wiley)		219,5	27,2		2007	
OAG (Comellas)		220	27		1980	
WDS		219	27,2	18	2007	
05428+3322	STF 773 AC	255,7	18,8	4	2015,917	
WDS		256	18,8	5	2007	
06280+2415 A	HJ 390	227,1	14,2	4	2015,917	
JDSO (Wiley)		227,2	14,3		2006	
WDS		227	14,2	10	2012	
06368+2335	GCB 20	228,5	8,3	4	2015,917	
WDS		229	8,5	7	2008	
06383+2427	HO 625 AC	352,3	50,6	4	2015,917	
WDS		352	50,2	9	2004	
06383+2427	ARN 38 AD	162,0	384,5	4	2015,917	
JDSO (Arnold)		162,0	384,1		2011	
WDS		162	384,1	10	2011	
07144-1519	ROE 26 AB	121,3	10,4	4	2015,014	
WDS		121,0	10,0	4	1999	
07144-1519	ROE 26 AC	50,6	52,4	4	2015,014	
OAG (Miret)		52	51,4		1982	
WDS		51	52,5	4	1999	
07415-1726	ARA 193 AB	153,9	12,3	3	2015,986	
WDS		154	12,8	9	2007	
07415-1726	JRN 33 AC	311,1	39,6	3	2015,986	
WDS		311	39,7	7	2007	
07426+0330	BAL 2303	118,2	8,0	3	2015,846	
WDS		118	8,2	5	2007	
07493+0148	BAL 1820	178,8	13,1	3	2015,323	
OAG (Miret)		189,6	9,4		1983	
WDS		180	13,2	7	2007	
07549+0039	BAL 1122	89,4	10,8	5	2015,893	
JDSO (Nugent)		89,1	10,7		2014	
WDS		89	10,7	4	2013	

TABLA 1. MEDIDAS DE LOS SISTEMAS (CONT.).

DESIGNACIÓN WDS	SISTEMA	AP	SEP	N	ÉPOCA	NOTAS
08009+0111	BAL 1419	327,6	14,9	3	2015,323	
WDS		328	15,1	6	2010	
08026+1309	SLE 320 AB	43,7	22,1	3	2016,027	
WDS		44	22,1	7	2015	
08026+1309	SLE 320 AC	221,5	52,3	3	2016,027	
OAG (Miret)		220,9	52,2		1984	
WDS		221	52,3	6	2015	
08026+1309	SLE 320 AD	239,0	51,2	3	2016,027	
OAG (Miret)		238,0	50,7		1984	
WDS		239	50,9	8	2015	
08026+1309	SLE 320 CD	324,3	15,7	3	2016,027	
OAG (Miret)		323,9	15,2		1984	
WDS		325	15,5	9	2015	
08037+0356	BAL 2802	273,8	11,2	3	2015,323	
WDS		274	11,3	5	2000	
08100+1701	SLE 467 AB	187,2	74,1	4	2015,323	
JDSO(Berkó)		187,1	73,4		2007	
WDS		187	73,4	8	2007	
08100+1701	SLE 467 AC	199,5	62,1	4	2015,323	
JDSO (Berkó)		199,4	61,5		2007	
OAG (Miret)		199,4	61,4		1982	
WDS		199	61,1	7	2007	
08100+1701	SLE 467 BC	323,5	18,5	4	2015,323	
WDS		323	18,9	9	2010	
08102+2551	BUP 111 AB	48,9	80,9	3	2016,027	
JDSO (Arnold)		48,3	80,5		2012	
JDSO (Berkó)		48,5	81,1		2007	
JDSO (Nugent)		49,0	80,0		2014	
Tycho-2		46	81,9		1991	
WDS		49	80,0	15	2013	
08102+2551	ARN 2 AC	21,9	188,4	3	2016,027	
JDSO (Arnold)		21,6	188,6		2012	
JDSO (Berkó)		21,7	188,7		2007	
JDSO (Darling)		22,0	188,7		2002	
WDS		22	188,6	14	2013	
08160+1842	OPI 13 AC	79,3	65,4	5	2015,323	
JDSO (Arnold)		78,6	65,2		2007	
JDSO (Berkó)		77,5	65,6		2008	
OAG (Miret)		77,8	65		1982	
WDS		77	65,6	9	2007	

TABLA 1. MEDIDAS DE LOS SISTEMAS (CONT.).

DESIGNACIÓN WDS	SISTEMA	AP	SEP	N	ÉPOCA	NOTAS
08175-0043	BAL 849	129,0	12,4	3	2015,132	
WDS		129,0	12,6	6	2010	
08392+1856	SLE 332	214,1	19,2	5	2015,323	
WDS		215	19,5	8	2010	
08462+2551	STF 1269	308,7	11,4	3	2016,027	
OAG (Comellas)		308,0	11,0		1980	
WDS		309	11,5	15	2010	
08555-0514	HJ 2476	32,3	14,0	3	2015,999	
WDS		32	13,8	9	2011	
10249-5008	COO 102	230,9	7,8	9	2014,970	3
OAG (Tobal)		233	9,7		1998	
WDS		236	8,5	8	2000	
11053-2718	TOB 374 AD	87,8	507,3	3	2015,167	
WDS		88,0	504,1	7	2007	
12383-5807	HJ 4534	280,6	15,6	5	2015,167	4
OAG (Tobal)		279,8	15,6		1987	
OAG (Tobal)		279,5	15,2		1991	
Tycho 2		280	15,6		1991	
Webb (Nicholson)		280	15,7		2000	
WDS		280	15,6	14	2015	
12391-5816	R 205 AB	90,9	26,0	3	2015,167	
OAG (Tobal)		91	25,8		1987	
Tycho 2		90,2	25,9		1991	
WDS		91	25,9	9	2000	
12391-5816	TOB 108 AC	16,4	22,0	3	2015,167	
WDS		16	21,9	5	2015	
12391-5816	TOB 108 CD	155,1	10,1	3	2015,167	
OAG (Tobal)		155,5	9,5		1991	
WDS		155	10,1	5	2015	
14514+1906	STF 1888 AC	342,2	69,9	3	2015,291	
WDS		340	72	12	2008	
14514+1906	STF 1888 AD	286,4	158,6	3	2015,291	
JDSO (Buchheim)		286,4	159,6		2007	
WDS		280	161,1	11	2008	
14514+1906	ARN 11 AE	98,6	269,6	3	2015,291	
JDSO (Buchheim)		98,5	269,2		2007	
WDS		98,0	268,6	12	2013	
14514+1906	ARN 12 AF	37,8	335,3	2	2015,291	
JDSO (Buchheim)		38,2	333,7		2007	
WDS		37	337,5	11	2015	

TABLA 1. MEDIDAS DE LOS SISTEMAS (CONT.).

DESIGNACIÓN WDS	SISTEMA	AP	SEP	N	ÉPOCA	NOTAS
14527+0746	HLD 120 AB	226,2	15,6	3	2015,556	
JDSO (Buchheim)		224,6	16,2		2008	
JDSO (Schlimmer)		224,5	16,0		2008	
JDSO (Schlimmer)		224,8	16,0		2011	
JDSO (Schlimmer)		224,3	16,3		2012	
JDSO (Schlimmer)		225	15,8		2013	
OAG (Comellas)		231	24		1980	
WDS		225	15,3	16	2012	
14527+0746	FOX 186 AC	42,3	99,4	3	2015,556	
WDS		43	98,3	3	2000	
17275+1627	LBU 5 AC	258,6	49,3	5	2015,321	
WDS		259	48,8	6	2012	
19317+5300	STF 2542 AB	251,9	11,7	5	2015,351	
OAG (Comellas)		252	11,3		1973	
OAG (Comellas)		252	11,3		1980	
OAG (Comellas)		254,3	11,5		1983	
WDS		253	11,6	32	2012	
19317+5300	STF 2542 AC	269,0	40,5	5	2015,351	
OAG (Tobal)		268,4	40,8		1983	
WDS		269	40,7	8	2012	
19459+3501	H 5 137 AB	25,2	37,7	3	2015,589	
JDSO (Berkó)		26	39,1		2009	
OAG (Comellas)		29	40		1973	
OAG (Comellas)		26	40		1980	
Webb (Coster)		33	38,2		2007	
WDS		25	38,4	43	2014	
19459+3501	BOT 3 AC	76,2	442,9	4	2015,430	
JDSO (Berkó)		75,9	445,7		2009	
Webb (Coster)		77	446		2007	
WDS		76	445,7	10	2008	
19459+3501	ACA 1 AD	36,6	224,4	3	2015,589	
JDSO (Berkó)		36,2	224,6		2009	
WDS		36	224,6	7	2008	
19512+3800	SMA 103 AB	121,9	10,1	6	2015,408	
WDS		122	10,7	7	2014	
19544+3918	SEI 721 AB	199,0	6,2	5	2015,457	
WDS		199	6,2	6	2014	
20059+355	SEI 856	300,3	22,4	4	2015,690	
OAG (Comellas)		314	20,3		1980	
OAG (Comellas)		301,6	22,3		1983	
WDS		300	22,5	8	2008	

TABLA 1. MEDIDAS DE LOS SISTEMAS (CONT.).

DESIGNACIÓN WDS	SISTEMA	AP	SEP	N	ÉPOCA	NOTAS
20177+3331	HJ 1500 AB	53,3	17,7	4	2015,690	
OAG (Tobal)		57	14,8		1983	
WDS		53	17,8	11	2011	
20177+3331	HJ 1500 AC	335,8	32,2	4	2015,690	
WDS		337	32,4	4	2002	
20177+3331	HJ 1500 AD	317,5	40,9	4	2015,690	
WDS						
20198+1550	STE 2	164,1	8,1	3	2015,633	
WDS		163	8,1	4	2011	
20203+1036	TOR 23	235,7	8,2	5	2015,633	
WDS		236	8,3	7	2006	
20327+3916	SEI 1160 AB	49,3	13,9	3	2015,690	
JDSO (Arnold)		49,9	14,3		2007	
JDSO (Arnold)		49,9	14,3		2008	
JDSO (Berkó)		50,9	14,5		2011	
OAG (Tobal)		50,1	14,3		1983	
Tycho 2		20	14,3		1991	
WDS		48	14,1	13	2013	
20327+3916	SEI 1159 AC	147,5	21,0	3	2015,690	
WDS		146	19,7	1	1895	
20350+3757	SEI 1178	174,1	19,1	4	2015,764	
JDSO (Arnold)		174,2	19,0		2009	
JDSO (Berkó)		174,2	19,0		2009	
JDSO (Jones)		173,2	18,9		2008	
OAG (Tobal)		175	20,0		1993	
WDS		174,0	19,0	6	2008	
20352+3754	SEI 1180 AB	137,6	28,4	4	2015,761	
JDSO (Berkó)		138,7	28,5		2009	
WDS		139	28,5	4	2008	
20352+3754	SEI 1181 AC	101,6	29,4	4	2015,761	
JDSO (Berkó)		102,7	28,5		2009	
WDS		103	29,2	4	2008	
20352+3754	SEI 1180 BC	<b>32,5</b>	17,9	4	2015,761	
JDSO (Berkó)		33,0	17,9		2009	
WDS		33	17,9	4	2008	
20550+3929	SEI 1311	67,4	8,8	4	2015,690	
WDS	32, 1011	69	8,4	1	1895	
21110+3919	MLB 891	253,3	8,3	3	2015,690	
WDS	ED 001	254	8,7	5	2012	
21134+3404	SLE 371	270,1	12,6	3	2015,690	
WDS	SEE ST	270,1	12,7	6	2013,690	
21157+3235	HJ 1628	253,3	15,6	3	2015,690	
WDS	110 1020	253,3	15,5	16	2013,690	
23331-2127 AB	HDO 177		•	5		
OAG (Tobal)	HUU ITT	<b>249,8</b> 250,5	<b>95,9</b> 94,8	9	<b>2014,959</b>	
		∠50,5	<i>9</i> 4,0		1995	

#### — Notas

- 1. HJ 2061AB,D. En el WDS no se incluyó información sobre las componentes.
- 2. GAL 313. Ni el catálogo WDS, ni el catálogo OAG contenían los datos de las componentes.
- 3. COO 102. Aunque la desviación entre las medidas que he obtenido y el valor que ofrece el WDS para
- la separación no concuerdan bien, tengo confianza en mis medidas porque la desviación estándar es muy pequeña:  $\pm 0,4$ . Las medidas fueron tomadas durante un periodo de 3 meses. El valor obtenido por Tobal varía por +14%.
- 4. HJ 4534. Se identifica esta estrella en el WDS con el código de HJ 4534, sin embargo, usando las mismas coordenadas en el catálogo de OAG, el código es TOB 105.

Esta investigación hizo uso de la base de datos del SIMBAD operada por CDS en Estrasburgo (Francia) y el Catálogo de Estrellas Dobles de Washington mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos.

## Estudio de estrellas dobles por la sección de estrellas dobles de la LIADA. Observaciones del 2006.

LIADA's Double Star Circular (2006 Observations)

Francisco M. Rica Romero

- Federación Extremeña de Astronomía
- Correo-e: frica0@gmail.com

La sección de Estrellas Dobles de la LIADA (Liga Iberoamericana de Astronomía) presenta mediciones de separaciones, ángulos de posición, magnitudes V y tipos espectrales para 46 estrellas dobles visuales. Estas observaciones fueron realizadas en el año 2006 y, por diversos motivos, es ahora cuando se publican. En esta época la mayoría de las dobles observadas estaban muy abandonadas o pendientes de confirmación. En total son 113 medidas astrométricas finales con separaciones entre los 2,4" y 379". Las observaciones fueron realizadas por medio de varias técnicas (cámaras CCD, placas fotográficas y catálogos astrométricos). Para determinar algunos parámetros astrofísicos (tipos espectrales y clase de luminosidad, distancias fotométricas, etc.) se utilizó la fotometría BVIJHK y los datos astrométricos y cinemáticos. La naturaleza de las estrellas dobles fue determinada utilizando varios criterios, clasificándolas en pares ópticos, físicos o de origen común. Alrededor del 15% de las estrellas dobles podrían ser físicas.

LIADA's (Liga Iberoamericana de Astronomía) Double Star Section reports angular separations, position angles, *V* magnitudes and spectral types for 46 neglected visual double stars in 2006. A total of 113 final measures of positions that range in separation from 2.4" to 379" is presented. Our observations were made by means of several techniques (CCD detectors, photographic plates and astrometric catalogs). *BVIJHK* photometric, astrometric and kinematical data were used/obtained to determined astrophysical parameters (spectral types and luminosity classes, photometric distances, etc). The nature of the double stars were determined using several criteria classifying them as optical, physical or common origin pairs. About 15% were physical double stars.

#### I. Introducción

EN ESTE ARTÍCULO se presenta el resultado observacional obtenido durante el año 2006 por la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA. Por diversos motivos este trabajo no ha visto la luz con anterioridad. En este período de tiempo se han realizado un total de 113 mediciones astrométricas de 46 estrellas dobles realizadas por métodos y técnicas diferentes y por diversos observadores. En el año 2006, cuando las mediciones presentadas aquí fueron realizadas, la mayoría de las dobles programadas estaban abandonadas o no confirmadas. Desde entonces, los administradores del Washington Double Star Catalog (WDS) han actualizado sus entradas con nuevas medidas. Como resultado de nuestro retraso en publicar estas medidas, sólo hemos llegado a tiempo para confirmar la existencia de tres estrellas dobles, una de ellas es, posiblemente, la binaria más interesante de este trabajo (LDS 5057).

Se realizó el estudio de la naturaleza de todas las estrellas dobles, cuyo resultado mostramos en los apartados siguientes.

#### 2. Astrometría relativa

Se ha realizado un trabajo astrométrico que consistió en la medición de la astrometría relativa de

46 estrellas dobles. En total se realizaron 113 mediciones astrométricas. Las separaciones angulares de las dobles medidas oscilan entre los 2,4" y los 379".

Para la astrometría relativa (valores  $\theta$  y  $\rho$ ) se utilizaron técnicas muy variadas. Desde el uso de la astrometría del Astrographic Catalogue 2000 (AC2000) hasta la utilización de telescopios con cámaras CCD. Además, se usaron imágenes digitalizadas del Digitized Sky Survey (DSS) y del proyecto Two Micron All Sky Survey (2MASS), cuya excelente calidad permitió mediciones astrométricas muy precisas.

Florent Losse utilizó una webCam Audine y un telescopio de 0,2 metros. El tamaño de píxel de la imagen es de 0,42". Rafael Benavides usó un telescopio de 0,24 metros y una cámara digital MINTRON y una CCD. Esteban Reina observó desde el Observatorio Astronómico de Masquefa - MPC 232 (Barcelona) usando un telescopio Meade LX200 de 0,25 m y una cámara CCD SBIG ST7 ME. La tabla 1 muestra los observadores que participaron y su contribución.

La tabla 2 muestra la astrometría relativa para los sistemas estelares: la columna (1) indica el número identificador correspondiente al catálogo WDS; la columna (2), la designación de la doble; las columnas

	Sistemas Medidos	Astrometrías Relativas
Francisco Rica (FMR) (1)	14	23
Carlos Krawczenko (CKR) (2)	10	26
Juan Bagues (JBG)	7	9
Esteban Reina (ERE) (3)	7	7
Toni Climent (TCL)	7	7
Florent Losse (FLS) (4)	6	7
Rafael Benavides (BVD) <sup>(5)</sup>	5	6
Á. Manuel López (AML) (6)	1	3
Daniel Osanai (DOS) (2)	1	3

- (1) Federacion Extremeña de Astronomía (España)
- (2) Astrónomo amateur (Argentina)
- (3) Observatorio Astronómico de Masquefa
- (4) Astrónomo amateur (Francia)
- (5) Agrupación Astronómica de Córdoba (España)
- (6) Agrupación Astronómica de Madrid (España)

Tabla 1. Observaciones desglosadas por observadores.

- (3) y (4) la magnitudes en banda V de ambas componentes. Si se expresa en dos cifras decimales procede del Tycho-2 transformada al sistema estándar de Johnson y en caso contrario pueden proceder:
- del catálogo GSC previa calibración fotométrica realizada por la LIADA, o
- de la deducción mediante la fotometría J, H y K del 2MASS

En la (5) y (6) se indican los tipos espectrales y clase de luminosidad de las componentes, los cuales han sido obtenidos mediante la fotometría óptica B y V extraída del Tycho-2 previa transformación al sistema de Johnson, e infrarroja en bandas J, H y K procedente del 2MASS, junto con los datos de movimientos propios. La columna (7) muestra la época de observación; las columnas (8) y (9), los valores de  $\theta$  y  $\rho$  ( $\theta$  expresado para el equinoccio 2000); la columna (10), el número de mediciones.

La columna (11), el código del observador (ver tabla 1). Algunos valores que no aparecen en la tabla 2:

- AC2000: astrometría procedente del catálogo AC2000.
- TYC2: astrometría procedente del catálogo Tycho2.
- 2MASS: astrometría procedente del catálogo 2MASS.

La columna (12), el método de observación:

- CCD: cámara CCD.
- AC2000: se usó la astrometría del Astrographic Catalogue 2000.
- 2MASS, WISE y TYC2: se usaron imágenes o astrometría del proyecto 2MASS y los catálogos WISE y

Tycho-2.

- DSS: se usaron placas fotográficas digitalizadas del Digitalized Sky Survey.
- MINTRON: Medidas realizadas con videocámara Mintrón.

En la columna (13) se indica la naturaleza de la doble. Para determinar la naturaleza de cada doble se obtuvo y analizó la velocidad relativa del sistema (variación de los parámetros X e Y con respecto el tiempo), sus movimientos propios y su fotometría mediante diversos criterios de caracterización usados por astrónomos profesionales. La naturaleza se indica de acuerdo con la siguiente notación:

- "FIS", doble física.
- "OP", doble óptica.
- "OC", doble de origen común sin relación física, es decir sin estar unida gravitatoriamente.
- "ORB", binaria con parámetros orbitales.
- "MPC", doble de movimiento propio común sin que se haya determinado si ambas componentes están unidas gravitacionalmente o si sólo poseen origen común.
- "OC/FIS", doble seguramente de origen común pero sin descartar la posibilidad de que esté gravitacionalmente unida.
- "FIS/OC", doble seguramente física pero sin descartar la posibilidad de que sea de origen común.
- "¿?", un estudio para determinar su naturaleza fue llevado a cabo, pero no se pudo concretar el tipo de doble.
- "—", indica que no se realizó ningún estudio para determinar su naturaleza.

Si la naturaleza de la doble va precedida de un signo "?" indica que lo más probable es que sea de la naturaleza indicada, pero sin poder asegurarlo.

En la última columna, "Notas", una "C" indica que las mediciones presentadas han confirmado la existencia de la doble; una cantidad numérica N indica el número de años que han pasado desde que se resolvió por última vez; #N, hace referencia a una nota al final de la tabla; "Nueva" indica que es un par no catalogado. Las líneas azules corresponden a nuevas dobles descubiertas por miembros de nuestro grupo.

#### 3. Estimación de tipos espectrales

Cuando los espectros son dudosos se indica con un carácter dos puntos ":". El proceso para estimar los espectros fue indicado en la Circular #7 de la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA. Para la mayoría de las estrellas de la tabla 2 los tipos espectrales se han estimado por primera vez, ya que la literatura astronómica no da resultados. La mayoría de los tipos espectrales listados en la tabla 2 son los primeros publicados para estas estrellas, ya que solo hay unas 15 que disponen de tipos espectrales publicados en la literatura.

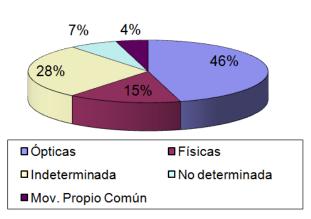
### 4. Estudio de la Naturaleza de las Estrellas Dobles

Para determinar la naturaleza de cada doble se

estudió la fotometría BVJHK y astrometría (movimientos propios y astrometrías relativas históricas) de las componentes de las binarias. Las astrometrías relativas se representan en gráficas X e Y frente al tiempo para determinar la velocidad aparente del sistema, la cual en caso de que la doble sea física, nos dará la velocidad orbital relativa proyectada sobre el cielo, siendo este dato de vital importancia. La fotometría B y V procedente del Tycho-2 y J, H y K del 2MASS junto con el movimiento propio de las componentes son analizados para obtener el espectro, clase de luminosidad y otros parámetros astrofísicos. Finalmente, estos datos astrométricos y fotométricos son analizados con diversos métodos profesionales que permiten conocer las características de la doble y clasificarlas como físicas, ópticas, de origen común o de movimiento propio común.

Se realizó el estudio de la naturaleza de las 46 estrellas dobles cuyo resultado mostramos en los apartados siguientes. El 46% (21 dobles) resultaron ser ópticas o candidatas, mientras que el 15% (7 dobles)

#### Naturaleza de las Estrellas Dobles estudiadas por la LIADA en 2006



**Figura 1.** Pictograma donde se muestra el resultado del estudio de la naturaleza de las dobles visuales. El bajo porcentaje de físicas es normal entre dobles visuales muy abandonadas.

son físicas o candidatas. Para el 28% (13 dobles) el estudio no fue concluyente debido a la escasez y/o falta de precisión de los datos astrométricos y fotométricos disponibles en el 2006. El 4% restante son dobles de movimiento propio común sin llegar a concretar si ambas componentes están relacionadas físicamente. Las cantidades son similares a otras campañas.

A continuación mostramos aquellos sistemas que deberían tener un flag "U" en el catálogo WDS. El flag "U" significa "El movimiento propio u otras técnicas indican que este par no es físico". Para cada uno de estos pares ópticos, muestro una imagen procedente del Digitized Sky Survey y visualizada desde la herramienta del observatorio virtual *Aladin*. Con flechas rojas se muestran la dirección y dimensión (para 1000 años) de los movimientos propios de las estrellas. De esta forma es posible apreciar de forma fácil si las componentes estelares (señaladas en azul) poseen mo-

vimientos propios comunes o no.

Bajo estas imágenes se muestra en unos cuadros, información sobre los movimientos propios de ambas componentes estelares, así como su procedencia. Posteriormente se muestra la significancia de que ambas estrellas tengan movimientos propios diferentes. Altos valores de sigmas (σ) indican que ambas estrellas tienen movimientos propios diferentes (desde el punto de vista matemático). Como es de esperar para estas dobles ópticas, los movimientos propios son diferentes con una significancia muy superior a los 3σ. También se calcula el movimiento relativo (usando los movimientos propios listados) de la componente secundaria con respecto a la primaria. Y finalmente se indica el porcentaje (en tantos por uno) que supone este movimiento relativo con respecto al movimiento propio de la primaria ( $\Delta\mu/\mu_A$ ). Si bien los sistemas con relación física mostrarían valores pequeños, los sistemas ópticos mostrarían valores cercanos o superiores a

#### 5. Descripción de los sistemas

— POU5883 (= WDS 00024+2518): [θ = 320,5° y ρ = 3"8 en 1998,755; mag. 13,0 y 13,6; SpT: G5V: y K3V:; Tipo: =OC/FIS]

Descubierta por M. A. Pourteau en 1898 (320° y 3,4"). En el 2006, cuando incluimos esta doble en nuestro programa observacional, estaba pendiente de confirmar su existencia. El catálogo WDS ha sido actualizado y ahora incluye dos medidas más, una de ellas del 2MASS para el año 1998. La magnitud V de la primaria procede del catálogo APASS (incluido en

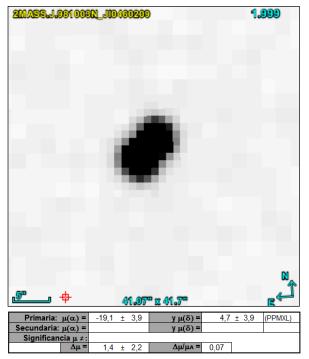


Figura 2. La doble POU5883 seguramente tenga relación física en base al pequeño movimiento relativo de las estrellas.

el UCAC4). La magnitud de la secundaria se calculó teniendo en cuenta la diferencia de magnitud para las componentes indicadas en el WDS. Esta doble está compuesta seguramente por dos enanas G5 y K3 con pequeños movimientos propios. El catálogo PPMXL lista un único movimiento propio de -19,1 ± 3,9 y 4,7 ± 3,9 para AR y DEC y que seguramente corresponda al del centro de masas. Se descarta casi por completo que sean gigantes ya que su velocidad tangencial sería mayor de 150 km/s, cosa poco probable. Si el movimiento relativo del sistema es menor o igual a 2 msa/ año esta doble podría ser física. Hemos graficado las observaciones astrométricas del WDS más las realizadas por la LIADA. El ajuste lineal ponderado no ha detectado movimiento relativo significativo. La calidad y cantidad de las observaciones no nos permite detectar movimientos relativos inferiores a 2 msa/año, por lo que es probable que el movimiento relativo de POU5883 esté dentro de los límites que permite un sistema gravitacionalmente unido. La probabilidad de que un sistema como este se forme casualmente es del 0,02 %. Este porcentaje es inexistente entre dobles ópticas, por lo que podemos concluir que POU 5883 probablemente sea una binaria física o de origen común. Esta candidata a binaria debería aparecer en el catálogo WDS con el flag "V" que indica que los movimientos propios u otra técnica indican que el par es físico.

- HJ 1016 (= WDS 00203+5522): [θ = 179,3° y ρ = 13,2" en 2006,518; mag. II,17 y II,38; SpT: F5V: y F0V:]

Descubierta por John Herschel. Tiene 11 mediciones históricas (1828-2012). La última medición fue realizada en el 2012 (359° y 13"3). La distancia angular de 6,51", medida en 1914,09 por S. Chapman es errónea y sospechosamente es la mitad del valor considerado correcto. El aficionado español Tòfol Tobal realizó una medición a través de imágenes digitalizadas DSS con fecha 1983,778 con un error en ángulo de posición de unos 10 grados y de 1" en distancia angular. Consultando las medidas astrométricas y su pequeño movimiento propio, no hemos podido determinar su posible naturaleza.

— BRT 73 (= WDS 00586+4709):  $[\theta = 69,5^{\circ} \text{ y } \rho = 4,57'' \text{ en } 2006,771; \text{ mag. } 12,4 \text{ y } 12,3; \text{SpT: } \text{F6 y } \text{F7; Tipo: OC?}]$ 

Descubierta por Barton y medida por primera vez en 1893 (65° y 4,4"). Desde entonces se ha observado en 8 ocasiones más, la última vez en 2006 (70° y 4,7").  $\theta$  ha aumentado unos 4-5 grados y  $\rho$  ha aumentado apenas 0,2-0,3". Las observaciones del WDS indican que la posición de ambas estrellas no ha variado mucho, sugiriendo un movimiento propio similar. Las componentes tienen magnitudes y espectros casi idénticos lo que podría significar, en caso de que ambas componentes fueran de la misma clase de luminosidad, que sus distancias fotométricas son muy similares.

Analizando la densidad estelar en el campo

circundante, la probabilidad de que se forme casualmente un par como este es del 0,06 %. Este porcentaje es casi inexistente entre los pares ópticos y por tanto probablemente estemos ante una binaria física. Si suponemos que ambas estrellas son de la secuencia principal y tenemos en cuenta el movimiento relativo del sistema (+2,9 y -2,0 msa/año en AR y DEC), este par podría ser de origen común, según varios criterios de caracterización usados. Los movimientos propios listados en el WDS son significativamente diferentes, por lo que seguramente son erróneos. Según los valores listados por otros catálogos, los movimientos propios de estas estrellas deben estar entre los 10 y 15 msa/año.

Benavides usó las 79 mejores imágenes de un total de 150 y las midió con REDUC. El tiempo de exposición fue de 1,28 segundos por cada imagen. Una serie de 70 imágenes de larga exposición con un tiempo de 2,56 segundos por imagen, el máximo tiempo de exposición para esta cámara, fue usada para determinar la orientación del campo por Astrometrica. La focal resultante, según Astrometrica, es de 4513,7 mm.

- <u>STF 629 (= WDS 05328+8324)</u>: [θ = 27,7° y ρ = 21,0" en 1999,162; mag. 9,0 y 11,0; SpT: G5V y G0: Tipo: OPT]

Medida en 23 ocasiones. En la literatura la primaria es G0V. El satélite *Hipparcos* obtuvo una distancia de unos 127 pc y una magnitud absoluta más acorde con una subgigante G3 IV. Está clasificada como la variable sospechosa NSV 16297. Tiene elementos lineales en el WDS. Movimientos propios claramente incompatibles. Las medidas de la LIADA indican movimiento relativo importante. ¿Quizás el WDS debería añadir el flag "U" en su entrada?

- HJ 2569 (= WDS 11244+0620): [θ = 145,5° y ρ = 8,47" en 2006,397; mag. 11,1 y 13,4; SpT: G6V y K6V: Tipo: ¿?]

El WDS ha sido actualizado y a día de hoy lista 6 medidas, la última del 2015 (145° y 8,60"). Si la secundaria es una enana las distancias fotométricas serían casi iguales (140-150 pc). Movimientos propios pequeños y muy similares. Si el movimiento relativo es <= 2 - 3 msa/año entonces seguramente sería física.

— HJ 185 (= WDS 11398+0945):  $[\theta = 38^{\circ}9; \rho = 28''92 (2006,283); 11,15 (G2V:) y 12,47 (G8V:), Tipo: FIS?]$ 

Doble compuesta por dos estrellas de magnitudes 11,15 y 12,27 (UCAC4). Fue descubierta por John Herschel en 1820 (35° y 25" mg. 11 y 12). En el momento de estudiarla por la LIADA solo aparecía la medida de su descubrimiento, pero ahora en el WDS se listan 4 mediciones, la última del 2000.

El movimiento propio anual de la primaria procedente del Tycho-2 y es m(a) = -0,018  $\pm$  0,002" y m (d)= -0,015  $\pm$  0,002". El movimiento de la secundaria, del UCAC-4, es de m(a) = -0"007 y m(d)= -0"014

(WDS).

A través de la distribución de energías en bandas BVJHK y de la cinemática las componentes, seguramente sean enanas G2V y G8V. Los módulos de las distancias de ambas componentes son +6,4 y +7,2.

Se calculó el movimiento relativo en base a todas las mediciones obtenidas. El resultado fue de -3,6 msa/año en AR y +1,2 msa/año en DEC. Según nuestro cálculo hay un 97% de probabilidad de que HJ 185 sea un par de movimiento propio común y según el criterio de Halbwachs hay una probabilidad de un 70-80% de ser física. Los diversos criterios usados nos indican que no estamos ante un sistema físico. Si la primaria fuera una binaria no resuelta entonces las componentes estarían a la misma distancia y aumentaría la posibilidad de estar ante un par de origen común. Concluimos diciendo que su naturaleza no está clara.

— <u>KZA 51 (= WDS 13217+3403)</u>: [θ = 58,9; ρ = 18,24" (2006,419); 10,6 (F6V:) y 12,8 (F8V:), Tipo: OP?]

Fue descubierta en 1984 (60° y 18,2") por Kazeza (1984). En la literatura la componente principal es listada como una estrella de tipo espectral F8. El satélite *Hipparcos* determinó una distancia de 254 pc para la primaria en excelente acuerdo con nuestros cálculos.

#### - BU 299 ( = WDS 18176-3646)

Sistema múltiple de estrellas. Las mediciones las realizó Francisco Rica sobre imágenes CCD tomadas por Rafael Benavides mediante una videocámara MINTRON acoplada en un telescopio de 9,25 pulgadas. El tiempo de exposición fue de 25 x 2,5 segundos. El tamaño de píxel de 0,82 segundos de arco. Se utilizó el software "fv" para realizar la astrometría. La componente A estaba muy saturada por lo que las medidas deben contener un importante error.

— BRT1915 (= WDS 18186+4104): [θ = 12°0; ρ = 4"47 (2006,586); 11,8 (F5V:) y 13,0 (G4V:), Tipo: OC?]

Doble compuesta por dos estrellas de magnitudes 11,8 y 13,0 (deducido en base a fotometría JHK). Fue descubierta por S. G. Barton en 1894 (10° y 4"4 mg. 10,0 y 10,9). En el WDS aparecen 5 mediciones, la última realizada en el año 2006 (12° y 4"5).

El nuevo catálogo URAT1 es el único que lista movimientos propios individualizados. Estos han sido obtenidos usando las coordenadas de los catálogos 2MASS y el propio URAT1. El de la primaria es m(a) = +0"003 y m(d) = +0"008 y el de la secundaria es m(a) = +0"005 y m(d) = +0"005. No se listaban los errores, pero los típicos del catálogo son de entre 5 y 7 msa/año. Estamos pues ante dos estrellas con pequeños movimientos propios cuyo estudio dinámico es

muy dificil.

A través de la distribución de energías en bandas *VJHK* las componentes seguramente sean de espectro F y G. Para que los módulos de las distancias permitan una relación física ambas componentes deberían ser enanas F5V y G4V. Con este escenario la doble estaría situada a unos 400-475 pc de nosotros.

Benavides tomó con época 2006,586 unas 100 imágenes con tiempo de exposición de 2,5 segundos a foco primario usando un telescopio de 0,24 metros y una cámara digital MINTRON. El tamaño del píxel es de 0,82". Estas imágenes fueron alineadas y apiladas para formar 5 imágenes (suma de 20 individuales). El seeing fue de unos 3,0". Francisco Rica tuvo acceso a una de las imágenes, la cual midió con REDUC. El resultado obtenido (12º0 y 4,47") fue muy similar al que resulta usando el catálogo 2MASS (11º7 y 4"51). El experto aficionado francés Florent Losse tomó una serie de imágenes con una webcam Audine y un telescopio de 0,2 metros. El tamaño de píxel de la imagen es de 0,42". Obtuvo un resultado casi idéntico al nuestro: 12°1 y 4,48". Posteriormente Benavides obtuvo una serie de imágenes CCD con barlow 2x (píxel de 0,41" x 0,38") para época 2006,587: 12,1° y 4,54". También se obtuvieron mediciones usando la astrometría de los catálogos CMC14, WISE y URAT1. Por cierto, en el WDS recientemente se ha añadido una nueva medición realizada en 2006,545 (15,5° y 5,34") por A. M. Soon. Todo parece indicar que esta medida dista de ser precisa.

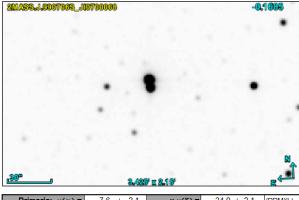
Se calculó el movimiento relativo en base a las mediciones disponibles, las cuales cubrían unos 120 años. El resultado fue la casi nula detección de un movimiento relativo de +2,5 msa/año (relación señal/ruido de 1 aproximadamente). En base a criterios estadísticos la probabilidad de que un par de estrellas como BRT1915 sea producto del azar es de sólo 0,08%. Entre las dobles ópticas son muy raras las que poseen una probabilidad tan baja (alrededor del 3-4%). Otros criterios usados nos indican que no estamos ante un sistema físico. Concluimos diciendo que BRT1915 seguramente sea un par de origen común.

— BRT 492 (= WDS 19170-0713):  $[\theta = 188,9^{\circ}; \rho = 5,12''$  (2006,735); 10,00 (G9V:) y 10,80 (K2/3V), Tipo: FIS?]

Doble compuesta por dos estrellas de magnitudes 10,00 y 10,80 (Tycho-2). Fue descubierta por S. G. Barton en 1892 (190° y 5,5"). En el WDS aparecen 7 mediciones, la última realizada en el año 2009 (188° y 5,4").

El movimiento propio anual, procedente del Tycho-2, para la primaria es m(a) =  $+7.6 \pm 2.1$  y m(d) =  $-34.0 \pm 2.1$  msa/año. El movimiento propio de la secundaria es m(a) =  $+8.0 \pm 2.9$  y m(d)=  $-37.2 \pm 3.1$  msa/año. Esto sugiere que ambas estrellas tienen movimiento propio común.

A través de la distribución de energías en bandas



Primaria: μ(α) =	7,6 ± 2,1	y μ(δ) =	-34,0 ± 2,1	(PPMXL)
Secundaria: $\mu(\alpha)$ =	8,0 ± 2,9	y μ(δ) =	-37,2 ± 3,1	(PPMXL)
Significancia μ ≠ :	0,1 σ y 0,9	σ en AR y DEC		
Δμ =	3 ± 5	Δμ/μΑ =	0,09	

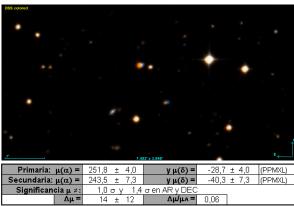
**Figura 3.** La doble BRT 492 posee una naturaleza seguramente física con estrellas orbitando.

BVJHK, la primaria probablemente sea una enana G1V situada a unos 100 pc (enrojecimiento de E(B-V) = 0,03). La fotometría JHK para la secundaria está bastante contaminada por la primaria, por lo que poco podemos obtener.

Si situamos a la secundaria a la misma distancia que la primaria sería una enana K2/3V, y según diversos criterios usados, seguramente estaríamos ante un par físico. Si este hecho se confirmara, el semieje mayor esperado sería de 475 ua y el periodo orbital de unos 8500 años (supuesta la órbita circular y de cara a nosotros). Esta candidata a binaria debería aparecer en el catálogo WDS con el flag "V" que significa que los movimientos propios u otra técnica indican que el par es físico.

- LDS 5057 (= WDS 23123-2721): [θ = 214,2°; ρ = 67,54" (1995,804); 15,4 (M3V) y 17,1 (wd), Tipo: MPC]

Interesante doble compuesta por dos estrellas de alto movimiento propio común de magnitudes 15,4 (calibración de GSC-II y USNO-B1.0) y 17,1 (calibración de GSC-II y USNO-B1.0). Fue descubierta por W. J. Luyten en 1960 (215° y 66", mg. 16,4 y 16,7). Sólo ha sido medida en su descubrimiento, por



**Figura 4.** Imagen RGB del sistema LDS 5057, sistema M+WD con alto movimiento propio común y distancia común. Sus estrellas están relacionadas físicamente.

lo tanto la LIADA ha confirmado esta doble.

El movimiento propio anual de la primaria, procedente del USNO-B1.0, es m(a) = +0,242" y m(d) = -0,026". El movimiento de la secundaria es de m(a) = +0,232" y m(d)= -0,032". Estamos por tanto ante un par de alto movimiento propio común. Wroblewsky (1999) incluyó las dos componentes de LDS 5057 en su lista de nuevas estrellas de movimiento propio común, catalogándolas como WT 2324 y WT 2323. Sin embargo, el movimiento propio de ambas estrellas ya fue descubierto por W. J. Luyten, que las incluyó en su famoso catálogo NLTT como NLTT 933-0066 y NLTT 933-0065.

A través de la distribución de energías en bandas *VJHK* y de la cinemática, hemos obtenido tipo espectral M3V para la primaria. Este resultado coincide con el obtenido por el profesional Silvestri *et al.* (2002).

La componente secundaria no aparece en el catálogo 2MASS por lo que sólo disponemos de fotometría óptica fotográfica, la cual es insuficiente para determinar el tipo espectral. Luyten (1970-1977) la incluyó en su catálogo "Luyten's White Dwarf Catalogues" donde listaba enanas blancas detectadas por medio del movimiento propio reducido. Según la fotometría óptica fotográfica, Luyten la clasificó como una estrella de espectro A. Oswalt & Strunk (1994) confirmaron su naturaleza enana blanca de tipo DA, mediante la obtención de un espectro. Silvestri *el at.* (2002) calcularon una magnitud V= 17,08 (coincidiendo con nuestro valor de +17,1), una magnitud absoluta de +13,2 y una velocidad radial de +3,6  $\pm$  7,1 km/s. McCook & Sion (1999) también obtuvieron una magnitud absoluta de +13,2. Si tenemos en cuenta la magnitud V de Silvestri, entonces el módulo de distancia para la enana blanca coincide con nuestro módulo de distancia para la primaria enana M3V, situando a este sistema binario a una distancia de unos 66 pc.

Partiendo de la velocidad radial de Silvestri, de los movimientos propios de las componentes y de la distancia fotométrica, he obtenido una velocidad galactocéntrica (U, V, W) = (-61, -32, -32) km/s. Según los diagramas de Eggen (1969a, 1969b) estamos ante un sistema estelar del disco viejo. Según el parámetro fG, de Grenon, se trata de un sistema que pertenece o bien al disco fino de edad vieja o al disco grueso coincidiendo con el resultado que obtuvimos mediante los gráficos de Eggen.

Se obtuvieron mediciones astrométricas usando 7 placas fotográficas procedentes del Digitized Sky Survey y 4 mediciones procedentes de catálogos como CMC14, DENIS y WISE con épocas entre 1977 y 2010. La corta línea base junto con la insuficiente precisión de la astrometría (¡la astrometría de WISE para este sistema tenía un error de 1"!) no permitió detectar un movimiento relativo entre las estrellas del sistema (+3,3  $\pm$ 6,1 msa/año para la distancia angular y +0,007  $\pm$ 0,009 °/año para el ángulo de posición).

A la distancia de 66 pc la mínima separación física es de 4500 ua y teniendo en cuenta la pequeña masa de las estrellas componentes, estamos ante un sistema con una baja energía potencial gravitatoria (-7,4 x 10<sup>41</sup> ergios). De estar gravitacionalmente unidas, esta binaria sería una de las que tiene menor energía potencial gravitatoria de entre las descubiertas por los astrónomos, aunque tampoco podemos descartar que este sistema esté en fase de disolución, es decir, que sus componentes ya no estén gravitacionalmente unidas y se estén separando lentamente (se consultaron las figuras 15 y 16 de Close *et al.* (2007)).

Esta candidata a binaria debería aparecer en el catálogo WDS con el flag "V" que significa que los movimientos propios u otra técnica indican que el par es físico.

— ARG 99 CD (= WDS 23573+6102):  $[\theta = 317,2^{\circ} \text{ y } \rho = 4,58\text{" en 2013,807; mag 9,72 (F5V:) y 9,99 (F7V:); FIS?]}$ 

Fue medida por primera vez por E. Dembowski en 1869 (318° y 4,6"). Desde entonces ha sido medida en 11 ocasiones. El catálogo Tycho-2 lista movimientos propios para ambas componentes:

- Para la primaria: m(a) = +0.026"/año y m(d)=-0.004"/año
- Para la secundaria: m(a) = +0.029"/año y m(d) = -0.003"/año

Hay una probabilidad del 98% de que sea un par de movimiento propio común. Usando 18 medidas astrométricas (las listadas en el WDS más las obtenidas en este trabajo) con una línea base temporal de 148 años, no detecté movimiento relativo significativo: Dx =  $+0.3 \pm 0.6$  msa/año y Dy =  $+0.1 \pm 0.4$  msa/año.

En la literatura la primaria es clasificada como una gigante F4III (Martin, 1972) o una subgigante F4IV (Boulon, 1963). Si bien en el catálogo *All-sky spectrally matched Tycho2 stars* (Pickles & Depagne, 2010) lista a ambas estrellas como enanas F8 situadas a una distancia de 150 pc aproximadamente.

Este par de estrellas está situado cerca del plano de la Vía Láctea y probablemente no debamos despreciar el efecto del enrojecimiento. Si estuviéramos ante dos estrellas enanas, estarían a una distancia de unos 175-180 pc. Si fueran gigantes normales, estarían a una distancia de 400-425 pc. Las isócronas de evolución sugieren que al menos una de las dos estrellas podría estar evolucionada, pero los datos observacionales no permiten confirmar esta conclusión.

Los movimientos propios comunes y la posible distancia común indican una posible relación física entre las estrellas. La paralaje hipotética (Russell, 1929) ofrece una distancia similar a esas esperables para dos estrellas enanas. Si este par de estrellas estuviera gravitacionalmente unido, entonces tendría un periodo de unos 23800 años (asumida órbita circular y de cara a nosotros).

Esta candidata a binaria debería aparecer en el catálogo WDS con el flag "V" que significa que los movimientos propios u otra técnica indican que el par es físico.

#### — Referencias

Boulon, J., 1963, JO, 46, 243

Close, L. M. et al., 2007, ApJ, 660, 1492

Eggen, O. J., 1969a, PASP 81, 741

Eggen, O. J., 1969b, PASP 81, 553

Kazeza, S. M., 1984, BuAst, 9, 311

Martin, N., 1972, A&A, 17, 253

McCook, G. P., Sion, E. M., A Catalogue of Spectroscopically Identified White Dwarfs, 1999, ApJS, 121, 1

Oswalt, T. D., Strunk, D., 1994, AAS, 184, 2809

Pickles A., Depagne E., 2010, PASP, 122, 1437

Rica et al., 2012, MNRAS, 419, 197

Russell, H. N., 1929, AJ, 38, 89

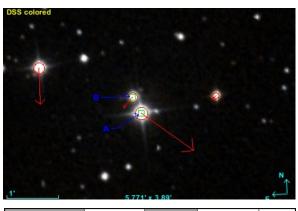
Silvestri, N. M., Oswalt, T. D., Hawley, S. L., 2002, AJ, 124, 1118



3.4 -3,7 ± 3,3 Primaria:  $\mu(\alpha) =$ 26,4 (Tycho-2)  $y \mu(\delta) =$ Secundaria:  $\mu(\alpha)$  = 29,2 ± 3,4  $y \mu(\delta) =$ -2,6 ± 3,3 (Tycho-2) Significancia µ ≠: 0,6 σ y 0,2 σ en AR y DEC 0,4 ± 0,8 Δμ/μΑ = 0.02

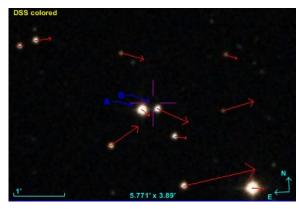
Figura 5. La binaria ARG 99 CD con movimientos propios comunes que indican relación física.

#### **STF 629**



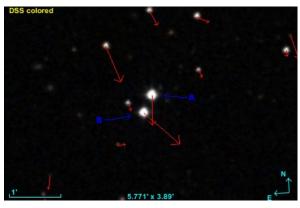
	5.771	X 3.89		
Primaria: $\mu(\alpha)$ =	-59,2 ± 1,3	y μ(δ) =	-40,3 ± 1,3	(Tycho-2)
Secundaria: $\mu(\alpha)$ =	12,4 ± 2,0	y μ(δ) =	-7,9 ± 2,0	(PPMXL)
Significancia μ ≠ :	30,0 σ y 13,6	σ en AR y DEC		
Λμ =	70 + 3	Δυ/μα =	1 10	

#### HJ 490



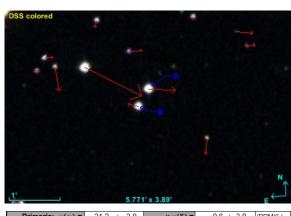
Primaria: μ(α) =	-9,1 ± 1,6	y μ(δ) =	-7,3	± 1,6	(PPMXL)
Secundaria: $\mu(\alpha)$ =	-35,9 ± 4,0	y μ(δ) =	-15,7	± 4,0	(PPMXL)
Significancia μ ≠:	6,2 σ y 1,9	σ en AR y DEC			
Δμ =	28 ± 6	Δμ/μΑ =	2,41		

#### HJ 184



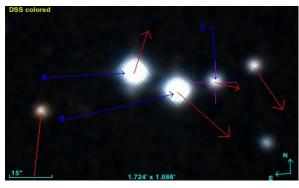
Primaria: $\mu(\alpha) =$	-0,3 ± 1,7	y μ(δ) =	-34,0 ± 1,7	(PPMXL)
Secundaria: $\mu(\alpha)$ =	-41,7 ± 1,7	y μ(δ) =	-35,4 ± 1,7	(PPMXL)
Significancia μ ≠ :	17,2 σ y 0,6	σ en AR y DEC		
Δμ =	41 + 3	Δμ/μΑ =	1 22	

**KZA** 49



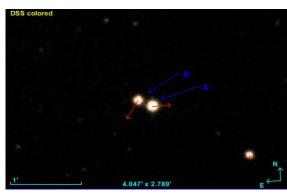
Primaria: $\mu(\alpha) =$	-31,2 ± 3,8	y μ(δ) =	-0,6	± 3,8	(PPMXL)
Secundaria: $\mu(\alpha)$ =	12,1 ± 3,8	y μ(δ) =	3,6	± 3,8	(PPMXL)
Significancia μ ≠:	8,1 σ y 0,8	σ en AR y DEC			
Δμ =	44 ± 8	Δμ/μΑ =	1,39		

#### HJ 245 AB



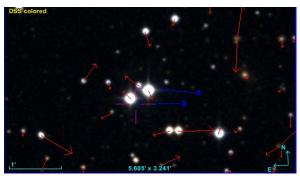
Primaria: μ(α) =	-4,7 ± 4,3	y μ(δ) =	14,9 ± 4,3	(PPMXL)
Secundaria: μ(α) =	-18,0 ± 4,3	y μ(δ) =	-16,0 ± 4,3	(PPMXL)
Significancia μ ≠ :	2,2 σ y 5,1	σ en AR y DEC		
Δμ =	34 ± 9	Δμ/μΑ =	2,15	

#### HJ 569



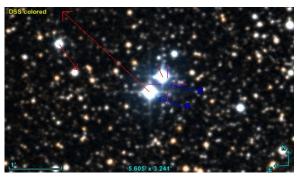
Primaria: $\mu(\alpha) =$	-15,3 ± 1,3	y μ(δ) =	1,4 ± 1,3	(UCAC4)
Secundaria: $\mu(\alpha)$ =	9,4 ± 6,5	y μ(δ) =	-16,3 ± 5,7	(UCAC4)
Significancia μ ≠:	3,7 с у 3,0	σ en AR y DEC		
Δμ =	30 ± 9	Δμ/μ∧ =	1,98	

#### POU 3292



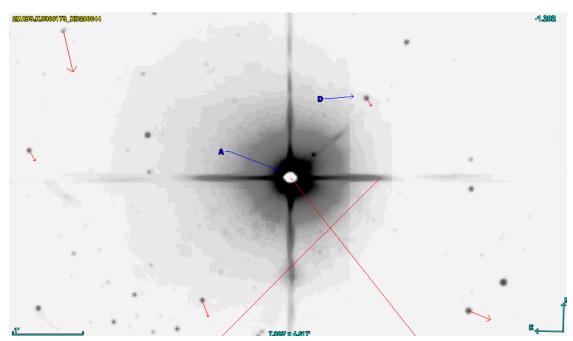
## Primaria: $\mu(\alpha)$ = -4,6 ± 1,2 $y \mu(\delta)$ = -8,6 ± 1,2 (UCAC4) Secundaria: $\mu(\alpha)$ = 9,0 ± 1,2 $y \mu(\delta)$ = 9,6 ± 1,2 (UCAC4) Significancia $\mu \neq :$ 8,0 σ y 10,7 σ en AR y DEC $\Delta \mu$ 23 ± 2 $\Delta \mu \mu$ 2,33

#### SOL I



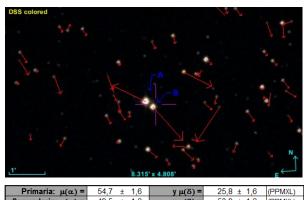
Primaria: μ(α) =	98,2 ± 1,6	y μ(δ) =	91,5 ± 1,7	(PPMXL)
Secundaria: $\mu(\alpha)$ =	3,7 ± 1,6	y μ(δ) =	9,8 ± 1,6	(PPMXL)
Significancia μ ≠ :	41,8 σ y 35,0	$\sigma$ en AR y DEC		
Δμ =	125 ± 3	Δμ/μΑ =	0,93	

#### **BU 760 AD**



Primaria: $\mu(\alpha) =$	-130,9 ± 0,6	y μ(δ) =	-164,8	± 0,5	(PPMXL)
Secundaria: $\mu(\alpha)$ =	-3,9 ± 3,0	y μ(δ) =	-6,1	± 3,0	(PPMXL)
Significancia μ ≠ :	41,5 σ y 52,2	$\sigma$ en AR y DEC			
Δμ =	203 ± 4	Δμ/μΑ =	0,97		

**BRT 2502** 



 Primaria: μ(α) =
 54,7 ± 1,6
 yμ(δ) =
 25,8 ± 1,6
 (PPMXL)

 Secundaria: μ(α) =
 -49,5 ± 1,6
 yμ(δ) =
 -53,9 ± 1,6
 (PPMXL)

 Significancia μ ≠:
 46,1 σ y 35,2 σ en AR y DEC

 Δμ =
 131 ± 3
 Δμμ =
 2,17

TABLAI. ASTROMETRÍA RELATIVA, FOTOMETRÍA, ESPECTROS Y NATURALEZA

(13) Notas		#		6#		#10		C, #2														#12									
(13) Tipo	OC/FIS	ı	5?	0P?	600	ORB		·			OP				OP?		ОР	5?		ОР		င်					53				
(12) Método	DSS DSS CCD CCD	DSS	CCD	000	MINTRO	MINTRO	000	DSS	DSS	2MASS	DSS	DSS	DSS	2MASS	TYC2	2MASS	CCD	2MASS	CCD	DSS	SOO	SSC	200	2MASS	DSS	CCD	DSS	DSS	DSS	2MASS	ССС
(11) Obser.	CKR CKR CKR FLS	JBG JBG	TCL	FLS FLS	BVD	BVD	FLS	JBG	JBG	2MASS	AML	AML	AML	2MASS	TYC2	2MASS	TCL	2MASS	TCL	CKR	Z .	Y E	Y	2MASS	FMR	ERE	CKR	CKR	CKR	2MASS	ERE
(10) N			က		_	~		_	<b>-</b>	_	_	_	_	_	_	_	3	_	က	<del>-</del> -	-	- ,		<del>-</del>	<b>-</b>	10	_	<del>-</del>	_	_	7
(6) (6)	3,84 3,72 3,84 3,85 3,71	19,41 19,45	13,20	2,41	4,57	2,59	2,47 2,56	6,61	7,85	8,07	18,46	20,53	21,10	20,98	19,05	19,05	378,79	13,51	12,44	6,40	0,40	17,71	16,20	18,57	18,58	18,71	6,82	8,04	8,32	8,58	8,47
(8) 9 (°)	319,6 319,8 320,3 320,7 318,9	42,1 42,5	179,3	53,8 52,4	69,5	53,9	55,6 56,4	156,2	159,1	158,6	20,5	23,8	27,5	27,7	51,5	9'29	168,9	306,0	306,9	52,9	y, 4	274,3	6,777	272,7	272,1	272,5	142,7	143,9	145,4	144,4	145,5
(7) Época	1950,609 1953,610 1990,659 1994,779 2006,773	1951,636 1996,617	2006,518	2006,787 2006,823	2006,771	2006,869	2009,829 2009,930	1949,973	1991,760	1997,928	1955,074	1983,846	1998,056	1999,162	1991,860	1999,962	2006,334	1999,859	2006,419	1953,002	1994,018	1955,220	1994, 164	1999,401	2000,157	2006,283	1952,640	1991,037	1996,271	2000,184	2006,397
(6) Esp(B)	K3V.		F0V:		F7	M3V		K4V			(30:				₹ :::			F5				.: G/S:					K6V:				
(5) Esp(A)	G5V:	(B8)	F5V:	G0/5V	P6	M1.5V		F/G			G5V				A6		(F8)	M2III		K2III		₹					C6V				
(4) 8	13,6	13,3	11,38	14,9	12,3	13,0		16,8			10,98				12,08		10,91	12,3		12,5		14,0					13,4				
(3) (3)	13,0	9,37	11,17	13,9	12,4	11,6		15,1			9,03				10,32		10,31	11,3		10,01		11,00 2,00					11,11				
(2) Descubridor + Num.	POU5883	HJ 3234 AC	HJ 1016	POU 30	BRT 73	LDS 873		SEI 18			STF 629				HJ 2369		KU 96	HJ 2508		HJ 830		HJ 490					HJ 2569				
(1) WDS Id.	00024+2518	00033+8239	00203+5522	00292+2527	00586+4709	01032+2006		01364+3209			05328+8324				07178+0141		08426+4106	09506+4954		10102-1438		10465+2707					11244+0620				

TABLA I. ASTROMETRÍA RELATIVA, FOTOMETRÍA, ESPECTROS Y NATURALEZA (CONT.).

(13) Notas																	Crop MDC #2	Giali MPC, #5	#11			#4															
(13) Tipo	OC/FIS	OP		FIS?				(	PO SE	OP?		OP O			OP		FIS?		FIS	О	OP	ОР			55?	OP?	55	5?	??	5?	MPC	٥C					
(12) Método	DSS	ZMASS	000	AC2000	DSS	DSS	2MASS	0.00	000	ZMASS	<u>.</u>	DSS	DSS	200	2MASS	CCD	DSS	WISE	DSS	DSS	CCD	DSS	DSS	2MASS	MINTRO	MINTRO	MINTRO	MINTRO	MINTRO	MINTRO	MINTRO	2MASS	CMC14	MINTRO	000	WISE	URAT1
(11) Obser.	OKR RXC	2MASS	ERE	AC2000	FMR	FMR	2MASS	H H	TCL JOHNS	ZMASS	<u> </u>	CKR	S X	ERE	2MASS	ERE	JBG	FMR	JBG	JBG	TCL	CKR	CKR	2MASS	FMR	FMR	FMR	FMR	FMR	FMR	FMR	2MASS	FMR	BVD	FLS	FMR	FMR
(10) N		← :	10	<del>-</del>	<b>-</b> ·	τ,	<del>-</del>	2 (	m ,	← (	3	← ←		- 6	~	ဗ	~	~	~	_	3	~	~	~	~	_	~	<del>-</del>	_	_	~	~	<del>-</del>	~	<del>-</del>	~	~
(6) () d	3,84	22,02	21,91	28,93	29,27	28,91	28,91	78,87	23,38	18,30	18,24	15,30	15.83	16,40	13,22	13,26	4,57	6,65	11,84	83,11	22,64	91,99	92,09	93,07	21,48	28,51	23,35	10,08	7,55	6,77	54,33	4,51	4,36	4,54	4,48	4,84	4,48
(8) (°) 6	319,6	156,0	156,6	39,5	39,5	39,3	39,0	9,55	147,7	59,3	98,9	247,8	245.9	244,7	6'99	67,4	328,8	323,9	6'86	84,0	113,7	315,6	316,2	316,4	21,0	66,1	324,7	133,6	303,8	316,6	11,3	11,7	12,0	12,1	12,1	11.9	12.1
(7) Época	1950,609	2000,168	2006,283	1913,751	1952,080	1983,288	2000,168	2006,283	2006,419	2000,253	2006,419	1955,418	1992,418	2006,284	1998,230	2006,284	1993,310	2010,559	1992,477	1992,477	2006,444	1992,412	1996,647	1999,438	2006,587	2006,587	2006,587	2006,587	2006,587	2006,587	2006,587	1998,405	2002,1	2006,587	2006,716	2010,5	2013,9
(6) Esp(B)	K3V:	G5V		G8V:				í	C55	 							M5.5V		765 765	765 765					M1V/K4III	G6V/G0III	K0V/G4III				B9V	G4V:					
(5) Esp(A)	G5V:	G4V		G2V:					G4V	 P6V:							M2.5V		C6V	795 CeV		(M2III)			B6II/III	B6II/III	B6II/III	B9V			B6II/III	F5V:					
(4) 8	13,6	12,6		12,47					13,5	12,8		13,0			14,3		19,4		2,96	11,2	11,46	10,04			12,5	13,7	14,2	13,2	12,9	14,2	9,25	13,0					
(3) V <sub>A</sub>	13,0	12,1		11,15					12,8	10,6		12,8			13,4		14,4		7,55	7,44	11,06	3,3			6,89	6,89	6,89	9,25	12,5	13,8	6,75	11,8					
(2) Descubridor + Num.	POU5883	HJ 184		HJ 185					KZA 49	KZA 51		HJ 245 AB			HJ 569		FMR 11		STF1999 AB	STF1999 AC	POU3292	BU 760 AD			BU 299 AT	BU 299 AU	BU 299 AW	BU 299 BR	BU 299 TS	BU 299 VW	SHJ 263 AB	BRT1915					
(1) WDS Id.	00024+2518	11390+1001		11398+0945					13207+3415	13217+3403		15028+3551			15129+3145		15208-1749		16044-1127	16044-1127	17286+2330	18176-3646			18179-1848	18179-1848	18179-1848	18179-1848	18179-1848	18179-1848	18179-1848	18186+4104					

TABLA I. ASTROMETRÍA RELATIVA, FOTOMETRÍA, ESPECTROS Y NATURALEZA (CONT.).

(13) Notas		45				9#						2#					8#																								
(13) Tipo	?3			FIS	FIS?	?5			OP			??					ОР					:	OP		MPC											FIS?				OP	
(12) Método	DSS	DSS	DSS 2MASS	DSS	CCD	DSS	DSS	DSS	DSS	CCD	CCD	DSS	DSS	DSS	DSS	ZMASS	DSS	DSS	DSS	2MASS	MINTRO	MINTRO	DSS	2MASS	DSS	DSS	DSS	DSS	DSS	DSS	DSS	DENIS	DENIS	CMC14	WISE	AC2000	2MASS	WCAM	URAT1	DSS	DSS
(11) Obser.	CKR	CKR	CKR 2MASS	JBG	FLS	CKR	CKR	CKR	JBG	TCL	ERE	CKR	CKR	CKR	CKR	ZMASS	CKR	CKR	CKR	2MASS	FMR	BVD	FMR	2MASS	FMR	FMR	FMR	FMR	FMR	FMR	FMR	FMR	FMR	FMR	FMR	FMR	2MASS	BVD	FMR	DOS	DOS
(10) N	_	_		~	<b>←</b>	-	_	_	<del>-</del>	က	3	_	_	_	<b>-</b> ·	-	_	<b>—</b>	_	-	~	~	_	-	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	-	-	<del>-</del>	~	
(6) (") q	3,97	13,50	14,20 14,31	22,65	5,12	7,49	8,08	8,11	22,59	22,78	22,78	18,99	19,67	19,54	18,52	19,29	8,54	8,95	9,05	9,11	90'6	4,99	13,95	15,62	67,85	68,10	68,11	98'29	68,28	67,83	67,54	68,02	68,09	62,98	67,23	4,55	4,74	4,53	4,58	22,44	21,79
(8) 0 (°)	148,7	290,7	291,2 291,5	104,4	188,9	62,0	62,0	62,1	322,2	315,9	315,9	219,2	218,7	218,3	218,4	218,0	111,5	112,0	112,2	112,6	112,5	25,0	233,3	233,0	214,1	214,2	214,2	214,0	215,1	215,2	214,2	214,34	214,43	214,38	214,27	314,5	315,2	317,1	317,2	89,5	90,3 90,3
(7) Época	1991,675	1954,655	1996,655 1999,442	1988,512	2006,735	1992,557	1998,403	1998,481	1987,573	2006,518	2006,633	1953,620	1977,551	1977,692	1994,354	2000,610	1951,643	1992,739	1995,557	1997,622	2006,588	2006,743	1983,775	2000,767	1977,627	1977,629	1980,527	1991,749	1994,573	1994,657	1995,804	1998,801	1999,481	2003,852	2010,5	1909,412	2000,448	2005,975	2013,807	1954,749	1983,781 1994,779
(6) Esp(B)	K2	F/G		A6V	K2/3V	KO											M 1						K2V		pw											F7V:				A9	
(5) Esp(A)	09	<b>K</b> 4≣		A5V	:/69	К3						Ξ					K5V						795 Cev		M3V											F5V:				F5V	
(4) N <sub>B</sub>	12,8	13,0		4,98	10,8	14,3			98'6			15,8					12,9					11,5	12,7		17,1											66'6				11,8	
(3) V	13,3	8,43		4,62	10,01	13,8			9,44			10,61					12,2					10,3	11,6		15,4											9,72				9,72	
(2) Descubridor + Num.	BRT2101	SEE 357 AB		STF2417 AB	BRT 492	HJ 1378			SOL 1			HJ 1454					HJ 1459 AB					POU5123	BRT2502		LDS5057											ARG 99 CD				ARG 99 CE	
(1) WDS Id.	18273-5139	18444-2926		18562+0412	19170-0713	19179-2029			19256+0907			19585-1723					19599+1444					21041+2342	22027+2215		23123-2721											23573+6102				23573+6102	



# Por qué observo estrellas dobles?





Pero, ¿por qué limitarse a la observación y a la toma de fotografías cuando podía yo mismo, salvando las distancias, "hacer ciencia"?

## Gianpiero Locatelli

¿LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA PUEDE SER FUENTE DE EMOCIONES? ¿Qué sentimientos recorrieron el alma de Galileo la primera vez que vio los satélites de Júpiter? ¿Qué sintió Champollion en el fondo de su corazón cuándo empezó a descifrar el significado de la Piedra Rosetta? ¿Cuál fue la reacción de Ramón y Cajal cuando vio por primera vez en la lente de su microscopio una célula del cerebro humano?

Estoy profundamente convencido de que dedicarse a la ciencia es una de las actividades humanas más emocionantes; y no solamente para los que han hecho de la ciencia su oficio, sino también para los aficionados.

Este es, quizás, el motivo principal por el que soy doblista.

Pero vayamos por partes. El camino que me ha llevado a las estrellas dobles es largo y breve al mismo tiempo.

No formo parte de esa categoría de astrónomos amateurs cuya pasión por el cielo se remonta a la época de la adolescencia. Cuando era un chaval nunca observé el cielo y desafortunadamente no me crucé con nadie que pudiera despertar en mí ese interés.

Ahora bien: mi primer telescopio (y el que sigo

usando actualmente) es de principios de 2013. Es verdad que esa compra fue precedida por unas cuantas observaciones con un monocular terrestre de 6 cm de diámetro pero de calidad óptica excelente, a través del cual vislumbré lo apasionante que podía ser la observación del cielo. Unas observaciones más con un telescopio prestado y luego la decisión. En enero de 2013 empezó mi actividad como astrónomo amateur. Y este es el camino breve como observador del cielo.

Pero... ¿cuál ha sido el camino largo que me ha llevado hasta aquí?

En mi adolescencia desarrollé una gran pasión por la naturaleza, me sentía especialmente atraído por los animales silvestres, por sus vidas, sus costumbres y por los espacios en los que viven. Eso se convirtió en mi principal interés. A pesar de varios altibajos relacionados con mi motivación, terminé un ciclo de estudios que me ha permitido convertir mi pasión en profesión, viviendo en contacto constante con los animales.

Pero no me detuve ahí.

En los años siguientes la curiosidad me ha llevado (en este caso no a nivel profesional) a ampliar el campo de mis intereses hacia otros aspectos del mundo natural: las montañas, la geología, el mundo vegetal o



la nubes (por cierto: la observación diurna de la nubes constituye una excelente alternativa cuando falta el requisito fundamental para observar las estrellas, el cielo sereno, y a este respecto aconsejo la lectura de un precioso libro que es un fascinante y atractivo manual para observadores de nubes: *Cloudspotting*, de Gavin Pretor-Pinney). En un recorrido de estas características era inevitable que tarde o temprano me topara con la astronomía.

Y fue un flechazo.

Al principio, como les ocurre a todos los novatos, no sabía muy bien a qué objetos dedicar mis observaciones, disponiendo además de unos instrumentos limitados. El telescopio que compré tenía una focal muy larga, y la primera cámara CCD que utilicé tenía un campo bastante restringido y yo no disponía de un sistema de guiado de la montura. En esas condiciones resultaba prácticamente imposible observar los objetos del cielo profundo y la falta de experiencia contribuía a convertir la observación planetaria en algo frustrante. Tuve, sin embargo, la suerte de poder contar con una amistad que sería poco calificar de desinteresada: los consejos y las indicaciones acerca de "cómo hacerlo" fueron innumerables. *Inténtalo con las estrellas dobles.*..; y la magia empezó!

Incluso con una instrumentación básica y con poca experiencia era capaz de visualizar las parejas más brillantes y sin excesivas distancias. Pero ¿por qué limitarse a la observación y a la toma de fotografías cuando podía yo mismo, salvando las distancias, "hacer ciencia"?

Mi bagaje de cultura astronómica era todavía

limitado, así como mi práctica con los programas informáticos astrométricos; pero, a pesar de eso, empecé con muchísimo entusiasmo mi actividad de doblista. Y a los pocos meses vi publicado mi primer artículo sobre medición de estrellas dobles: ¡200 medidas! la emoción que sentí fue enorme, casi como si hubiera descubierto yo las estrellas que había medido.

¿Qué mejor estímulo para seguir? Poco a poco he ido mejorando mis instrumentos, lo cual ha ampliado la posibilidad de observación y me ha permitido alcanzar objetos más "difíciles". Sin embargo, y a pesar de su indudable atractivo, las galaxias, los asteroides, las cometas, las supernovas, etc., no han conseguido que me alejara de las estrellas dobles. Todo lo contrario. Las noches cubiertas y lluviosas, pasadas leyendo y navegando en la red en busca de información, fueron fundamentales para poder profundizar mis conocimientos en este sector.

¿Con qué resultados? ¡Pronto llegaron los primeros descubrimientos de nuevas parejas!

La emoción de saber que entre miles de millones de estrellas de nuestra galaxia algunas de ellas lleven mi nombre no tiene precio; se siente uno como Galileo cuando vio por primera vez cuatro puntitos moverse alrededor de Júpiter.

Sin embargo, la actividad de doblista no puede ni debe limitarse a los descubrimientos; no podemos perder de vista nuestro principal objetivo: ¡las órbitas!

Y para eso son necesarias las medidas.

Me gustaría hacer una pequeña reflexión acerca de nuestra rama preferida de la astronomía. Sin alejar-







Gianpiero junto a Rafael Benavides en la visita que realizó el pasado mes de marzo por varias ciudades andaluzas, Córdoba en este caso.

nos demasiado de lo cierto, podemos decir que la astronomía moderna, la de los grandes refractores, las medidas astrométricas y los primeros catálogos estelares, nació con las estrellas dobles. Los primeros grandes observatorios dotados de telescopios de gran abertura y dirigidos por grandes astrónomos, estaban en su mayoría dedicados a la observación de las estrellas dobles. Podemos por lo tanto afirmar que se trata de un sector de la astronomía muy antiguo. ¡Pero también muy joven! Las estrellas dobles conocidas hoy en día son algo menos de 140.000; entre ellas un número muy exiguo posee una órbita calculada. Para todas las demás será necesario esperar decenas, cientos, en algunos casos miles de años para disponer de una órbita. ¡Estamos, por lo tanto, solamente al principio!

¿Las medidas son aburridas y repetitivas?

¡Todo lo contrario! Cada vez que en el campo enfocado por la cámara CCD detecta la pareja que quiero observar se repite la emoción del descubrimiento, y no solamente eso. No puede dejar indiferente la consideración de que la estrella que se está observando, sentados cómodamente en un escritorio y en un cálido observatorio, fuera observada hace 150 años por un hombre excepcional como William Herschel,

subido en una escalera, pegado a un ocular en una noche gélida de invierno en la campiña inglesa. Y por supuesto los mismos sentimientos se repiten en el caso de las estrellas descubiertas por Burnham, Aitken, Couteau y otros grandes.

Y para concluir, un lugar destacado lo ocupan las observaciones de parejas que llevan el nombre de los grandes aficionados o, como los define Brian Mason, de los profesionales sin sueldo, que tanto contribuyen al progreso de esta rama de la astronomía.

Tengo la suerte de conocer a muchos de ellos, para otros espero ansioso el momento en el que podré darles un apretón de manos, pero todos se han convertido en grandes amigos... ¡gracias a las estrellas dobles!

No somos muchos, pero somos una maravillosa familia. ¡Estupendo!

Y llegados a este punto puedo afirmar que sí, que la ciencia sí puede transmitir grandes emociones.  ${\mathscr C}$ 

Traducido del italiano por Paolo Silvestri, Universidad de Sevilla.



# estrellasdobles córdoba Speckles BVD observatorio luna comellas C11 supernovas

SI EXISTE UN OBSERVADOR de estrellas dobles español que no necesite presentación es Rafael Benavides Palencia. Ya sea por sus secciones mensuales en la revista AstronomíA desde hace más de una década, por su activa presencia en los medios digitales (blog, redes sociales...), así como por la intensa labor de divulgación que ha realizado en numerosos congresos y encuentros astronómicos, el caso es que Rafael es una de las referencias fundamentales de la astronomía de las estrellas dobles en nuestro país. A ello se suma un carácter abierto y totalmente colaborador con todo aquello que sea nuestro campo de trabajo, como bien sabemos los que alguna vez nos hemos acercado a él para consultar alguna duda o plantearle una dificultad técnica.

Hace ya casi 15 años el autor de esta entrevista tuvo la suerte de toparse con un blog espectacular que le cautivó de inmediato: *Cuaderno de Observación*. Lo que allí descubrí me maravilló: yo quería hacer también las mismas cosas que hacía ese aficionado cordobés desde la azotea de su casa con una webcam. A partir de ese momento el intercambio de correos fue haciéndose cada vez más y más cotidiano hasta fraguar una profunda amistad que a día de hoy perdura salvando distancias.

Averigüemos el cómo, el cuándo y el por qué de la afición de este observador perfeccionista. A la vez, adentrémonos en su lado más personal conociendo otras facetas de su vida y su opinión sobre muchos aspectos de la astronomía. Descubriremos no solo a un gran observador ya que, ante todo, estamos ante una excelente persona.



"Posando junto al refractor Skywatcher de 150 mm, a pesar del cromatismo que presenta, desdoblando estrellas dobles no tiene rival. Un magnífico telescopio". (Salvo donde se indique lo contrario, todas las imágenes han sido amablemente cedidas por R. Benavides).



Para empezar, cuéntanos algo sobre tu vida, tu infancia y juventud, estudios...

NACÍ EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA en 1971, aunque mis padres vivían en Posadas (un pequeño pueblo a 31 km de distancia). En 1975, para darnos una mejor educación, nos trasladamos a Córdoba. Cursé todo el ciclo formativo en un colegio

privado que se llama Ahlzahir, desde EGB hasta COU. A pesar de vivir en Córdoba, los fines de semana y vacaciones las pasábamos de nuevo en Posadas.

Durante toda mi juventud quise ser astrofísico, era algo que siempre tenía en mente. Eso hizo que cursara la rama de ciencias puras, dejando de lado Historia y Arte. Algo que me disgustó mucho en su día y que cada vez me duele más, siempre me han gustado y no entendí tener que dejarlas. Debido a los malos resultados de Selectividad que tenía el colegio, cuando estaba en 3º de BUP subieron mucho el nivel de todas las asignaturas. Me adapté bien a ese cambio en todas, excepto en Matemáticas. Como siempre digo, el Cálculo Integral se cruzó en mi camino. Aunque aprobé sin problemas, a pesar de la dificultad, puse los pies en el suelo y comprendí que una licenciatura en Físicas quedaba fuera de mi alcance, no tenía base suficiente y era una meta que probablemente terminaría en fracaso. Así que opté por otra licenciatura que me gustaba: Farmacia, aunque nada tiene que ver con la Astronomía, combinaba Biología, Química y algo de Física y todas ellas me gustaban. Esos años los pasé en Granada, una fantástica ciudad y unos fantásticos años con recuerdos imborrables.

Tras terminar la carrera, comprendí que el mundo laboral era algo más complicado y durante algunos años solo hacía cursos y sustituciones, especialmente en verano. Eso me permitió tener el suficiente tiempo libre para poder abordar muchos proyectos astronómicos, de otro modo habría sido totalmente imposible. Hace diez años, con todo el sacrificio y ayuda de mi padre, compramos una pequeña farmacia rural en un pequeño pueblecito llamado Ochavillo del Río, cerca de casa, de la que actualmente soy cotitular.

## ¿Cómo empezó todo?

No sabría decir una fecha exacta, realmente desde siempre. Supongo que lo primero fue la serie Cosmos de Carl Sagan, algo que

marcó a todos los niños de aquella generación. Aquel paseo espacial plagado de tantísimas referencias históricas fue algo que me cautivó. Recuerdo especialmente la parte dedicada a Hipatia y a la Biblioteca de

"Me apasionaba observar las mismas estrellas donde antes habían posado sus ojos astrónomos como Struve o Couteau, de alguna manera hay algo que nos conecta cuando observamos los mismos objetos"



Alejandría y la vida de Kepler, me impresionaron muchísimo. Aunque indudablemente quien encendió la chispa definitiva fue mi tío Antonio. Él fue quién me enseñó las primeras constelaciones y me regaló en los Reyes de 1984 mi primer telescopio, un pequeño refractor de 60 mm en montura altacimutal que creo que compró en el Corte Inglés. No me podía creer aquel regalo, era un sueño hecho realidad. ¡Un telescopio para mí! Con dicho instrumento aprendí a moverme por el cielo estrellado y observé todo lo que estaba a mi

alcance. Recuerdo hacerlo desde la ventana del piso de Córdoba, todavía se podía observar con relativa calidad desde el centro mismo de una ciudad, y desde el pueblo cuando íbamos allí.

En esa misma época, en la librería Universitas de Córdoba me llamó poderosamente la atención un libro que estaba en el escaparate y que en la portada tenía un telescopio, se llamaba Manual Práctico del Astrónomo Aficionado y su autor era Josep María Oliver. Después de ahorrar durante un tiempo, pude comprarlo. Aquel fue mi primer libro de Astronomía y me enseñó muchísimo.

También empecé a comprar algunos meses la revista Conocer, dirigida por Manuel Toharia y que muy pocos recordarán. Era una revista de divulgación científica, donde siempre se le daba importancia a artículos y noticias astronómicas. Tenía un mapa del cielo del mes en la parte final y algunas efemérides siempre útiles. Aquel fue mi primer contacto con este tipo de publicaciones.

Al año siguiente, un verano fui por casualidad a la Biblioteca Municipal de Posadas y me fijé en un libro que se titulaba Guía del Firmamento de José Luis Comellas. Le eché un rápido vistazo y lo que había allí me fascinó, me impactó. ¡Una guía pormenorizada de todo el cielo! Durante aquel verano y el siguiente mecanografié lo más relevante de aquella obra, todo aquello que me podía servir en mis observaciones con todas las descripciones de los objetos descritos. El resultado fue un cuaderno de bastante grosor que aún conservo lleno de anotaciones y que me acompañó durante muchos años. Siempre he dicho que Comellas es mi padre astronómico porque con aquellos apuntes, extraídos de aquel libro, aprendí todo lo que sé sobre el cielo y observé todos los objetos que estaban a mi alcance. No pude tener mejor maestro.

Por la misma época (1985) vi de casualidad en una papelería del barrio una revista que se llamaba

> Tribuna de Astronomía, era el número 2. Empecé a comprarla todos los meses y me la reservaban expresamente, allí me conocían como el chico de la Astronomía. Esa revista me ha estado acompañando toda la vida, siendo otro

"Se estableció una conexión fotónica con el cielo gracias a aquellas imágenes que me atraparon sin remedio"

de los pilares básicos en aquellos inicios.

## ¿Algún familiar interesado en la astronomía?



Desgraciadamente no. Ocasionalmente, cuando ocurre algo relevante o impactante lo muestro a la familia, pero todo queda en cierto interés inicial que poco a poco tiende a desapa-

recer.

## ¿Qué momentos mágicos recuerdas de la astronomía de tu infancia o juventud?

Siempre recuerdo la primera vez que observé por un telescopio. Debió ser en 1982, fue gracias a mi tío Antonio que se había comprado un refractor Alstar de 76 mm. Una noche de verano lo montó y además de la Luna con sus espectaculares cráteres, vimos a Júpiter y Saturno. Aquello me impactó, desordenó mi conciencia, me dejó en shock durante los siguientes años. Se estableció una conexión fotónica entre el cielo gracias a aquellas imágenes que me atraparon sin remedio. Aquello me marcó y desde entonces, siempre supe que la As-

tronomía y el cielo serían uno de los focos de mi vida.

Poco después, con doce o trece años, junto con mi amigo de la infancia Rufi, en un atardecer en la piscina, vimos la entrada de una bola de fuego en el cielo vespertino en dirección oeste. Rápido, aunque dio tiempo a echarle un vistazo en un instante con los prismáticos que siempre tenía a mano. Espectacular, casi tan brillante como la propia Luna llena. Nos dejó helados e impresionados y en un traspiés por la emoción faltó poco para acabar dentro de la piscina. Llegamos corriendo al patio, donde estaban mis padres y mis tíos, gritando que habíamos visto un cometa. No nos creyeron, era todo demasiado fantástico. Al día siguiente mi tío Antonio confirmó la noticia porque en la radio había escuchado diferentes testimonios de otras personas que vieron lo mismo. Es otra imagen que siempre permanecerá en mi memoria.

Como muchos de nosotros, también tuve la fortuna de contemplar la tormenta de Leónidas de 1999. Al día siguiente tenía que madrugar y puse el despertador a las 3 de la madrugada. Durante algo más de dos horas, desde la azotea de casa y bajo un frío intenso, fui testigo de un espectáculo que muy pocas

## & La huella imborrable de mi tío Antonio

"Mi tío Antonio ha sido una figura imprescindible en mi vida y el precursor de mi afición por la astronomía y la lectura. Esta foto debe ser de 1981 y ya desde algunos años antes en esa misma piscina, al anochecer, me había enseñado las constelaciones, las principales estrellas y me había regalado mis primeros prismáticos con los que observaba las estrellas. Al año siguiente, una tarde de verano, se presentó con un telescopio refractor Alstar de 76 mm de diámetro y 1200 mm de distancia focal. Recuerdo ayudar a montarlo con las instrucciones que traía y enfocar por primera vez a la Luna. Aquellas imágenes de cráteres y montañas me impactaron, nunca había visto nada igual. Ese verano montó el telescopio tres o cuatro veces, lo suficiente para mostrarme a Júpiter, a Saturno y algunas estrellas y darme cuenta de lo que quería hacer el resto de mi vida.

En los Reyes de 1984 me regaló un pequeño telescopio de 60 mm. ¡No me lo podía creer! ¡Un telescopio para mí! Pensaba que con él podría observar todo el cielo y que nada podía perderme. Nunca tuve un regalo mejor.

Diez años después me cedió aquel primer telescopio de 76 mm. Las imágenes que daba eran increíbles, nunca he llegado a ver detalles tan nítidos en Júpiter como con aquel instrumento. Fue fantástico el tiempo que estuve con él.

En el salón de su piso de Sevilla tenía enmarcadas mis primeras fotografías astronómicas, entre ellas estaba aquella bonita Luna llena y una imagen del cometa Hale-Bopp. Algo que me emocionaba cuando las veía. Siempre fue siguiendo mis progresos y cuidó que no me faltase nada.

Desgraciadamente una enfermedad degenerativa fue borrando todos sus sueños y recuerdos, todos sus proyectos de jubilación, esa edad que pensaba disfrutar y no pudo. Nos dejó en 2014, pocos días después de que lo hiciera mi padre, decidieron irse juntos, y ambas pérdidas me dejaron en el vacío más absoluto y devastador. Cómo hubiese disfrutado con todo lo que ha pasado y con todo lo que aún está por venir. Qué orgulloso se sentiría de esos primeros artículos y medidas.

A pesar de todo, estoy seguro que desde donde se encuentre ahora, sigue pendiente de todo lo que hago y me observa desde el lugar que los dos llegamos a amar. Ese cielo que nos abraza todas las noches y nos invade en lo más profundo del corazón."



## > El sueño (cumplido) de un observatorio



"El observatorio lo tengo desde 2008, después de andar un año detrás de una carpintería metálica. Es una caseta de doble chapa sándwich de techo abatible situado en la azotea del piso. La primera noche que intenté observar no fui capaz de abrirlo, el techo pesaba una barbaridad y era incapaz de moverlo. Pensaba que había construido un cuarto trastero, en vez de un observatorio. Hasta que me indicaron que con un sistema de contrapesas podría abrirlo y cerrarlo sin ningún esfuerzo. Y eso hice. Actualmente es el Observatorio Posadas con el código MPC J53.

Antes de tener el observatorio, montar y desmontar el equipo nunca había sido un problema y subía las escaleras armado con el tubo que guardaba en casa. La montura la dejaba arriba, en el descansillo de la azotea. Ahora, disponer del equipo instalado y tener solo que abrir el techo para observar es una ventaja absoluta. No tengo claro si observo más noches que antes, aunque sí muchas más horas. No tener que desmontar y guardar el equipo te permite apurar mucho más tiempo, sin importar el frío que pueda hacer. Evidentemente, hay un antes y un después entre tener observatorio y no tenerlo."

El Observatorio Posadas de Rafael Benavides, código MPC J53.

veces se puede ver en la vida. Fuimos inmensamente afortunados. Todavía conservo una cinta de cassette de 90 minutos de duración, donde narraba lo que iba viendo. Era el mejor modo para contar posteriormente los meteoros sin perderte ninguno. Emociona todavía escucharla.

## ¿Cómo han ido evolucionando tus equipos de observación?

Como he mencionado antes, mi primer equipo de observación fue un refractor de 60 mm. Con él estuve 10 años y observé mucho. Muchas veces he escuchado que estos telescopios casi de juguete no sirven para nada y no puedo estar más en desacuerdo con esta opinión, en mi experiencia me enseñaron casi todo lo que sé. Observé todo lo que estaba a mi alcance, especialmente estrellas dobles y aprendí a localizar objetos y a orientarme en el cielo.

Con motivo del choque entre el cometa Shoe-maker-Levy 9 y Júpiter en 1994, le pedí prestado a mi tío aquel telescopio por el que observé por primera vez, daba unas imágenes impresionantes. No solo me lo prestó, si no que me lo regaló. Durante algunos años estuve con dicho instrumento. Con algo de entrenamiento se llegaban a ver detalles en la atmósfera de Júpiter que nunca más he vuelto a ver. Disfruté muchísimo aquel telescopio que decidí vender para financiar la compra de otro mayor, algo de lo que siempre me arrepentí.

El siguiente telescopio fue un refractor Skywatcher de 150 mm F8 que aún conservo. Realmente la decepción fue enorme, todo hay que decirlo. Con un diámetro de tal calibre pensaba que iba a ver detalles impresionantes, pero no fue así. Aquellas imágenes planetarias a las que estaba acostumbrado y que daba el pequeño telescopio estaban muy por encima de lo que era ahora capaz de ver, el halo de cromatismo era enorme y los detalles difusos. Poco a poco llegué a obtener dibujos similares, aunque con detalles más

difuminados y poco contrastados. Donde este telescopio no tenía rival era en las estrellas dobles. A pesar del cromatismo, resolvía con total facilidad por debajo del segundo de arco en parejas equilibradas. Observé y medí visualmente cientos de parejas, muchas de ellas orbitales, con una claridad y precisión bastante buenas.

A partir de ahí quise dar un salto más y en el año 2000 adquirí un Schmidt-Cassegrain Celestron de 235 mm de diámetro (C9,25), un telescopio de una calidad impresionante constatada por infinidad de observadores. Y ahí llegó mi segunda gran decepción, mucho más profunda y que me dejó varios meses fuera del ámbito de las dobles. Acostumbrado como estaba a observar multitud de parejas, ahora me costaba muchísimo resolver dobles por debajo de 2 segundos de arco. Solo en noches excepcionalmente estables conseguía resoluciones acordes al diámetro del objetivo, pero eso solo pasaba ocasionalmente. Esto me dejó algo descolocado, ya que la labor que habitualmente venía haciendo midiendo estrellas dobles cerradas visualmente, ahora no la podía hacer. Tuve que adaptarme y cambiar el campo de observación, aunque me costó bastante.

El siguiente paso, y definitivo, fue pasar a un Schmidt-Cassegrain Celestron de 280 mm (C 11), aquello ocurrió en el año 2007. Curiosamente observé con el mismo telescopio años antes, ya que pertenecía a Jesús R. Sánchez. Aquello ocurrió en una quedada en Hornachuelos durante una oposición de Marte en 1999 o 2001. El destino quiso que años después lo pusiera en venta y lo adquiriese sin dudarlo, la calidad óptica estaba garantizada. Un telescopio todo terreno que ha demostrado no tener rival en cualquier campo astronómico.

Pasado un tiempo pude probar un Celestron de 356 mm (C 14), pero era demasiado telescopio para mi montura, ya que su peso es muy elevado y le costaba mucho tener un guiado de suficiente calidad. Además, debido a su gran diámetro es muy exigente con la atmósfera, prácticamente casi nunca obtienes imágenes

nítidas a total resolución. Así que volví al 280 mm y creo que es mi telescopio definitivo.

También tengo un refractor TS Photoline de 130 mm F7, adquirido recientemente, para hacer ciertas cosas que no me permite el C11 por su elevada focal, tal como son las imágenes globales lunares o imágenes de gran campo en alguna zona estelar. Los enormes campos que produce en cielo profundo son realmente impresionantes. No es un telescopio pensado especialmente para estrellas dobles.

# ¿Tienes relación con otros astrónomos de tu entorno? ¿Perteneces a alguna agrupación?

En mi época de colegio estuve un par de años como socio de la Agrupación Astronómica de Córdoba. Nunca quedé con ellos porque lo hacían los fines de semana y yo tenía que ir a Posadas, así que estuve como socio que solo recibía el boletín que editaban, incluso llegué a publicar un sencillo artículo en él. También hacía consultas por medio del correo postal. Aún conservo alguna carta de David Galadí (estudiante entonces y actualmente astrónomo del Centro Astrónomo Hispano Alemán de Calar Alto) explicándome en qué consistía el ángulo de posición de las estrellas dobles, un concepto que no entendía bien con la información que tenía en aquella época. Aquello debió ser sobre 1985 o 1986. Después lo dejé.

Resulta curioso que al iniciar mis estudios universitarios en Granada, no se me ocurrió contactar ni buscar a nadie relacionado con la Astronomía. Solo en mis últimos años, en 1995/1996, descubrí por un amigo que la Sociedad Astronómica Granadina se reunía todos los viernes por la tarde en la Facultad de Físicas y observaba periódicamente. El presidente era Aniceto Porcel. Además, impartían un curso de Astrofísica todos los años al que me apunté sin dudarlo. Cuánto lo disfruté. Con ellos observé al cometa Hyakutake. En el Congreso Estatal de Astronomía, celebrado allí en 2014, coincidí con alguno de los que me acompañaron en aquellas observaciones y no se acordaban de mí. ¿Cómo podrían recordar a un chico tímido después de veinte años? En aquella época me pusieron sobre la pista de que el presidente de la Agrupación de Córdoba estaba también en Granada cursando sus estudios en la Universidad, se llamaba Ángel R. López Sánchez (hoy día astrofísico perteneciente al Australian Astronomical Observatory). Curiosamente intenté localizarlo un par de veces y nunca lo conseguí. Aquello quedó pendiente para mi regreso tras la estancia en aquella entrañable ciudad

Una vez en Córdoba pude quedar con Ángel y con la gente de la Agrupación. Había un ambiente fantástico y se realizaban reuniones periódicas, activi-

## Cuando conocí a Rafa...

por Ángel Rafael López-Sánchez

EN 1994 me fui de Córdoba a Granada para comenzar mi carrera de Ciencias Físicas, con la ilusión de poder dedicarme a la astrofísica en el futuro. A la vez, y pese a la distancia, llevaba buena parte de las gestiones de la Agrupación Astronómica de Córdoba (AAC), incluyendo la edición del Boletín Informativo que publicábamos cada 6 meses o así (en verdad, cuando se podía). En esta época internet estaba naciendo y el correo electrónico no era común. Así que contactaba con otros astrónomos aficionados a través de cartas. Recuerdo una vez que conseguí la dirección de contacto de un joven astrónomo cordobés que estaba haciendo observaciones astronómicas muy chulas, entre ellas de cometas y estrellas dobles. Así que le escribí para invitarle a formar parte de la AAC y a que escribiera sus observaciones en nuestro Boletín. Aceptó encantado, nunca olvidaré cómo comenzaba la carta con la que me respondía: "¡Sorpresa!". No sabía que hacíamos estas cosas en Córdoba, y menos aún sabía de mi existencia. Desde entonces no sólo colaboró con los Boletines de la AAC (los dejamos de hacer en 2003) sino, incluso, gestionando también la AAC durante unos años, además de organizar algunas actividades conjuntas de observación (por ejemplo, para las Paraeidas)

Efectivamente, el nombre de este apasionado astrónomo cordobés era Rafael Benavides, a quien le tengo un gran cariño y admiración, y con quien no he perdido el contacto desde entonces. Su trabajo actual sigue siendo sobresaliente, como seguro los lectores de "El Observador de Estrellas Dobles" saben. Rafa no sólo derrocha pasión en sus observaciones astronómicas, sino que va mucho más allá, probando nuevas técnicas y equipos y "midiendo" realmente el firmamento, sean estrellas dobles, cometas, planetas, meteoros o incluso supernovas en otras galaxias. Además, Rafa es una excelente persona y yo lo considero un gran amigo con el que, espero, pueda debatir mucho de Astronomía por muchos años, disfrutar de los resultados que extrae de sus observaciones (espero ansioso sus resultados para los proyectos de colaboración ProAm que estamos gestionando desde la Sociedad Española de Astronomía) y seguir compartiendo buenos ratos con él en congresos y observaciones. ¡Un abrazo y felicidades por el gran trabajo que haces,



dades y observaciones, muchas de ellas de forma privada, como las que hacía frecuentemente en el Camino de los Toros junto a Manolo Diéguez, Santiago Escudero y Emilia Hernández. Años después, con ellos tres fui a San Sebastián de los Reyes (Madrid) en 2005 para poder disfrutar del eclipse anular. Fueron unos años que recuerdo con mucho cariño.

Ángel editaba el boletín de la Agrupación, con todas las actividades y observaciones que se recibían, fue allí donde empecé a escribir mis primeros artículos y a publicar mis observaciones sobre estrellas dobles y sobre la Luna. Todavía los conservo guardados en una carpeta como algo muy importante y que no conviene olvidar.

Cuando Ángel se tuvo que ir para continuar su labor profesional fuera de España, quedé como presidente en funciones por unos meses. Realmente no fue oficial, ni se llegó a plasmar en ningún acta, pero mi función fue continuar con la Agrupación. Hasta que cogió el testigo Jesús Tejederas y realizó una labor excepcional durante algunos años. Desgraciadamente Jesús nos dejó hace algún tiempo, aquello supuso un golpe tremendo para todos y también para la Agrupación. Fue una pérdida que nunca llegamos a superar.

Poco a poco me fui especializando en otros aspectos de la afición que eran menos populares, los compañeros de aquella época fueron dejando a la afición o se fueron lejos, y paulatinamente volví a mis orígenes, desde pequeño siempre he observado en solitario. Hoy día sigo siendo socio, aunque más por un carácter puramente nostálgico. Sinceramente, con las nuevas tecnologías que disfrutamos ahora, las agrupaciones no tienen las funciones ni los objetivos que tenían antes, solo queda la divulgación a nivel local y en mi caso particular es una faceta que no he cultivado demasiado. Pienso que si quieres crear un grupo de trabajo en estrellas dobles o variables, seguramente vas a encontrar gente más afin a ti en Italia o Argentina que en tu propia ciudad.

## Además de las dobles... ¿qué otros objetos te interesan?

Siempre he sido un curioso de la astronomía y, como supongo todos nosotros, no empecé siendo un aficionado a las estrellas dobles. Al principio me encantaba el dibujo planetario, especialmente Júpiter. Las lluvias de meteoros, para las que solo se necesitaba un buen cielo, también fue una faceta que desarrollé durante algunos años. Especialmente con las Perseidas y también con las Leónidas en aquellos gloriosos años que comentábamos antes. Cuando fui ganando en diámetro empecé a observar cometas, primero visualmente y después con CCD. Me parecía fascinante poder contribuir de una manera científica con tus propios datos y medidas en los grupos de correo dedicados especialmente a estos cuerpos y que hoy día siguen desarrollando una labor excepcional. Del mismo modo, he realizado frecuentemente astrometría de NEOS, asteroides potencialmente peligrosos y que pasan muy cerca de la Tierra, moviéndose en esos momentos muy rápidos en el cielo. Recuerdo especialmente el seguimiento que hicimos desde España del 2008TC3, con una velocidad y paralaje endiabladas, un pequeño cuerpo de pocos metros de diámetro que minutos después, al entrar en la atmósfera, explotó sobre Sudán. Poder seguirlo a pie del telescopio fue algo muy emocionante.

A medida que han ido apareciendo nuevas cámaras y CCDs, se han diversificado las aportaciones que podemos hacer en Astronomía. Gracias a ellas me he interesado por las estrellas variables, especialmente las periódicas de ciclo corto, obteniendo algunos interesantes descubrimientos y colaborando en algunos grupos internacionales monitorizando algunas de ellas.

También las supernovas, me parece impactante observar estrellas que han estallado a cientos de millones de años-luz en galaxias distantes, es algo que siempre sobrecoge. Junto a Juan-Luis González Carballo y Ramón Naves creamos el grupo de Observadores de Supernovas (ObSN), dirigido a todos los aficionados a este interesante campo y que está plenamente activo.

Y por supuesto, la Luna. Aunque he estado años sin fotografiarla, vuelvo periódicamente a ella. Es un objeto que me fascina, me cautiva desde pequeño. Hace años colaboré con el grupo italiano (GLR Group) dedicado especialmente al estudio de domos lunares y enviando imágenes a Charles Wood, siendo elegidas algunas de ellas como LPOD (Imagen Lunar del Día). Hoy día observo a la Luna solo por puro placer, creo que siempre haré imágenes lunares.

#### ¿Observas a pie de telescopio?

Ya no, aunque esto ha sido a raíz de poder controlar remotamente la montura y el telescopio, algo que ocurrió hace unos cuatro años y me costó lo indecible. Hasta esa fecha siempre he observado a pie de telescopio, forrado en jerseys, gorros y chaquetones. Era una experiencia mágica. Observar el cielo en directo, esa conexión fotónica de la que hablaba antes, es algo indescriptible.

Ahora, con las nuevas tecnologías y por volvernos cada vez más cómodos, quizás también por la edad que vamos teniendo, observo desde casa, al abrigo del brasero en invierno. Un disparate, pero ha cambiado todo tanto... Evidentemente, ya no observo visualmente y todo queda limitado a la pantalla del ordenador. Bastante poco emotivo si lo comparamos a las sensaciones de nuestra juventud y con bastantes más problemas al depender de la tecnología para todo. Antes era todo más fácil e inmediato.

## ¿Cuándo surge tu interés por las estrellas dobles?



Mi interés por las dobles surge casi por descarte. Al observar durante muchos años con pequeños refractores y querer abarcar todo, las imágenes de las galaxias eran decepcionantes y eso cuando conseguías ver algo. No podías hacer nada con esos diámetros. Curiosamente, cualquier doble que Comellas te sugería que observaras, siempre estaba allí, no fallaba y casi todas eran preciosas. Así que, poco a poco, me fui centrando en las estrellas dobles.

Estando en Granada, escribí a la Agrupación Astronómica de Sabadell y me enviaron un ejemplar de Astrum, la revista que editan, con un monográfico sobre el trabajo en estrellas dobles y variables. Eso fue suerte. Allí explicaban cómo construir un micrómetro y cómo se medían estrellas dobles. Nunca he sido bueno en bricolaje, más bien todo lo contrario, pero con algunos hilos, un clip y una fotocopia circular de un transportador de ángulos, adapté un ocular y lo convertí en un micrómetro, si es que podemos darle ese nombre. Era muy rudimentario, la mejor palabra para definirlo es cutre, aunque increíblemente cumplía su cometido suficientemente bien. Con práctica se conseguían unos resultados muy aceptables cronometrando el tiempo de los eclipses de las estrellas en aquellos hilos del ocular, era algo que te dejaba emocionado en aquellos primeros tiempos.

#### ¿Alguna doble favorita?

Sin lugar a dudas, Zeta Cancri. Es un sistema en el que podemos ver tres componentes, estando la pareja más apretada en torno al segundo de arco. No tenía secretos con el refractor de 150 mm. A fuertes aumentos casi siempre la desdoblaba en una imagen apretada, aunque espectacular. Cuando cambié al Celestron 235 mm se me vino el mundo encima, no era capaz de desdoblar al apretado par. Imposible. Una noche, otra y nunca la desdoblaba. Era frustrante. Hasta que, más o menos, en el décimo intento ocurrió algo mágico, tuvo que ser una noche excepcional y el desdoblamiento era aún más limpio y claro que con el refractor. Una imagen impactante que grabé con una videocámara a pulso y que recuerdo como si fuese ayer. Fue solo esa noche, después ya no fui capaz de volver a desdoblarla. Claro, hablamos de la época en la que aún observábamos visualmente. Siempre me he fijado más en la resolución o en lo apretado del par, que en la belleza del contraste cromático que presentan muchas parejas.

### Ese evento relacionado con las dobles del que quardas un recuerdo imborrable

En el año 2008 se hizo un homenaje a José Luis Comellas en Sevilla, todo un reconocimiento a su labor en el mundo de la Astronomía. Con algunos compañeros de Córdoba fuimos hasta allí. Como dije antes, todo lo que he observado ha sido gracias a la Guía del Firmamento, todas las dobles que había observado fue porque él, en su libro, nos guiaba hasta dar con ellas y después nos las describía con todo lujo de detalles. Así que para mí la figura de Comellas siempre ha sido muy especial y poder conocerle en persona era un sueño. Después de



"Mi primer encuentro con José Luis Comellas en el homenaje de Sevilla celebrado en la Isla de la Cartuja en 2008, justo en el momento en el que me dedicaba la Guía del Firmamento, el libro más importante que he tenido en mi vida. Un instante emocionante para recordar siempre."



"Ubicación del telescopio en el mismo lugar donde hoy día está el observatorio años antes de que se construyese. Montar y desmontar nunca ha sido un problema."

## Dominando las técnicas de alta resolución

"En mis años con el refractor de 150 mm llegué a desdoblar visualmente y medir muchas binarias cerradas. Me apasionaba observar las mismas estrellas donde antes habían posado sus ojos astrónomos como Struve o Couteau, de alguna manera hay algo que nos conecta cuando observamos los mismos objetos. Al llegar la revolución digital, el enfoque que tuve que darle a las estrellas dobles cambió radicalmente. Ya no podía observar aquellas parejas, era imposible. Adaptarse o morir, eso dicen. Así que tuve que abandonarlas, aunque desde siempre supe que aquella separación era solo temporal. Mi sueño era volver a observarlas, solo era cuestión de esperar a que llegase el momento.

Y ese momento llegó. Un día vi unas imágenes de Máximo Suárez resolviendo una pareja por debajo del segundo de arco. Aquello me emocionó tanto que no dudé en escribirle para que me contase la técnica que usaba. Resultó curioso que esa técnica, salvando las comparaciones, es la misma que usamos en imágenes lunares y planetarias, solo que a casi nadie se le ocurre usarla para estrellas dobles. El secreto era solo grabar muchas imágenes a gran resolución y después, gracias a los programas informáticos adecuados (en mi opinión Reduc es el mejor), seremos capaces de ordenarlas en función de su mayor o menor calidad. Una vez ordenadas, seleccionamos única y exclusivamente las mejores, aquellas donde se vean las estrellas perfectamente resueltas y bien definidas.

Uso un Celestron 11 y con la cámara rápida DMK 21AU618.AS, una barlow 2x y un filtro IR Pass o rojo para disminuir la turbulencia, obtengo una resolución de 0,17"/pixel. De este modo he llegado a resolver parejas con una separación de 0,66". Para intentar las parejas más interesantes, aquellas que son más débiles, es necesario disfrutar de noches especialmente estables que te permitan exponer un tiempo de exposición mayor con la atmósfera en total reposo. El seeing es un factor fundamental para tener éxito con esta técnica.

Resolver parejas tan cerradas nos permite sumergirnos en las más interesantes, como son los sistemas orbitales. Es emocionante llegar a medir este tipo de estrellas dobles y al mismo tiempo es necesario ser exigentes con nuestras medidas si queremos aportar datos de calidad. Estos datos servirán para calcular y mejorar nuevos modelos orbitales.

Si llegamos a magnitudes más débiles de la undécima magnitud a estas resoluciones, se nos abre otro campo de trabajo realmente apasionante. Actualmente, y hasta que podamos acceder a los datos de la misión GAIA, hay multitud de sistemas cerrados que solo han sido medidos por el Hipparcos en 1991 y se incluyen en los catálogos HDS, TDS y TDT. Son sistemas no confirmados y en la mayor parte de los casos están ahí, esperando a ser de nuevo desdoblados por nosotros. Este es un proyecto que realmente me apasiona y siempre que observo mediante esta técnica intento desdoblar alguna de ellas. La atmósfera debe estar en perfectas condiciones y no siempre se tiene éxito, aunque cuando consigues desdoblar uno de estos sistemas la emoción que se obtiene es indescriptible, ya que eres la primera persona que estás viendo esa estrella doble a lo largo de la historia. Nadie antes que tú ha visto una imagen de ella."



Una imagen vale más...

Como botón de muestra, algunas de las imágenes de alta resolución obtenidas por Rafael Benavides. TDT3792 es la primera vez que es fotografiada por algún observador.



"Única imagen que tengo del mítico refractor Alstar de 76 mm, de bastante mala calidad, junto a compañeros de la Agrupación Astronómica de Córdoba a finales de los años noventa del pasado siglo. Se aprecia la gran focal que presentaba y el trípode madera."

aquel primer encuentro, han sido varias las veces que he estado en su casa, incluso hemos coincidido en algún Congreso, pero aquella fue la primera vez que podía intercambiar unas pequeñas y torpes palabras con el gran maestro.

#### Dentro del campo de las estrellas dobles, ¿en qué aspectos sueles centrar tu interés?

Siempre en la observación. Siempre me he definido como un observador. Como todo en la vida hay diferentes épocas y fases dependiendo de las posibilidades de cada momento. En un principio medía sistemas dobles cerrados de manera visual. Con la llegada de la webcam, los sistemas cerrados quedaron fuera de nuestro alcance y hubo que contentarse con medir lo que pudiésemos sacar, sin importar la doble que fuese. La mayor precisión que se obtenía merecía la pena y había que medir cualquier sistema que pudiésemos sacar. Cuando adquirí mi primera CCD la magnitud límite dejó de ser un problema y empecé a buscar neglected o sistemas débiles que se encuentran abandonados o perdidos. Era un campo muy interesante y en el que, aún hoy día, queda mucho por hacer. Y ahora, con las cámaras rápidas, he vuelto a lo que siempre me gustó, a desdoblar sistemas cerrados que son los mismos que observaron los astrónomos que nos precedieron y que todos nosotros conocemos. Creo que es importante medir y hacerlo bien, hay que ser exigente con uno mismo para conseguir las mejores medidas. No importa el tiempo que empleemos para medir un sistema, porque lo importante es que esa medida tenga buena calidad para que pueda ser empleada con todas las garantías en cualquier estudio que se haga.

A lo largo de los años has participado en una buena cantidad de proyectos (individuales o colectivos) sobre

# estrellas dobles, ¿qué podrías contarnos de ellos?

Han sido muchos los proyectos donde he colaborado en estos últimos años. El primero de ellos fue participar en el Catálogo General del OAG (Observatorio Astronómico del Garraf), formado por más de 10.000 medidas pertenecientes a diferentes observadores. Principalmente fueron mediciones realizadas mediante el ocular MicroGuide entre los años 2000-2002, aunque también las había realizadas sobre placas digitales históricas. En esa época adquirí mucha práctica midiendo de esta forma, con unos buenos resultados gracias a un artículo que Tom Teague publicó en la revista Sky & Telescope dedicado a medir con MicroGuide y que me sirvió

para ser más preciso en todas las medidas. Fue un orgullo haber podido aportar mi granito de arena en dicho catálogo. Esa fue mi primera aportación a un proyecto observacional serio que fue coordinado por Tòfol Tobal.

Desde 1996 empecé a colaborar también con Francisco Rica, al que conocí gracias a la sección de Estrellas Dobles de la revista Tribuna de Astronomía y al que me une una gran amistad desde aquellos lejanos tiempos. Al principio eran colaboraciones puntuales en los sistemas que proponía en la sección, él me aclaraba dudas y me daba consejos para mejorar mis resultados. En 2001 Francisco creó la sección de Estrellas Dobles de la Liga Iberoamericana de AstronomíA (LIADA) y no dudé en participar desde el principio. Allí se proponían campañas observacionales para localizar, medir y estudiar estrellas dobles abandonadas. Aprendí que había mucho trabajo por hacer en estrellas dobles y que usando las herramientas adecuadas los resultados tenían un valor astrofísico de primer orden. Toda una escuela de la que ha salido un gran número de doblistas con un nivel impresionante.

Aunque el proyecto más ambicioso, sin lugar a dudas, fue el que me propuso en junio de 2004 el Equipo Sirius. Se trataba de actualizar el Catálogo de Estrellas Dobles Visuales de José Luis Comellas que se encontraba algo desfasado e incluso descatalogado en la propia editorial. Era un trabajo imponente, inmenso, pero al mismo tiempo emocionante. Fue todo un honor y una responsabilidad enorme. Los siguientes meses fueron intensos, consultando datos, especialmente de la misión Hipparcos, que mejoraban considerablemente los datos astrométricos y fotométricos de muchos de los sistemas incluidos en el catálogo. Una vez terminado, el formato no fue el adecuado y aquello se quedó en el disco duro del ordenador. No lo consideré un fracaso, porque el trabajo estaba terminado con el máximo rigor posible y desde el primer momento fue (y sigue siendo) mi guía principal en estrellas dobles.

En los siguientes años hubo algunas tentativas de relanzar dicho trabajo, con la colaboración desinteresada de muchos aficionados que se encargaron de actualizar los parámetros de los sistemas orbitales, hasta que en el 2013, gracias al empuje y trabajo de Juan-Luis González Carballo y Edgar. R. Masa, el catálogo vio finalmente la luz en formato electrónico. Un trabajo que se puede descargar de forma totalmente gratuita desde su propia página web https://sites.google.com/ site/nuevocatalogocomellas/home.

En el año 2010 fui unos de los coordinadores, junto a Juan-Luis y Edgar (auténticos hermanos y los impulsores de muchos de los proyectos que tienen que ver con las estrellas dobles en nuestro país), del proyecto SEDA-WDS (Seguimiento de Estrellas Dobles Abandonadas del Washington Double Star Catalog). Fueron unos años apasionantes donde gracias a todos los colaboradores conseguimos actualizar un gran número de sistemas abandonados y de reportar muchos descubrimientos.

#### ¿Y la aventura de OED? ¿Cómo surgió todo? ¿Cómo valoras estos años de existencia de la revista?

Para que tus medidas sean aceptadas es necesario que sean publicadas en alguna revista especializada, este requisito es indispensable. Mi primer artículo de este tipo fue publicado en el año 2006 en la revista francesa Observations & Travaux, gracias a la insustituible ayuda de Florent Losse. ¡Diez años han pasado ya! Después he publicado algún trabajo más en la publicación americana JDSO (Journal of Double Star Observations), pero escribir en inglés siempre ha supuesto un pequeño problema, no del todo insalvable, pero sí suponía una pérdida importante de fluidez e inmediatez si deseabas contar algo específico. Recuerdo comentar este problema con Juan-Luis y de pronto surgió la idea: ¿y si hacemos una revista especializada en estrellas dobles en español? Edgar dio el empuje definitivo con su entusiasmo y emoción. Era algo arriesgado, el idioma español no es el que típicamente se usa en los artículos científicos y en todos los organismos oficiales que se dedican a esta materia el inglés (y en menor grado el francés) son los idiomas comúnmente aceptados. Tampoco sabíamos cuál iba a ser la acogida de los lectores y el grado de confianza que iban a depositar en nosotros. El primer ejemplar salió a la luz en enero de 2009 y desde entonces el número de trabajos y colaboradores no para de crecer, siendo las medidas publicadas integradas en el WDS en cuestión de pocos días. La experiencia no puede ser más positiva, algo que no hubiésemos podido imaginar en aquel primer número.

Creo que hemos conseguido consolidar una publicación especializada en estrellas dobles en español y con ello hemos fomentado el número de observadores en este campo tan específico de la astronomía, sirviendo como inspiración a otras publicaciones fuera de nuestras fronteras. Ni en nuestros mejores sueños



"En el Congreso Estatal de Astronomía de Madrid, posando con las camisetas del proyecto SEDA-WDS, junto a Juan-Luis González Carballo y Edgar R. Masa, auténticos hermanos, metidos en todos los líos relacionados con las estrellas

#### Mesures d'Etoiles Doubles avec une Webcam

Medidas de estrellas dobles con webcam Double Stars Measurements with a Webcam

> Rafael Benavides Palencia Rafaelbenpal@gmail.c Astronomical Society of Córdoba (Spain)

Abstract: Measurements of 69 double star systems are presented. The telescope was a C9.25 Schmidt-Cassegrain

Key-words: stars: binaries: visual. measurements.

El equipo usado fue un C9.25 Schmidt-Cassegrain trabajando a F10 con una webcam Phillips ToUCam Pro I que grababa a una velocidad de 5 imágenes por segundo. Debido a que no está modificada para larga exposición, la magnitud límite detectada siempre fue un problema, no siendo posible superar la magnitud 11 en dicho telescopio.

METODOLOGIA

El software usado para la reducción de datos (obtención de theta y rho) ha sido Reduc, diseñado por Florent Losse. La propia metodología del método exige la grabación en la misma noche de estrellas de calibración, que posteriormente servirán para conocer la amplificación y orientación del chip de la cámara. Estas estrellas fueron obtenidas de la lista de estrellas dobles de calibración de Guy Morlet. Dicha calibración es

#### L'EOUIPEMENT

L'équipement utilisé consiste en un télescope Schmidt-ssegrain C9.25 ouvert à F/10 avec une webcam Philips ToUCam Pro I enregistrant à la cadence de 5 images par seconde. Cette caméra n'étant pas modifiée pour assurer de longs temps de pose, la magnitude limite a toujours été un problème et il n'a pas été possible d'aller au-delà de la gnitude 11 avec ce télescope

#### METHODOLOGIE

Le logiciel utilisé pour la réduction de données (obtention de thêta et rhô) est Reduc, conçu par Florent Losse. La méthode appliquée exige que l'étalonnage soit effectué chaque nuit en enregistrant des images d'étoiles étalons, celles-ci ttent de déterminer postérieurement l'échantillonnage et l'orientation du capteur de la caméra. Ces étoiles sont tirées de

"Primer artículo, muy sencillo, de medidas de estrellas dobles mediante una webcam publicado en la revista especializada Observations & Travaux en el año 2006 gracias a Florent Losse. ¡En francés y en español!"

podríamos haber imaginado algo así.

### ¿Tienes algunos retos/planes para el futuro inmediato en el campo de las estrellas dobles? ¿Y en otros campos?

Desde hace algunos años tengo como reto obtener medidas e imágenes de las dobles catalogadas como consecuencia de la misión Hipparcos, como son las HDS, TDS o TDT y que estén a mi alcance. Especialmente aquellos sistemas débiles separados por distancias en torno al segundo de arco y que aún no han sido confirmados. Se encuentran justo en el límite de mi equipo. Soy consciente de que cuando se hagan públicos los resultados de la misión GAIA y, por tanto, se confirmen y actualicen dichos sistemas, el proyecto perderá parte de su interés científico, aunque seguirá siendo un reto que por su dificultad merece ser llevado a cabo.

En un futuro me gustaría aprender algo sobre cálculo orbital, es algo que llegado el momento intentaré, siendo consciente de que requerirá de muchísimo esfuerzo y tiempo. Quizás todavía no sea el momento de abordar este proyecto, pero sin duda lo intentaré.

Y por supuesto, siempre he creído que el proyecto más interesante es el que está por llegar y que de momento no conocemos. Estos proyectos no planificados suelen ser los mejores.

## ¿Cómo ves el campo de las estrellas dobles a nivel nacional?

Creo que vivimos en una época dorada en el campo de las estrellas dobles. Posiblemente todo empezó con la labor de Comellas y posteriormente con los trabajos coordinados por Tòfol Tobal. Es evidente que su entusiasmo consiguió que fructificara la pasión por las estrellas dobles en aquella generación de la que formamos parte. Hoy día hay muchísimos doblistas en España con una calidad impresionante y que son reconocidos fuera de nuestras fronteras. Quiero pensar que este proceso es ya irreversible y que el número de aficionados cada vez será mayor, me gustaría creer que de alguna forma nuestro trabajo pueda surtir el mismo efecto y servir de inspiración a la siguiente generación.

#### ¿E internacional?

A nivel internacional también se está viviendo una época dorada. En Europa los países punteros han sido siempre Reino Unido, Francia y Alemania, aunque en estos últimos tiempos empujan con fuerza Hungría e Italia. Hay muchos astrónomos aficionados de esos países con proyectos muy interesantes que serán imprescindibles en el futuro más inmediato.

En América el país que siempre ha liderado la astronomía amateur ha sido Estados Unidos, aunque

Argentina es otro de los países con una buena cantidad de aficionados centrados en este campo. Prueba de ello es la sección de *Estrellas Dobles de la LIADA* que dirige ahora Carlos Krawczencko.

# También eres redactor de la revista AstronomíA, ¿qué puedes contarnos sobre este trabajo?

Las estrellas dobles han sido siempre una referencia en la revista. Primero con los artículos más generales de José Luis Comellas en aquellos años ochenta cuando empezaba Tribuna de Astronomía y después con una sección específica dedicada a ellas que tan bien dirigió Francisco Rica entre 1994-2000. Como comenté antes, ellos fueron una de mis bases imprescindibles cuando me iniciaba en este campo. Pasaron unos años sin dobles en la revista, hasta que en 2004 Ángel Gómez me hizo el ofrecimiento. Acepté sin dudarlo, aunque la responsabilidad era tremenda, pero era importante que se siguiera hablando de estrellas dobles. No podían faltar en la revista que en ese tiempo era la actual AstronomíA que disfrutamos ahora. Casi doce años han pasado ya y la experiencia no puede ser más positiva, aunque no hubiera sido posible sin la ayuda de todos los colaboradores que han escrito en ella. Siempre pensé que aunque coordinase la sección, tenía que ser un espacio donde todos los doblistas españoles tuviesen su espacio. Evidentemente, como hemos comentado, desde entonces ha cambiado mucho el panorama doblístico en nuestro país.

En los últimos años también has participado en numerosos congresos y encuentros de astronomía. ¿Podrías comentar tu participación en ellos así como alguna vivencia que quieras destacar?

El primero al que asistí fue a la Reunión de la Comisión de Estrellas Dobles del SAF, el primer encuentro internacional *pro-am* que se celebró en el año 2000 en Castelldefels. Quizás por ser el primero es uno de los que mejor recuerdo tengo. Curiosamente, a pesar de llevar años escribiéndonos por carta, fue donde conocí personalmente a Francisco Rica y también a Tòfol Tobal, que organizaba aquel congreso. Entonces estaba empezando y poder hablar durante horas con profesionales de la talla de Josefina Ling o David Valls fue algo que nunca podré olvidar.

En la Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional (IAU) celebrada en Praga en el año 2006 tuve el honor de colaborar con un póster, junto a Francisco Rica y Edgardo R. Masa y que fue presentado por Josefina Ling. ¿Se puede imaginar algo mejor?

En noviembre de 2009 se celebró en mi ciudad, Córdoba, el primer Congreso Pro-Am. Resulta curioso



"Imagen de los cráteres Hercules y Atlas y que fue seleccionada como Imagen Lunar del Día (LPOD) el 13 de septiembre de 2014 por Chuck Wood. La Luna siempre estará conmigo."

"Zeta Cancri es mi estrella doble favorita. En el año 2002, después de múltiples intentos, conseguí desdoblarla con una nitidez sin precedentes en el Schmidt-Cassegrain 235 mm. Diez años después pude volver a grabarla con el refractor de 150 mm, un telescopio que nunca falla. Fijaos en el movimiento orbital del par más apretado."



que a principios de ese mismo año ya había nacido OED, pero aún no habíamos coincidido con Edgar en ningún otro sitio. Aquel fue el primer encuentro real de los tres editores de OED. Fue un encuentro espectacular por ser el primero y con recuerdos imborrables. En él también participábamos con algunos pósters.

A partir de entonces hemos procurado asistir a tantos congresos como hemos podido y siempre presentando alguna ponencia, afortunadamente tanto Juan-Luis, como Edgar, son

comunicadores natos y ellos hacen que cualquier exposición sea espectacular e inolvidable. Mi aportación es nula en esta faceta. Hasta el momento hemos estado en el Congreso Estatal de Astronomía en Madrid en 2010, posteriormente en el celebrado en la ciudad de Granada en 2014, en el II Congreso Pro-Am en Alcalá la Real en 2015 y en el IV International Pro-Am Meeting Binary & Multiple Stars que tuvo lugar en Vilanova i la Geltrú en septiembre de 2015. De todos ellos tengo un recuerdo imborrable, aunque destacaría el de Granada por aquellos momentos emocionantes vividos junto a José Luis Comellas y su mujer Ma Jesús en la presentación de Nuevo Catálogo Comellas de estrellas dobles visuales. Son de esos recuerdos que uno siempre lleva grabados, que jamás en la vida podré olvidar y que me siguen emocionando hoy día.

En septiembre de este mismo año espero estar, junto a Edgar y Juan-Luis, en Pamplona en el XXII Congreso Estatal de Astronomía.

Después de tantos años como activo observador de estrellas dobles tienes en tu haber un número más que respetable de pares descubiertos por ti. ¿Recuerdas BVD 1? ¿Qué sentiste al ver tu nombre publicado como descubridor en el WDS? ¿Cómo fueron los demás descubrimientos?

BVD 1 fue detectada en una de las campañas de la LIADA y se trataba de una débil estrella a pocos segundos de arco de HJ 438, probablemente sea una componente óptica sin el menor interés. Las primeras dobles catalogadas fueron siempre dentro de este proyecto y la mayoría del mismo estilo.

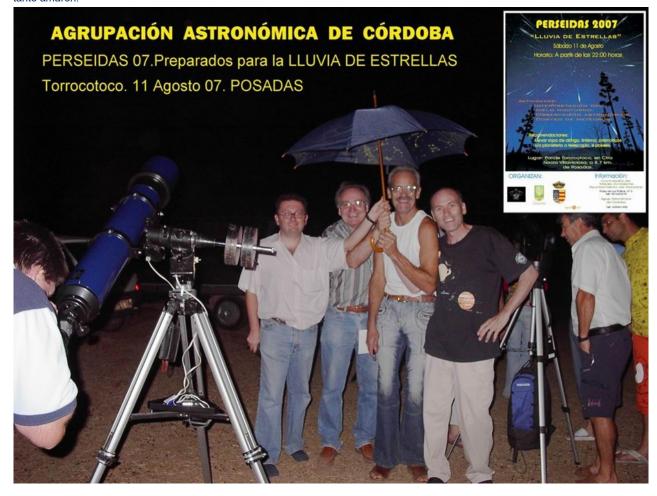
Ver tu nombre con tu código de descubridor en la misma página donde aparecen Herschel, Struve o Aitken (por citar algunos) es algo indescriptible. Se siente algo muy especial que te motiva a seguir trabajando en el campo de las estrellas dobles para siempre, intentándolo hacer lo mejor posible. De alguna manera, te hace pertenecer a esta gran familia que nos dedicamos a las estrellas dobles y sabes que una vez que entras, nunca podrás salir. Se podrán tener épocas donde se observe menos, pero siempre, siempre, siente uno la necesidad de seguir observando y de aportar medidas.

Como muchos sabéis, lo verdaderamente importante vino poco después. Mientras revisaba y caracterizaba las dobles que se encontraban en el *Catálogo de Estrellas Dobles Visuales* de José Luis Comellas, empecé a detectar parejas de estrellas que se movían con la misma velocidad y sentido gracias al programa *Guide 6.0*. Tenía una aplicación que permitía represen-

"Esta foto es de 2007 en una observación de las Perseidas en Posadas, como se viene haciendo todos los años desde principios de siglo, organizado en aquella época por el Ayuntamiento con la colaboración de la Agrupación Astronómica de Córdoba. Junto a mí y de izquierda a derecha, preparados para la lluvia de estrellas, podemos ver a Antonio Becerra, Antonio del Toro y Jesús Tejederas. Es una foto muy especial porque tanto Antonio del Toro como Jesús ya no están entre nosotros y ya forman parte de esas estrellas que tanto amaron."

tar el movimiento propio de cada estrella en forma de vector, con una dirección y una intensidad en consonancia a los valores aportados por la misión Hipparcos. Esta herramienta tan sencilla, es fundamental para detectarlos visualmente. Se trataba de lo que hoy conocemos como parejas de movimiento propio común. En un principio no le di demasiada importancia, aunque cuando llevaba detectada una decena, empecé a sospechar que aquello podía ser importante. En esta época no estaba tan generalizada la búsqueda de parejas de movimiento propio común y realmente me sorprendió que hubiese tantas sin catalogar, pensaba que ya que desde hacía años se conocía el movimiento propio de cada estrella, alguien antes que yo debería haberse dado cuenta de algo tan evidente. Lo sorprendente es que no fue así, y aunque en una primera búsqueda aparecieron algunas más, todo fructificó en un trabajo liderado por Francisco Rica donde se analizaban 150 nuevas parejas de movimiento común y que fue publicado en JDSO en enero de 2010. Nunca pensé que algo así pudiera ocurrirme. Una vez que salió la noticia, incluso fui entrevistado brevemente junto a Francisco Rica en Radio Nacional de España.

En el 2012, gracias a Antonio Agudo y con la colaboración de Juan-Luis González Carballo, diseñamos un proyecto llamado *Cielos del Suroeste* (CSO-MPC) que estuvo plenamente enfocado a la detección de nuevas parejas de movimiento común gracias al catálogo PPMXL (Roeser, 2010). Analizando millones de estrellas gracias a la aplicación informática, y com-



probando todas las candidatas haciendo un *blink* en *Aladin*, llegué a detectar 176 parejas más, alguna de ellas espectacularmente rápida.

Antes lamentabas no haber podido cursar materias como Historia o Arte en el Bachillerato. ¿A qué se debe esa afición por la Historia? Y... ¿por qué el mundo romano?

No hay un motivo especial, la historia me ha gustado desde siempre. Es algo innato. De pequeño me encantó aquella mezcla que realizó Carl Sagan en *Cosmos* y nunca se borró de mi memoria la historia de Hipatia o aquellas teorías desarrolladas en la antigua Grecia y que tan pronto cayeron en el olvido en Europa. He leído mucha novela histórica de cualquier época por pura diversión, pero un día cayó en mis manos *El primer hombre de Roma* de Co-

lleen McCullough. Hasta esa fecha sabía de Roma lo que cualquiera, sin profundizar en nada. Ese libro me abrió la mente a descubrir una civilización, que no deja de ser la nuestra, de la que se tiene muchísima información y documentación. A pesar de ser novela histórica, contenía muchos datos que han llegado hasta nosotros con una riqueza y una información que puede abrumar a más de uno. Esos libros fueron la puerta que me introdujeron en el mundo romano y a partir de ahí se ha convertido casi en una pequeña obsesión, leyendo todo lo que cae en mis manos. Eran tiempos bárbaros donde la vida apenas tenía valor, pero durante algunas generaciones consiguieron algo que hoy día parece imposible en una sociedad donde nos consideramos mejor que nuestro vecino y por tanto diferentes, consiguieron la unidad y estabilidad en un vasto territorio que abarcaba desde Reino Unido hasta Israel y Marruecos. Un territorio dificil de mantener que tampoco duró demasiado, pero que mientras lo hizo fue el motor del mundo conocido. Todos somos Roma, nuestra cultura procede básicamente de Roma y es algo que debemos conocer y valorar.

Como ávido lector de novela histórica, ¿qué opinas sobre el auge de este género en España gracias a autores como Posteguillo, Negrete, Sánchez Adalid o Pérez Reverte? ¿Qué estás leyendo últimamente?



Hay mucha novela histórica, es un género atractivo que se lee muy bien y además se



"Junto a Edgar Masa en el CEA de Granada (2015), detrás de la cámara, Juan-Luis González. A veces nos gusta llamarnos, en broma, *los tres Mosqueteros*." (Cedida por E.R.M.M.).

aprende, algo que nunca está de más. Te enseña a valorar otras culturas y épocas y a tener una noción acorde a su tiempo de los hechos que conforman nuestra historia. Hoy día, como ha pasado casi en cualquier siglo, donde creemos que vivimos con la verdad absoluta y sabemos de todo, tendemos a juzgar hechos del pasado sin el más mínimo conocimiento ni el rigor histórico necesario, solo por modas pasajeras y con nuestra "moderna" mentalidad del siglo XXI. Hay muchos juicios gratuitos en la sociedad actual de hechos históricos que solo demuestran ignorancia. Es la sociedad que nos ha tocado vivir, donde se valora más al famoso de turno o a cualquier iluminado, que a las personas que forjaron lo que hoy somos. Somos lo que somos, porque antes nuestros antepasados fueron lo que fueron. La novela histórica te ayuda a dar los primeros pasos para poner todo en su justo contexto y para hacerte ver que nada es para siempre. En el siglo II cualquier ciudadano del Imperio podría pensar que aquello era para siempre, Roma dominaba el mundo y nadie podía hacerle sombra. Ninguno de ellos podría haber imaginado que pocos siglos después todo se vendría abajo. Es el ciclo natural de la Historia, continuo e irreversible y nos afecta absolutamente a todos.

En España tenemos una oferta muy interesante en este tipo de género que no nos debemos perder. Ahora mismo estoy con la trilogía de Trajano de Santiago Posteguillo, realmente impresionante y que recomiendo a todos los que disfrutan con este tipo de lecturas.



#### Tu avatar en las redes sociales es una guitarra y un telescopio. ¿Por qué? ¿Qué música sueles escuchar?

Desde que tengo uso de razón, todavía antes que la astronomía, me recuerdo siempre junto a la radio escuchando música. En mi adolescencia me enseñaron cuatro acordes y, especialmente, en mi época de estudiante me relajaba pegando *guitarrazos*. No es que realmente sepa tocarla, pero practicaba algunas canciones y me gustaba hacerlo. Por eso mi avatar lo forman una guitarra y un telescopio, ya que mi vida siempre ha girado en torno a ellos. Reflejan lo que me gusta y lo que soy

Casi siempre he observado con música. El telescopio y la radio iban siempre de la mano, era un instrumento más que creaba el ambiente que necesitaba. Y siempre he vivido momentos mágicos de esta manera.

Crecí escuchando pop-rock español, con grupos que entraban dentro de lo que se conoció como *movida* y con otros mucho más desconocidos de la escena lo-

cal que nunca entraron en esa categoría. Mis programas favoritos siempre han sido Disco Grande (que inició su andadura días después de mi nacimiento y aún sigue en antena en Radio 3), el Diario Pop y El Secreto Azul de la Atlántida, programa de Cope Córdoba que desapareció en 1989 y que marcó toda mi adolescencia con todo el panorama de la música independiente que poco después se etiquetaría como alternativa. Sin lugar a dudas mi música es el rock alternativo de finales de los ochenta y principios de los noventa, desde el britpop hasta el grunge, el dream-pop, el shoegaze o el sonido C86. El auténtico indie, la música independiente, y no lo que hoy día se conoce como tal. No es indie todo lo que se denomina así ahora, que es casi todo. Este término está ya demasiado viciado y desprestigiado. Sigue existiendo música independiente, pero no la encontrarás fácilmente. Hoy día tengo una página en Facebook que se llama Indie Bandcamp y que intenta rescatar esos sonidos en grupos desconocidos e independientes que empiezan ahora a lo largo de todo el mundo, da igual que sean de Badajoz o de Japón, lo importante es que me lleguen y transmitan emoción. @



LA IMPORTANCIA DE TRABAJAR EN RED es el objetivo principal con el que nació la Federación de Asociaciones Astronómicas de España (FAAE). Las investigaciones conjuntas entre astrónomos profesionales y amateur, la participación común en actividades de divulgación científica y acciones que promuevan la defensa de la oscuridad natural de la noche como recurso astronómico y turístico son nuestras metas.

La Federación de Asociaciones Astronómicas de España como nexo de unión entre astrónomos amateur

POR BLANCA TROUGHTON trumentación como en realización de ciertas observaciones astronómicas que requieran, debido a su naturaleza, una colaboración amateur.

Una forma atractiva de mos-

conocer las capacidades tanto en ins-

Esta base de datos permitirá

Una forma atractiva de mostrar a la ciudadanía los magníficos trabajos sobre astrofotografía de los aficionados ha sido el lanzamiento del concurso para editar un calendario de

pared para el año 2017 compuesto por fotografías astronómicas realizadas por los miembros de las asociaciones federadas. Se han presentado más de 90 fotografías de excelente calidad de las que solo 12 pasarán a confeccionar el calendario. La votación popular se ha desarrollado en junio y el jurado tendrá la última palabra en la selección definitiva, que se dará a conocer durante este mes de julio.

La Federación colabora también con el Punto Nacional de Contacto (NOC) de la Oficina para la Divulgación de la Astronomía de la Unión Astronómica

Internacional. La actualización de una base de datos de asociaciones astronómicas y la promoción de observaciones astronómicas han sido las primeras aportaciones. En particular el 9 de mayo de 2016 las asociaciones federadas desplegaron por toda España una serie de puntos de observación del tránsito de Mercurio en 31 localidades en coordinación con el NOC.

Queremos invitar a las asociaciones astronómicas de España a federarse, contribuyendo todas con nuestras posibilidades y alcances a la consecución de los fines de la Federación, desarrollar proyectos de interés común y ampliar los nexos de unión en beneficio de la comunidad astrónoma amateur española.

Muchos fueron los años de intentos fallidos de constitución de una federación de estas características. Desde el 29 de noviembre de 2014 es una realidad que aglutina, a día de hoy, a 42 asociaciones astronómicas que representan a 4.768 aficionados a la astronomía.

El avance de la tecnología ha permitido que se estrechen lazos de colaboración entre astrónomos amateur y profesionales. A raíz del II Congreso Pro-Am, celebrado en la localidad andaluza de Alcalá la Real, la Federación ha suscrito un convenio de colaboración con la Sociedad Española de Astronomía (SEA) por el que se establecen los términos para el desarrollo de programas de estudios conjuntos, intercambio y cooperación en el campo de la formación de astrónomos amateur y de la investigación astronómica.

Resulta fundamental contar con una base de datos de los distintos recursos astronómicos amateur para establecer la colaboración Pro-Am. Es necesario conocer cuántos observatorios astronómicos amateur hay, la instrumentación científica de que disponen los aficionados, la capacidad de realización de observaciones astronómicas determinadas de carácter científico (astrometría, fotometría, espectrometría, astrofotografía, estrellas dobles, variables, supernovas, cometas, estaciones de seguimiento de bólidos, etc.), la posibilidad de tiempo de dedicación para la realización de tareas y otros factores relacionados con el campo de investigación.

Según palabras del coordinador de la sección Pro-Am de la SEA, Ángel Rafael López Sánchez, astrofísico del Observatorio Astronómico Australiano, "estrechar la comunicación con los astrónomos aficionados es de vital importancia, por lo que la interacción con la Federación de Asociaciones Astronómicas de España será especialmente importante".

En la Federación estamos totalmente implicados en este proyecto y hemos diseñado aplicaciones web que permiten agilizar, dinamizar y catalogar esta información. A través del enlace http://federacionastronomica.es/recursos.avx se dirige al usuario a un cuestionario donde volcar toda la información necesaria. El formulario está abierto a todos los astrónomos y astrónomas amateur del Estado Español que tengan interés y posibilidad de colaborar en programas de investigación científica. No es necesario pertenecer a una asociación astronómica o a la Federación.

**Blanca Troughton Luque**, presidente de la Federación de Asociaciones Astronómicas de España, es profesora de Matemáticas en el I.E.S. "Los Manantianles" de Torremolinos (Málaga).

