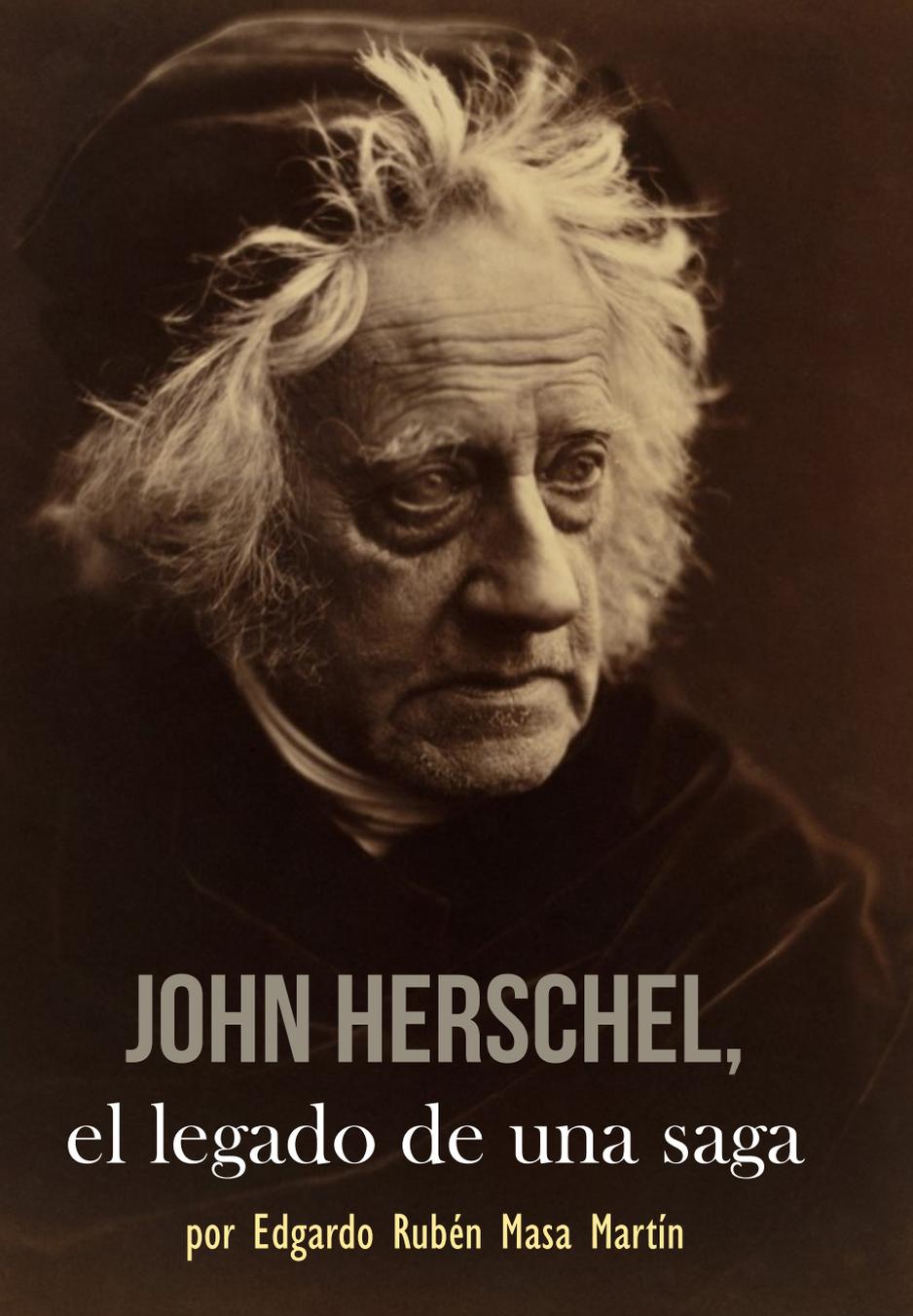


# el observador de estrellas dobles



## JOHN HERSCHEL, el legado de una saga

por Edgardo Rubén Masa Martín

SECCIÓN

¿por qué observo  
Estrellas dobles?

CON

Carlos Krawzcenko

PROYECTO MESDA-LIADA

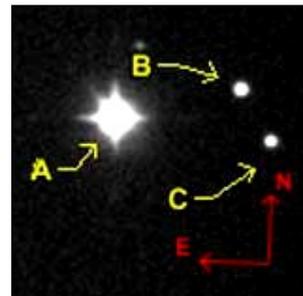
Resultados de la  
1ª y 2ª campañas

II CONGRESO PRO-AM

Presencia de las  
estrellas dobles  
en el congreso  
celebrado en  
Alcalá la Real

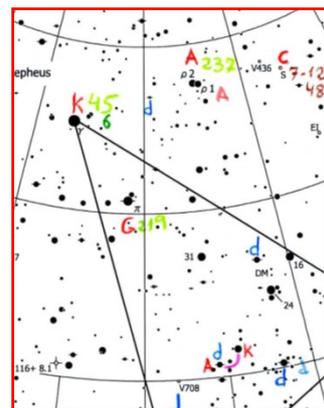
# 15

julio · diciembre de 2015



### Astrometría de estrellas dobles

Lluís Ribé  
Margarita Granado  
Carlos Krawzcenko  
Marcel Fay



### Ocho años buscando estrellas dobles

Francisco Gutiérrez Turpín

### Caracterización de sistemas binarios mpc

Manuel J. del Valle  
Carlos Lasgoity  
Juan Lendínez  
Rafael Caballero

FUERA DE FOCO

Javier Armentia  
escribe en OED



## índice

## ACTUALIDAD

Editorial | 3

Noticias de actualidad | 4

por *Francisco M. Rica*

Llamamiento de la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA | 9

por *AA.VV.*

Resultados de la 1ª y 2ª campañas del Proyecto MESDA-LIADA | 10

por *AA.VV.*

Crónica del II Congreso Pro-Am de Alcalá la Real (Jaén) | 14

IV International Pro-Am Meeting on Binary and Multiple Star Systems (Vilanova i la Geltrú) | 26

Anotaciones 1991-1998: ocho años buscando dobles | 28

por *Francisco Gutiérrez Turpín*

## MISCELÁNEA

## OBSERVACIÓN

Nuevo par de movimiento propio común en perseo | 31

por *Juan Lendínez Moral*

Trece nuevos sistemas con movimiento propio común | 34

por *Rafael Caballero Roldán*

Medición de 132 estrellas dobles australes desde el OAWC | 38

por *Carlos A. Krawczenko*

Mediciones de 236 estrellas dobles visuales desde el OABM | 48

por *Marcel Fay*

Tenues sistemas de movimiento propio común | 62

por *Carlos A. Lasgoity*

Astrometría de estrellas dobles desde cielos urbanos: 5ª serie | 72

por *Margarita Granado Sánchez-Toscano*

Observación de estrellas dobles olvidadas: 7ª serie | 76

por *Lluís Ribé de Pont*

Descubrimiento de un candidato a sistema binario mpc en CrB | 82

por *Manuel J. del Valle*

Un nuevo par mpc en Hércules | 87

por *Manuel J. del Valle*

## ¿POR QUÉ...?

¿Por qué observo estrellas dobles? | 93

Firma invitada: *Carlos A. Krawczenko*

## HISTORIAS

John Herschel: el legado de una saga | 95

por *Edgardo Rubén Masa Martín*

## FUERA DE FOCO

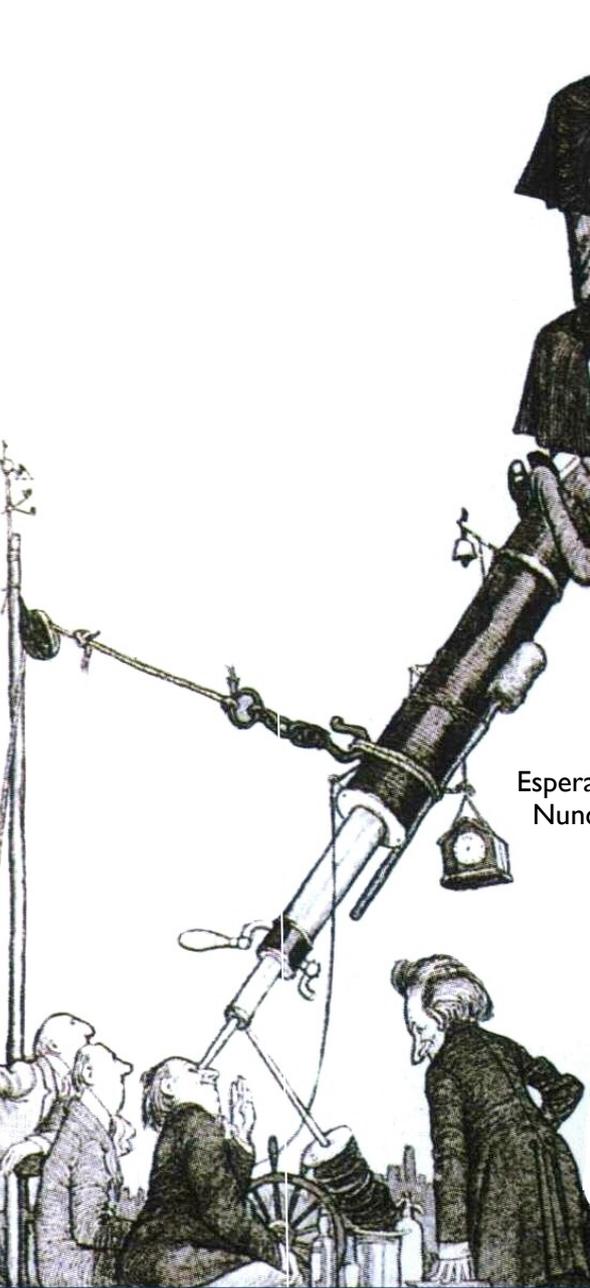
Esa cosa del Universo | 116

Firma invitada: *Javier Armentia*

## 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 castellano.
- OED tendrá una periodicidad semestral. La fecha límite de recepción de trabajos para el próximo número será el 1 de noviembre de 2015.



Llegó el verano y con él un nuevo número de **OED**, repleto de noticias y artículos que esperamos os resulten del máximo interés de la mano de Rafael Caballero, Marcel Fay, Carlos Lasgoity, Juan Lendínez, Margarita Granado, Francisco Gutierrez, Lluís Ribé, Manuel José del Valle y Carlos Krawczenko, al que va dedicada nuestra querida sección de **¿Por qué observo estrellas dobles?**, así como los resultados de la campaña de **MESDA-LIADA**. En **Historias** contamos con una espectacular biografía de **John Herschel** re-dactada por Edgar R. Masa que nos va a impresionar profundamente. Francisco Rica nos pone al día con todas las noticias de **Actualidad** en torno a nuestras queridas estrellas dobles. Además, contamos con la colaboración especial de Javier Armentia para la sección **Fuera de Foco**.

Muy intenso está resultando el año 2015, tal como adelantábamos en el pasado número. En junio asistimos al **II Congreso Pro-Am de Astronomía** en Alcalá la Real (Jaén), en páginas interiores encontrarás un resumen del mismo donde nuestra revista tuvo un papel destacado. Y en septiembre tendrá lugar en Villanova i la Geltru (Barcelona) el **IV International Meeting Pro-Am on Binary and Multiple Stars**, un encuentro al más alto nivel en el mundo de las estrellas dobles y del que encontrarás una amplia crónica en el próximo número de la revista.

Esperamos que estos meses de calor resulten más amenos con la lectura de **OED**. Nunca nos cansaremos de daros las gracias por vuestro apoyo y confianza. ☺

## LOS EDITORES



director honorífico

**Sr. D. José Luis Comellas García-Llera**

editores

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

[rafaelbenpal@gmail.com](mailto:rafaelbenpal@gmail.com)  
[struve1@gmail.com](mailto:struve1@gmail.com)  
[ermasa.dsa@gmail.com](mailto:ermasa.dsa@gmail.com)

sitio web

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

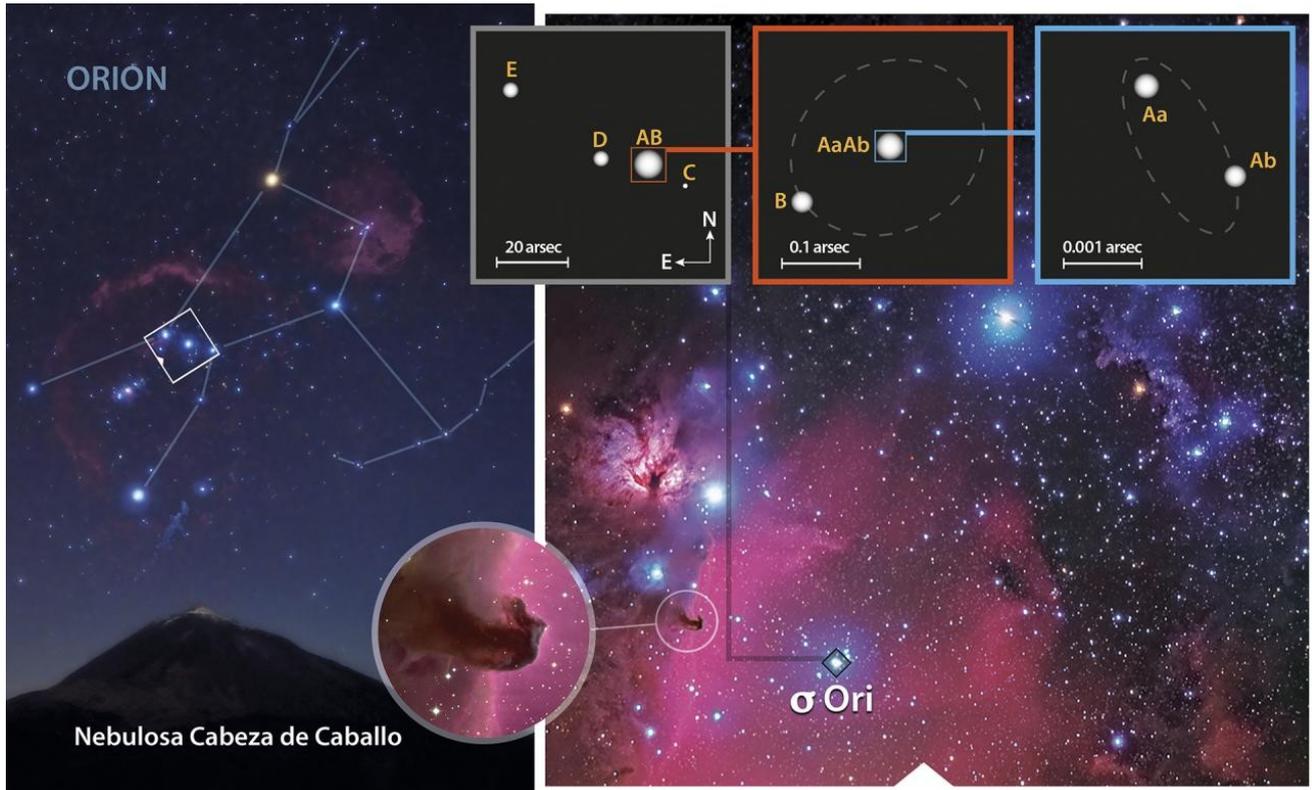
colaboradores

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

con el apoyo de

## Propiedades físicas orbitales del sistema triple $\sigma$ Ori Aa, Ab, B

Un grupo de astrofísicos españoles, entre los que se encuentran J. A. Caballero (Investigador Ramón y Cajal en el Centro de Astrobiología, CSIC) e Ignacio Negueruela (Universidad de Alicante), proporciona una completa caracterización de las propiedades astrofísicas del sistema jerárquico  $\sigma$  Ori Aa, Ab, B, además de los parámetros orbitales mejorados de la binaria espectroscópica  $\sigma$  Ori Aa, Ab. Los astrónomos obtuvieron 90 espectros de alta resolución cubriendo un total de 1963 días para obtener velocidades radiales y componer curvas de velocidad radial que ayudaron en el análisis orbital detallado y preciso. Usaron información fotométrica y distancia del sistema, para medir el radio, luminosidad y masas espectroscópicas de las tres componentes. También obtuvieron masas y edades evolucionarias (usando isócronas) mediante el código con técnica bayesiana. Determinaron que la estrella  $\sigma$  Ori B es una enana B-temprana de rápida rotación. Los análisis realizados indican que el par Aa, Ab contiene las componentes estelares más calientes y masivas, mientras que la componente B es un poco más fría y menos masiva. Las edades estelares derivadas son un poco más jóvenes que las aceptadas por la comunidad científica. [Simon-Díaz, diciembre 2014, 2014arXiv1412.34695]

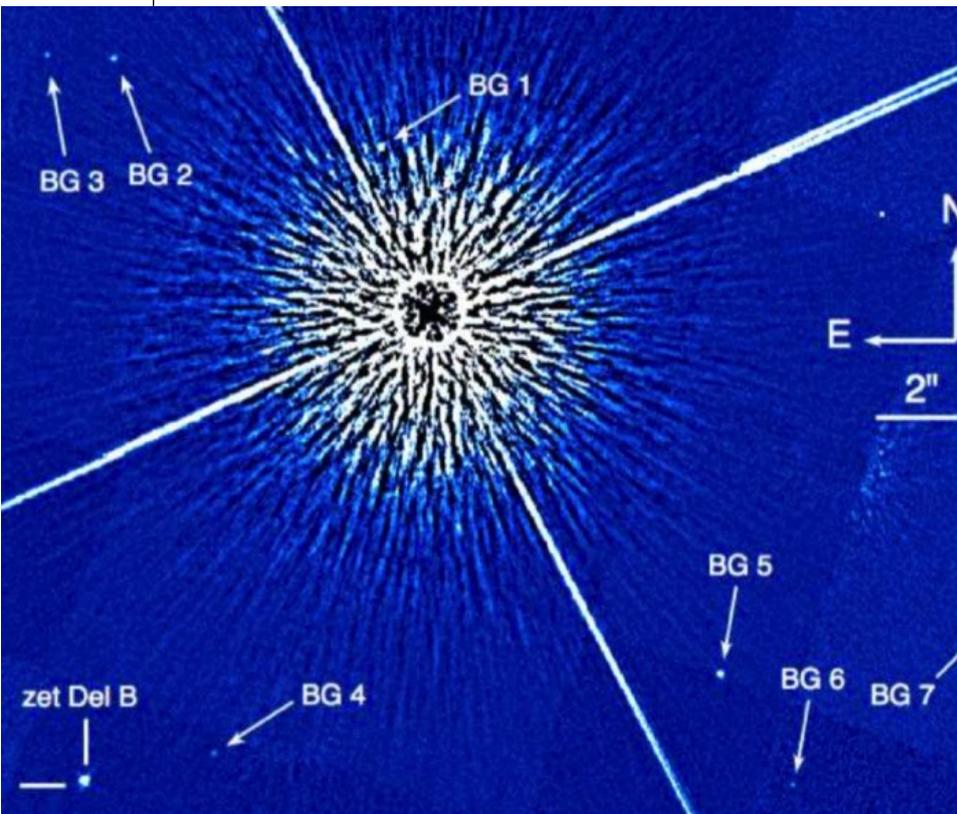


**Figura 1.** Sistema múltiple  $\sigma$  Orionis, caracterizado recientemente por un grupo internacional de astrónomos liderado por varios españoles. Crédito: <http://www.iaa.es/es/content/se-determinan-las-caracteristicas-de-la-estrella-multiple-sigma-orionis>.

## La multiplicidad de las estrellas masivas: estudios de alta resolución angular

Un grupo de astrofísicos entre los que destacan los conocidos William Hartkopf, Brian Mason (ambos astrónomos del Observatorio Naval de los Estados Unidos), el astrónomo T. J. Henry y la astrónoma S. M. Caballero-Nieves (del Instituto de Astrofísica de Andalucía), ha presentado un estudio de todo el cielo con el telescopio espacial Hubble (HST), para buscar sistemas binarios entre las estrellas masivas. La muestra de 224 estrellas está compuesta por astros de los tipos espectrales O y B, variables azules y luminosas y unas pocas estrellas luminosas de la Gran Nube de Magallanes. El instrumento usado en el HST permite la detección de estrellas con separaciones entre 0,01 y 1,0 segundos de arco, con una diferencia de hasta 5 magnitudes. Las observaciones resolvieron 52 binarias y 6 sistemas triples y detectaron parcialmente otras 7 binarias (43 fueron nuevos descubrimientos). Estos resultados arrojan un 29% de detección de estrellas con compañeras. Si tenemos en cuenta los datos de la literatura para binarias espectroscópicas y astrométricas, se confirma el alto porcentaje de multiplicidad entre las estrellas masivas. [Aldoretta E. J. et al., 2011, 5A], 149, 26]

## El estudio VAST-IV. Una compañera separada enana marrón de la estrellas A3V, ζ Del

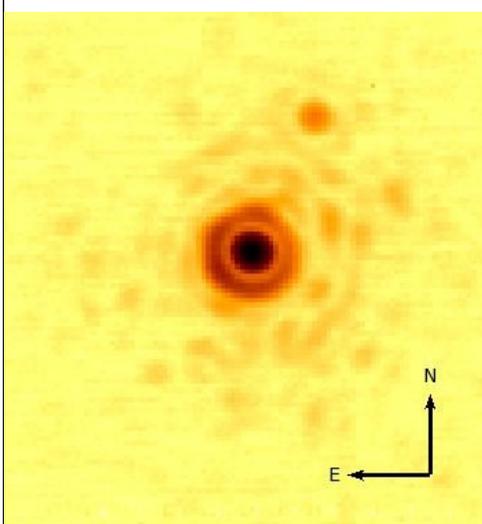


Un grupo de astrónomos ha descubierto una compañera subestelar separada con el mismo movimiento que la estrella cercana (distancia 67,5 parsecs) de tipo A3V, llamada ζ (zeta) Delphini. Este estudio se ha basado en imágenes y un seguimiento espectroscópico obtenido durante el estudio de multiplicidad llamado VAST. Durante 5 años se realizaron observaciones astrométricas con óptica adaptativa de la estrella ζ Del, revelando la presencia de una compañera previamente no resuelta, con un movimiento propio común igual al de ζ Del. La edad estimada de ζ Del fue de  $525 \pm 125$  millones de años. Usando espectroscopía infrarroja de resolución media, la temperatura de la nueva compañera (unos 1650 K) ζ Del B es consistente con la temperatura típica de una enana L5. Su masa estimada, dependiente de modelo, fue de unas 50 masas de Júpiter. Con una separación física proyectada de unas 910 unidades astronómicas, ζ Del B está entre las compañeras subestelares con relación de masas más extremas y más ampliamente separada. Por tanto, esta binaria proporciona una limitación empírica poco común sobre la formación de compañeras de baja relación de masa y extremadamente separadas. [De Rosa, R. J. et al., diciembre 2014, MNRAS, 445, 3694D]

**Figura 2.** La nueva compañera (etiquetada como zet Del B) de zeta Delphinis, descubierta recientemente.  
Crédito: <https://arxiv.wordpress.com/2014/10/02/the-vast-survey-iv-a-wide-brown-dwarf-companion-to-the-a3v-star-delphini-ssa/>

## Una compañera estelar de HD 8673, una estrella con un exoplaneta

HD 8673 alberga un exoplaneta masivo en una órbita altamente excéntrica ( $e = 0,723$ ) e inclinada. Basada en dos épocas de observación astrométrica con técnica speckle, un trabajo previo identificó una candidata a compañera. Un grupo de astrónomos entre los que destacan L. C. Robert (Jet Propulsion Laboratory, Instituto de Tecnología de California) y Brian Mason (Observatorio Naval de los Estados Unidos), ha observado en múltiples ocasiones a HD 8673 con los telescopios Keck II de 10 metros, el telescopio Hale de 5 metros, el telescopio AEOS de 3,62 metros y el telescopio Palomar de 1,5 metros. Emplearon diversos filtros con el objetivo de confirmar y caracterizar la compañera estelar. Los astrónomos no detectaron la candidata a compañera concluyendo que se trataba de una falsa detección pero, sin embargo, encontraron otra compañera. Realizaron observaciones astrométricas y fotométricas de la compañera en 6 épocas diferentes con varios filtros. La fotometría diferencial medida les permitió determinar que es una enana M con una masa estimada de 0,33-0,45 masas solares y tiene una separación proyectada de 10 ua, la cual es una de las distancias más pequeñas de un sistema binario con exoplaneta. Basada sobre las pocas observaciones astrométricas, los astrónomos fueron capaces de limitar la órbita de la compañera estelar a un semieje mayor de 35-60 ua, una excentricidad  $\leq 0,5$  y una inclinación de 75-85 grados. Esta nueva componente probablemente ha influenciado de forma significativa la órbita del exoplaneta y puede explicar su alta excentricidad. [Robert, L. C. Jr. et al., febrero 2015, arXiv150206630R]



**Figura 3.** Estrella HD 8673 y su nueva compañera recién descubierta por varios astrónomos. Imagen reproducida con permiso del autor principal.

## LA FORMACIÓN DE SISTEMAS ESTELARES CUÁDRUPLES MUY SEPARADOS

La multiplicidad inicial de sistemas estelares es altamente incierta. Se han propuesto un número de mecanismos para explicar el origen de los sistemas binarios o múltiples, incluyendo la fragmentación del núcleo o del disco o la captura estelar. Las observaciones muestran que la multiplicidad de protoestrellas o de estrellas pre-secuencia principal es más alta que la multiplicidad encontrada en estrellas de campo, lo cual sugiere que las interacciones dinámicas ocurren pronto, separando sistemas múltiples y modificando las separaciones estelares iniciales. Sin observaciones de alta resolución de estrellas en formación, es difícil determinar la multiplicidad inicial verdadera y el mecanismo dominante de formación de binarias.

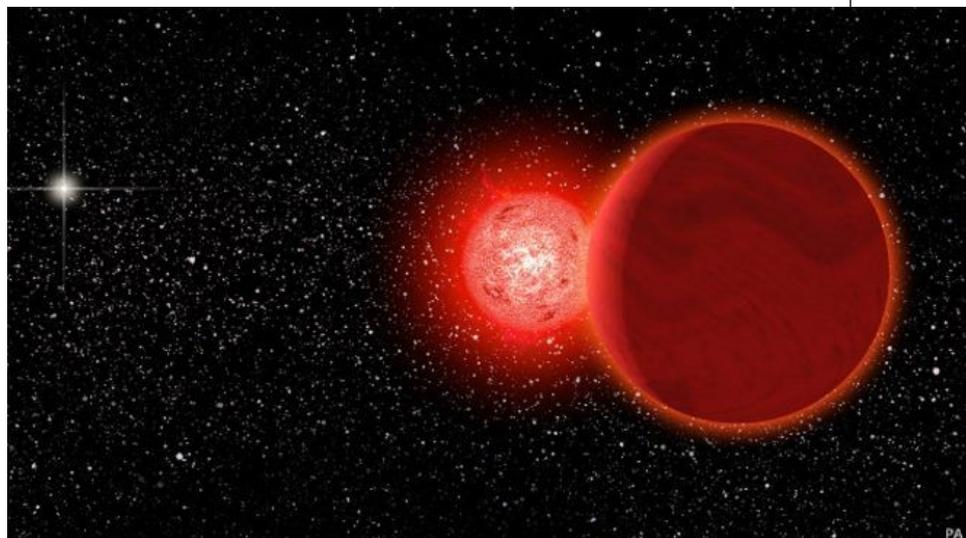
Un equipo internacional de astrónomos ha presentado observaciones de un sistema cuádruple con gran separación ( $> 1000$  unidades astronómicas) compuesta por protoestrellas jóvenes y tres condensaciones de gas gravitacionalmente unidas. Estas condensaciones son el resultado de la fragmentación de densos filamentos de gas y se espera que cada condensación forme una estrella en una escala de tiempo de unos 40000 años. Los astrónomos determinaron que el par más cerrado formará una binaria gravitacionalmente unida. El sistema cuádruple está físicamente unido pero es inestable en una escala de tiempo de 500000 años. Estas observaciones sugieren que la fragmentación de los filamentos en escalas de 5000 ua ofrece una forma viable de formación de sistemas múltiples. [Pineda et al., febrero, 2015, Nature, 518, 213]

## COMPAÑERAS SUBESTELARES Y MULTIPLICIDAD ESTELAR EN LA REGIÓN DE FORMACIÓN ESTELAR DE TAURO

Un grupo internacional de astrónomos ha presentado resultados de un estudio con imágenes de alta resolución espacial en el infrarrojo cuyo objetivo es buscar compañeras estelares y subestelares en la región de formación estelar de Tauro-Auriga. La muestra estudiada comprende 64 estrellas con masa entre las 0,2 y 3,0  $M_{\odot}$ . En total, detectaron 74 candidatas a compañeras, 34 de ellas fueron detectadas por primera vez. Veinticinco compañeras probablemente están físicamente relacionadas. Cuatro candidatas a compañeras parecen ser estrellas de campo no relacionadas. La frecuencia de multiplicidad determinada para esta región de formación (y para separaciones entre  $\sim 10$ -1500 ua) es del 62%, entre las estrellas con 0,7 y 1,4  $M_{\odot}$ . Los resultados obtenidos indican que las compañeras estelares y enanas marrones comparten el mismo mecanismo de formación dominante. [Daemgen, S. et al., febrero 2015, ApJ, 799, 155]

## EL VUELO ESTELAR MÁS CERCANO DEL SISTEMA SOLAR

Las estrellas que pasan cerca de nuestro Sistema Solar pueden perturbar la Nube de Oort, lanzando los cometas y provocando posibles eventos de extinción sobre la Tierra. Un equipo internacional de astrónomos, entre los que se encuentra E. E. Mamajek, ha combinado las medidas de velocidad de la estrella WISE J072003.20-084651.2 ("la estrella de Scholz"), una binaria de baja masa descubierta recientemente y situada a poca distancia de nosotros. El objetivo es calcular su trayectoria pasada. Integrando las órbitas galácticas de esta estrella binaria de unas 0,15 masas solares y el Sol, estos astrónomos han encontrado que la binaria pasó hace unos  $70000 \pm 10000$ -15000 años a una distancia de 0,25 pc (incertidumbre entre +11 y -0,07) del Sol (0,8 años-luz). Por tanto la estrella visitante se situó dentro de la Nube de Oort. Este es el encuentro conocido más cercano de una estrella con nuestro sistema solar, con una distancia y velocidad bien limitadas. Trabajos anteriores sugieren que las visitas estelares a 0,8 años-luz o menos ocurren cada 10 millones de años, aproximadamente. Este equipo de astrónomos comprobó que dada la baja masa y alta velocidad de la estrella de Scholz, el encuentro estelar fue dinámicamente débil. Usando los mejores datos astrométricos, sus simulaciones sugieren que la probabilidad de que la estrella penetrara la parte externa de la Nube de Oort es del 98%. Casi descartan que pudiera haber pasado por la parte interior ( $< 20000$  ua). [Mamajek E. E. et al., febrero 2015, ApJ, 800L, 17]



**Figura 4.** Recreación artística de la estrella de Scholz, un sistema binario de enanas rojas situadas a 20 años-luz de nosotros. Según han determinado los astrónomos en una reciente investigación, se acercó al Sol hace unos 70.000 años a sólo 0,8 años-luz, rozando la parte externa de la nube de Oort. Crédito: [http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2015/02/150219\\_estrella\\_scholz\\_sistema\\_solar\\_1p](http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2015/02/150219_estrella_scholz_sistema_solar_1p)

## Una búsqueda de compañeras estelares de estrellas que albergan exoplanetas de tránsito

La presencia de compañeras estelares alrededor de estrellas que albergan planetas, influye en la arquitectura de sus planetas. Para encontrar y caracterizar estas compañeras estelares y determinar sus órbitas, es importante entender la formación y evolución planetaria. Para sistemas con planetas en tránsito, incluso estrellas de campos no gravitacionalmente unidas, son de interés si están dentro de la apertura fotométrica de la medida de la curva de luz. La presencia de esta compañera contribuye a desplazar el flujo constante de la curva de luz y sesga la obtención de los parámetros del planeta y la estrella. Fuentes estelares cercanas son, sin embargo, pasadas por alto con facilidad por los estudios de planetas típicos debido a su limitada resolución espacial. Un grupo de astrónomos alemanes y del Reino Unido ha realizado imágenes de alta resolución angular de 49 estrellas con planetas en tránsito para identificar binarias no resueltas, caracterizar sus tipos espectrales y determinar sus separaciones. Las observaciones fueron llevadas a cabo con el telescopio 2,2 metros de Calar Alto (Almería) usando la cámara Lucky Imaging AstraLux Norte. Todos los objetos fueron observados en bandas *i* y *z*. Los astrónomos encontraron nuevas candidatas a compañera en WASP-14 y WASP-58 y volvieron a observar las candidatas a compañeras de otros tantos objetos. A partir de la densidad estelar alrededor de las fuentes observadas dedujeron que dos candidatas a compañeras probablemente no están relacionadas físicamente con sus brillantes estrellas. [Wöllert, M. et al., marzo 2015, A&A, 575A, 23W]

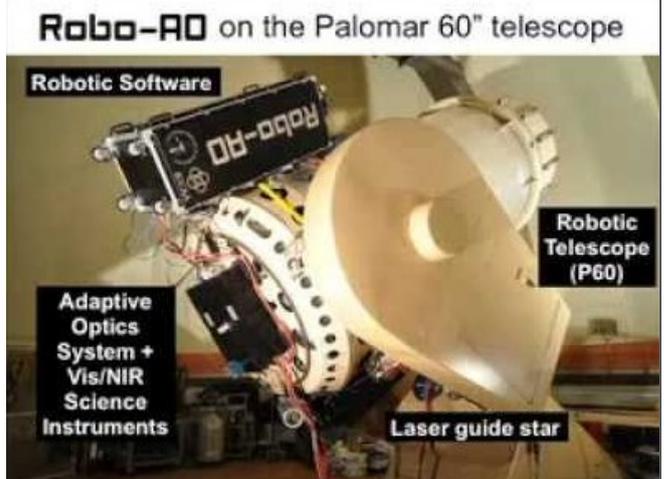


**AstraLux, primera luz** (CAHA 2,2 m)  
© Observatorio de Calar Alto - Julio 2006

Figura 5. La cámara Lucky Imaging AstraLux Norte acoplada al telescopio de 2,2 metros de Calar Alto. Crédito: <http://www.madrimasd.org/blogs/astrofisica/2013/02/21/132546>

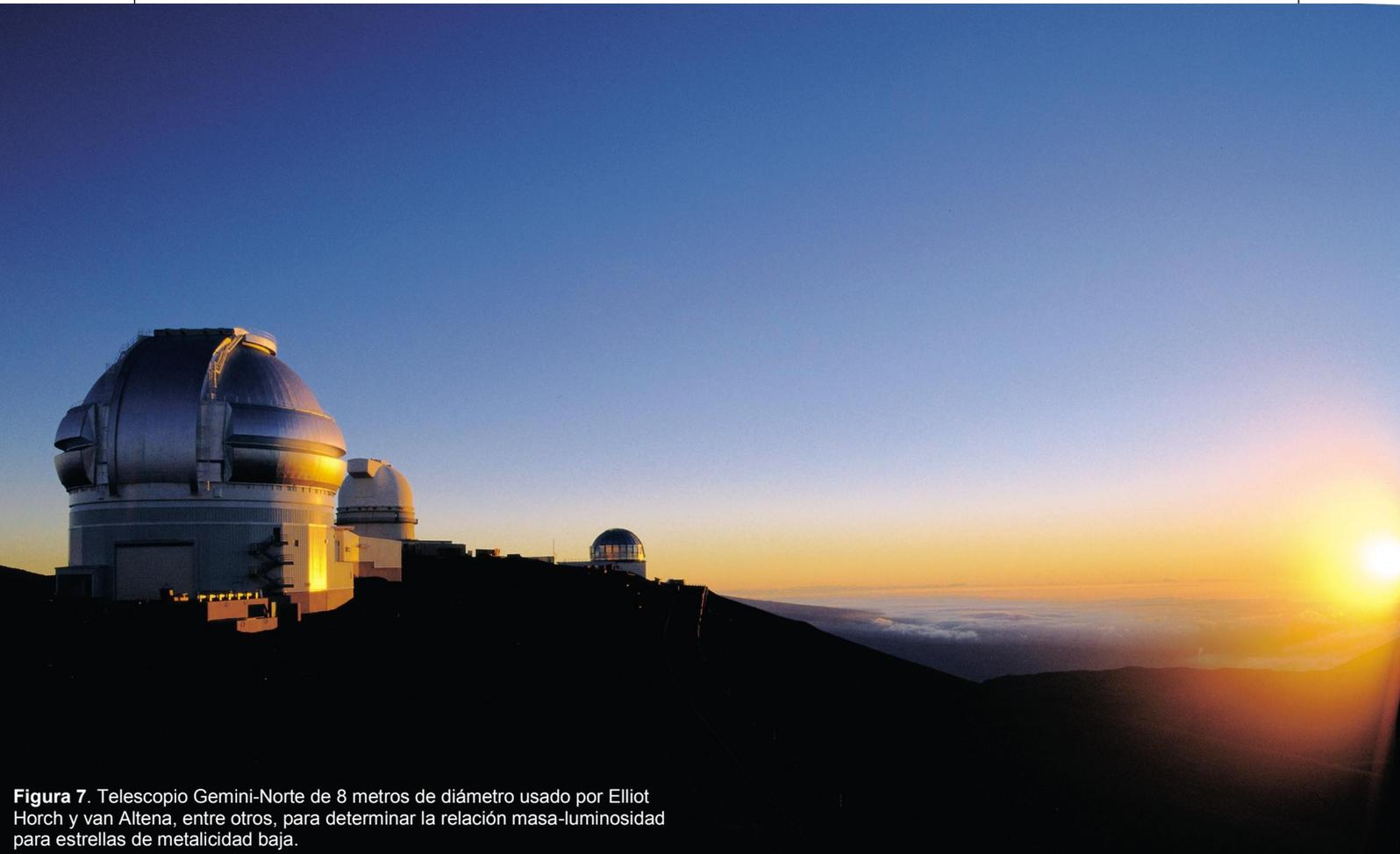
## Un estudio de alta multiplicidad de binarias cercanas de tipo solar con óptica adaptativa

Un numeroso grupo de astrofísicos, entre los que se encuentran Andrei Tokovinin (Cerro Tololo Inter-American Observatory), Brian Mason y William Hartkopf (Observatorio Naval de los Estados Unidos) ha realizado un estudio de sistemas binarios cercanos compuestos por estrellas de la secuencia principal de tipos espectrales F y G. El objetivo de sus observaciones es mejorar el entendimiento de la naturaleza jerárquica de los sistemas estelares múltiples. Usando Robo-AO, el primer instrumento robótico de óptica adaptativa, obtuvieron imágenes de alta resolución con límite de detección profundo. En total se observaron 695 componentes pertenecientes a 595 sistemas estelares. Priorizaron la observación de componentes secundarias débiles con separaciones superiores a 10" con el objetivo de cuantificar la todavía poco conocida frecuencia de sus subsistemas. De las 214 secundarias observadas, 39 contenían tales subsistemas; 19 de ellos fueron descubiertos con Robo-AO. La frecuencia de subsistemas en la secundaria, con periodos entre 5000-100000 días es del 12%. La mitad de los pares secundarios pertenecen a sistemas cuádruples donde la primaria también es un par cerrado, mostrando que la presencia de subsistemas en ambas componentes de la binaria externa está correlacionado. La abundancia relativamente grande de sistemas cuádruples 2+2 es un nuevo hallazgo, y requerirá más exploración de los mecanismos de formación de los sistemas múltiples. También observaron binarias cerradas con periodos menores de 100 años buscando una componente separada. Descubrieron 17 compañeras (más dos posibles). En una muestra de 241 binarias cerradas, 71 tienen compañeras externas adicionales. Las mediciones de estrellas binarias con el instrumento Robo-AO les permitió a los astrónomos calcular por primera vez órbitas para 9 pares y mejorar las órbitas de otros 11 pares. [Reed L. Riddle et al., enero 2015, ApJ, 799, 4]



**Figura 6.** Robo-AO es un sistema autónomo de óptica adaptativa utilizado para investigar la multiplicidad de los sistemas estelares de la secuencia espectral con tipos espectrales F y G. Crédito: <https://www.youtube.com/watch?v=7mBke8cNh2E>

## OBSERVACIONES DE ESTRELLAS BINARIAS CON INTERFEROMETRÍA SPECKLE DIFERENCIAL. V. HACIA UNA RELACIÓN MASA-LUMINOSIDAD PARA ESTRELLAS POBRES EN METALES.



**Figura 7.** Telescopio Gemini-Norte de 8 metros de diámetro usado por Elliot Horch y van Altena, entre otros, para determinar la relación masa-luminosidad para estrellas de metalicidad baja.

En un esfuerzo por entender los detalles de la estructura y evolución estelar de las estrellas pobres en metales, un grupo de astrónomos (entre ellos el experto Elliot Horch y William van Altena) usó el telescopio Gemini North en dos ocasiones, para tomar imágenes speckle de una muestra de binarias espectroscópicas conocidas y otras estrellas cercanas con el objetivo de buscar y resolver compañeras cerradas. Las observaciones fueron obtenidas con un instrumento interferométrico speckle diferencial, el cual toma datos en dos filtros fotométricos simultáneamente. Los resultados presentados son de 90 observaciones de 23 sistemas en los cuales una o más compañeras fueron detectadas. En los casos de binarias y estrellas múltiples, estos resultados fueron analizados posteriormente para obtener por primera vez las órbitas de 5 binarias y mejoras orbitales en otras 4. Se obtuvo información sobre las masas estelares y se compararon con modelos evolucionarios en función de la metalicidad. Estos datos sugieren que las estrellas de la secuencia principal pobres en metales son menos masivas para un color dado que sus análogas de metalicidad solar, siendo consistente con lo predicho por la teoría. [Horch, E. P. et al., marzo 2015, 2015arXiv150300363H]



# Llamamiento de la Sección de Estrellas Dobles de la Liga Iberoamericana de Astronomía

Carlos A. Krawczenko<sup>1, 2</sup>, Edgardo R. Masa<sup>3</sup>, Francisco M. Rica<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Miembro de la Liga Iberoamericana de Astronomía

<sup>2</sup>Coordinador General Sección Estrellas Dobles – LIADA

<sup>3</sup>Coordinador Adjunto Sección Estrellas Dobles – LIADA

<sup>4</sup>Asesor Científico Sección Estrellas Dobles – LIADA

<sup>1</sup>oawc2010@gmail.com, <sup>3</sup>ermasa.dsa@gmail.com, <sup>4</sup>frica0@gmail.com

## Introducción

El *Washington Double Star Catalog (WDS)* mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO) es un referente a nivel mundial en materia de estrellas dobles. La labor de la actualización del mismo está delegada prácticamente a los astrónomos aficionados ya que nosotros disponemos del tiempo y de los recursos necesarios sin restricciones; no así, en cambio, los profesionales, quienes dependen en general de turnos de observación limitados, causa por la que dedican sus observaciones a estudios más específicos.

Por otro lado, observar y medir estrellas dobles tiene algunas ventajas con respecto a otros quehaceres astronómicos de los astrónomos amateur. Como ejemplo podemos mencionar que para este tipo de trabajo no es indispensable contar con cielos muy oscuros como los requeridos para la observación de cielo profundo; dicho en otros términos, es una disciplina que podemos realizar sin mayores problemas desde cielos urbanos. Además, gracias al Observatorio Virtual, estamos capacitados para trabajar en este campo realizando una amplia variedad de estudios sin la necesidad de contar con instrumental propio.

Medir estrellas dobles para actualizar el *WDS* es muy importante por varios motivos: la actualización en sí es sumamente útil puesto a que al contar con muchas observaciones podemos evaluar el cambio relativo de posiciones, y por ende su cinemática y también la de su entorno, es decir la dinámica de una parcela de la Galaxia. También, gracias a las estrellas dobles, los astrofísicos han podido determinar las masas de las estrellas, parámetro fundamental que rige la evolución estelar en general.

De todas las estrellas dobles catalogadas, hay un buen número de ellas que necesitan ser actualizadas y en algunos casos ser confirmadas también (cuando solo se acumula la medida del descubrimiento). Estas labores, con frecuencia, se nutren de la cooperación internacional gracias a campañas de observación específicas diseñadas para este propósito. La cantidad de amateurs dedicados a este tipo de objetos es relativamente escasa, especialmente en el hemisferio sur. Haciendo algunos sencillos cálculos estadísticos sobre el *WDS* se pone de manifiesto esta realidad.

## Estadísticas en el WDS

A la fecha de hoy, mediados de mayo de 2015, el catálogo *WDS* registra 131146 estrellas dobles. A este total deberíamos restarle aquellos sistemas que por su separación angular resultarían inaccesibles para los instrumentos medios de los astrónomos no profesionales. Estimando este límite de separación en  $\rho = 1,5''$  la cantidad de estrellas dobles accesibles a los amateurs sería de 99190 sistemas (75,63%). Cabe destacar que para este análisis estadístico se tiene en cuenta solamente la separación angular. Los resultados pueden variar sustancialmente si tomamos en cuenta, por ejemplo, los valores de las magnitudes de las componentes y/o su diferencia ( $\Delta m$ ), pues pueden ser causa de que algunas dobles no se observen con determinados instrumentos.

Si consideramos todas las estrellas que no se han medido con posteridad al año 1980 (y las definimos como "abandonadas") tendríamos 3827 pares (3,86%). Este es el número de estrellas dobles interesantes con las que a priori podemos empezar a trabajar.

Por otro lado, como ya se ha apuntado, tenemos estrellas que cuentan con una sola observación y están pendientes de confirmación. Hasta 1960 este grupo de pares sin confirmar asciende al 1,53% (1517 pares). En ocasiones, estos sistemas pueden no identificarse como estrellas dobles debido a una posición imprecisa (a veces por el efecto de altos movimientos propios) o a una astrometría relativa y/o a una fotometría poco exactas. Estas incorrecciones pueden atribuirse al hecho de que las técnicas de hace más de medio siglo no tenían el refinamiento de los métodos actuales, pero igualmente por ser causa directa de errores de transcripción en los catálogos. Ahora bien, hay que remarcar que estos resultados engloban a ambos hemisferios. Si repartimos el total de estrellas accesibles según el enclave de observación nos encontramos con datos muy interesantes. De las estrellas no medidas con posteridad a 1980 vemos que en el hemisferio norte hay 1167 sistemas (30,49%) de la cantidad total de estrellas abandonadas, mientras que en hemisferio sur esta cifra se duplica: 2660 estrellas dobles (69, 51%). Este dato está en un total acuerdo con lo que dijimos al principio: hay una pronunciada carencia de observadores australes.

## Conclusiones

A la vista de este básico estudio es un hecho que en el hemisferio norte existen muchos más amateurs comprometidos con el mundo de las estrellas dobles, razón por la que la proporción de parejas abandonadas es menor en el norte que en el sur. Es cierto que algunos observadores boreales -dependiendo de la declinación sur alcanzable desde sus puntos de observación- pueden acceder a una pequeña cantidad de estrellas dobles del hemisferio sur, pero el aporte es siempre insuficiente para equilibrar los porcentajes de pares abandonados.

**Desde la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA hacemos un llamamiento especial dirigido a todos los astrónomos aficionados de latitudes australes para que se acerquen al estudio de las estrellas dobles y colaboren lo más activamente posible en la importante y necesaria labor de observar y actualizar los pares abandonados del cielo del sur.**

Coordinación Sección Estrellas Dobles de la LIADA

# Resultados de la 1ª y 2ª Campañas del Proyecto MESDA—LIADA

1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> Campaigns Results of MESDA—LIADA Project

Juan Lendínez<sup>1</sup>, Francisco José Caleyá<sup>2</sup>, Francisco Rica<sup>3,4</sup>, Carlos Krawczenko<sup>4</sup> y Edgardo Rubén Masa Martín<sup>5</sup>

■ <sup>1</sup>Agrupación Astronómica Hubble, <sup>2</sup>Agrupación Astronómica de Madrid, <sup>3</sup>Agrupación Astronómica de Mérida, <sup>4</sup>Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA), <sup>5</sup>Coeditor de El Observador de Estrellas Dobles

## Introducción

DESDE SEPTIEMBRE 2014 tenemos en vigencia un proyecto observacional organizado por la LIADA (Liga Iberoamericana de Astronomía) llamado MESDA (Medición y Estudio de Sistemas Dobles Abandonados).

Este programa de periodicidad trimestral consta de una serie de estrellas dobles que no tienen mediciones oficiales con posteridad al año 1980 y cuyas separaciones son accesibles a los instrumentos de los amateurs, aunque también son válidas las mediciones realizadas sobre placas digitalizadas (DSS) o mediante el uso de catálogos como el 2MASS. La principal finalidad de este proyecto es la actualización de las astrometrías relativas en el *Washington Double Star Catalog (WDS)*; al mismo tiempo, para aquellos sistemas que presenten alguna característica sobresaliente será factible realizar un estudio algo más completo con el fin de establecer la posible naturaleza del par estelar.

## Los programas

La primera campaña comprende 17 estrellas dobles comprendidas entre 00 h y 01 h de Ascensión Recta, y la segunda campaña está formada por 19 pares entre 01 h y 02 h de Ascensión Recta totalizando 36 pares abandonados, ya que no fueron medidos con posteridad al año 1980. Por otro lado, ya que muchos pares llevan varias décadas sin ser observados, no solamente habría que actualizar sus medidas astrométricas, sino que también hay que confirmar la existencia de estos sistemas.

La tabla 1 muestra las estrellas propuestas en la primera campaña y la tabla 2 las correspondientes a la segunda campaña.

Los colaboradores que aportaron sus mediciones y/o estudios se muestran en la tabla 3.

La mayoría de las mediciones presentadas han sido realizadas mediante conversión de la astrometría absoluta aportada por el catálogo 2MASS. En algunos pares más cerrados y siempre que 2MASS no era capaz de resolver las dos componentes como fuentes puntuales, se ha medido directamente sobre las imágenes (2MASS y DSS2) usando el software *Fv* [1]. Toda esta casuística queda debidamente indicada en la columna *Método* de la tabla 4.

## Resultados

De las 36 estrellas dobles propuestas en estas dos campañas, se hicieron 24 mediciones de 16 estrellas dobles identificadas (44%), 14 estrellas no se pudieron identificar (39%) y 6 pares fueron identificados pero no medidos (17%). Esto es debido a la técnica empleada, ya que algunos sistemas son considerablemente cerrados, y si a esto le sumamos una diferencia de magnitud elevada, será imposible medirlos a través de los *surveys* que se han utilizado. Por otra parte, es de esperar un número considerable de estrellas dobles que no se han podido identificar, ya que muchas de ellas cuentan con una sola medición oficial desde su descubrimiento, hace más de 50 años en la mayoría de los casos. En la figura 1 se muestra un resumen estadístico de las dos primeras campañas.

En la tabla 4 se recogen las mediciones realizadas por cada uno de los colaboradores de este proyecto.

A todas las estrellas dobles medidas se les analizó la cinemática. En particular, Francisco Rica analizó a HU 1345 (ver Anexo) y Juan Lendínez a CHE 27AB y ambas resultaron ser de naturaleza óptica. Las restantes también manifestaban una cinemática incompatible, por lo cual no se realizaron mayores estudios. Por último, digamos que si bien hemos dado por válida la astrometría del sistema BRT 2841 (=WDS 00127-2707) resulta tener una identificación dudosa ya que

TABLA 1. ESTRELLAS DOBLES ABANDONADAS ENTRE AR 00 H Y 01 H.

ID. WDS	NOMBRE	N°	AÑO1	AÑO2	THETA <sub>1</sub>	THETA <sub>2</sub>	RHO <sub>1</sub>	RHO <sub>2</sub>	MG. A	MG. B
00089+3257	SEI 1	1	1894	1894	232	232	10,6	10,6	10,5	11,0
00127-2707	BRT 2841	1	1912	1912	347	347	4,0	4,0	12,81	12,89
00162-1435	HU 404	6	1901	1965	240	232	4,3	4,1	9,70	13,5
00207-7159	B 1907	1	1931	1931	44	44	5,0	5,0	8,3	13,0
00210+2647	CHE 9	1	1907	1907	68	68	4,6	4,6	10,11	13,2
00254-4423	DON 4	3	1926	1945	40	51	6,0	6,4	8,9	14,0
00304-0947	CHE 27	1	1910	1910	196	196	9,6	9,6	11,9	13,0
00311+5513	PKO 3	3	1969	1977	167	166	9,9	9,8	11,66	11,9
00315+3751	ALI 481	1	1929	1929	81	81	8,3	8,3	8,67	12,1
00456+3628	ALI 21	1	1932	1932	103	103	6,5	6,5	12,86	12,89
00461+3731	ALI 253	1	1932	1932	306	306	7,1	7,1	12,07	13,1
00486+4458	A 654	3	1904	1927	84	86	5,2	5,3	8,1	14,0
00492+5720	A 921 AB,C	8	1905	1962	265	267	4,3	4,6	9,0	14,0
00585+4147	A 1809	4	1893	1928	99	94	4,3	5,0	9,66	13,5
00589+3230	SEI 10	1	1894	1894	100	100	12,4	12,4	9,5	10,0
00591+5729	STI 1500	2	1910	1918	255	249	8,3	9,3	10,86	13,3
00595+3202	SEI 11	1	1894	1894	359	359	8,5	8,5	10,0	10,5

TABLA 2. ESTRELLAS DOBLES ABANDONADAS ENTRE AR 01 H Y 02 H.

ID. WDS	NOMBRE	N°	AÑO1	AÑO2	THETA <sub>1</sub>	THETA <sub>2</sub>	RHO <sub>1</sub>	RHO <sub>2</sub>	MG. A	MG. B
01081+2451	POU 103	1	1907	1907	196	196	5,9	5,9	12,7	14,2
01092-2239	ARA 1961	1	1921	1921	71	71	5,9	5,9	11,78	12,7
01095+4715	SBK 1 AC	1	1894	1894	224	224	10,0	10,0	4,59	-
01097+3537	KUI 5 BJ	1	1934	1934	126	126	24,6	24,6	14,4	13,7
01149+3236	SEI 14 AC	1	1894	1894	116	116	11,4	11,4	10,5	10,5
01207+4620	STF 112 BC	3	1903	1913	187	187	4,6	4,8	9,44	14,6
01257-6725	VOU 19	1	1917	1917	225	225	6,0	6,0	8,4	-
01304-1903	ARA 518	1	1916	1916	39	39	11,4	11,4	10,7	12,5
01332+5719	STI 1626	1	1911	1911	48	48	13,1	13,1	12,10	12,10
01342-5700	HU 1345	2	1913	1922	201	200	5,4	5,8	6,82	14,0
01444+5425	SMA 21	1	1921	1921	271	271	7,1	7,1	11,57	11,7
01456-2503	HJ 3461 AC	1	1926	1926	41	41	15,3	15,3	5,38	15,0
01487-1900	ARA 521	1	1917	1917	95	95	5,9	5,9	11,85	12,16
01498-3824	HDO 186	4	1837	1901	71	352	2,3	28,0	6,37	13,5
01501+3538	ALI 28	1	1932	1932	48	48	11,5	11,5	12,4	12,4
01505-2042	ARA 1257	1	1920	1920	250	250	6,9	6,9	12,64	12,74
01526+0516	A 2010	5	1909	1948	178	178	4,2	4,2	9,70	13,6
01560-5137	HJ 3473	9	1834	1956	192	204	12,0	4,9	3,7	10,7
01581+5707	STI 1735	2	1910	1910	358	7	6,6	6,6	10,87	12,0

OBSERVADOR	CÓDIGO
FRANCISCO CALEYA	FCA
JUAN LENDÍNEZ	JLM
FRANCISCO RICA	FMR
CARLOS KRAWCZENKO	KRW

Tabla 3. Nómina de observadores.

difiere mucho de su astrometría original; la fotometría, sin embargo, es coherente.

Para STI1626 se actualizó su posición incorrecta, siendo las coordenadas precisas (J2000): 01 32 11,254 +57 18 24,54.

### Agradecimientos

Por último y para terminar, el coordinador del proyecto desea mostrar su agradecimiento a todos los compañeros que han participado con este proyecto observacional.

En este trabajo se utilizó el catálogo *WDS* mantenido por el *Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO)*.

### Referencias

[1] Software *Fv*: <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/fv/>

## Estudio del sistema HU 1345 realizado por Francisco Rica

A continuación, el estudio que he realizado sobre el sistema HU 1345, a priori el más prometedor de la segunda campaña del proyecto MESDA. En resumen diremos que tras obtener una medida astrométrica en base a los datos del 2MASS y después de compararla con las dos medidas antiguas del WDS, el estudio dinámico muestra un movimiento relativo pequeño, pero excesivo para ser compatible con un movimiento orbital.

#### — Datos del WDS:

- Magnitudes 6,82 y 14,0
- Ángulo de posición: 201° (en 1913) y 200° (en 1922)
- Distancia angular: 5,4" (en 1913) y 5,8" (en 1922)

Se aprecia con “forma de pera” en las imágenes del 2MASS.

#### — Usando la astrometría del 2MASS:

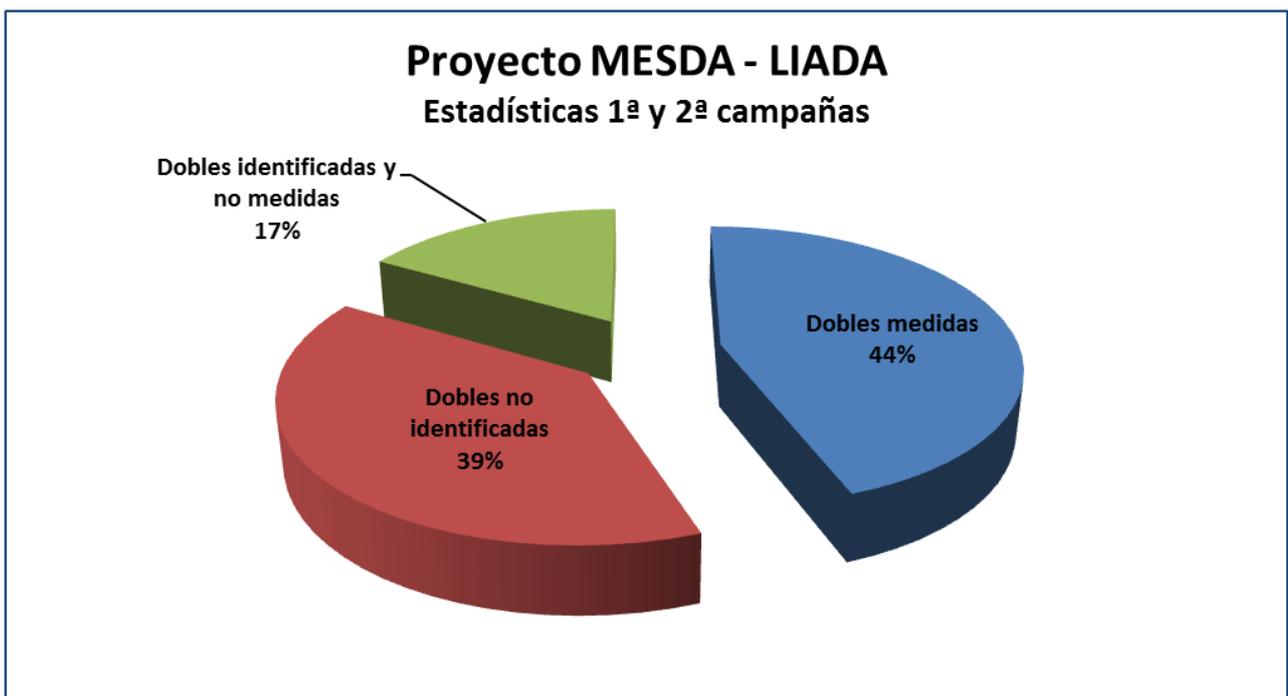
- Obtengo la siguiente medida astrométrica: 1999,802 / 196,4° y 5,04"
- Magnitudes K = 6,79 y K = 8,15 (con gran error para B).

#### — En el catálogo Tycho-2:

- la primaria tiene mag. V = 6,82 y color B-V = -0,014 ± 0,009

#### — Movimiento propio de PPMXL para la primaria:

$$m(a) = +30,0 \pm 1,6 \text{ msa/año y } m(d) = +3,9 \pm 1,7$$



msa/año

— **Movimiento propio de B**, deducido usando el movimiento relativo entre las dos estrellas:  $m(a) = +36,9 \pm 1,7$  msa/año y  $m(d) = +8,6 \pm 3,2$  msa/año

### — Estudio astrofísico

De entre los objetivos listados para esta campaña del Proyecto MESDA-LIADA, el más interesante, a priori, desde el punto de vista astrofísico, es HU 1345 ya que las imágenes del proyecto 2MASS parecen mostrar una posición relativa similar a la de 1913 y 1922. Por tanto, existía una posibilidad de estar ante un par de pequeño movimiento propio común. No se mide desde el año 1922 y por tanto es una doble muy abandonada. La pequeña separación angular y la debilidad de la secundaria, la hace un objetivo difícil.

La componente primaria es una brillante estrella de magnitud  $V = 6,8$  y tipo espectral B9.5V, según las referencias de la literatura profesional. Mi estudio concluyó con idéntico tipo espectral y casi la misma distancia fotométrica (155 pc) y una masa de 2,6 masas solares. Obtuve un bajo enrojecimiento interestelar,  $A_v = 0,05$  ( $E(B-V) = 0,014$ ), gracias a su elevada latitud galáctica. Si la diferencia de 7,2 magnitud obtenida en base a los datos del WDS es correcta, entonces la secundaria podría ser una enana K6V (en caso de estar situada a la misma distancia de la primaria, dato

que desconocemos).

En base a las dos mediciones listadas en el WDS para 1913 y 1922 y con una línea base temporal de 87 años, pude obtener unos movimientos relativos muy preliminares:  $dx/dt = +6,9 \pm 0,7$  msa/año y  $dy/dt = +4,7 \pm 2,7$  msa/año. Esto da un movimiento propio para la débil compañera de  $m(a) = +36,9 \pm 1,7$  msa/año y  $m(d) = +8,6 \pm 3,2$  msa/año, similares al de la primaria.

Con el objetivo de determinar si existe posibilidad de relación física y gravitatoria entre las componentes del par, realicé un estudio dinámico, asumiendo que la secundaria está a la misma distancia que la primaria. La velocidad relativa proyectada entre las dos componentes es de  $6 \pm 2$  km/s. La velocidad de escape máxima es de 2,6 km/s por lo que todo apunta a que seguramente no existe relación gravitatoria entre las componentes estelares. A través del estudio dinámico, la masa total mínima para que exista movimiento orbital, es de 11 masas solares. Este dato es muy superior a las masas esperadas en función de sus tipos espectrales, por lo que podría ser una evidencia más de la relación no gravitatoria de este par. No obstante debemos tener en mente que sólo contamos con tres datos astrométricos que dependen mucho de la precisión de las medidas antiguas. La respuesta definitiva quizá la aporte el satélite GAIA. 

TABLA 4. MEDICIONES DE LA 1ª Y 2ª CAMPAÑAS DEL PROYECTO MESDA-LIADA.

ID. WDS	NOMBRE	ÉPOCA	THETA	RHO	OBSERVADOR	MÉTODO
00127-2707	BRT 2841	1998,85	280,06	30,41	FCA JLM	2MASS
00162-1435	HU 404	1998,481	228,86	3,77	FCA JLM	2MASS
00227-7159	B 1907	1998,601	42,6	2,48	FCA	2MASS+Fv
00254-4423	DON 4	1999,726	59,58	6,56	FCA	2MASS+Fv
00304-0947	CHE 27	1998,817	221,22	18,76	FCA JLM	2MASS
00315+3751	ALI 481	1998,924	61,42	7,5	FCA	2MASS+Fv
00492+5720	A 921AB,C	2000,033	268,09	4,10	FCA JLM	2MASS
00585+4147	A 1809	1999,755	91,36	5,53	FCA	2MASS+Fv
00591+5729	STI1500	1990,792	278,28	10,87	FCA	DSS2+Fv
01095+4715	SBK 1AC	1998,839	185,93 185,675	14,80 14,58	FCA JLM	2MASS+Fv
01097+3537	KUI 5BJ	1998,798	117,0	23,84	KRW	2MASS
01304-1903	ARA 518	1998,628	312,47	12,62	FCA JLM	2MASS
01332+5719	STI1626	1999,789	47,88	13,37	JLM	2MASS
01342-5700	HU 1345	1999,802	196,4	5,04	FMR KRW FCA	2MASS
01526+0516	A 2010	2000,652	178,47	3,50	FCA	2MASS
01581+5907	STI1735AB	2000,033	352,24	9,58	FCA	2MASS



Entre los días 12 y 14 de junio se celebró en Alcalá la Real (Jaén) el II Congreso Pro-Am, colaboración entre profesionales y amateurs en investigación astronómica. La magistral organización corrió a cargo de la *Sociedad Española de Astronomía (SEA)* y la *Sociedad Einstein de Astronomía (SEDA)*.

Rafael Benavides Palencia | Juan-Luis Glez. Carballo | Edgar R. Masa Martín

## CRÓNICA DEL II CONGRESO PRO-AM, COLABORACIÓN ENTRE PROFESIONALES Y AMATEURS EN INVESTIGACIÓN ASTRONÓMICA

Una breve crónica del II Congreso Pro-Am que se celebró en Alcalá la Real (Jaén).

A brief chronicle of the Second Congress Pro-Am held in Alcalá la Real (Jaén, Spain).

II CONGRESO  
**PRO-AM**  
*Colaboración entre Profesionales y Amateurs en Investigación Astronómica*

Alcalá la Real · Jaén  
12, 13 y 14 de junio de 2015

SEDA Ayuntamiento Alcalá la Real



Llegamos el viernes, 12 de junio, a la bonita localidad jienense. Alcalá la Real es una ciudad de poco más de 22.000 habitantes con un encanto especial. Es todo un placer pasear por sus calles, algunas con una singular pendiente, dirección al Teatro Martínez Montañés, sede del Congreso, en pleno casco antiguo de la ciudad con la vista siempre eterna de la fortaleza de la Mota.

La inauguración del Congreso y discursos de bienvenida corrieron a cargo de Francisco Espartero (Presidente LOC), Javier Gorgas (Presidente SEA), Elena Víboras (Consejera Junta de Andalucía), Carlos Hinojosa (alcalde de Alcalá la Real), José Manuel Vilchez (Director IAA-CSIC) y Blanca Troughton (Presidenta de la Federación de Asociaciones Astronómicas de España). Todos hablaron sobre la colaboración Pro-Am y algunos de los proyectos realizados. Quiero destacar a Carlos Hinojosa que habló sobre el compromiso de la ciudad con la cultura y la ciencia, con el premio añadido del certificado Starlight que tiene el municipio desde el año pasado. Da gusto oír a políticos hablar sobre ciencia, sobre todo en estos tiempos donde la cultura y el conocimiento son tan poco valorados.

La conferencia inaugural fue **La Revolución Observacional de Gaia**, impartida por **Carme Jordi (Universidad de Barcelona)**. Impresionante. En ella nos describió todos los detalles de la misión y los resultados que se esperan obtener con una precisión nunca soñada antes en las medidas de mil millones de estrellas, algo impensable hace solo algunos años. Toda la comunidad internacional, tanto profesional como amateur, podrá disfrutar de dicha información al mismo tiempo. Además, nuestra colaboración puede ser realmente importante en la confirmación de cambios súbitos de brillo (novas y supernovas).



A continuación disfrutamos del “Cóctel de Bienvenida” donde pudimos reencontrarnos con viejos amigos y conocer a otros nuevos.

Sin duda, de las mejores cosas que tienen este tipo de eventos. Estos actos puntuales, así como las reuniones en los pasillos, tienen ese encanto especial y mágico. En la imagen, los editores de **OED** junto a **Juan Lendínez**, magnífico doblista y habitual colaborador de la revista.



Uno de los atractivos de estas reuniones es poder charlar cara a cara con algunos de los profesionales punteros que actualmente trabajan en España. En esta foto, Juan-Luis y Edgar posan con Carmen Jordi, que tan buen sabor de boca nos dejó con su fantástica conferencia inaugural.

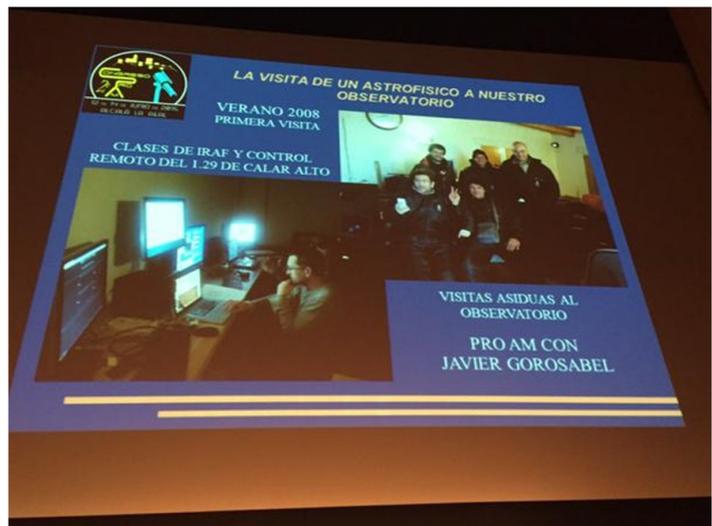
Y si hablamos de reencuentros... impagable esta fotografía (a pesar de su escasa calidad) de buenos compañeros de aventuras. De izq. a dcha.: Ramón Naves, Juan-Luis Glez., Edgar Masa, Josep Lluís Salto, Esteban Reina, Ángel Rafael López, Rafael Benavides, Máximo Bustamente y Felipe Gallego.



Y llegó el día fuerte, llegó el sábado. Se abría con la ponencia invitada **Los archivos astronómicos de la ESA: un tesoro por explotar**, donde **Elena Racero** (*Centro Europeo de Astronomía Espacial, ESA*) nos habló de todos esos archivos de los satélites de la ESA en diferentes longitudes de onda y que se encuentran disponibles a través de internet para todo aquel público interesado.



**Juanjo Salamero** (*Observatorio Astronómico de Guirguillano*) nos deleitó con su charla sobre **El Observatorio Astronómico de Guirguillano y las sinergias con los profesionales**. Desde la construcción del observatorio en 1993 a la detección del remanente óptico de RGB 111225A, todo un logro y una colaboración Pro-Am de primer orden. El homenaje a **Javier Gorosabel**, astrofísico recientemente fallecido, nos puso a todos el vello de punta.



**Alberto Castellón** (*Universidad de Málaga y Sociedad Malagueña de Astronomía*) nos contó todo sobre **La Red de Seguimiento de Bólidos y Meteoros de la Sociedad Malagueña de Astronomía**. En ella nos explicó el montaje de las cámaras con funcionamiento totalmente robótico, las rutinas de cualquier noche de observación y algunos ejemplos de bólidos detectados desde diferentes estaciones con el interesante cálculo astrométrico y de la trayectoria del meteorito.



Después del café **Ángela González** (*Instituto de Astrofísica de Andalucía, IAA-CSIC*) siguió con su ponencia **GLORIA, acercando la astronomía profesional a los ciudadanos**, con ejemplos de observaciones remotas controladas a través de Internet disponibles para cualquier persona, tanto nocturnas como diurnas (Sol).



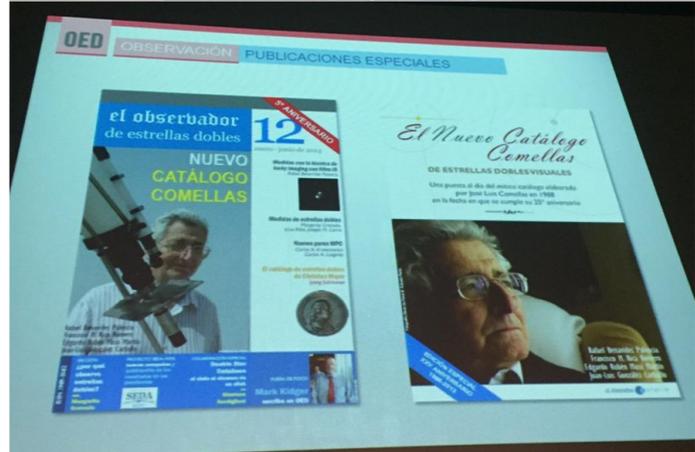
Y nos tocó el turno a nosotros. **Edgar R. Masa** llevo el peso de la charla **Colaboración Pro-Am en Estrellas Dobles Visuales: la experiencia de OED**. En ella habló de todo lo concerniente a la revista que tienes en tus manos: *El Observador de Estrellas Dobles* y su colaboración Pro-Am ya que sirve de vehículo entre el amateur y los profesionales para que sus medidas y descubrimientos entren en formar parte del **Washington Double Star Catalog (WDS)**.



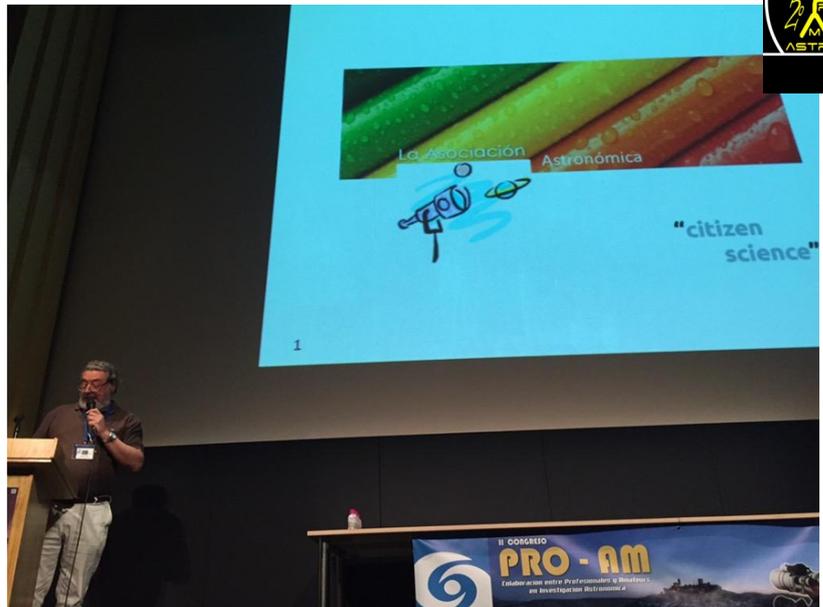
En el turno de preguntas salimos los tres editores. De izquierda a derecha: **Edgar R. Masa**, **Juan-Luis González** y **Rafael Benavides**.



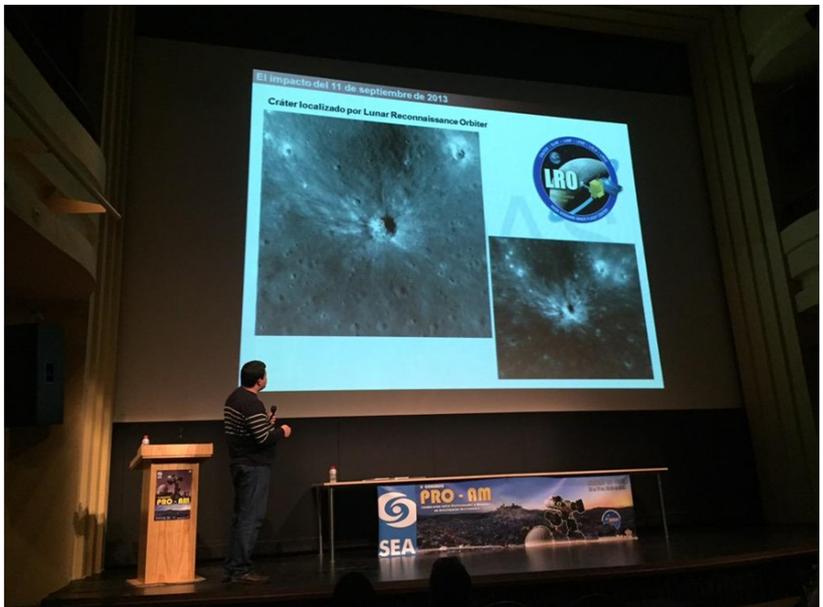
Hizo un recorrido por las secciones de la revista, así como se detuvo en aquellos hitos más importantes acontecidos en nuestra trayectoria, como fue la presentación del **Nuevo Catálogo Comellas**. Los números hablan por sí mismos: en los 15 números de OED se han publicado más de 200 artículos, 98 de ellos con observaciones propias de cada autor, y se han reportado 5641 medidas, así como 756 nuevos sistemas. Todas estas medidas y descubrimientos se encuentran dentro del WDS.



**Francisco Cordero** (*Red Andaluza de Astronomía*) nos habló sobre Asociaciones Astronómicas: **Problemática y Retos para la Investigación.**



Después de la comida llegó uno de los platos fuertes de la jornada. La conferencia invitada se titulaba **Análisis de la Frecuencia de Impactos contra el sistema Tierra-Luna**, impartida por **José M.ª Madiedo** (*Universidad de Huelva*). En ella nos explicó las técnicas de observación y el software específico desarrollado por ellos mismos para la detección de impactos en la superficie lunar. Nos enseñó una detección positiva detectada por su equipo, siendo la más brillante hasta la fecha, y el posterior cráter producido por dicho impacto identificado por el **Lunar Reconnaissance Orbiter (NASA)**. Absolutamente espectacular.



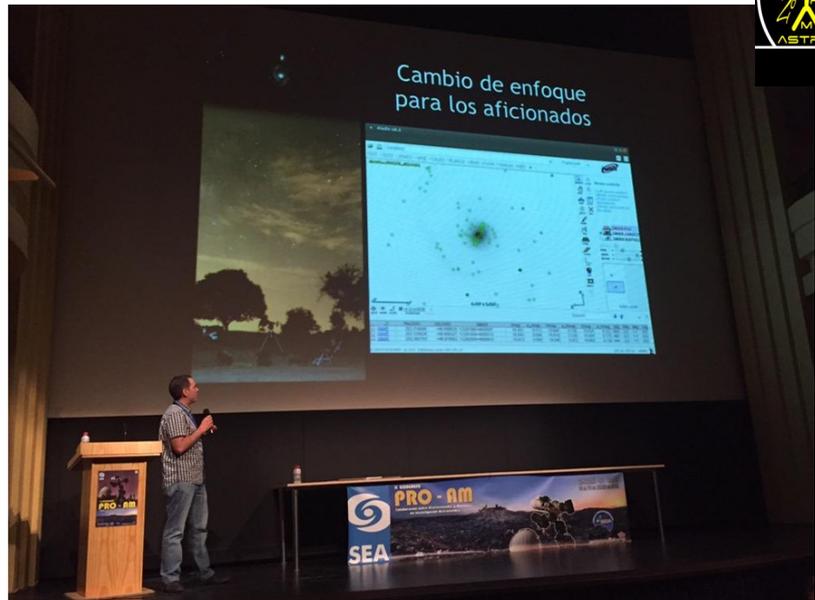
A continuación fue el turno de **Javier Salas** (*Agrupación Astronómica de Huesca*) y su charla sobre **Automatización de Procesado de Imágenes con IRAF y PYTHON**. En ellas nos habló del análisis de miles de imágenes de Cygnus OB2 con IRAF, usando scripts en PYTHON a través de PyRAF. Estas son herramientas muy usadas por los profesionales y que están empezando a usarse a nivel amateur.



**Felipe Gallego**

(Asociación Astronómica Ibn Firnas)

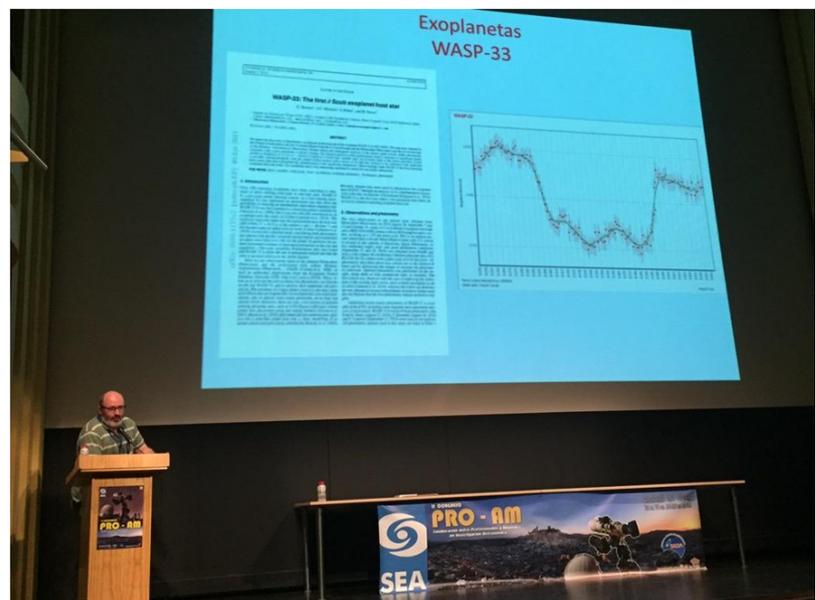
nos trajo la interesante ponencia sobre **Desarrollo de Software para tratar grandes volúmenes de observaciones.** La ingente cantidad de datos disponibles por la comunidad amateur necesita de programas específicos para su reducción. Se han desarrollado dos herramientas: un pipeline que reduce y obtiene fotometría de imágenes obtenidas por el Observatorio de Sierra Nevada y un software que hace minería de datos sobre curvas de estrellas con objeto de detectar variabilidad.



**Gian Paolo Candini** (*Instituto de Astrofísica de Andalucía, IAA-CSIC y Sociedad Einstein de Astronomía, SE-DA*) nos habló sobre como tener un **Observatorio Automatizado Doméstico**, con su ejemplo desde la ciudad de Granada, con su telescopio y accesorios que consiguen unos espectaculares resultados a pesar de toda la contaminación lumínica que debe soportar.



La siguiente conferencia invitada corrió a cargo de **Ramón Naves** (*Observatorio de Montcabrer*) y se titulaba **Trabajos Realizados desde un Observatorio Urbano.** En ella nos contó algunas de las observaciones más representativas realizadas de su observatorio, ubicado en Cabrils: cometas, NEOS, rotación de asteroides, exoplanetas, novas, supernovas, estrellas variables. Nada se escapa de la CCD de Ramón.



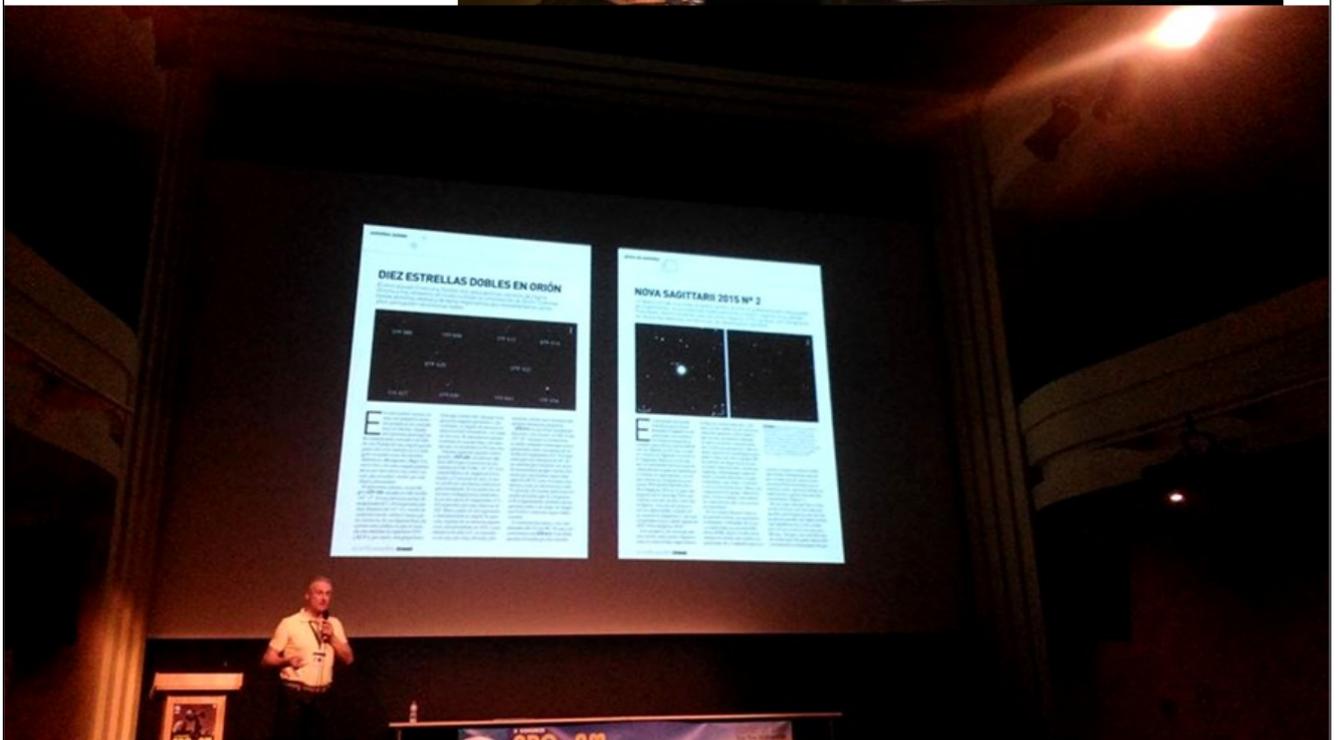
**Blanca Troughton** (*Federación de Asociaciones Astronómicas de España*) nos presentó la charla **Inventario de recursos astronómicos amateur para la colaboración Pro-Am**. En ella trató sobre la Federación de Asociaciones Astronómicas de España y su interés en crear una base de datos de recursos amateur que pueda colaborar directamente con la comunidad profesional.



**Ángel Gómez** (director de la revista *Astronomía*) hizo un repaso de aquellos artículos publicados en la revista de clara colaboración Pro-Am en los 30 años de vida de la publicación. Algunos de ellos especialmente recordados por los lectores.



Muy emotivo, al menos por la parte que nos toca, fue que destacase las secciones de *Estrellas Dobles* y *Polvo de Estrellas* que son mantenidas por dos de los editores de **OED**.





El día terminó con la **Cena del Congreso** y el premio especial de colaboración Pro-Am a **José M.<sup>a</sup> Madiedo** por parte de los organizadores.



Y llegó el domingo, último día del congreso. **Jesús Maíz** y su equipo (*Centro de Astrobiología, INTA-CSIC*) trató sobre **El estudio sobre la variabilidad fotométrica de las estrellas masivas de Cygnus OB2**.

En dicha asociación han descubierto 52 variables, además de 19 candidatas y todo con equipos amateur. Un trabajo realmente impresionante.

**Ángel R. López Sánchez** (*Australian Astronomical Observatory Macquarie University, Sydney*) presentó la ponencia **Espectroscopía Astronómica amateur**. En ella nos mostró lo que se puede conseguir en este campo con medios de aficionado con algunas observaciones suyas obtenidas desde Sydney. Una pena que al final no dispusiera de más tiempo para mostrarnos una mayor cantidad de resultados y explicaciones que nos hubieran sorprendido aún más.



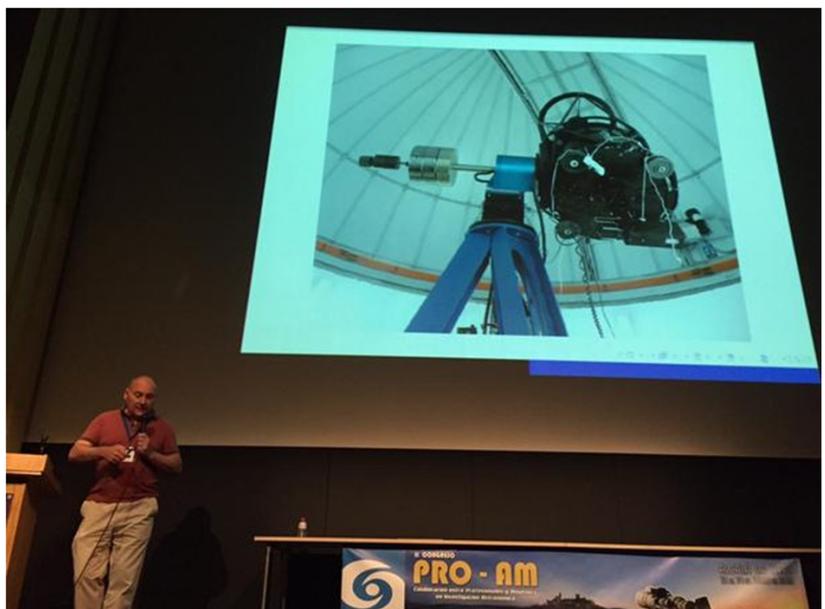
**José García** (*Sociedad Malagueña de Astronomía, miembro asociado de la SEA*) trató sobre **27 años de colaboración con la Dra. Elsa Parsamian del Observatorio de Astrofísica de Byurakan en la observación de objetos variables tipo EX Ori o SUB FU Ori**. Nos explicó el seguimiento de estos objetos Presecuencia Principal y la construcción de la curva de luz para estudiar su comportamiento. Un clarísimo ejemplo de colaboración Pro-Am.



**José Luis Ortiz** (*Instituto de Astrofísica de Andalucía, IAA-CSIC*) presentó la ponencia **Posibles Contribuciones de Aficionados en la Investigación del Sistema Solar**. En ella nos enseñó la ocultación observada por diferentes telescopios amateur de una estrella por el planeta enano Eris y sus espectaculares resultados publicados en la prestigiosa revista "Nature". En el año 2011 también observaron una ocultación de Makemake y del mismo modo publicaron sus resultados en la misma publicación. Impresionante.



Como conferencia invitada tuvimos a **Juan Fabregat** (*Universidad de Valencia*), que nos habló sobre **La Espectroscopía Estelar, un nuevo campo para la colaboración Pro-Am**. Muy interesante y con importantes repercusiones astrofísicas, siendo un campo que se nos abre de par en par a los aficionados.

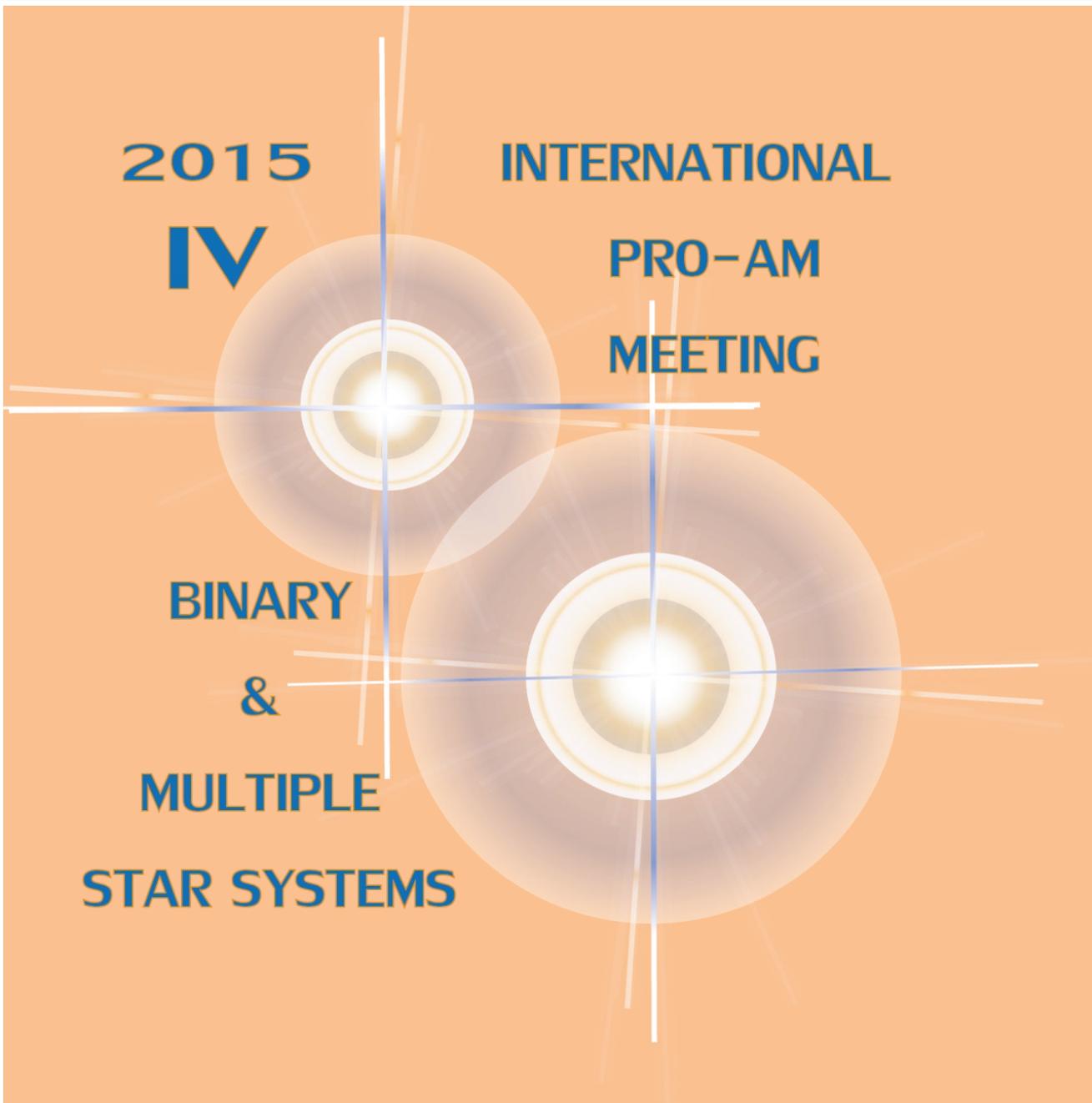




Se acercaba el final. [Emilio Alfaro](#) (*Instituto de Astrofísica de Andalucía, IAA*) y [Jaime Zamorano](#) (*Universidad Complutense de Madrid, UCM*) presentaron las conclusiones del Congreso y moderaron el posterior debate. El asunto principal fue enfatizar los mecanismos de comunicación entre profesionales (SEA) y aficionados y se plantea usar la Federación como intermediario. También se plantea la posibilidad de hacer cursos de formación dirigidos a los amateur en técnicas profesionales, como por ejemplo el uso de Python. Estos cursos podrían ser tanto presenciales, distribuidos en diferentes ciudades del país, como online a través de nuestros ordenadores.

La semilla que se sembró en Córdoba en el año 2009 en aquel **I Congreso Pro-Am** sigue creciendo, quizás a un ritmo menor del esperado. El esfuerzo que hagan ambas partes será fundamental para que esta colaboración sea fructífera y se mantenga en el tiempo, algo que indudablemente es el deseo de todos y debe ser una realidad. El punto clave es la comunicación entre ambos, profesionales y amateurs, porque aún teniendo ambos clara voluntad de colaboración y acercamiento falta un instrumento que sea capaz de regularizar todo. La Federación ha dado ese paso adelante como instrumento mediador y tiene la labor y responsabilidad de aunar voluntades, sin excluir a nadie, porque todos tenemos el mismo entusiasmo, capacidad y disposición de realizar un trabajo útil en plena colaboración con los profesionales.

Agradecimientos: A Ángel R. López Sánchez por la excelente crónica del Congreso que fue contando por Twitter, muchas de las imágenes que hemos enseñado fueron obtenidas de allí.



**2015  
IV  
INTERNATIONAL  
PRO-AM  
MEETING  
ON  
BINARY  
&  
MULTIPLE  
STAR SYSTEMS**

**IV INTERNATIONAL Pro-Am MEETING  
ON BINARY AND MULTIPLE STAR SYSTEMS**

18, 19 y 20 SEPTIEMBRE de 2015  
VILANOVA I LA GELTRÚ (BARCELONA)

Como continuación a las reuniones celebradas en Castelldefels (2000), Sabadell (2010) y Rodez (2012), es un placer para el Observatori Astronòmic del Garraf anunciar el "IV International Pro-Am Meeting on Binary and Multiple Star Systems" que se celebrará en Vilanova i la Geltrú (Barcelona) durante los días 18, 19 y 20 de septiembre del 2015.

El objetivo principal de este encuentro es el de reunir a profesionales y amateurs dedicados, de manera sistemática, al estudio de estrellas binarias y sistemas estelares múltiples. Un segundo objetivo, no menos importante, es dar continuidad a las exitosas y crecientes colaboraciones Pro-Am, a través del uso compartido de instrumentos, técnicas y métodos de trabajo.

El marcado carácter internacional del encuentro se constata con la asistencia de un numeroso grupo, de los más destacados observadores de estrellas binarias, procedentes de Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Alemania, Holanda, Rusia, Italia y España, presentándose casi una treintena de trabajos y proyectos.

El evento estará presidido por la conocida astrónoma Josefina F. Ling, profesora en la Universidad de Santiago de Compostela e investigadora del Observatorio Ramón M. Aller.

Entre los miembros del Comité Científico se encuentran nombres de la talla de José A. Caballero, David Valls-Gabaud, Russell M. Genet, David Montes, Enrique Solano, Florent Losse, Laurent Corp, Edgar Soulié y Tòfol Tobal.

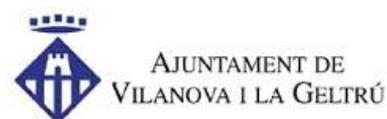
Para más detalles acerca de los ponentes, inscripciones, actividades, transporte y alojamiento, encontraréis información actualizada en los siguientes enlaces:



Edificio Neapolis, sede del IV Meeting.

Observatori Astronòmic del Garraf: <http://www.oagarraf.net>  
Pàgina del IV Meeting: <http://www.oagarraf.net/Comunicacions/MEETING%202015/Index%201.html>  
Campus Universitari de la Mediterrània: <http://www.campusmed.net>

**¡¡OS ESPERAMOS!!**



# Anotaciones 1991-1998: ocho años buscando dobles

## 8 Years Looking for Double Stars

Francisco Gutiérrez Turpín

■ Secretario de la Asociación Astronómica Antonio Bas Vivancos (Mula, Murcia)

■ Correo-e: fguttur@yahoo.es

A PRINCIPIOS DE LOS AÑOS NOVENTA del pasado siglo construí un telescopio Dobson de 200 mm de abertura con espejos y componentes de Josep Costas e instrucciones de Simón García (figura 1). En aquellos momentos mi casa estaba en el límite del casco urbano, donde había poca contaminación lumínica. Observaba desde mi terraza, que estaba rodeada de edificios altos, pero hacia el sur una casa más baja que el resto me dejaba un hueco y hacia el norte los edificios sólo me obstaculizaban un pequeño sector cerca de la estrella Polar. Tenía posibilidades de observar casi todo el cielo, pero esperando a que se pusiera en posición.

Me gusta observar todo tipo de objetos, incluidas las estrellas ordinarias, intentando captar su color. Preparaba las observaciones anotando en mi atlas (*Sky Atlas 2000*), algunos datos de las estrellas más brillantes, porque me gusta saber qué es lo que estoy viendo. También subrayaba los objetos de cielo profundo que recomienda José Luis Comellas en su *Guía del Firmamento*. Como salía con mucha frecuencia y disponía de un sector pequeño del cielo, me quedaba sin objetos para observar.

Con el Dobson no sabía utilizar los listados con coordenadas de estrellas dobles. Veía las principales, las fáciles de localizar. Una noche que estaba viendo

el sur del Boyero, se me ocurrió empezar a observar las que en mi atlas aparecían dibujadas con el símbolo de doble. Encontré estrellas tan interesantes que decidí ver todas las que aparecían con ese emblema, y las que me gustaban las señalaba con una "d" en el atlas. Aparte de los contrastes de color que se dan en algunas estrellas dobles, también localicé estrellas no relacionadas con colores contrastados que entran

en el mismo campo del ocular y las iba señalando en el atlas con una línea curva que las unía. El contraste hace que veamos el color con más nitidez, constituyendo un fenómeno bastante espectacular.

Además de la búsqueda de dobles seguía observando estrellas ordinarias, variables y objetos de cielo profundo, y todo esto sin ninguna prisa. Cada tipo de objeto lo denotaba en las cartas con un código de color y una simbología específicos (figura 2). Como el proceso era muy lento, cuando una constelación dejaba de ser observable señalaba con una línea de lápiz por dónde iba y al año siguiente seguía avanzando. Empecé en 1991 y terminé en 1998. En este período observé con el telescopio todas las estrellas que en el *Sky Atlas 2000 Desk Edition* aparecen con el símbolo de estrella doble, desde el Polo Norte Celeste hasta la declinación  $-25^\circ$ , que era lo que me permitía mi lugar de observación.

Hace unos pocos años, cuando mis compañeros de la asociación empezaron a usar telescopios con búsqueda automática, elaboré con la información del atlas dos listados de objetos interesantes usando programas informáticos. También he pasado las anotaciones desde mi antiguo atlas al *Taki* [1] (figura 3) actualizando algunos datos. (Ver enlaces de descarga de estas herramientas en el *Anexo*).

El atlas anotado ha sido un trabajo artesanal; ahora, con los medios informáticos de los que disponemos se podría haber realizado en poco tiempo, pero no habría disfrutado del cielo con la minuciosidad que lo he hecho. Constituye una herramienta con la que saco el máximo rendimiento a las observaciones y me ha permitido elaborar los listados, con los que puedes realizar recorridos interesantes por las constelaciones.

## Referencias

- [1] Atlas estelar gratuito Taki:  
[http://www.geocities.jp/toshimi\\_taki/](http://www.geocities.jp/toshimi_taki/)

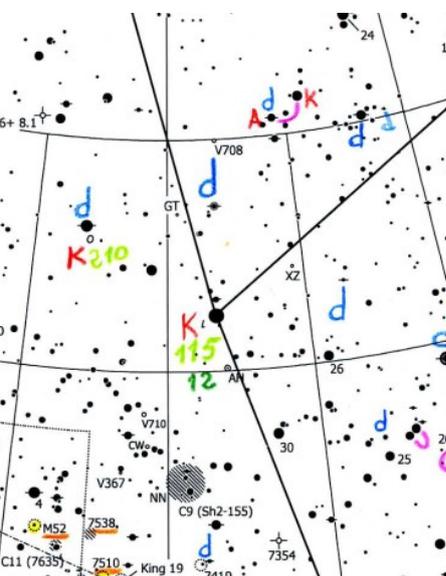




Figura 1. Recordando a Josep Costas, su material me permitió realizar la búsqueda. (Nota de la redacción: el autor, sostiene el cartel con el nombre de Josep Costas). Todas las imágenes son cortesía del autor.



Figura 2. Leyendas de identificación -incluidas en las cartas celestes- para diferenciar los distintos objetos observados.

## Anexo

El autor pone a disposición de los interesados todo el material mencionado en el texto.

### ENLACES AL ATLAS CELESTE ILUMINADO

*Cartas con fondo blanco:*

<https://d1.dropboxusercontent.com/u/86758931/Taki-b.pdf>

*Cartas con fondo negro*

(útiles para uso nocturno en dispositivos móviles):  
<https://d1.dropboxusercontent.com/u/86758931/Taki-n.pdf>

### ENLACES A LOS LISTADOS

#### Listado 1

Contiene 757 objetos de cielo profundo y estrellas (hay azules, rojas, 308 dobles y 98 contrastes de color).

<https://d1.dropboxusercontent.com/u/86758931/Listado1aab.pdf>

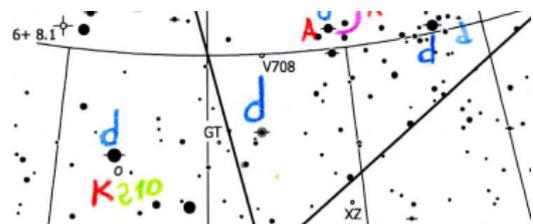
<https://d1.dropboxusercontent.com/u/86758931/Listado1aab-nocturno.xls>

#### Listado 2

Contiene 947 objetos, casi todos ellos estrellas dobles.

<https://d1.dropboxusercontent.com/u/86758931/Listado2aab.pdf>

<https://d1.dropboxusercontent.com/u/86758931/Listado2aab-nocturno.xls>



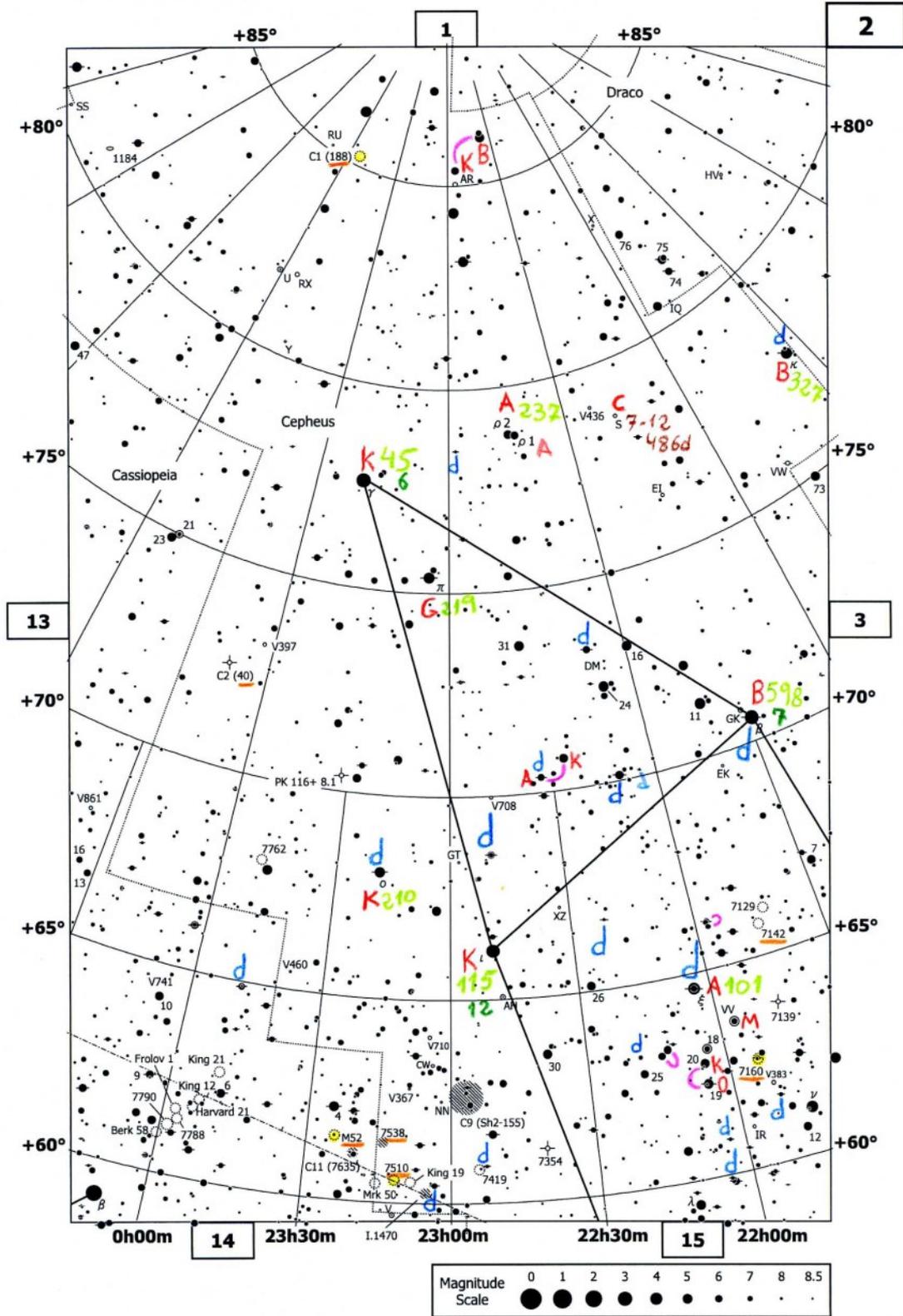


Figura 3. Ejemplo de una Carta Taki iluminada con las observaciones del autor. Las estrellas dobles visitadas se indican con una letra "d" en color azul.

# Nuevo par de movimiento propio común en Perseo

New common proper motion couple in Perseus

Juan Lendínez Moral

- Amigos de la Astronomía de Jaén
- Correo-e: [juan\\_almenara\\_12@hotmail.com](mailto:juan_almenara_12@hotmail.com)

En este artículo se hace referencia al descubrimiento de un nuevo par de movimiento propio común (MPC) en la constelación de Perseo. Asimismo, se realiza un estudio astrométrico y cinemático introductorio usando datos de la literatura astronómica.

We present the discovery of a new CPM pair located in Perseus. An introductory study of the system by means data of the astronomical literature is also presented.

## Historia del hallazgo

LA ESTRELLA QUE PRESENTO en este número fue encontrada por azar mientras intentaba localizar la estrella doble OL 150 dentro del proyecto MESDA (Medición y Estudio Sistemas Dobles Abandonados) que fue presentado en el número anterior de OED.

Rápidamente observé, casi fuera de la placa que estudiaba, este delicado par, con unos movimientos propios y unas magnitudes casi similares.

Al principio pensé que se podría tratar de la doble buscada, pero no. Inmediatamente al intentar localizarla en el catálogo WDS me percaté de que no estaba catalogada. Consulté con mi colega Ramón Palomeque, el cual confirmaba mis sospechas y me animaba a ponerme en contacto con Edgardo Rubén Masa para más seguridad, y así lo hice. Estaba ante la que podría ser la futura **JLM 2**, y por lo tanto me puse a realizar un estudio astrofísico preliminar, con la búsqueda y recogida de datos que a continuación tengo el gusto de presentar, y que más adelante, junto con medidas actualizadas, se utilizarán para un estudio en profundidad de este par con el objetivo de determinar su naturaleza.

## Localización

JLM 2 se encuentra localizada en la constelación de Perseo. Las coordenadas precisas del sistema (J2000) son: 03 11 02 +49 44 00.

Los identificadores 2MASS para la primaria y la secundaria, respectivamente, son: 2MASS 03110279+4943589 y 2MASS 03110325+4944022. De igual modo, los identificadores del catálogo

UCAC4 son: UCAC4 699-022452 y UCAC4 699-022453.

## Movimientos propios

De forma previa y valiéndome de la herramienta Aladin (<http://aladin.u-strasbg.fr/>) identifiqué y descargué las imágenes disponibles en dos épocas lo más distantes posibles, para tener una primera impresión de la compatibilidad de sus movimientos propios.

En la imagen (página siguiente) se observa un apreciable movimiento propio tanto en la componente primaria como en la secundaria, lo cual nos indica que lo más probable es que nos encontremos ante un nuevo par de MPC (posible JLM2).

A continuación me dispongo a hacer un estudio preliminar, localizando en los distintos *surveys* disponibles los movimientos propios del par.

Tras consultar en primer lugar el catálogo PPMXL y en el USNO-B1.0 obtengo resultados solo para la estrella primaria. En los demás catálogos accesibles solo encuentro movimientos independientes para las dos componentes en el catálogo UKIDSS.

A la vista de los movimientos propios de las componentes del sistema, se confirma la primera im-

COMPONENTE	MP AR	ERROR	MP DEC	ERROR
USNO-B1.0 JLM2 A	42	5	-56	5
USNO-B1.0 JLM2 B				
PPMXL JLM2 A	39,6	6,9	-55,8	6,9
PPMXL JLM2 B				
UKIDSS JLM2 A	61,3	3	-51	3
UKIDSS JLM2 B	49	3	-50,9	3

Tabla 1. Movimientos propios del sistema en msa/año.



**Figura 1.** Composición RGB con placas POSS I y POSS II (años 1953-1995) donde se puede observar el MPC de ambas estrellas que se denominarán de forma provisional JLM 2.

presión visual de la placa obtenida, aunque con una diferencia no despreciable en ascensión recta. El hecho de esta diferencia en ascensión recta y también el no tener ninguna medida de la componente B del catálogo PPMXL (e incluso de las diferencias encontradas para la componente A) me hace sospechar de la exactitud y validez de los movimientos propios del par para su estudio cinemático (tabla 1, página anterior).

### Astrometría relativa

A continuación, se exponen los datos de astrometría relativa de ambas componentes (tabla 2). Los valores de ángulo de posición y separación angular han sido extraídos de algunos de los principales catálogos mediante conversión de coordenadas con el programa GEDRAA. La medición mediante otras aplicaciones se ha descartado por la gran saturación que

presentaban las placas. Se observa que los parámetros del sistema se mantienen prácticamente fijos, hecho esperable cuando las componentes comparten movimiento propio.

### Fotometría

En este apartado me limitaré a obtener los valores fotométricos de los principales catálogos (tabla 3). Como se puede comprobar nos encontramos con valores suficientes para la componente A obtenidos de UCAC4 pero insuficientes para la secundaria, los cuales tendrían que ser deducidos de otros catálogos. De nuevo, los datos de la literatura son, cuando menos, incompletos. Además, al tratarse de un par no resuelto para algunos catálogos, las magnitudes ofrecidas son con mucha probabilidad conjuntas. En definitiva, reiteramos la dificultad de realizar de momento un estudio físico fiable.



Figura 2. Ampliación del par (1953-1995).

FUENTE	ÉPOCA BESELLIANA	THETA ( $^{\circ}$ )	RHO ( $''$ )
2MASS	1998,9247	53,39	5,48
CMC14	2002,8378	53,16	5,41
UCAC4	2002,8800	52,08	5,49
UKIDSS	2007,6652	52,89	5,51

Tabla 2. Distinta astrometría relativa del par JLM 2 procedente de varias fuentes.

## Conclusiones

A falta de datos lo suficientemente fidedignos para el estudio de la naturaleza del par y para no introducir datos poco fiables en el WDS, optamos por la prudencia esperando la valiosa información que la misión GAIA aportará en el futuro.

No obstante, es mi intención durante el próximo otoño —en colaboración con mi compañero Ramón Palomeque— capturar JLM 2 con CCD para realizar mediciones actuales de ángulo y distancia, con la idea de monitorear el comportamiento posicional relativo de las componentes.

## Agradecimientos

Tengo que agradecer a Edgardo Rubén Masa y a Ramón Palomeque los consejos que me ha brindado para la elaboración de este pequeño artículo, que no tiene más pretensión que la de dar a conocer este par, a la espera de datos más concluyentes para un estudio astrofísico en profundidad.

## Referencias

En este trabajo se ha hecho uso de los catálogos WDS y NOMAD-1, ambos mantenidos por el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO).

En este trabajo se ha hecho uso de *PPMXL. Catalog of positions and proper motions on the ICRS*. <http://vizier.u-strasbg.fr/vizbin/VizieR?source=PPMXL>.

Esta investigación ha hecho uso de los datos ofrecidos por Two Micron All Sky Survey (2MASS), un proyecto conjunto de University of Massachusetts y el Infrared Processing and Analysis Center/California Institute of Technology, fundado por la National Aeronautics and Space Administration y la National Science Foundation.

Esta investigación ha hecho uso del Digitized Sky Survey (DSS) que fue producido por Space Telescope Science Institute under U.S. Government Grant NAG W-2166. Las imágenes de estos surveys están basadas en datos fotográficos obtenidos usando el Oschin Schmidt Telescope sobre Palomar Mountain y el UK Schmidt Telescope. Las placas fueron procesadas a su actual formato digital comprimido con el permiso de esas instituciones. Sitio Web: <http://stdatu.stsci.edu/dss/>

En este trabajo se han utilizado el software Aladin, un Atlas Celeste interactivo que permite al usuario visualizar imágenes digitalizadas de cualquier parte del cielo, superponer entradas de catálogos astronómicos o archivos de datos personales y acceder interactivamente a datos e información procedente de SIMBAD, NED, VizieR u otros archivos de todos los objetos conocidos en el campo de visión. Disponible en: <http://aladin.u-strasbg.fr/>

En este trabajo se hizo uso de *Astrometrica*, un software interactivo para la reducción astrométrica de datos sobre imágenes CCD. Autor: Herbert Raab. <http://www.astrometrica.at/>. También se utilizó el programa de conversión de coordenadas GEDRAA. <http://gedraa.redastronomica.com.ar/>

Se trabajó en *fv* para la medición de los parámetros Theta (ángulo de posición) y Rho (separación angular) de estrellas muy saturadas.

Para la conversión de fechas a época besseliana se trabajó con el programa cedido por LIADA, *JD and EPOCH*.

Asimismo se utilizaron aplicaciones Excel facilitadas por Francisco Rica (astronomía V.1.5.6).

Finalmente, se han utilizado como referencia los temas del curso de estrellas dobles impartido por la LIADA, <https://sites.google.com/site/cursosobreestrellasdobles/> 

COMPONENTE	J	H	K	V	B	B-V	V-I	F.Mg	A.Mg	r' Mg.	F. Mg.
CMC14 JLM2 A										12,263	
CMC14 JLM2 B										13,084	
2MASS JLM2 A	10,68	10,245	10,153								
2MASS JLM2 B	11,52	11,08	10,923								
GSC2 JLM2 A											11,08
GSC2 JLM2 B											
UCAC4 JLM2 A				12,253	13,098	0,845	0,697				
UCAC4 JLM2 B											

Tabla 3. Diferentes valores fotométricos según algunos catálogos.

# Trece nuevos sistemas con movimiento propio común

13 New Common Proper-Motion pairs

Rafael Caballero Roldán

■ Agrupación Astronómica Hubble (Martos, Jaén)

■ Correo-e: rafacr@ucm.es

Este artículo presenta 13 pares abiertos nuevos con un movimiento propio similar y apreciable. Estos pares se han encontrado observando la composición de imágenes de diferentes épocas utilizando la herramienta Aladin. Los datos correspondientes a las nuevas parejas se han obtenido mediante el portal astronómico VizieR.

This paper presents 13 new wide pairs with similar and significant proper motion. This pairs have been detected observing the composition of astronomic plates corresponding to different epochs using the Aladin tool. The data of the new pairs have been obtained from different astronomic catalogs accessed via the VizieR service.

## Introducción

LAS IMÁGENES DISPONIBLES mediante la aplicación Aladin ([aladin.u-strasbg.fr](http://aladin.u-strasbg.fr)) abarcan un periodo de tiempo amplio. En ocasiones disponemos de imágenes de una misma área del cielo tomadas con un intervalo de 50 años. Esto permite observar qué estrellas tienen un movimiento propio destacable, aprovechando herramientas de la propia aplicación como la composición RGB. Imaginemos, por ejemplo, que tomamos dos imágenes de la misma región tomadas con 50 años de diferencia. Al componer las imágenes mediante RGB la herramienta “tiñe” cada imagen de un color, de forma que al componerlas se observará de forma clara las estrellas que se han movido porque generarán dos (o tres) imágenes diferentes, una en cada color seleccionado. Si encontramos dos estrellas cercanas con un movimiento propio similar tenemos una candi-

data a binaria que merece ser estudiada. Falta por confirmar su movimiento propio común, utilizando por ejemplo los catálogos disponibles en VizieR ([vizier.u-strasbg.fr](http://vizier.u-strasbg.fr)), así como comprobar que la pareja no es parte del Washington Double Star Catalog (WDS, Mason, Wycoff y Hartkopf, 2003).

Con este procedimiento tan simple de búsqueda y error, semi-automatizado mediante un programa desarrollado por el autor, se han encontrado las parejas que se presentan a continuación.

## Resultados

La tabla 1 muestra los datos más relevantes de los nuevos pares.

Generalmente la astrometría (columnas RA,

RA	DEC	Mag. A—B	Época	Theta	Rho	MP AR	MP DEC
10 31 09,77	-00 24 42,61	AB 13,72 18,63	2000,00	89	6,72	-156-142	-097-097
11 26 32,49	-02 37 12,89	AB 12,51 16,40	1999,04	240	8,16	-168-161	-009-017
12 07 13,16	+00 53 58,72	AB 9,23 19,01	2000,00	33	22,88	-094-092	+049+050
12 08 17,19	+41 53 23,40	AB 12,19 14,54	1998,27	66	11,97	-078-075	+000-008
12 09 38,35	+24 48 15,06	AB 14,43 17,19	1998,17	125	7,19	-072-075	-185-179
12 13 17,01	+50 09 25,74	AB 14,07 17,26	1999,02	94	9,26	+100+108	-098-098
12 27 48,07	+09 35 18,55	AB 14,67 14,97	2000,20	303	10,96	-098-096	+094+092
12 35 56,77	+37 58 02,27	AB 15,13 15,94	2000,25	178	7,83	-098-101	-012-008
13 46 32,90	+34 43 18,81	AB 11,14 15,00	1998,40	326	20,49	-123-145	+030+036
13 51 10,19	+31 03 05,56	AB 10,25 15,13	1998,18	120	67,85	-125-126	+003+001
21 21 39,91	+05 11 30,12	AB 10,34 16,25	2000,58	197	19,86	-083-085	-101-105
21 50 10,11	+05 58 13,76	AB 14,93 15,15	2000,58	253	12,05	+146+146	-026-021
23 52 14,42	-61 25 30,41	AB 9,53 15,65	1999,89	58	127,84	+179+169	-816-809

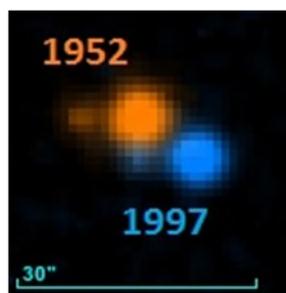
Tabla 1. Datos más relevantes de las nuevas parejas.

DEC, Época, THETA para el ángulo de separación y RHO para la separación) se ha obtenido a partir del catálogo 2MASS-PSC utilizando las fórmulas descritas (Sinnott, 1984), la fotometría (magnitudes) del catálogo GSC2.3 (Lasker et al., 2008), y el movimiento propio (columnas MP AR y MP DEC) a partir o bien del catálogo PPMXL (Roeser+ 2010) o de NOMAD (Zacharias+ 2005). En todos los casos se ha verificado que no existe ninguna pareja similar en el catálogo WDS (según la versión consultada el 1 de mayo de 2015).

## Las nuevas parejas una a una

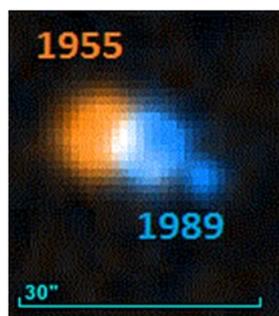
En el siguiente repaso a cada par indicamos la fuente de los datos para cada uno de ellos, una imagen RGB obtenida de Aladin y cuando procede alguna observación de interés.

**I0 31 09,77 -00 24 42,61**



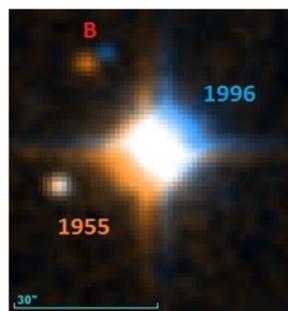
- Astrometría: a partir del catálogo USNO-B1 (Monet, Levine, Casian, et al. 2003) al no encontrarse la secundaria en el catálogo 2MASS-PSC.
- Fotometría: corresponde a la columna 'rmag' del catálogo DR7 (Abazajian, Adelman-McCarthy, Agüeros et al., 2009).
- Movimiento propio: para la componente A se ha utilizado el catálogo URAT-1 (Zacharias, Finch, Subasavage, et al. 2015) y para la B se ha empleado el catálogo PPMXL.
- Otros comentarios: es interesante señalar que los catálogos muestran una distancia de 82 pc. para la componente A.

**I1 26 32,49 -02 37 12,89**



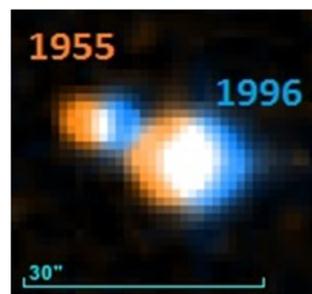
- Astrometría: 2MASS-PSC
- Fotometría: CMC15
- Movimiento propio: IGSL-2013 (Smart y Nicastro, 2006)

**I2 07 13,16 +00 53 58,72**



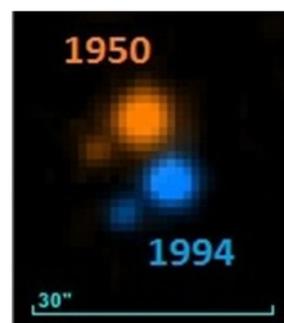
- Astrometría: USNO-B1
- Fotometría: GSC 2.3 (comp. A) y NOMAD (comp. B) ambas magnitudes 'r'.
- Movimiento propio: NOMAD
- Otros comentarios: primaria muy brillante, con tipo espectral F8 y una distancia estimada de 48 pc.

**I2 08 17,19 +41 53 23,40**



- Astrometría: 2MASS-PSC
- Fotometría: GSC 2.3
- Movimiento propio: PPMXL

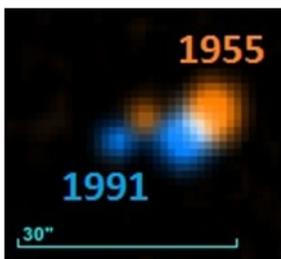
**I2 09 38,35+24 48 15,06**



- Astrometría: 2MASS-PSC
- Fotometría: GSC 2.3
- Movimiento propio: CMC15 para la componente A, KMAC1 (Lazorenko, Babenko, Karbovsky; et al., 2005) para la componente B.
- Otros comentarios: pareja con un movimiento propio muy notable, alrededor de 0,2 segundos de arco por año

**I2 13 17,01 +50 09 25,74**

- Astrometría: 2MASS-PSC
- Fotometría: GSC 2.3
- Movimiento propio: NOMAD



**12 27 48,07 +09 35 18,55**



- Astrometría: 2MASS-PSC
- Fotometría: GSC 2.3
- Movimiento propio: NOMAD
- Otros comentarios: pareja muy igualada, los catálogos muestran la primaria a 117 pc. Las placas SDSS-9 nos muestran a ambas de un llamativo color rojizo.

**12 35 56,77 +37 58 02,27**



- Astrometría: 2MASS-PSC
- Fotometría: GSC 2.3
- Movimiento propio: NOMAD para la componente A y UCAC-4 (Zacharias, Finch, Girard et al. 2013) para la componente B

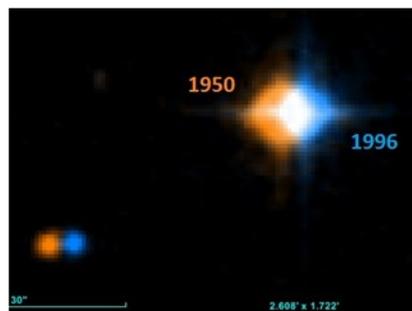
**13 46 32,90 +34 43 18,81**



- Astrometría: 2MASS-PSC
- Fotometría: GSC 2.3
- Movimiento propio: NOMAD, NOMAD

**13 51 10,19 +31 03 05,56**

- Astrometría: 2MASS-PSC
- Fotometría: GSC 2.3



- Movimiento propio: PPMXL, PPXML
- Otros comentarios: pareja muy abierta con movimiento sobre 0,125 segundos de arco por año. El tipo espectral de la primaria en los catálogos es K2III

**21 21 39,91 +05 11 30,12**



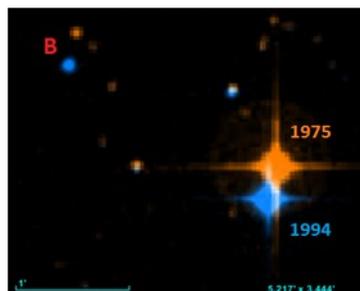
- Astrometría: 2MASS-PSC
- Fotometría: GSC 2.3
- Movimiento propio: PPMXL, PPMXL
- Otros comentarios: Distancia de la componente A: 87 pc.

**21 50 10,11 +05 58 13,76**



- Astrometría: 2MASS-PSC
- Fotometría: GSC 2.3
- Movimiento propio: KMAC1
- Otros comentarios: pareja muy igualada y rápida (aprox. 0,148 segundos de arco por año) que las placas del SDSS-9 muestran de un intenso color rojo.

**23 52 14,42 -61 25 30,41**



- Astrometría: 2MASS-PSC

— Fotometría: GSC 2.3 (Comp. A), “Solar neighborhood. XXXV. Distances to M dwarfs” (Comp. B).  
— Movimiento propio: PPMXL, PPMXL  
— Observaciones: distancia componente A, entre 59,4 y 70 pc., según el catálogo. Tipo espectral de la componente A: K0. Con un movimiento propio por encima de 0,8 segundos de arco por año, supera en velocidad al 98% de las estrellas incluidas en el WDS. La primaria es LHS 4031.

## Conclusiones

Hemos presentado 13 nuevos pares con movimiento propio común. En todos los casos se ha utilizado el criterio estadístico de Halbwachs (Halbwachs, 1986) para descartar aquellas parejas con movimiento propio no compatible.

Es importante señalar que estos pares son tan solo candidatos a pares binarios, es decir parejas que pueden merecer un estudio más detallado. En algún caso, como en la última pareja con un movimiento propio por encima de 0,8 segundos de arco por año, la alta velocidad común hace probable que se trate de un par físico, pero en general cada pareja necesitaría de criterios basados en sus parámetros físicos, distancia y velocidad radial para confirmar o al menos incrementar la probabilidad de que se trate de pares ligados gravitacionalmente.

## Agradecimientos

Este trabajo utiliza el *ALADIN Interactive Sky Atlas*, así como la bases de datos de catálogos astronómicos *VizieR*, ambas mantenidas por el *Centre de Données astronomiques*, de Estrasburgo, Francia. También se han utilizado productos del *Two Micron All Sky Survey (2MASS)*, Proyecto conjunto de la Universidad de Massachusetts, y del *CMC15 Data Access Service* producido en el *CAB (INTA-CSIC)*. 

## Bibliografía

- Abazajian K. N.; Adelman-McCarthy J. K.; Agüeros M. A.; et al. “The Seventh Data Release of the Halbwachs, J. L., 1986, “Common proper motion stars in the AGK3”. *Bull. Inf. Centre Donnees Stellaires*, **30**:129.
- Lasker, B. M.; Lattanzi, M. G.; McLean, Brian J.; Bucciarelli, B.; Drimmel, R.; Garcia, J.; Greene, G.; Guglielmetti, F.; Hanley, C.; Hawkins, G.; and 16 coauthors, 2008, “The Second-Generation Guide Star Catalog: Description and Properties”. *The Astronomical Journal* **136**(2):735-766.
- Mason, B. D.; Wycoff, G.; Hartkopf, W. I., 2003, “The Washington Double Star Catalog”, <http://ad.usno.navy.mil/wds/>
- Monet, D. G.; Levine, S. E.; Casian B.; et al., 2003, “The USNO-B Catalog”, *The Astronomical Journal*, **125**(2) 984-993
- Roeser, S.; Demleitner, M.; Schilbach, E., 2010, "The PPMXL catalog of positions and proper motions on the ICRS. Combining USNO-B1.0 and the two Micron All Sky Survey (2MASS)", *The Astronomical Journal*, **139**(6) 2440-2447
- Sinnott, R.W., 1984 “The virtues of the Haversine”, *Sky & Telescope* **68**(159).
- Smart, R. L.; Nicastrò, L., 2006, “The Initial Gaia Source List (IGSL)”, ESA Document Gaia-C3-TN-OATO-RLS-004-01.
- Zacharias, N.; Monet, D. G.; Levine, S. E.; Urban, S. E.; Gaume, R.; Wycoff, G. L.; 2005, “Naval Observatory Merged Astrometric Dataset (NOMAD)”, San Diego AAS Meeting.
- Zacharias, N.; Finch, C. T.; Girard, T. M.; Henden, A.; Bartlett, J. L.; Monet, D. G.; Zacharias, M. I., 2013, "The fourth U.S. Naval Observatory CCD Astrometric Catalog", *The Astronomical Journal* **145** (2).
- Zacharias, N.; Finch, C.; Subasavage, J.; Bredthauer, G.; Crockett, C.; Divittorio, M.; Furguson, E.; Harris, F.; Harris, H.; Henden, A.; Kilian, C.; Munn, J.; Rafferty, T.; Rhodes A.; Schultheiss, M.; Tilleman T.; Wieder, G., 2015, "The first U.S. Naval Observatory Astrometric Robotic Telescope Catalog (URAT1)", *VizieR online catalog I/329*.

# Medición de 132 estrellas dobles australes desde el Observatorio Astronómico W Crucis

Measurements of 132 Southern Double Stars from OACW

Carlos A. Krawczenko

■ Miembro de la Junta Directiva y Coordinador de la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA, Observatorio Astronómico W Crucis (UAI/MPC 145)

■ Correo-e: oawc@gmail.com

En el presente trabajo se presentan las astrometrías relativas de 132 estrellas dobles ubicadas en la constelación de la Cruz del Sur (Crux) y Centaurus realizadas desde el Observatorio Astronómico W Crucis (OAWC).

In this paper are presented the relative astrometry 132 double stars located in the constellation of the Southern Cross (Crux) and Centaurus made from the Astronomical Observatory W Crucis (OAWC).

## Introducción

ENTRE LOS MESES DE ENERO Y ABRIL del 2015 he realizado mediciones de estrellas dobles situadas todas ellas en la constelación de la Cruz del Sur y algunas de Centaurus. Las observaciones fueron realizadas entre las épocas 2015,100 y 2015,310 durante 14 noches de observación, todas ellas con buenas condiciones de estabilidad y transparencia atmosféricas.

Previamente se estableció como criterio que las parejas a observar no hubieran sido medidas con posterioridad al año 2000, aunque en este programa se incluyó un sistema estelar medido en el 2013 (DUN 252AB). Esto es porque es un sistema al que le haré un estudio dinámico en un futuro, y por lo tanto decidí agregarle una medida más a las que ya están registradas en el *Washington Double Star Catalog*. También, el sistema DUN 117, cuya última medida oficial data del 2001, fue incluido por ser un par muy llamativo.

El rango de separaciones angulares está comprendido entre  $1,756''$  y  $81,180''$ , siendo la separación media  $10,649''$ . Esta amplitud tuvo como consecuencia obvia que se haya tenido que utilizar por un lado la técnica clásica CCD para las mediciones y por otro la técnica *Lucky Imaging* que permitió resolver los pares más cerrados.

## Equipo

El equipo utilizado es un telescopio Newtoniano Sky Watcher de  $10''$  ( $0,25$  m) y una focal de  $1200$  mm con una relación  $F/D = 4,98$ . La cámara CCD es una Atik 161C monocroma con refrigeración termoeléctrica. El sensor de la cámara es Sony ICX 424AL con un tamaño de  $7,4 \times 7,4$  micras, dando una resolu-

ción de  $659 \times 494$  píxeles.

A estos elementos se añadió una lente de Barlow 2X. Con esta configuración óptica se obtiene una escala de placa de  $0,57''/\text{píxel}$ .

Además se utilizó un filtro Infrarrojo (IR) MEADE que tiende a disminuir los efectos del *seeing* mediocre. El programa empleado para la captura de las imágenes es MaxIm DL v.5.

## Calibración

La calibración, que consiste en conocer previamente la orientación de la cámara y la escala de la imagen, se realizó sobre cada una de las estrellas dobles observadas.

Pese a un FOV relativamente pequeño ( $6,3' \times 4,7'$ ), el hecho de trabajar en una zona densamente poblada (cerca del ecuador galáctico) hace posible contar en las imágenes con suficiente número de estrellas de referencia para poder calibrar con el programa *Astrometrica* v4.6.5.390 (Hebert Raab). En primer lugar, haciendo uso de la herramienta *PinPoint Astrometry* se identifica el campo estelar obteniendo de forma automática la focal efectiva del telescopio, la orientación y la escala de la imagen. Estos valores son los que se introducen en el *setup* de *Astrometrica*. De esta manera obtenemos una escala de  $0,57''/\text{píxel}$ . Con el fin de aumentar la precisión y fiabilidad de esta calibración se ha hecho uso del *log* de *Astrometrica* en conjunción con la hoja Excel de nuestro amigo Francisco Rica llamada *Calculador escala Astrometrica v 2.0*. De esta manera obtenemos una escala media de  $0,5733 \pm 0,0001''/\text{píxel}$ ; esta fue una constante en todas las noches de observación. Las mediciones se

realizaron con la técnica tradicional de capturar al par estelar para después medirlo con el fabuloso programa *Reduc v4.7* de Florent Losse. Cabe destacar que para obtener la escala se obtuvieron para cada doble una serie de 20 imágenes de 20 segundos cada una que fueron convenientemente apiladas y alineadas.

Para obtener la orientación de la cámara se tomó una imagen de la región a estudiar a motor parado obteniendo la traza de la imagen estelar y se hizo que la misma coincidiese lo mejor posible con el retículo virtual de la ventana de captura. En todos los casos, el valor medio de la orientación resulta ser menor que  $0,5^\circ$ . En principio, se trata de una técnica de prueba y error, y una vez que tengamos la cámara satisfactoriamente orientada y con la ayuda de MaxIm DL obtenemos la orientación exacta buscada.

Aclaremos que si bien la escala se mantiene constante siempre que durante la sesión de observación no haya cambios bruscos de temperatura que afecten a la focal del telescopio, no sucede lo mismo con la orientación de la cámara ya que al variar la posición del telescopio, la orientación de la cámara varía en varias centésimas o décimas de grado. Es por esta razón que el procedimiento de calibrado se realiza sobre cada una de las dobles consideradas.

## Astrometría relativa

Se midieron 132 estrellas dobles situadas todas ellas en la constelación de la Cruz del Sur y algunas en Centaurus.

En todos los casos, además de las imágenes de calibrado, se obtuvieron por cada par 30 imágenes con un tiempo de exposición variable entre 1 y 5 segundos, dependiendo de la separación angular y de la diferencia de magnitudes. En aquellos sistemas con separaciones menores que  $4''$  se utilizó la técnica de *Lucky*

*Imaging* para lo cual se trabajó con series de 400 imágenes de 0,03 segundos de exposición.

Cada imagen apilada y alineada se midió 20 veces para obtener la media de los valores, como así también la desviación estándar, todo ello con el programa *Reduc*. Complementa este trabajo el análisis de los errores internos tanto en el ángulo de posición ( $\theta$ ) como en la separación angular ( $\rho$ ). La mediana que se obtiene en ambas coordenadas es de  $0,03^\circ$  en  $\theta$  y de  $0,006''$  en  $\rho$  valores muy satisfactorios. La figura 1 ilustra las dispersiones obtenidas en ambas coordenadas polares.

La tabla 1 (página siguiente) contiene las astrometrías relativas de las estrellas dobles seleccionadas. Esta tabla incluye el descubrimiento de nuevos pares de sistemas ya catalogados como así también de un sistema de movimiento propio común (MPC). Los sistemas remarcados en negrita con asteriscos son los sistemas en los que se ha utilizado la técnica de *Lucky Imaging*.

El significado de cada columna de la tabla es la siguiente:

- Columna 1: Es el identificador del WDS.
- Columna 2: Es la denominación de la estrella doble.
- Columnas 3 y 4: Son las magnitudes aparentes tabuladas en el mencionado catálogo. En aquellos casos de tratarse de nuevos pares identificados como "NO CAT", las magnitudes visuales surgen de la transformación fotométrica del proyecto 2MASS.
- Columna 5: Es la época besseliana de la observación.
- Columna 6 y 7: Es el ángulo de posición y su correspondiente error.
- Columna 8 y 9: Es la separación angular con su correspondiente error.
- Columna 10: Es la cantidad de noches en que se observó la doble.
- Columna 11: Hace referencia a las notas aclaratorias de algunas dobles.

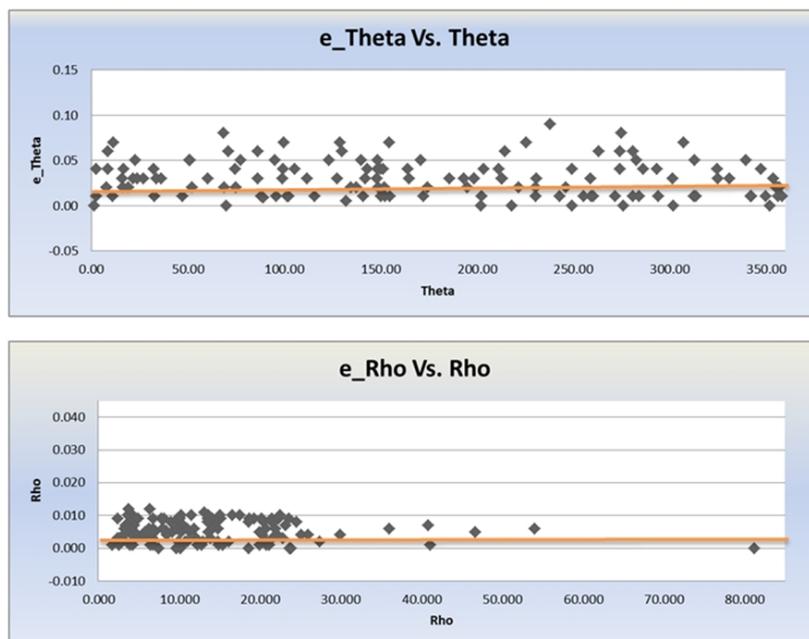


Figura 1. Dispersión media en Theta y Rho de la serie medida.

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ID. WDS	NOMBRE	MAGNITUDES WDS		ÉPOCA	$\theta$	$e_{\theta}$	$\rho$	$e_{\rho}$	N° NOCHES	NOTAS
11500-6144	WFC 116	10,40	11,58	2015,140	352,09	0,00	10,788	0,002	1	1
11515-5744	JSP 505 *	<b>10,90</b>	<b>11,37</b>	<b>2015,305</b>	<b>213,29</b>	<b>0,03</b>	<b>1,756</b>	<b>0,001</b>	2	2
11518-6436	GLI 169	7,46	9,02	2015,141	225,47	0,07	4,393	0,005	1	
11523-6202	JAW 29	9,13	9,48	2015,222	115,93	0,01	14,956	0,009	1	
11534-6025	TDS8096	11,67	11,75	2015,141	1,36	0,00	9,879	0,009	1	
11546-6301	TRR 9 AB	8,93	10,40	2015,210	313,01	0,05	11,052	0,002	1	
11546-6301	TRR 9 AC	8,93	11,00	2015,210	242,94	0,01	41,072	0,001	1	
11546-6301	TRR 9 CD	8,93	9,00	2015,210	51,35	0,05	3,626	0,007	1	3
11547-5619	BRT3166	10,88	10,90	2015,140	132,24	0,01	4,130	0,006	1	4
11550-5606	HLD 114	7,36	7,84	2015,150	170,96	0,05	3,425	0,007	1	
11554-6255	WFC 117	10,17	10,85	2015,150	8,50	0,06	9,890	0,009	1	
11562-5826	SKF 181	10,56	10,69	2015,150	237,96	0,09	10,510	0,007	1	
11580-5630	COO 131 *	<b>9,36</b>	<b>9,70</b>	<b>2015,305</b>	<b>271,70</b>	<b>0,01</b>	<b>2,632</b>	<b>0,002</b>	3	5
12005-5620	TOB 143	10,69	11,83	2015,222	185,87	0,03	20,843	0,001	1	
12008-5659	TOB 144	11,35	11,61	2015,197	274,17	0,04	14,904	0,001	1	
12016-6000	WFC 121	10,95	11,57	2015,139	150,15	0,01	9,010	0,008	1	
12019-6220	TDS8182	11,41	11,56	2015,197	198,57	0,03	9,690	0,006	1	
12030-6055	JAW 31	8,64	10,09	2015,222	127,72	0,03	20,730	0,006	1	
12036-5719	BRT2806	11,43	11,80	NO IDENTIFICADA					1	6
12036-6030	JSP 509	9,65	11,30	2015,197	203,42	0,04	4,649	0,003	1	
12046-5637	HJ4493 AB	9,78	11,10	2015,197	95,14	0,05	9,975	0,008	1	
12046-5637	HJ4493 AC	9,78	13,20	2015,197	313,78	0,01	13,900	0,003	1	
12046-6029	TDS8207	11,34	11,63	2015,197	99,65	0,04	3,815	0,006	1	
12048-6200	DUN117 AB	7,40	7,83	2015,222	149,00	0,02	22,888	0,003	1	7
12048-6200	DUN117 AC	7,40	10,02	2015,222	19,38	0,02	25,127	0,004	1	
12050-6333	VOU 11	10,61	10,68	2015,197	230,78	0,03	6,072	0,005	1	
12076-6335	TRR 13	11,33	11,80	2015,197	21,55	0,03	6,796	0,006	1	
12080-5619	TOB 145	9,81	10,97	2015,222	259,02	0,03	23,215	0,007	1	
12087-6357	VOU 13	10,40	12,00	2015,197	172,19	0,01	4,251	0,010	1	
12094-5650	TDS8248	11,42	11,97	2015,197	202,41	0,01	2,937	0,003	1	
12096-5906	BRT3167	11,20	11,20	2015,197	129,12	0,07	4,647	0,004	1	
12097-6235	HDS1717	8,18	11,38	2015,197	71,24	0,06	13,549	0,009	1	
12106-6058	R 191	9,14	9,97	2015,197	212,67	0,03	3,414	0,007	1	
12107-5849	HJ 4503	9,67	11,04	2015,197	246,28	0,02	7,842	0,009	1	
12125-6003	TOB 233	11,19	11,19	2015,222	349,83	0,01	18,665	0,000	1	
12132-5824	TOB 240	11,28	11,66	2015,222	99,32	0,03	20,334	0,004	1	
12132-6218	TOB 239	11,00	11,60	2015,197	137,39	0,02	13,688	0,005	1	
12133-6051	RSS 284	9,43	11,52	2015,222	140,12	0,05	23,659	0,000	1	
12135-6259	TOB 244	11,13	11,93	2015,197	347,36	0,04	10,143	0,000	1	
12140-6427	TOB 251	10,57	11,84	2015,222	280,97	0,06	22,219	0,004	1	
12141-5814	JSP 520	10,45	10,92	2015,197	202,29	0,00	6,769	0,001	1	
12144-5653	FIN 51	9,33	11,60	2015,197	249,59	0,04	4,937	0,009	1	
12149-6058	R 195	9,47	11,02	2015,197	307,41	0,07	8,132	0,009	1	
12155-6232	LPO 35 AB	9,18	10,72	2015,310	259,26	0,01	2,581	0,001	1	
12165-5736	LDS 398	10,86	11,45	2015,180	339,51	0,05	12,829	0,001	1	
12172-6047	JAW 33	10,42	10,40	2015,222	211,38	0,04	20,512	0,008	1	
12172-6208	WFC 125	11,16	11,68	2015,180	50,68	0,05	6,319	0,006	3	
12177-5719	BRT2807	11,22	11,20	2015,180	155,04	0,01	5,650	0,004	1	
12177-5719 NO CAT	KRW 3 AC	11,22	14,00	2015,180	33,88	0,03	3,660	0,001	2	8

(Continúa en la página siguiente)

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

ID. WDS	NOMBRE	MAGNITUDES WDS		ÉPOCA	$\theta$	$e_{\theta}$	$\rho$	$e_{\rho}$	N° NOCHES	NOTAS
12201-6132	TOB 54	11,70	12,70	2015,222	286,25	0,04	16,201	0,002	1	
12203-5905	TOB 149	11,32	11,41	2015,222	148,57	0,04	23,651	0,009	1	
12204-6019	R 197	10,72	11,20	2015,180	32,71	0,01	6,486	0,001	1	
12208-6458	TOB 5 AB	8,09	10,50	2015,222	68,81	0,02	36,014	0,006	1	
12208-6458	TOB 55 BC	10,50	11,19	2015,222	60,49	0,03	24,503	0,008	1	
12209-5839	BRT3168	12,00	12,00	2015,18	8,69	0,04	4,522	0,005	1	
12209-5906	HDS1739	9,13	10,34	2015,180	356,04	0,02	8,379	0,005	1	
12222-5828	TOB 62	10,35	10,48	2015,180	152,15	0,02	11,875	0,006	1	
12232-6314	TOB 66 AB	10,08	10,47	2015,222	325,03	0,03	22,549	0,010	1	
12232-6314	TOB 66 AC	10,08	12,40	2015,222	88,16	0,01	6,616	0,004	1	
12233-6304	TOB 67	9,68	10,42	2015,155	330,96	0,03	13,008	0,002	2	9
12237-5725	TOB 68	9,86	11,54	2015,222	148,37	0,05	15,198	0,009	1	
12237-6258	TOB 69	10,10	12,90	2015,130	218,07	0,00	16,628	0,010	1	
12240-6208	COO 37	9,07	10,30	2015,180	342,32	0,01	9,693	0,006	1	
12246-6456	TOB 71	8,22	11,11	2015,222	164,31	0,04	20,250	0,009	1	
12252-6201	TOB 72	9,76	11,78	2015,222	99,72	0,07	18,756	0,009	1	
12262-5835	WFC 272	11,47	11,28	2015,180	105,56	0,04	10,248	0,010	1	
12264-6154	WFC 126	11,40	11,53	2015,180	174,34	0,02	9,691	0,000	1	
12266-6248	VOU 6	10,06	12,60	2015,130	36,32	0,03	4,194	0,008	1	
12266-6306	<b>DUN252AB*</b>	<b>1,25</b>	<b>1,55</b>	<b>2015,135</b>	<b>112,01</b>	<b>0,03</b>	<b>3,897</b>	<b>0,010</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
12273-5737	HJ 4523	10,43	11,14	2015,100	274,96	0,08	6,352	0,012	1	
12274-5801	TOB 74	8,92	10,97	2015,222	123,32	0,05	21,787	0,008	1	
12277-6452	MLO 43	10,60	11,10	2015,130	75,10	0,02	4,247	0,001	1	
12277-4312	I 400 AB	9,25	11,20	2015,130	151,21	0,04	4,686	0,009	1	
12277-4312	I 400 AC	9,25	13,83	2015,130	263,43	0,06	17,532	0,010	1	
12287-5918	TOB 78 AC	9,77	11,32	2015,222	302,00	0,00	19,964	0,001	1	
12287-5918	HLN 29 AB	9,77	13,30	2015,222	134,84	0,02	6,301	0,003	1	
12289-6152	I 36	6,91	10,91	2015,222	324,79	0,04	21,615	0,003	1	
12296-6005	JSP 536	11,12	11,50	2015,180	16,31	0,02	2,687	0,003	1	11
12311-4151	COO155 AB	9,15	10,06	2015,130	357,09	0,02	10,227	0,005	1	
12314-4228	SEE 180	6,75	9,24	2015,130	230,53	0,01	3,760	0,012	1	
12324-6143	TOB 90	11,35	11,33	2015,130	214,63	0,06	13,179	0,011	1	
12337-6430	BRT2000	12,00	12,00	2015,178	11,38	0,07	4,477	0,005	1	
12340-5915	RSS 288	8,73	12,59	2015,219	27,05	0,03	29,953	0,004	1	
12345-5820	TOB 91	7,95	12,60	2015,219	68,58	0,08	23,840	0,000	1	
12346-5752	R 202	10,02	11,38	2015,219	52,39	0,02	20,914	0,002	1	
12349-5814	JSP 540	9,30	12,50	2015,219	11,06	0,01	6,565	0,004	1	12
12358-5935	WFC 128	10,98	11,53	2015,178	2,39	0,04	6,954	0,005	1	
12358-5956	TOB 98	10,75	11,67	2015,178	101,49	0,01	12,106	0,003	1	
12362-5652	HDS1768	10,01	10,84	2015,178	2,68	0,01	8,005	0,006	1	
12363-5915	TOB 100	11,31	11,78	2015,139	342,26	0,01	14,819	0,002	1	
12368-5922	TOB 101	10,60	12,90	2015,219	47,27	0,01	15,407	0,001	1	
12376-5805	JSP 544	8,00	11,79	2015,139	23,81	0,03	3,890	0,005	1	
12380-5931	TOB 104	10,93	11,81	2015,219	152,37	0,01	21,534	0,008	1	
12381-5932 NO CAT	KRW 4	13,40	14,01	2015,219	255,42	0,01	6,691	0,003	1	
12384-4223	<b>CPO 14 *</b>	<b>9,66</b>	<b>10,50</b>	<b>2015,130</b>	<b>282,70</b>	<b>0,05</b>	<b>2,930</b>	<b>0,002</b>	<b>1</b>	
12391-5816	TOB108 AC	10,79	11,78	2015,219	15,59	0,03	21,942	0,006	1	
12391-5816	TOB108 CD	11,78	13,60	2015,219	154,57	0,07	10,125	0,009	1	
12400-5935	RSS290 AB	8,87	12,56	2015,219	293,29	0,04	18,668	0,008	1	13

(Continúa en la página siguiente)

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

ID. WDS	NOMBRE	MAGNITUDES WDS		ÉPOCA	$\theta$	$e_{-\theta}$	$\rho$	$e_{-\rho}$	Nº NOCHES	NOTAS
12400-5835 NO CAT	KRW 5 AC	8,87	12,59	2015,219	301,65	0,03	46,670	0,005	1	13
12413-6105	TOB 110	10,21	11,36	2015,219	89,33	0,01	14,866	0,006	1	
12421-5627	JSP551 AB	8,80	14,30	2015,219	193,23	0,03	6,692	0,005	1	
12421-5627	DAM580 AD	9,31	13,27	2015,219	164,95	0,03	15,090	0,010	1	
12422-6258	TOB 112	10,55	10,57	2015,178	221,72	0,02	14,221	0,008	1	
12423-6117	TDS8491	10,91	11,19	2015,142	143,28	0,04	7,486	0,000	1	
12423-6300	HDS1780AB	9,79	10,74	2015,178	102,19	0,01	27,436	0,002	1	14
12424-6258	HJ 4541	9,68	12,90	2015,178	142,14	0,03	11,366	0,005	1	14
12424-6258	SIN 74 AC	9,68	11,82	2015,178	249,54	0,00	54,007	0,006	1	14
12424-6258	SIN 74 AD	9,68	10,56	2015,178	276,20	0,00	81,180	0,000	1	14
12424-6258	SIN 74 CD	11,82	10,56	2015,178	312,82	0,01	40,817	0,007	1	14
12428-6405	TOB 114	11,59	12,22	2015,178	148,27	0,03	14,160	0,006	1	
12436-6116	TOB 115	10,17	10,62	2015,219	130,20	0,06	19,277	0,009	1	
12444-6414	TOB 116	10,50	12,90	2015,178	230,72	0,02	13,859	0,009	1	
12452-5844	WFC 273	10,65	11,88	2015,178	86,45	0,06	11,015	0,006	1	
12452-5908	TOB 118	11,29	12,10	2015,178	260,53	0,01	14,164	0,009	1	
12454-5803	TOB 119	10,15	11,50	2015,219	198,46	0,03	21,129	0,001	1	
12456-5653	TOB 120	10,22	10,47	2015,219	294,09	0,01	25,988	0,004	1	
12459-6033	JSP 917	9,21	12,31	2015,177	77,48	0,05	6,786	0,009	1	
12463-4211	RST1746	10,04	13,80	2015,130	86,47	0,03	4,407	0,007	1	
12465-6025	TOB 121	9,94	11,25	2015,219	16,91	0,04	19,994	0,005	1	
12470-5654	BRT2809	12,40	12,71	2015,177	353,77	0,03	11,506	0,010	1	
12472-6040	DAM 581	11,00	14,00	2015,161	74,70	0,04	5,771	0,005	1	
12473-5949	JSP 556	11,50	12,10	2015,161	32,54	0,04	2,430	0,009	1	
12475-5726	COO 141	9,39	10,59	2015,161	140,90	0,01	3,892	0,006	1	
12479-5743	BRT2810	11,00	11,00	2015,161	7,75	0,02	3,193	0,004	1	
12480-6442	TOB 124	11,10	12,50	2015,161	70,18	0,00	12,304	0,001	1	
12481-6002	JSP 557	11,13	12,90	2015,161	195,17	0,02	3,278	0,006	1	
12485-4309	HJ 4614	9,19	10,44	2015,130	281,14	0,01	13,640	0,010	1	
12485-6028	TDS8533	11,92	12,36	2015,161	284,19	0,01	9,918	0,009	1	
12491-5827	<b>NZO 32 *</b>	<b>9,32</b>	<b>10,93</b>	<b>2015,305</b>	<b>358,33</b>	<b>0,01</b>	<b>2,419</b>	<b>0,003</b>	<b>2</b>	<b>15</b>
12492-5705	TOB 125	9,22	12,20	2015,219	274,40	0,06	21,535	0,009	3	
12497-5802	TOB126 AB	10,79	10,80	2015,219	355,25	0,02	22,350	0,009	1	
12529-4401	HDS1951	10,00	13,11	2015,130	22,92	0,05	13,537	0,008	2	

## Notas

1: **WFC 116** es TYC 8973-857-1 y TYC 8973-1046-1. Presenta una cinemática totalmente incompatible. El ángulo de posición y la separación angular con un ligero aumento desde su descubrimiento en 1924.

2: **JSP 505** es TYC 8639-3096-1. El ángulo de posición se mantiene constante mientras que la separación angular disminuye.

3: **TRR 9**. El par AB presenta movimientos propios incompatibles, pero en el par CD son compatibles.

4: **BRT 3166** Es TYC 8639-262-1. Ángulo de posición en aumento y separación angular en disminución. No hay datos cinemáticos de la componente B.

5: **COO 131**. La primaria es HD 103937. Los movimientos propios de ambas componentes son exactamente iguales, según el catálogo PPMXL.

6: **BRT 2806**. Revisando las imágenes obtenidas en un área de  $10' \times 10'$  no se encuentra nada parecido a lo indicado en el WDS, por lo tanto no se la identifica.

7: **DUN 117**. Las tres componentes son de movimiento

propio común. La componente B es una binaria eclipsante (BY Cru) de tipo Beta Lyrae.

8: **KRW 3 AC**. Es una nueva componente para el sistema BRT 2807. Este par es de cinemática incompatible, pero no



Figura 2

se puede afirmar nada de la componente C. Al evaluar el movimiento por medio de un *blink*, parece que las componentes A y C sí comparten la cinemática. La figura 2 (página anterior) muestra al sistema BRT 2807 indicando la nueva componente C.

**9: TOB 67.** Estrellas con cinemática compatible.

**10: DUN 252 AB:** Conocida como Crucis (Acrux). Catalogada como doble orbital, si bien no hay registros orbitales de la misma. Es muy interesante hacer un estudio dinámico para determinar si es orbital o no.

**11: JSP 536.** No hay datos cinemáticos de este sistema.

**12: JSP 540.** En las imágenes se observa claramente que la componente B es más brillante que la componente A, lo que se interpreta como un desfase de  $180^\circ$  en el ángulo de posición. Sin embargo, interprete este hecho como un error fotométrico y considere el mismo criterio que el del WDS para que no exista diferencia de cuadrantes.

**13: RSS 390.** Las dos componentes de este sistema son de Movimiento Propio Común. La nueva componente KRW 5 AC comparte dichos movimientos, por lo tanto estamos ante un sistema triple MPC.

**14: HJ 4541.** Es una pareja que junto con los sistemas HDS 1780, SIN 74 y TOB 112 forman parte del cúmulo galáctico NGC 4629. Si bien observamos cinemática compatible entre estos sistemas, presenta en conjunto el movimiento propio del mismo cúmulo estelar y por lo tanto no podremos conjeturar sobre la compatibilidad de estos sistemas. La figura 3 muestra a estos sistemas estelares.

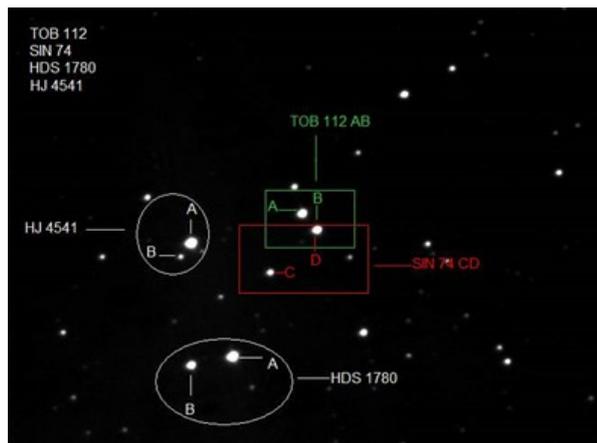


Figura 3

**15: NZO 32.** Sistema de movimiento propio común. La secundaria es TYC 8659-913-2 y la primaria es HD 111302.

## Descubrimientos

En el transcurso de estas observaciones se ha podido descubrir una nueva componente en el sistema BRT2807. No se cuenta con mucha información relativa a esta nueva componente, pero cotejando distintas imágenes del DSS y haciendo un *blink* con placas separadas casi 30 años, parece claro que estamos ante un caso de movimiento propio común. Sin embargo, hay que tomar esta premisa con mucha cautela, ya que por estar en una zona densamente poblada es muy probable que los movimientos propios estén altamente contaminados por el campo estelar circundante. A esta nueva componente la llamamos provisionalmente KRW 3AC.

También se descubrió una nueva componente para el sistema RSS 390, denominada por el momento KRW 5AC. En este caso, analizando la cinemática a través del catálogo PPMXL y utilizando un filtro gráfico de movimientos pro-

prios con la aplicación *Aladin*, se comprobó que los tres miembros tienen prácticamente una cinemática compatible. La componente A tiene un movimiento propio (en msa/año) de  $-9,7/-2,2$  en AR y en Dec respectivamente; la componente B tiene  $-13,4/-4,6$  y la componente C,  $-16,3/-7,6$ .

El otro sistema descubierto es el llamado KRW 4. La posición exacta de este sistema es (para la primaria):  $12\ 38\ 8,58\ -59\ 32,43$ .

Los movimientos propios son (de acuerdo al catálogo PPMXL) para la primaria:  $mpRA = 75,2$  msa/año y  $mpDec = 37,5$  msa/año. Para la secundaria tenemos:  $mpRA = 113,3$  msa/año y  $mpDec = 19,3$  msa/año.

Teniendo en cuenta la incertidumbre en estos valores podemos concluir que estamos ante un sistema de movimiento propio común MPC. Además se cumple el criterio de Halbwachs sobre la compatibilidad cinemática.

## Galería fotográfica

En la tabla 2 (página siguiente) se presentan varias de las imágenes capturadas desde el Observatorio Astronómico W Crucis. En todos los casos el norte está hacia arriba y el este hacia la izquierda. Son el producto de convertir imágenes originales en formato FITS a jpeg.

## Agradecimientos

En primer lugar agradecimiento al *Washington Double Star Catalog (WDS)* mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO) por poner a nuestra disposición la base de datos de estrellas dobles.

A Edgardo Rubén Masa Martín por todo el entusiasmo que me ha transmitido para llevar a cabo este trabajo. Sin este aporte no hubiese podido hacer este estudio. Igualmente, no puedo dejar de mencionar a Francisco Rica por toda la enseñanza que recibí de él.

Para este trabajo se utilizó la herramienta *WDSTOOLS* que nos permite armar los programas de observación personalizados.

También, gracias a Florent Losse por su programa *Reduc* con el que realizaron las mediciones astrométricas. A Francisco Rica por su hoja Excel que me permitió aumentar la precisión de este trabajo.

Para el calibrado de las imágenes se ha utilizado el programa *Astrometrica* de Herbert Raab.

Para la localización de los sistemas y el control del telescopio y la cámara CCD se utilizó el programa *Carte du Ciel v3.6* de Patrick Chevalley y MaxIm DL v5.

Para este trabajo se hizo uso de la aplicación *Aladin*, atlas interactivo que nos permite combinar las imágenes con. Con esta herramienta se accede también a la base de datos *SIMBAD* o *VizieR* que nos permite extraer toda la información requerida para nuestros trabajos.

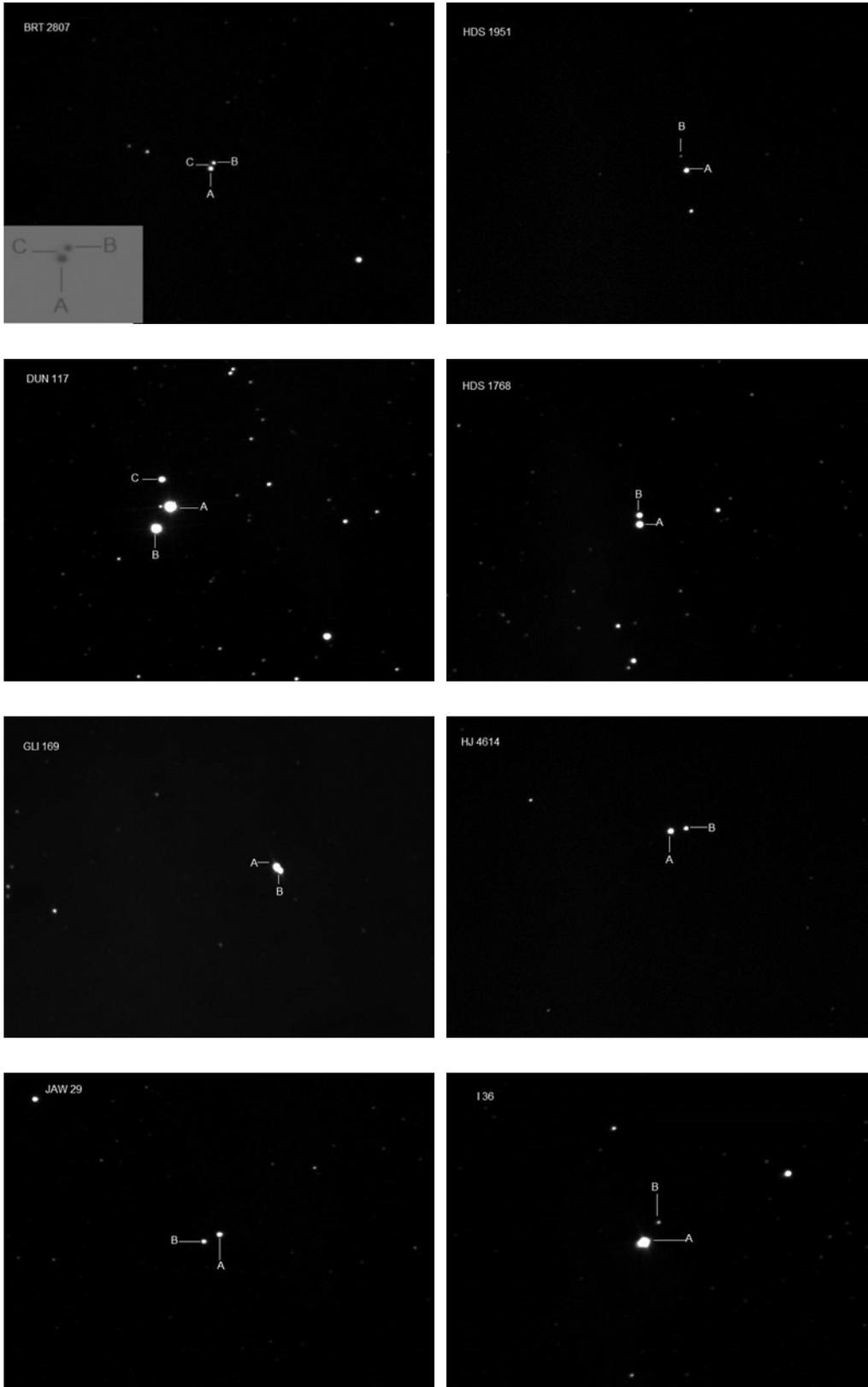
Para este trabajo se utilizó el catálogo *PPMXL* y de los datos del proyecto *Two Micron All Sky Survey (2MASS)*. Igualmente, se utilizaron imágenes digitalizadas provenientes del *Digitized Sky Survey (DSS)*.

## Bibliografía

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

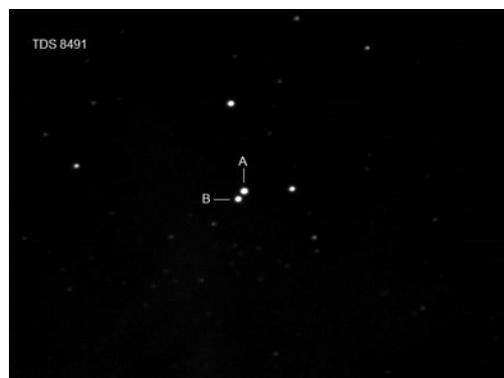
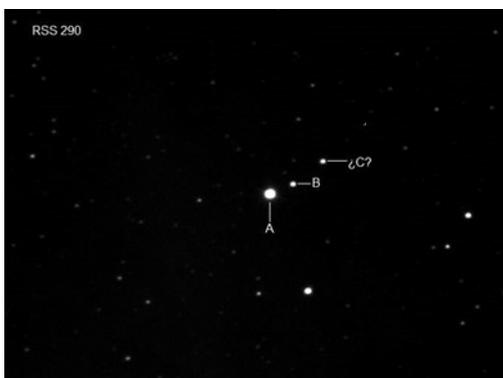
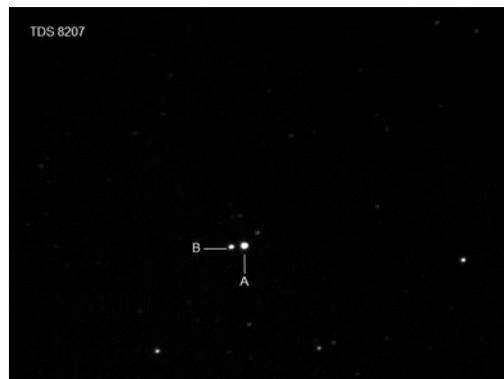
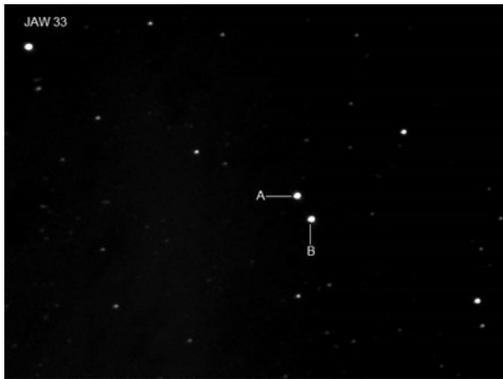
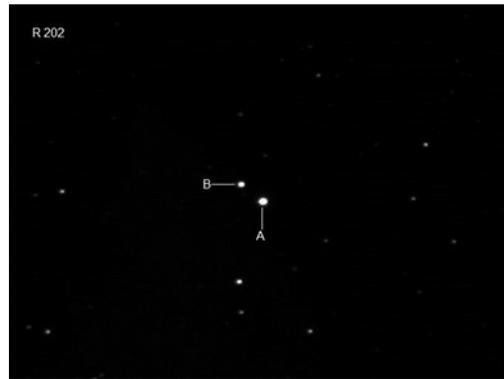
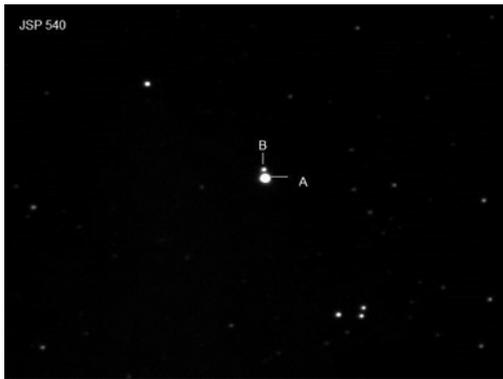
Observador de Estrellas Dobles, 14, 14-34.  
Benavides, R., 2014, *Medidas de Estrellas Dobles mediante la Técnica de Lucky Imaging con Filtro IR*, El Observador de Estrellas Dobles, 12, 21-30.

**TABLA 2. GALERÍA FOTOGRÁFICA.**



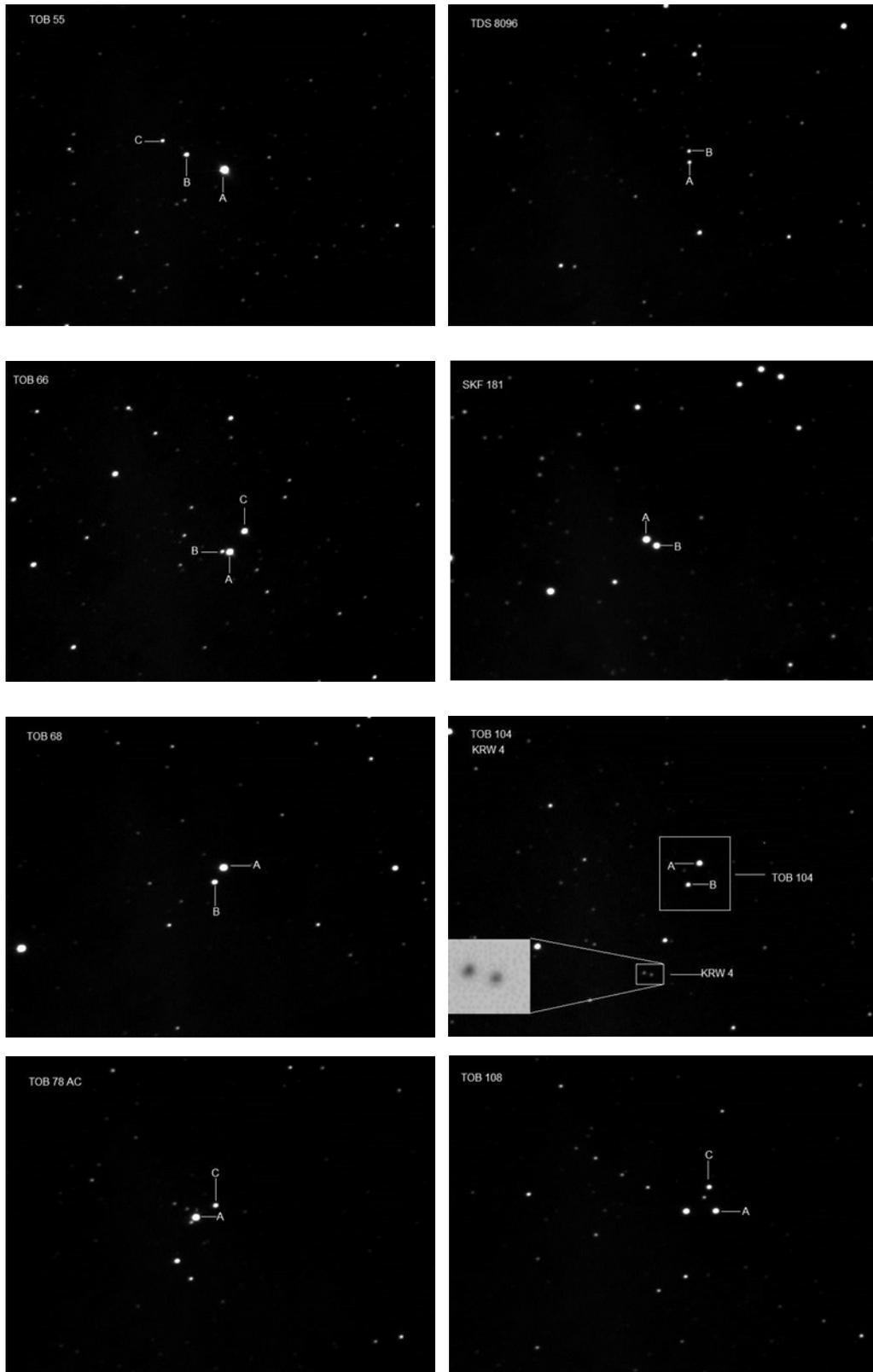
(Continúa en la página siguiente)

TABLA 2. GALERÍA FOTOGRÁFICA (CONT.).



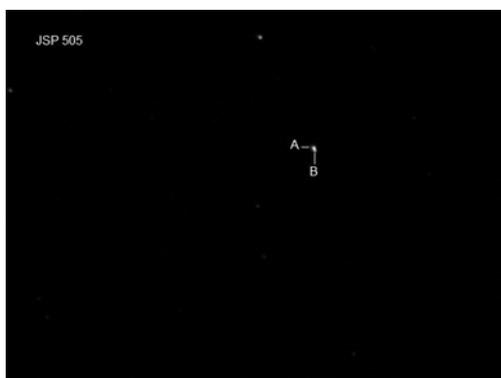
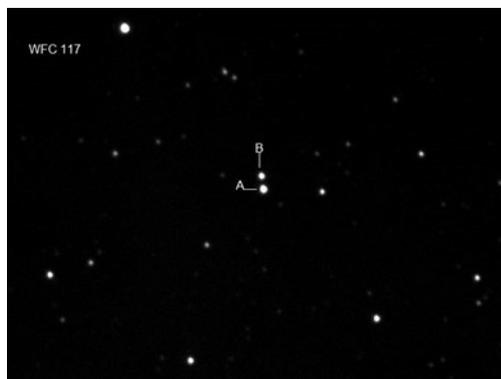
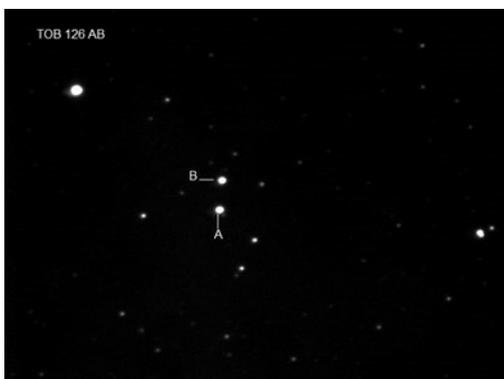
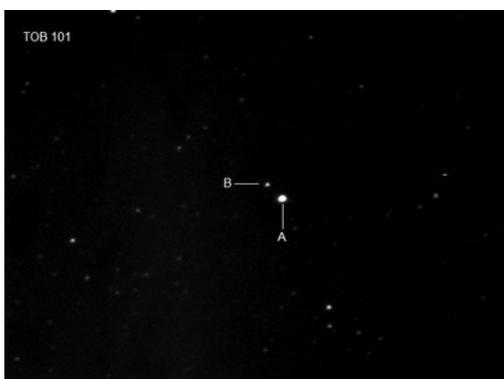
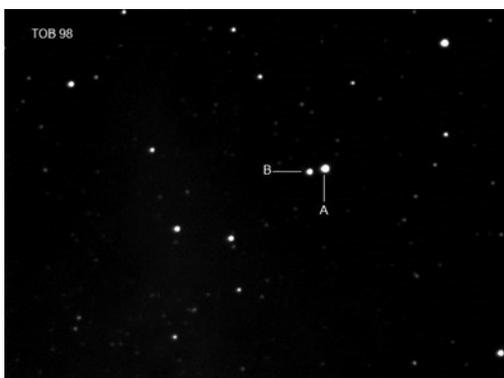
(Continúa en la página siguiente)

TABLA 2. GALERÍA FOTOGRÁFICA (CONT.).



(Continúa en la página siguiente)

TABLA 2. GALERÍA FOTOGRÁFICA (CONT.).



# Mediciones de 236 estrellas dobles visuales desde el Observatorio Astronómico de Benesse Maremne

## Campaña de Observación de 2015—1ª parte

Measurements of 236 Visual Double Stars (Campaign 2015—I<sup>st</sup> Series)

Marcel Fay

■ Correo-e: fay.marcel@orange.fr | www.astrosurf.com/doubles\_fym/fym

Este artículo presenta los resultados de las mediciones de 236 estrellas dobles visuales realizadas en la campaña de 2015. Se utilizó un telescopio reflector de 283 mm de apertura y una cámara con sensor CCD. Las medidas se realizaron con el método astrométrico.

This paper present the results of the measurements for 236 visual double stars carried out in 2015. An 11 inch Schmidt-Cassegrain telescope and a CCD camera in remote control were used. The measures were realized by the astrometric method.

### Introducción

ESTE TRABAJO PRESENTA las medidas de 236 estrellas dobles visuales hechas durante el año 2015 (primera parte, desde el 1 de enero hasta el 17 de mayo) las cuales fueron efectuadas en el Observatorio Benesse Maremne mediante un telescopio dotado de apuntado automático (GoTo) y una cámara CCD a foco primario.

La ventaja de las medidas astrométricas realizadas a partir de imágenes CCD es el carácter impersonal de las mismas. La cámara usada es una ATIK 314L+, equipada con un sensor de tipo E de alta sensibilidad y refrigerada entre -15 y -25 °C con el fin de disminuir el número de píxeles calientes.

El telescopio, montado sobre una columna casera (más robusta y menos voluminosa que la original), es un Schmidt-Cassegrain Celestron de 283 mm de apertura.

En esta campaña las mediciones se hicieron intercalando una lente Barlow 3x, dando un F/D teórico igual a 30.

### La campaña de 2015

La campaña de medición de 2015 se ha realizado desde mi nuevo observatorio, situado en mi residencia de Benesse Maremne. Su nombre es O.A.B.M. (*Observatoire Astronomique de Benesse Maremne*). Ver detalles en *Un nouvel Observatoire Astronomique dans les LANDES*, [http://www.astrosurf.com/doubles\\_fym/fym](http://www.astrosurf.com/doubles_fym/fym)

Esta campaña de observación se ha centrado

sobre todo en estrellas dobles muy raramente medidas. Medir estrellas dobles con grandes diferencias de magnitud es un lujo que solo se permite si se alían o combinan dos cosas esenciales:

- i) tener una cámara con sensor ultrasensible, la ATIK 314L+, y
- ii) disponer de un software de reducción con opciones muy variadas; hablamos de Reduc.

Muchas dobles -relativamente cerradas para una relación F/D = 30- han sido medidas con las opciones siguientes de *Reduc*: Centrado manual, QuadPx, SURFACE e interferometría speckle.

Los pares con diferencias de magnitud hasta 10, fueron medidos y registrados en la tabla de medidas correspondiente.

Nota importante: las diferencias de magnitud visual de las dobles medidas son debidas a las diferencias del tipo espectral entre la componente A (G a M) y la componente B (O, A, F)

Estrellas dobles con un Delta-M=12 fueron medidas, pero como la componente principal estaba muy saturada, los resultados no se incluyeron en el listado, aún a pesar de ser científicamente reproducibles y confirman los valores precedentes de Theta y Rho.

El objetivo de estas medidas, ha sido el siguiente:

- a) Sistemas que no han sido medidos desde su descubrimiento, por ejemplo los pares TDS (1991), BRT, J y ARA (difíciles de alcanzar incluso en buenas condiciones en nuestras latitudes, +45°).

b) Confirmación de binarias no medidas desde su descubrimiento con evolución de la posición angular del al menos 40° y sin variación notable en sus separaciones para limitar el número de ellas que presentan movimiento lineal.

c) Identificar, al menos, la componente principal de cada par.

La identificación de componentes con magnitudes visuales >12 se ha realizado usando el catálogo UCAC4, cargado desde la web del USNO.

En cada sesión de observación, los valores de Theta y Rho de una estrella de calibración (Mauroy, Mauroy y Morlet, 2007) sirven como parámetros para calibrar la cámara. Estos parámetros son:

- *Delta matrice*, denotado como Delta en *Reduc*. Es la corrección angular. Este parámetro sirve para ajustar el ángulo de rotación de la cámara.

- *E* sirve para ajustar el valor de la resolución o escala de placa (en segundos de arco por pixel, denotado como *E* en *Reduc*).

Por lo general, el par de calibración es medido al comienzo de la sesión de medición. La misma pareja se vuelve a medir en medio de la noche (en nuestro caso una vez de cada dos). Finalmente, se mide una última pareja al final de la sesión. Esta última no tiene que ser forzosamente una estrella de la lista de pares de calibración, sirve cualquier otra cuyo ángulo de posición no haya variado más de un grado en un siglo.

La medición de pares de calibración al medio y/o al final de la sesión es necesaria si se persigue mejorar la precisión de las medidas. El valor de *E* en esta campaña resultó ser  $0,1475 \pm 0,008$  "/pixel con una F/D=30. La variación entre el comienzo y el medio de la noche es la más importante. La estabilidad térmica, generadora de turbulencias, desaparece en gran parte durante este periodo.

Para cada doble medida y controlada con respecto a los datos del catálogo WDS, se verificaron los siguientes parámetros:

- La existencia de sinónimos (pares duplicados).
- Si es el caso, la adición de notas de interés después de hacer las consultas de rigor en los tres ficheros adjuntos al WDS, el Delta-M y el complemento de Notes 2.
- Si los pares a medir son estrellas dobles resueltas y

NÚMERO**	VALOR EN %	RHO MÍNIMO/MÁXIMO (")
65	27,5	1 < Rho <= 5
75	32	5 > Rho <=10
69	29	10 > Rho <= 20
27	11,5	20 > Rho <= 40

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

NÚM. **	VALOR (%)	DELTA-M	COMENTARIOS
2	1	<= 0	Delta-M negativo cuando mB > mA
93	39	0 > Delta-M <= 1	
54	23	1 >= Delta-M < 2	
74	32	2 >= Delta-M < 5	
11	4	5 >= Delta-M < 8	
1	0,5	8 >= Delta-M < 10	
1	0,5	10 >=Delta-M < 13	

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

figuran el *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars* se documenta en la lista *Notas* de este documento.

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

He añadido 4 nuevas dobles con magnitudes entre la 13 y la 14,5 (valor del catálogo UCAC4), más otras 12 nuevas componentes para dobles ya catalogadas. Provisionalmente han sido nombradas con mi código de observador (FYM). Se dan detalles acerca de estos pares en la tabla *Notas*.

## Medidas

La tabla de medidas (tabla 4) 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). En la tabla *Notas* añadí el valor de Rho expresado en *ua*, para dar una idea somera de la distancia que separa a las componentes. En efecto, sin la distancia del par, la separación rho, por sí sola, no es más que una parte de la medida, práctica por cierto, pero nada más.
- El ángulo de posición en grados (Theta).
- La fecha/época de observación en año decimal besseliano.

NÚMERO**	VALOR EN %	NÚMERO DE OBSERVACIONES EN WDS	COMENTARIOS
16	7	0	Todas las nuevas dobles o triples FYM*
44	19	1-2	Segunda observación desde el descubrimiento
120	50	3-10	
48	21	11-50	
8	3	51-200	
0	0	>200	

Tabla 3. Número de veces que cada doble se ha observado.

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

Id. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	Delta-M	RHO (")	THETA (°)	Época
00101+3825	DAM 31 AG	10,4	15,9	5,5	39,1	312,7	2015,268
00101+3825	<b>FYM 226 DH</b>	10,4	14,27	3,87	10	72	2015,268
00380+5740	<b>FYM 220 AC</b>	10,41	10,17	-0,24	17,68	243,5	2014,816
04013+3546	ALI 56	10,88	11,7	0,82	11,53	237,3	2015,019
04016+3840	STF 476 AB	7,96	9,21	1,25	26,2	290,2	2015,019
04024+3627	ALI 289	9,24	12,1	2,86	10	256,9	2015,019
04036+3620	ALI 290	12,6	12,8	0,2	9,58	332,7	2015,019
04037+3448	TDS 2734	11,5	12,05	0,55	1,48	15,59	2015,019
04038+3758	ES 2085	8,42	12,14	3,72	4,2	269	2015,019
04090+3405	HU 607	10,22	13,2	2,98	4,75	331	2015,019
04090+2503	POU 411	10,8	12,6	1,8	18,2	223	2015,019
04103+3350	ST 1	9,88	11	1,12	4,2	266,44	2015,019
04112+2630	STF 502 BC	9,3	10,28	0,98	11	304	2015,019
04112+2630	STF 502 AB	8,84	9,3	0,46	17,06	242,13	2015,019
04131+2726	MLB 685	12,2	12,8	0,6	2,1	211	2015,019
04145+2851	GRV 208	11,1	11,6	0,5	22,8	196	2015,019
04151+3302	SMA 40	10,77	13,1	2,33	6,72	160,1	2015,019
04170+3048	HJ 673	9,68	10,1	0,42	21,2	196	2015,019
04196+3122	SEI 39	10,03	11	0,97	15,7	85,5	2015,019
04199+3145	J 934	9,4	10	0,6	4,7	57,8	2015,019
04203+3150	HJ 5460	10,7	11,2	0,5	11,05	125,8	2015,019
04344+1630	OL 107	10	10,1	0,1	4,36	329	2014,994
04384+1900	BRT 2317	9,6	10,9	1,3	3,1	180	2015,033
05000+1023	STF 626 AB	8	10,4	2,4	23,8	242	2014,994
05000+1023	<b>FYM 215 BE</b>	10,5	13,45	2,95	25,8	201	2014,994
05003+0958	DAM 271	11,4	11,2	-0,2	9,9	219,2	2014,994
05070+0748	BRT 2110	12,35	12,7	0,35	3,7	32,6	2014,994
<b>No cat</b>	<b>FYM 222 AB,C</b>	11	11,03	0,03	18,5	20,7	2015,112
05235+1602	STF 697 AB	7,27	8,1	0,83	25,9	286,24	2015,019
05252-0956	GAL 180	9,61	10,23	0,62	5,1	253	2015,112
05267+1513	HJ 3273	10,24	10,7	0,46	11,86	48	2015,019
05267+1513	<b>FYM 218 AC</b>	10,24	13,84	3,6	18	335,4	2015,02
05272+1758	STT 107 BC	10,1	11,8	1,7	7	57	2015,019
05272+1758	STT 107 AB	5,42	10,1	4,68	10	305,8	2015,019
05272+1758	STT 107 AC	5,42	11,8	6,38	10	347	2015,019
05293+1822	STT 108	6,77	10,42	3,65	3,15	129	2015,019
05296+1534	LDS 6187	10,55	13,89	3,34	14,6	298,4	2015,019
05296+1534	<b>FYM 217 AC</b>	10,55	14,68	4,13	27	335	2015,02
05309+0137	BAL 1294 AB	8,79	10,69	1,9	9,8	52	2015,033
05316-1648	ARA 22	10,32	12	1,68	13,95	58	2015,214
05321+0936	J 245	11,11	12,8	1,69	4	16,85	2015,019
05322+1703	STF 730	6,06	6,44	0,38	9,4	141,9	2015,019
05333+0015	BAL 983	10,8	11,5	0,7	7,1	162,1	2015,033
05333+0015	<b>FYM 219 AC</b>	10,8	12,68	1,88	23,5	120,8	2015,02
05335+1601	STF 733	9,84	10,39	0,55	12,32	41,1	2015,019
05335+1601	<b>FYM 216 AC</b>	9,84	14,98	0,55	14,6	298,4	2015,02
05349+0159	BAL 1299	11,42	11,86	0,44	18,6	247	2015,019
05368-1003	GAL 391	9,5	10	0,5	17,6	283	2015,112
05376+0219	STF 756 AB	8,68	9,98	1,3	23,7	237	2015,033

(Continúa en la página siguiente)

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

Id. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	Delta-M	RHO (")	THETA (°)	Época
05382-0055	BAL 675	11,11	11,37	0,26	20	315,6	2015,033
05386+3030	BU 90 AB,D	5,46	11,5	6,04	35,37	112,6	2015,11
05394+3053	MZA 18 AB	7,7	12	4,3	11,64	44	2015,025
05400+0315	BAL 2155	11,95	12,3	0,35	3,6	333,8	2015,033
05425+2951	BU 14	7,39	10,6	3,21	5,3	191,5	2015,019
05441+3056	STF 778	8,44	10,11	1,67	3,47	185,5	2015,025
05445+3057	J 940	10,8	12	1,2	4,75	359,2	2015,11
05450+0400	STF 789 AB	6,13	10,17	4,04	13,5	148,5	2015,033
05485+0442	STF 797	7,37	9,76	2,39	7,4	17,5	2015,033
05492+2941	BRT 2521	9,8	11,2	1,4	6,95	283,75	2015,025
05496+3133	J 942	10,5	12,5	2	3,46	187	2015,11
05511+2939	MLB 749	10,94	12,9	1,96	5	101,8	2015,025
05512+0429	BAL 2644	10,2	11,9	1,7	18	355,5	2015,033
05518+2827	STF 805	8,41	8,87	0,46	12,07	49,5	2015,112
05528+2946	STF 808 AC	9,11	9,21	0,1	15,9	57	2015,025
05539+3027	TOB 41 AB	10,22	11,34	1,12	17,9	101,8	2015,025
05539+3027	TOB 41 AC	10,22	11,06	0,84	33,3	66,5	2015,025
05541+0219	BAL 1679	11,2	12,1	0,9	5,2	231,9	2014,972
05542+3029	STF 811	7,97	9,3	1,33	4,7	234	2015,025
05546+0521	STF 815 AB	8,35	9,82	1,47	13,45	138	2014,972
05549+0552	STF 816	6,9	9,27	2,37	4,1	289,5	2014,972
05549+0136	HJ 2283	11,46	13,1	1,64	19	10,9	2014,972
05553+0443	STF 818	9,84	10,06	0,22	6	279,3	2014,972
05562+3143	HJ 714	11,2	11,9	0,7	11,5	287,2	2015,025
05563+3140	HJ 715	9,8	10	0,2	13,9	130,5	2015,025
05594+3104	COU 907	8,25	12,6	4,35	7	62,8	2015,025
06009+3053	J 960	10,58	13,8	3,22	6,2	196	2015,025
06022+0059	HJ 2290	9,82	12,5	2,68	15	120,2	2014,972
06026+0014	J 1362	10	10	0	5,4	255	2014,972
06026-0028	BAL 678	9,48	11,7	2,22	4,8	324,75	2014,972
06120-0051	BAL 684	9,64	11,2	1,56	6,68	357,44	2015,249
06208+2459	POU 1238	12,17	13,94	1,77	10,7	147	2015,038
06224+2640	STF 897	8,76	8,95	0,19	18,3	348,4	2015,025
06301+2756	J 2428	9,4	10,9	1,5	4,84	158,8	2015,025
06323+1747	STF 924 AB	6,31	6,88	0,57	19,6	211	2015,025
06323+1744	LOS 7	12	14	2	3,8	298,8	2015,025
06325+1720	J 1953	9,6	9,7	0,1	7	128	2015,11
06327+1716	J 1954	9,5	9,6	0,1	7,4	145	2015,11
06595+3706	ALI 574 AC	7,88	12,8	4,92	9,56	120,2	2015,175
07400+0547	SLE 442	10,55	10,91	0,36	13,35	204	2015,112
<b>No Cat</b>	<b>FYM 221 AB</b>	10,73	11,59	0,86	22,4	279,1	2015,112
07500+0537	J 2045	10,8	11,9	1,1	2,8	273	2015,112
07588+0537	STF 1168	6,8	10,6	3,8	6	218	2015,112
08158+0248	STF 1210 AB	7,25	9,45	2,5	15,5	113	2015,112
2015,2137	J 1527	8,77	10,5	1,73	6,23	335	2015,214
08382-2026	ARA 1055	9,39	12,4	3,01	10,65	229	2015,214
08515+1208	STF 1287 AC	8,28	12,3	4,02	15,8	96,14	2015,208
08546+1048	A 2965	8,8	13,4	4,6	4,35	150,4	2015,208
09013+1516	STF 1300 AB	9,47	9,73	0,26	5	180	2015,249

(Continúa en la página siguiente)

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

Id. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	Delta-M	RHO (")	THETA (°)	Época
09025+1214	BRT 1260	10,4	11,2	0,8	4,53	140,2	2015,249
09027+1803	BRT 2397	11,25	11,6	0,35	4,3	304	2015,186
09043+1418	HJ 115	9,43	11,04	1,61	19,1	121	2015,249
09045+1625	HDS 1314	10,75	13,69	2,94	4,1	279	2015,28
09055+1216	BRT 1261	10,5	11,5	1	4,3	2,3	2015,249
09084+1108	BRT 1262	10,47	11,7	1,23	4,8	72,81	2015,208
09088+1625	<b>FYM 227 AC</b>	9,54	13,93	4,39	18,51	158,17	2015,28
09100+0849	J 2067	11,74	12,87	1,13	10,8	343,18	2015,206
09111+0835	STF 1319	10,03	11,87	1,84	13,65	51,17	2015,206
09141+0906	J 415	9,5	9,6	0,1	4,2	58,7	2015,206
09160-0659	J 2650	10,6	12,6	2	8,2	19,03	2015,214
09166-1517	J 2896 AB	11	12,4	1,4	5,95	333,7	2015,268
09166-1517	J 2896 AC	11	11,1	0,1	12,1	279,8	2015,268
09179+1130	HJ 128	6,41	12,8	6,39	20,4	275	2015,208
09224-2320	ARA 1766	11,6	11,8	0,2	8,92	251,8	2015,263
09231+1410	HU 868	9,66	12,71	3,05	3,8	58	2015,362
09265-0255	J 425 AB	11,5	11,7	0,2	2,16	245,9	2015,186
09265-0255	J 425 AC	11,5	11,7	0,2	6,5	266,7	2015,186
09265-0255	J 425 BD	11,7	13	1,3	6,88	174,4	2015,186
09265-0255	<b>FYM 223 AD</b>	11,5	13,89	2,39	7,78	189	2015,293
09380-0835	J 1553	8,9	11	2,1	9,78	14,8	2015,186
09388+0242	J 78	11,14	12,9	1,76	5,9	113,66	2015,178
09412+2706	A 2052	9,29	12,27	2,98	5,1	317,93	2015,277
09433-0742	J 1557	12,29	12,58	0,29	5	168,4	2015,186
09459+6339	KUI 43	6,34	11,7	5,36	6,12	25	2015,214
09527+2103	BRT 2402	12,96	12,94	-0,02	4,42	324	2015,26
09538+2738	BRT 20	11,8	12,1	0,3	4	327	2015,277
09546+2757	BRT 21 AB	11,03	12,6	1,57	3,3	16,24	2015,293
09546+2757	<b>FYM 224 AC</b>	11,03	14,37	3,34	15,1	270	2015,293
<b>No cat</b>	<b>FYM 230 AB</b>	11,41	12,88	10,92	36	280	2015,293
10015+6843	STF 1398	8,09	11,39	3,3	3,09	103	2015,277
10172-0325	HJ 157	10,67	11,49	0,82	20,2	312,3	2015,28
10201-1356	TDS 580	9,83	11,46	1,63	5,27	107,21	2015,206
10219-0129	OL 143	10,3	10,7	0,4	2,75	213,3	2015,301
10256+0847	STF 1431	7,76	9,07	1,31	3,6	76,4	2015,23
10289-0300	FIL 25	9,9	10	0,1	5,5	55	2015,252
10291-0322	J 747	11	11,7	0,7	3,45	252	2015,252
10298-0355	STF 1440	7,81	9,17	1,36	15,4	346,2	2015,206
10301-0252	J 1566	11,16	15	3,84	12,5	270,7	2015,206
10334+0705	A 2767	8,63	12,28	3,65	5,55	53	2015,23
10350+3137	HJ 2536	10,69	12,7	2,01	15,3	257,33	2015,277
10365-1214	EHR 13 AB	4,3	15,5	11,2	43,2	356,5	2015,293
10391+0726	J 1351	9,5	9,9	0,4	6,44	97,15	2015,186
10421+0757	BRT 2151	12,4	13,1	0,7	3,3	58	2015,23
10434+0533	SLE 588	11,8	12,8	1	17,87	247,32	2015,23
10440+0525	SLE 590	12	12	0	13	165,3	2015,23
10454-2249	ARA 1784	9,94	12	2,06	8,4	265,4	2015,186
10464+0424	SLE 592	11,39	13,3	1,91	19,5	134,1	2015,23
10473+0445	SLE 593	11,42	12,4	0,98	6,5	333,18	2015,23

(Continúa en la página siguiente)

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

Id. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	Delta-M	RHO (")	THETA (°)	Época
10476-1516	STF 1474 BC	7,04	7,59	0,55	6,78	17,16	2015,186
10497+0343	BAL 2845	11	11,5	0,5	5,7	159	2015,23
10522-2248	ARA 1785	12,48	12,5	0,02	8,1	325,2	2015,293
10532+0352	HJ 1180	10,58	12,15	1,57	27,8	85,16	2015,23
11015-1812	J 1571	9,8	9,8	0	6,1	241,8	2015,249
11085+6825	STF 1508 BC	10,41	10,86	0,45	8,56	243,4	2015,178
11085+6825	STF 1508 AB	8,84	10,41	1,57	39,09	354	2015,178
11168-0509	A 5 AC	9,5	14,7	5,2	33,2	293,2	2015,277
11210+6923	HJ 2567	9,93	11,9	1,97	15	241	2015,178
11243+5553	STI 2269	12,2	13,8	1,6	7,8	96,8	2015,268
11244+0620	HJ 2569	11,2	13,2	2	8,6	145	2015,23
11297+0736	BU 9005	6,7	12,8	6,1	18	285,5	2015,23
11324+0728	HJ 5484	10,7	11,3	0,6	8,5	58	2015,23
11353+7048	STF 1551	9,02	10,8	1,78	6,56	112,2	2015,178
11436+1808	COU 26	12,1	12,5	0,4	2,6	275	2015,249
11438+1831	BRT 2412	10,11	10,19	0,08	4,95	291,9	2015,249
12034+2157	BRT 2413	11,1	11,2	0,1	3	237,7	2015,323
12043+0738	J 1020	9,5	12,8	3,3	7,05	242,48	2015,186
12095-1151	STF 1604 AB	6,86	10	3,14	9	89	2015,268
12095-1151	STF 1604 BC	10	8,12	-1,88	11,15	330,8	2015,268
12162+4154	ES 124	8,7	12,7	4	7,8	115,7	2015,362
12165+4149	HJ 1215	11,22	11,53	0,31	25,6	13	2015,362
12174+4116	HJ 2606	11,07	13,7	2,63	13,26	161	2015,362
12210-0131	BAL 868	10,9	11,2	0,3	6,5	134,9	2015,249
12288-1040	RST 3792	11,57	11,9	0,33	3,6	234	2015,249
12336+0717	TOK 149	8,8	11	2,2	14,75	243,3	2015,268
12347+4808	ES 924	11,07	11,72	0,65	4,2	218	2015,298
12403+4537	ES 727	8,98	12,54	3,56	6,2	7	2015,298
12416+4814	LDS 4251	11,9	15,9	4	19,86	168,5	2015,298
12449+4326	A 1783	10,24	10,55	0,31	1,8	213,4	2015,298
12497+1613	SKF 275	11,4	14,2	2,8	2,9	205	2015,277
13005-0604	HJ 1224	10	10,5	0,5	16,78	285	2015,268
13062+2902	HJ 2638 A,BC	6,6	11,1	4,5	6,2	222,5	2015,263
13065+2816	SLE 912	10,7	12	1,3	15	2,6	2015,263
13065+2804	SLE 913	10	12,1	2,1	17,6	78,9	2015,263
13095-1313	BRT 2732	10,9	11,1	0,2	3,4	283,8	2015,277
13121+3655	STF 1730	9,23	10,43	1,2	1,9	338	2015,362
13130+3750	SKF 171	13	15	2	24,7	47	2015,277
13133+3709	LDS 4327	11,81	15,7	3,89	6,62	66,6	2015,362
13149+4847	PKO 10	12,04	12,09	0,05	20,37	268,8	2015,263
13151+2621	GIC 112	16,2	16,7	0,5	9,2	294	2015,28
13152+4838	ES 732	10,93	10,98	0,05	3,5	87,2	2015,263
13166+5034	STT 263	9,53	9,74	0,21	1,63	138,3	2015,263
13173+2840	ES 440	10,9	11,2	0,3	2,24	182	2015,277
13195+5423	STI 2296	11,38	11,8	0,42	6,8	286,5	2015,178
13214+2435	HEI 772	12,1	12,1	0	2,7	146	2015,263
13219+4416	KZA 54	11,5	12	0,5	19,4	18,8	2015,249
13226+2607	HO 259 AB	7,7	12,7	5	10	245	2015,263
13257+5227	BEM 5	12,85	12,6	-0,25	9,51	214,5	2015,178

(Continúa en la página siguiente)

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

Id. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	Delta-M	RHO (")	THETA (°)	Época
13229+8932	HJ 3154	10,73	12,2	1,47	44	163	2015,26
13258+4430	A 1609 AB,D	8,33	13,8	5,47	49,8	243	2015,277
13329+4908	STF 1758	8,7	8,95	0,25	3,34	390,3	2015,178
13365+3543	DAM 342	12,7	15	2,3	5,8	289,4	2015,31
13384+0440	<b>FYM 229 AC</b>	9,9	14,69	4,79	19,8	356,4	2015,301
13392+3525	HEI 775	9,5	11,5	2	3,27	321	2015,301
13394+3536	AG 191	9,82	10,09	0,27	9,4	299,6	2015,301
13408+3644	MLB 934	10	12	2	2,6	16,1	2015,362
13419+1159	HJ 229 AB	11,9	12,9	1	17	30,7	2015,293
13433+1235	TDS 8944	10,98	11,12	0,14	3	25	2015,293
13447+1255	HDS 1934	9,46	13,59	4,13	5,35	162,35	2015,293
13463+1136	HJ 231	11,02	12	0,98	11	78	2015,293
14016+5409	LDS 2918	17,3	19,8	2,5	4,44	203,3	2015,263
14129+0342	HEI 888	9,4	11,8	2,4	2,65	46	2015,301
14172+6136	STI 763	11,2	12,2	1	4,2	319,6	2015,301
14239+6052	STE 10	11,2	13,6	2,4	5,86	282,3	2015,301
14321+3818	BU 616 AB	3,03	12,7	9,67	49,7	122,7	2015,26
14401+5841	A 1108	8,61	12,1	3,49	4,43	119,5	2015,252
14407+4928	BEM 9013	10,8	11,5	0,7	5,3	331,5	2015,26
14410+5757	STF 1872 AB	7,53	8,32	0,79	7,55	49,3	2015,252
14421+6116	STF 1878	6,33	9,16	2,83	4,1	315	2015,206
14433+6015	PTT 24	10,44	10,79	0,35	4,28	352,7	2015,252
14439+4743	ES 962	8,7	11,3	2,6	10,65	263,2	2015,26
14441+6106	STF 1882 AC	6,92	10,5	3,58	7,22	37,4	2015,206
14455+4223	DOB 10 AB,C	7,3	12,43	5,13	55	288,7	2015,301
14462+5017	ES 773	9,82	12,8	2,98	6,2	83	2015,26
14537+2321	COU 101	8,65	12	3,35	62	72	2015,31
<b>No cat</b>	<b>FYM 235 AB</b>	12,47	10,17	-2,3	11,5	349,7	2015,375
15031+6117	MLR 47	9,56	12,6	3,04	8,2	250	2015,252
15049+1014	WFC 161	10,81	11,61	0,8	37,4	84,78	2015,31
15052+0617	TOK 166	8,21	13,46	5,25	12,55	328,1	2015,31
15118+6151	VLM 3 BC	8,81	13,4	4,59	18,8	37,48	2015,301
15141+0143	HJ 1269	9,05	11,6	2,55	27	243	2015,301
15149+5048	ES 775	11,07	11,2	0,13	6,62	220	2015,252
15198+5245	<b>FYM 225 AC</b>	9,78	13,58	3,8	3,85	139,3	2015,252
15239+4931	HU 649	8,9	13,7	4,8	4,45	51	2015,252
15470+5159	HU 152	8,46	11,31	2,85	3,8	242,42	2015,252
15499+4247	STF 1982	9,95	10,12	0,17	4,9	298	2015,178
16147+3352	STF 2032 AC	5,62	13,1	7,48	26,2	92,9	2015,252
17557+4626	BAR 43 AC	10,21	11,43	1,22	33,4	313,1	2015,375

## Notas

El listado de *Notas* (tabla 5, páginas siguientes), toma los dos primeros campos de lista de medidas. En las notas, agrego el valor de Rho en unidades astronómicas (ua) en la medida en que la distancia de la componente A se conoce. Hay que aclarar que este campo se incluye solamente a título informativo. Para esta cuarta campaña de medición se determinó 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.

TABLA 5. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS	RHO(UA)
00101+3825	DAM 31 AG	A es TYC 2782-2080-1 * mV10,39 * G es UCAC4-643-000627 * mV 16,13 * segunda medida	46,163
00101+3825	FYM 226 DH	D es HIP 823 * H es UCAC4-643-000624 * mV 14,27 * segunda medida	
00380+5740	FYM 220 AC	A es TYC 3662-1915-1 * C es TYC 3662-1646-1 * V 10,17 * Ver nota STI 1402 * Nueva estrella triple	
04013+3546	ALI 56	A es UCAC4-629-014526 * B es UCAC4-629-014523	
04016+3840	STF 476 AB	A es HIP 18793 * B es HIP 18789	6225
04024+3627	ALI 289	A es TYC 2369-1584-1 * B es UCAC4-633-015604	
04036+3620	ALI 290	A es UCAC4-632-015605 * B es UCAC4-632-015608	
04037+3448	TDS 2734	A es UCAC4-624-014174 * segunda medida	8255
04038+3758	ES 2085	A es HIP 18963/TYC 2877-1516-1 * B es TYC 2877-1516-2	669,087
04090+3405	HU 607	A es UCAC4-621-014469 * B es UCAC4-621-014468	
04090+2503	POU 411	A es UCAC4-576-010536 * B-V 0,59 * B es UCAC4-576-010535	
04103+3350	ST 1	A es UCAC4-620-014215 * B es UCAC4-620-014214 * mV 9,90	
04112+2630	STF 502 BC	B es UCAC4-583-011005 * mV 10,37 / B-V 1,07 * C es UCAC4-583-011004 * mV 10,46 / B-V 1,03	
04112+2630	STF 502 AB	A es TYC 1823-459-1 * B es UCAC4-583-011005	
04131+2726	MLB 685	A es UCAC4-588-011983	
04145+2851	GRV 208	A es UCAC4-595-011828 * B es UCAC4-595-011827 * mV 12,35	
04151+3302	SMA 40	A es UCAC4-616-013431 * B-V 0,67 * B es UCAC4-616-013433	
04170+3048	HJ 673	A es UCAC4-604-012147 * B-V 0,98 * B es UCAC4-604-012146	
04196+3122	SEI 39	A es UCAC4-607-012500 * B es UCAC4-607-012502 * B-V 0,70	
04199+3145	J 934	A es TYC 2371-1450-1 * B es UCAC4-609-012695	
04203+3150	HJ 5460	A es TYC 2371-950-1 * B es UCAC4-610-013301	
04344+1630	OL 107	A es TYC 1266-375-1 * B-V 1,47	
04384+1900	BRT 2317	A es TYC 1274-1149-1	
05000+1023	STF 626 AB	A es HIP 23239 * B es UCAC4-502-009175 * mV 10,5	3167
05000+1023	FYM 215 BE	B es UCAC4-502-009175 * E es UCAC4-502-009170 * mV 13,45	
05003+0958	DAM 271	A es TYC 689-1582-1 * segunda medida	
05070+0748	BRT 2110	A es TYC 698-245-1 * B es UCAC4-490-009991 * mV 12,04	
No cat	FYM 222 AB,C	A/B es TYC 5331-1739-1 * IC 0,93 / TYC 5331-1759-1 * IC 0,86 * C es TYC 5331-1722-1 * IC 0,4 * par nuevo	
05235+1602	STF 697 AB	A es HIP 25 207 * B7V * B es HIP 25202	8166
05252-0956	GAL 180	A es HIP 25338 * B es TYC 5336-857-1	
05267+1513	HJ 3273	A es TYC 1296-2344-1 * B es UCAC4-527-013204 * Nueva triple * Rho18" en dirección 335,4°	
05267+1513	FYM 218 AC	A es TYC 1296-2344-1 * C es UCAC4-527-013204 * mV 13,84 * mp 5; 4 * ver nota HJ 3273	
05272+1758	STT 107 BC	A es HIP 25499 / 115 Tau * B y C no son?	
05272+1758	STT 107 AB	A es HIP 25499 / 115 Tau * B es ? Gran Delta-M	2120
05272+1758	STT 107 AC	A es HIP 25499	2048
05293+1822	STT 108	A es HIP 25702 * B es TYC 1301-561-1	676,539
05296+1534	LDS 6187	A es HIP 25716 * B-V 1,5 / M2V * B no encontrada en UC4	248,571
05296+1534	FYM 217 AC	A es HIP 25716 * C es UCAC4-528-014043 * mp 3 ; 11 * Ver nota LDS 6187 * nueva estrella triple	
05309+0137	BAL 1294AB	A es HIP 25828 * B es TYC 114-2416-1	4057
05316-1648	ARA 22	A es TYC 5916-241-1	
05321+0936	J 245	A es TYC 705-366-1	
05322+1703	STF 730	A es HIP 25 950 * B7IIIe * B es TYC1301-1942-1 * Obs. 82 veces, Óptica?	2054
05333+0015	BAL 983	A es UCAC4-452-011187 * mV 10,52 / TYC 114-484-1 * es UCAC4-452-011188	B
05333+0015	FYM 219 AC	A es UCAC4-452-011187 * C es UCAC4-452-011190 * mV 12,68 * Ver nota BAL 983 * Nueva estrella triple	
05335+1601	STF 733	A es TYC 1297-213-1 * B es TYC 1297-1553-1	
05335+1601	FYM 216 AC	A es TYC 1297-213-1 * C es UCAC4-531-014999 * Ver nota STF 733 * nueva estrella triple	
05349+0159	BAL 1299	A es TYC 118-348-1 * B es TYC 118-44-1 * B-V 1,14	
05368-1003	GAL 391	A es TYC 5337-257-1	
05376+0219	STF 756 AB	A es HIP 26450 * B es HIP 26445	5806

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 5. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS	RHO(UA)
05382-0055	BAL 675	A es TYC 4767-760-1 * B es TYC 4767-511-1	
05386+3030	BU 90 AB,D	A es HIP 26536 * K1III * D es UCAC4-603-024008 * mV 10,99	
05394+3053	MZA 18 AB	A es HIP 26611 * O9,5V * B es UCAC4-6005-023234	21116
05400+0315	BAL 2155	A es TYC 119-1428-1	
05425+2951	BU 14	A es TYC 1873-488-1 * F8IV * B es UCAC4-600-023351 * mV 10,28	
05441+3056	STF 778	A es HIP 27 040 * B3II * B es UCAC4-600-023350 * Reduc + Interferometría Speckle	
05445+3057	J 940	A es UCAC4-605-024028 * B es UCAC4-605-024027 * 2 noches	
05450+0400	STF 789 AB	A es HIP 27118 * B es TYC 124-2004-1	795,459
05485+0442	STF 797	A es HIP 27427 * A0 * B es TYC 124-2003-1	
05492+2941	BRT 2521	A es TYC 1874-162-1 * B es UCAC4-599-024199	
05496+3133	J 942	A es UCAC4-608-025407	
05511+2939	MLB 749	A es TYC 1874-450-1 * B es UCAC4-599-024711	
05512+0429	BAL 2644	A es TYC 124-1364-1 * B-V 1,02	
05518+2827	STF 805	A es TYC 1875-2587-1 / ADS 4450 A * B es TYC 1875-2586-1	
05528+2946	STF 808 AC	A es HIP 27783 * G0 * mV 8,47 * C es HIP 27786 * mV 8,45 * B-V 0,64	
05539+3027	TOB 41 AB	A es TYC 2409-2086-1 * B es TYC 2409-2022-1	
05539+3027	TOB 41 AC	A es TYC 2406-2086-1 * C es TYC 2406-1998-1	
05541+0219	BAL 1679	A es UCA4-462-013277 * mV 11,99 * B es UCA4-462-013276 * mV 12,11	
05542+3029	STF 811	B es TYC 2406-1864-1	
05546+0521	STF 815 AB	A es HIP 27932 * G5 * B-V 0,87 * B es HIP 27930 * B-V 0,5	
05549+0552	STF 816	A es HIP 27962 / TYC 129-818-1 * B9 * B es TYC 129-818-2	
05549+0136	HJ 2283	A es TYC 117-416-1 * B-V 0,84	1550
05553+0443	STF 818	A es TYC 125-282-1 * K0 * B es TYC 125-282-2	
05562+3143	HJ 714	A es TYC 2406-674-1 * B es UCAC4-609-025968	
05563+3140	HJ 715	A es UCAC4-609-025984 * B es UCAC4-609-025992	
05594+3104	COU 907	A es TYC 2406-1361-1 * segunda medida	
06009+3053	J 960	A es TYC 2419-367-1 * B es UCAC4-605-028445	
06022+0059	HJ 2290	A es TYC 130-420-1 * B-V 0,29	
06026+0014	J 1362	A es UCAC4-452-013448 * mV 10,79 * B es UCAC4-452-013450 * mV 11,26	
06026-0028	BAL 678	A es TYC 4782-442-1 / G2II	
06120-0051	BAL 684	A es TYC 4783-178-1 * segunda medida	
06208+2459	POU 1238	A es UCAC4-575-027182 * B es UCAC4-575-027184 * mV 13,51	
06224+2640	STF 897	A es HIP 30306 * A0 * B es HIP 30304	16944,97
06301+2756	J 2428	A es TYC 1887-1628-1	
06323+1747	STF 924 AB	A es HIP 31158 * F8III * B es HIP 31156	3404,27
06323+1744	LOS 7	A es UCAC4-539-028610 * B es UCAC4-539-028613 * segunda medida	
06325+1720	J 1953	A es UCAC4-537-02900 * B es UCAC4-537-02903	
06327+1716	J 1954	A es UCAC4-537-029064 * mm 10,53 * B es UCAC4-537-029065 * mV 10,53 * B-V 1,33	
06595+3706	ALI 574 AC	A es HIP 33 649 *	13912
07400+0547	SLE 442	A es TYC 191-600-1 * B-V 0,21 * B es TYC 191-774-1 * B-V 0,63	
No Cat	FYM 221 AB	A es TYC 191-646-1 * B es TYC 191-212-1 * mV 11,59 * par nuevo	0,889
07500+0537	J 2045	A es TYC 188-154-1 * Reduc + Interferometría speckle	
07588+0537	STF 1168	A es HIP 38987	4915
08158+0248	STF 1210 AB	A es HIP 40 469 * B9,5IV * B es HIP 40473	5837
2015,2137	J 1527	A es TYC 6019-917-1	
08382-2026	ARA 1055	A es TYC 6019-1713-1 * A8IV	
08515+1208	STF 1287 AC	A es TYC 814-601-1 * B es TYC 814-601-2	
08546+1048	A 2965	A es UCAC4-472-013661 * Surface	
09013+1516	STF 1300 AB	A es HIP 44295 / TYC 1394-1884-1 * M0V:p * B es TYC 1394-2126-1	

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 5. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS	RHO(UA)
09025+1214	BRT 1260	A es TYC 815-1791-1	
09027+1803	BRT 2397	A es TYC 1397-559-1 * 3 noches	
09043+1418	HJ 115	A es TYC 818-895-1 * B es TYC 818-1070-1	
09045+1625	HDS 1314	A es HIP 44541 / TYC 1401-1401-1 * K4V * B es TYC 1401-1401-1	
09055+1216	BRT 1261	A es UCAC4-512-046798 * mV 11,85 * B es UCAC4-512-046799 * mV 12	
09084+1108	BRT 1262	A es TYC 815-574-1	
09088+1625	FYM 227 AC	A es HIP 44894 * C es UCAC4-533-048863 * mV 13,93 * B-V 1,30	
09100+0849	J 2067	A es TYC 812-278-1	
09111+0835	STF 1319	A es TYC 812-109-1 * B es TYC 812-242-1	
09141+0906	J 415	A es TYC 819-908-1	
09160-0659	J 2650	A es UCAC4-416-049653 * B es UCAC4-416-049654 * segunda medida	
09166-1517	J 2896 AB	A es UCAC4-374-055501 * mV 11,63 * B es UCAC4-374-055499 * mV 12,19	
09166-1517	J 2896 AC	A es UCAC4-374-055501 * C es UCAC4-374-055498 * mV 11,38 (más brillante que A)	
09179+1130	HJ 128	A es HIP 45614 * A2IV	
09224-2320	ARA 1766	A es TYC 6588-700-1	
09231+1410	HU 868	A es HIP 46019 * G5 * mp RA 181 / mpDec -75 * B es TYC 826-964-1 * mV 12,71	
09265-0255	J 425 AB	A es UCAC4-436-051039 * mV 11,44	
09265-0255	J 425 AC	A es UCAC4-436-051039 * C es UCAC4-436-051037 * mV 11,72	
09265-0255	J 425 BD	D es UCAC4-436-051038 * mV 13,89	
09265-0255	FYM 223 AD	A es UCAC4-436-051039 * D es UCAC4-436-051038 * mV 13,89 * Ver nota J 425	
09380-0835	J 1553	34 Hya / HD 83373* mV 6,4 a 12h / 40'	
09388+0242	J 78	A es TYC 238-569-1 * G5	
09412+2706	A 2052	A es HIP 47510 / TYC 1963-590-1 * B es TYC 1963-590-2	
09433-0742	J 1557	A es TYC 5474-132-1	
09459+6339	KUI 43	A es HIP 47911 / 28 UMa * F2V * B no encontrada en UCAC4	
09527+2103	BRT 2402	A es UCAC4-556-048320 * B-V 0,99 * B es UCAC4-556-048319 * B-V 0,00	
09538+2738	BRT 20	A es UCAC4-589-046557 * mV 11,86 * B es UCAC4-589-046556 * mV 12,20	
09546+2757	BRT 21 AB	A es TYC 1967-985-1 / UCAC4-590-047781 * B es UCAC4-590-047780 * B-V 0,95	
09546+2757	FYM 224 AC	A es TYC 1967-985-1 * C es UCAC4-590-047779 * mV 14,37 * Nueva triple, ver notas BRT 21 AB	
No cat	FYM 230 AB	A es TYC 1967-902-1 * B-V 0,79 * pm -9 / -33 * B es TYC 1967-933-1 * B-V 1,74 * mp -34	
10015+6843	STF 1398	A es HIP 49121 / TYC 4383-1130-1 * F0 * B es TYC 4383-1130-2	591,168
10172-0325	HJ 157	A es TYC 4907-1368-1	
10201-1356	TDS 580	A es TYC 5496-1333-1 * B es TYC 5496-1333-2	681,993
10219-0129	OL 143	A es UCAC4-443-053161 * mV 11,17 * B es UCAC4-443-053160	
10256+0847	STF 1431	A es HIP 51036 / TYC 838-665-1 * TYC 838-1487-1	723,448
10289-0300	FIL 25	A es TYC 4908-455-1	
10291-0322	J 747	A es TYC 4908-456-1	
10298-0355	STF 1440	A es HIP 51393 / TYC 4908-1002-1 * G0 * B es TYC 4908-1776-1	
10301-0252	J 1566	A es TYC 4915-3933-1 * 4 noches en 2 años * datos en theta precedentes extraños	
10334+0705	A 2767	A es HIP 54 029 / TYC 259-59-1 * G8III-IV * B es TYC 259-59-2	407,511
10350+3137	HJ 2536	A es TYC 2511-651-1	
10365-1214	EHR 13 AB	A is HIP 51933 * Estrella rápida (mpRA 268 / mpDec -672) * B es UCAC4-389-052826 * V 10,57	
10391+0726	J 1351	A es UCAC4-488-053182 * B es UCAC4-488-053184 * 2 noches	
10421+0757	BRT 2151	A es UCAC4-490-053713 * B es UCAC4-490-053715	
10434+0533	SLE 588	A es UCAC4-478-050536 * B es UCAC4-478-050535 * mV 14,32	
10440+0525	SLE 590	A es UCAC4-478-050552 * mV 13,07 * B es UCAC4-478-050554 * mV 13,05	
10454-2249	ARA 1784	A es TYC 6634-710-1 * F3V	
10464+0424	SLE 592	A es TYC 257-334-1	871,54
10473+0445	SLE 593	A es TYC 257-739-1	

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 5. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS	RHO(UA)
10476-1516	STF 1474 BC	B es HIP 52800 * F5	1987
10497+0343	BAL 2845	A es UCAC4-469-043979 * mV 12,10 * B es UCAC4-469-043980 * mV 12,45	
10522-2248	ARA 1785	A es TYC 6634-793-1 * V 12,85	
10532+0352	HJ 1180	A TYC 258-145-1 * B es TYC 258-703-1 * mp es -175 +66	
11015-1812	J 1571	A es UCAC4-359-059619 * mV 11,52 * B es UCAC4-359-059618 * mV 12,10	
11085+6825	STF 1508 BC	A es UCA4-793-023000 * C es UCAC4-793-022998	
11085+6825	STF 1508 AB	A es TYC 4385-1052-1	
11168-0509	A 5 AC	A es ADS 7431 A / TYC 4928-103-1 * F5 * 3 noches	
11210+6923	HJ 2567	A es TYC 4392-1307-1	
11243+5553	STI 2269	A es TYC 3828-730-1	
11244+0620	HJ 2569	A es TYC 270-1008-1	
11297+0736	BU 9005	A es HIP 56079	1448
11324+0728	HJ 5484	A es UCAC4-488-054378 * mV 11,81 * B es UCAC4-054379 * mV 12,51	
11353+7048	STF 1551	A es HIP 56522 / TYC 4395-977-1 * B es TYC 4395-1577-1	
11436+1808	COU 26	A es UCAC4-544-051130 * B es UCAC4-544-051129 * 2 noches	
11438+1831	BRT 2412	A es HIP 57202 / TYC 1438-531-1 * B es TYC 1438-2842-1 * 3 noches	205,779
12034+2157	BRT 2413	A es UCAC4-560-051363 * B es UCAC4-560-051364	
12043+0738	J 1020	A es UCAC4-489-054502 * mV 12,41 * B es UCAC4-489-054501 * mV 14,03	
12095-1151	STF 1604 AB	A es HIP 59 272 * G3V	
12095-1151	STF 1604 BC	C es TYC 5522-1688-1	
12162+4154	ES 124	A es HIP 59835 * M0III * Id. de B no encontrado	
12165+4149	HJ 1215	A es UCAC4-660-055303 * F2 * B es UCAC4-660-055304	
12174+4116	HJ 2606	A es UCAC4-657-054406 * B es UCAC4-657-054407	
12210-0131	BAL 868	A es UCA4-443-056203 * B es UCA4-443-056204 * mV 11,70	
12288-1040	RST 3792	A es TYC 5530-1173-1	
12336+0717	TOK 149	A es TYC 295-141-1 * B es TYC 295-196-1 * segunda medida	140,642
12347+4808	ES 924	A es TYC 3456-644-1 / UCAC4-691-051915 * B es TYC 3456-644-2 / UCAC4-691-051914	
12403+4537	ES 727	A es HIP 61827 * B es UCAC4-679-053522 * mV 12,54	
12416+4814	LDS 4251	A es UCAC4-692-051202 * B es UCAC4-692-051205 * mV 14,92	
12449+4326	A 1783	A es HIP 62201 / TYC 3023-242-1 * G8V * B es TYC 3023-242-2	
12497+1613	SKF 275	A es TYC 1449-603-1 * M2 * 3 noches	
13005-0604	HJ 1224	A es TYC 4963-1320-1	
13062+2902	HJ 2638 A,BC	A es HIP 63933	657,708
13065+2816	SLE 912	A es TYC 1995-1405-1	
13065+2804	SLE 913	A es TYC 1995-1882-1	
13095-1313	BRT 2732	A es UCAC4-384-062378 * mV 10,09 B es UCAC4-384-062377 * mV 10,55	
13121+3655	STF 1730	K0	106783
13130+3750	SKF 171	A es UCAC4-640-048083 * B es UCAC4-640-048084 * mV 15,11	
13133+3709	LDS 4327	A es UCAC4-636-048984 * mV 11,81	
13149+4847	PKO 10	A es TYC 3462-2178-1 * B es TYC 3462-2114-1	
13151+2621	GIC 112	A es UCAC4-582-047901 * mV 14,46 * B-V 1,83 * B es UCAC4-582-047900 * mV 14,76 * B-V 1,49	
13152+4838	ES 732	A es TYC 3460-1998-2 * B es TYC 3460-1998-1	
13166+5034	STT 263	A es HIP 64782 / TYC 3462-1433-1* G5 * B es TYC 3462-1433-2	323,865
13173+2840	ES 440	A es TYC 1996-236-1	
13195+5423	STI 2296	A es TYC 3843-1424-1	
13214+2435	HEI 772	A es UCAC4-573-050712 * mV 12,28 * es B	
13219+4416	KZA 54	TYC 30331-414-1	
13226+2607	HO 259 AB	A es HIP 65268	
13257+5227	BEM 5	A es TYC 3462-188-1	

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 5. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

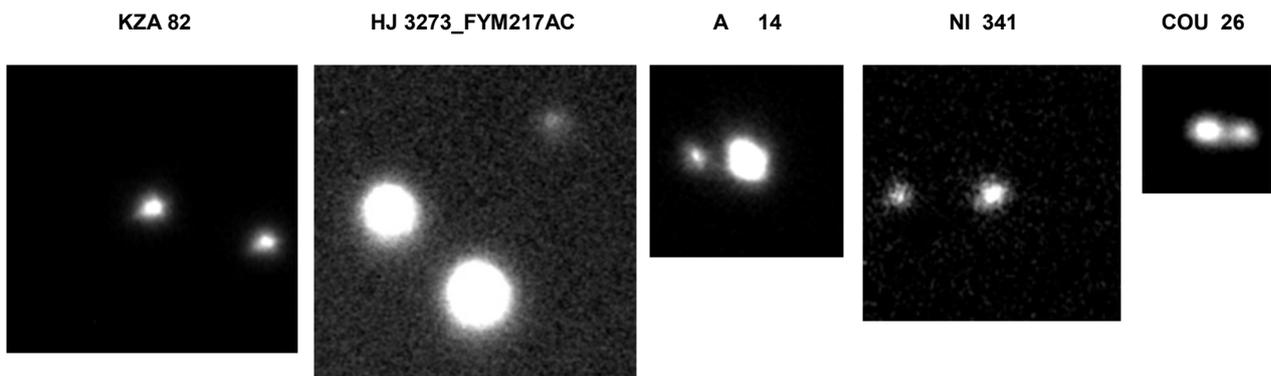
ID. WDS	NOMBRE	NOTAS	RHO(UA)
13229+8932	HJ 3154	A es TYC 4645-20-1	
13258+4430	A 1609 AB,D	A es HIP 65518	
13329+4908	STF 1758	A es HIP 66090 * G0 * B es TYC 3466-1271-1	170,988
13365+3543	DAM 342	A es UCAC4-629-047430 * mV 12,92 * B es UCAC4-629-047429	
13384+0440	FYM 229 AC	A es UCAC4-474-049991 * C es UCAC4-474-049989 * mV 14,69	
13392+3525	HEI 775	A es TYC 2543-769-1 / UCAC4-628-048724	
13394+3536	AG 191	F8 / K2 * Precaución inversión mV A y B	
13408+3644	MLB 934	A es UCAC4-634-048023 * mV 12,41	
13419+1159	HJ 229 AB	A es UCAC4-510-056018 * mV 11,87 * B es UCAC4-510-056019 * mV 13,25	
13433+1235	TDS 8944	A es TYC 899-635-1 * B es TYC 899-635-2	
13447+1255	HDS 1934	A es HIP 67067 * K2	
13463+1136	HJ 231	A es TYC 896-613-1	
14016+5409	LDS 2918	A es 2MASS J14011765+5408076 * M5 V * Estrella de baja masa * Referencia 2011AJ,...141...97W	
14129+0342	HEI 888	A es TYC 320-1465-1 / UCAC4-469-048796	
14172+6136	STI 763	A es UCAC4-759-044200 / TYC 4172-752-1 * B es UCAC4-759-044199	
14239+6052	STE 10	A es UCAC4-755-047566 * mV 11,31 * B es UCAC4-755-047564 * mV 13,52	
14321+3818	BU 616 AB	A es HIP 71075 / Gam Boo * A7III	990,625
14401+5841	A 1108	A es HIP 71711/ TYC 3866-225-1 * B es TYC 3866-225-2	
14407+4928	BEM 9013	A es TYC 3476-804-1	
14410+5757	STF 1872 AB	A es HIP 71 782 * K0 * B es TYC 3866-1404-1	214,405
14421+6116	STF 1878	A es HIP 71876 * F4V * 2 noches	149,052
14433+6015	PTT 24	A es TYC 4173-1114-1 * B es TYC 4173-1114-2	
14439+4743	ES 962	A es TYC 3476-1223-1 * G0 * B es UCAC4-689-055147	
14441+6106	STF 1882 AC	A es HIP 72 029 * F3V * 2 noches	343,885
14455+4223	DOB 10 AB,C	AB es HIP 72153 * F6V * C es UCC4-622-058195 * mV 12,53 * segunda medida	
14462+5017	ES 773	A es TYC 3480-936-1 * G0 * B es TYC 3480-941-1	
14537+2321	COU 101	A es HIP 72875 * K3V * B es UCAC4-567-051043 * mV 13,23	29720
No cat	FYM 235 AB	A es UCAC4-670-059447 / TYC 3050-728-1 * B es UCAC4-670-059446 * Par nuevo	
15031+6117	MLR 47	A es TYC 4180-578-1 * B-V 0,70	
15049+1014	WFC 161	A es UCAC4-502-059294 / TYC 92-927-1 * B es UCAC4-502-059296 * mV 12,03 * Óptica	
15052+0617	TOK 166	A es HIP 73815 * G0 * B es UCAC4-482-055542 * mV 13,37	
15118+6151	VLM 3 BC	B es HIP 74368 / UCAC4-760-045282 * mV 8,81 * C es UCAC4-760-0452825 * mV 12,66	1233
15141+0143	HJ 1269	A es HIP 74562 * F2 * B es UCAC4-459-054589 * mV 12,90	
15149+5048	ES 775	A es TYC 3487-374-1	
15198+5245	FYM 225 AC	A es TYC 3868-543-1 * C no encontrado en UCAC 4 * puede ser UCAC4-714-053066 * mV 16,06	
15239+4931	HU 649	A es TYC 33485-454-1 * B es TYC 3485-375-1	
15470+5159	HU 152	A es HIP 77303 * B es TYC 3496-1071-2	416,458
15499+4247	STF 1982	A es HIP 77530 / TYC 3060-32-1 * B es TYC 3060-32-2	
16147+3352	STF 2032 AC	A es HIP 79 607 * G0V * C es TYC2583-1900-1	500,725
17557+4626	BAR 43 AC	A es TYC 3511-887-1 * B es TYC 3511-875-1 * A5	

**TABLA 6. NOTAS COMPLEMENTARIAS A LOS NUEVOS PARES FYM ORDENADOS POR ASCENSIÓN RECTA.**

ID. FYM	ID. WDS	DOBLE CITADA EN WDS **	COMPONENTE QUE SE AÑADE	MPRA -1 MPRA -2	MPDEC-1 MPDEC-2	AR / DEC (J2000) (DEL CATÁLOGO UCAC4)
FYM 226 DH	00101+3825	DAM 31 AI	H			
FYM 220 AC	00380+5740	STI 1402 A	C			
FYM 215 BE	05000+1023	SIN 11 AD	E			
FYM 222 AB,C	No catalogado en WDS	No catalogado en WDS	AB, C	42 36	-36 -15	05h 14m 50,8990s / -00° 85' 12,4740" A(1) UCAC4-406-008264 * V 10,51 B(1) UCAC4-406-008263 * V 10,69 C(2) UCAC4-406-008266 * V 10,91
FYM 218 AC	05267+1513	HJ 3273	C	5	4	
FYM 217 AC	05296+1534	LDS 6187	C			
FYM 219 AC	05333+0015	BAL 983	C			
FYM 216 AC	05335+1601	STF 733	C			
FYM 221 AB	No catalogado en WDS	No catalogado en WDS	AB	-18 -2	28 +6	07h 43m 11,9300s / +06° 04' 27,7800" (A) A(1) UCAC4-481-039285 * V 10,59 B(2) UCAC4-481-039279 * V 11,32
FYM 227 AC	09088+1625	HDS 1328	C			
FYM 223 AD	09265-0255	J 425 AC	D			
FYM 224 AC	09546+2757	BRT 21 AB	C			
FYM 230 AB	No catalogado en WDS	No catalogado en WDS	AB	-34 -35	1 -8	09h 54m 57,0210s / +27° 38' 06,5900" UCAC4-589-046569 * V 11,35
FYM 229 AC	13384+0440	BRT 2153	C			
FYM 235 AB	No catalogado en WDS	No catalogado en WDS	AB	-35 17	17 5	14h 55m 44,2200s / +43° 55' 20,7700" A(1) UCAC4-670-059447 * V 10,17 B(2) UCAC4-670-059446 * V 12,47
FYM 225 AC	15198+5245	ES 741 AB	C	22 -8	-31 14	15h 19m 49,80 / +52° 44' 51,0000" A (1) = UCAC4-714-053069 * V 9,62 C(2) puede ser UCAC4-714-053066 * V16,06 * No encontrada en las coordenadas. Sobre la imagen las coordenadas son: AR 15h 19m 52,5s Dec +52° 44' 48,18 " (en la fecha de observacion)

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

**ALGUNAS IMÁGENES DE ESTA CAMPAÑA**



## 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, n° 10, 38-50
- Fay, M., 2013, *Misure di 830 stelle doppie eseguite con un telescopio Go-To in "controllo remoto"*, Il Bollettino Delle Estelle Doppie, n° 5, 47-73
- Fay, M., 2013, *Misure 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 risultati delle misurazioni di 224 stelle doppie utilizzando un telescopio Go-To in controllo remoto - Campagna osservativa 2011-2012*, Il Bollettino Delle Estelle Doppie, n° 6, 40-49
- Fay, M., 2014, *Misure di 311 stelle doppie visuali eseguite con un telescopio Go-To in controllo remoto. Prima parte: campagna 2013*, Il Bollettino Delle Estelle Doppie, n° 9, 35-43
- Fay, M., 2014, *Mediciones de 289 Estrellas Dobles Visuales con un Telescopio GoTo Controlado a Distancia - Campaña de observación de 2013 - Segunda Serie*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 13, 19-36
- Fay, M., 2015, *Medidas Astrométricas de 140 Estrellas Dobles Visuales*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 14, 48-56
- Mauroy, F., Mauroy, P., Morlet, G., 2007, *Liste d'étoiles doubles étalons*, Observations & Travaux, vol. 67, 17-19
- D'étoile en étoile - Manuel d'observation en astronomie*, Franck Marron-Eyraud, Ellipses, 2014, ISBN: 9782729885366
- Estrellas dobles visuales: Calculador de elementos lineales*, Francisco M. Rica Romero, versión 5.11, Aplicación en formato Excel (distribución gratuita bajo demanda).
- En esta campaña de 2014 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**

---

# Tenues sistemas de movimiento propio común

New Faint Common Proper-Motion pairs

Carlos Alberto Lasgoity

- Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA), Grupo de Estrellas Dobles de la RAA (Argentina)
- Correo-e: caalla50@yahoo.com.ar

Se analiza aquí un grupo de nuevos pares, tenues, con movimiento propio común. El mismo surge de comparar placas fotográficas originadas en el Observatorio de Monte Palomar que muestran visualmente esta característica y para cuya comprobación se recurrió a la información suministrada por diversos catálogos.

We analyze in this paper a group of new faint CPM pairs. These pairs were discovered by comparing old plates of the Mount Palomar Observatory jointly with data collected from several catalogs.

## Introducción

PRESENTAMOS UN GRUPO DE PARES de movimiento propio común integrado por estrellas muy tenues, esta característica conspira contra una buena determinación de muchos de los aspectos astrofísicos que pretendemos obtener con base en los datos aportados por distintos catálogos. Se ha identificado la posibilidad de movimiento propio común importante por comparación de placas obtenidas en distintas épocas mediante la herramienta *Aladin* y se confirmaron los mismos mediante la consulta a diversos catálogos, principalmente 2MASS, PPMXL, SDSS-DR9, USNO-A2.0, USNO-B1.0, WISE, UKIDSS, UGCS y UGPS. En algunos casos fue necesario efectuar cálculos que confirmaran lo que mediante visualización de imágenes RGB de *Aladin*, se apreciaba intuitivamente.

## Movimientos Propios

Los pares detectados se encuentran identificados por sus coordenadas J2000 en la tabla 1, donde se detallan también los movimientos propios obtenidos y su fuente. La ausencia de datos de catálogos nos llevó en algunos casos a la determinación mediante cálculos propios del movimiento propio, principalmente de la estrella secundaria.

La base temporal de algunos de estos cálculos resulta escasa para una óptima determinación y la hemos considerado como factible de importante error, que al trasladarse a cálculos subsiguientes en búsqueda de determinar la naturaleza posible de los pares resultará en la conclusión que estamos considerando pares de movimiento propio común sin naturaleza binaria.

La identificación de los pares y sus movimientos propios se detallan en la tabla 1 (página siguiente).

## Fotometría

Se recurrió a los catálogos 2MASS, USNO-B1.0, CMC14 y SDSS DR9. Comparándose en los casos posibles con información aportada por el UCAC4 y APASS (tabla 2, página siguiente).

## Astrometría relativa

Con las coordenadas informadas por los catálogos que se detallan y mediante el programa de A. Garro *RhoThetaRAA* se calcularon las astrometrías relativas para las distintas épocas (tabla 3, página siguiente).

## Estimación del tipo espectral

Para la determinación de la magnitud V se empleó la planilla de cálculo de F. Rica de transformaciones de fotometría a UBVRi y determinación de magnitud V ponderada, obteniéndose también los colores *B-V* y *V-I* (tabla 4) y mediante la planilla de cálculo *Astrometría* de F. Rica se calcularon los posibles espectros en base a su distribución espectral de energías (tabla 4). Se emplearon complementariamente las tablas de caracterización astrofísica elaboradas por E. Mamajek. Conocidos sus espectros se determinaron sus magnitudes absolutas y las correcciones bolométricas correspondientes a cada componente (tabla 4). Las correcciones por extinción y enrojecimiento se calcularon solo sobre los pares con latitud galáctica menor a los 35°.

TABLA 1. COORDENADAS 2MASS Y MOVIMIENTOS PROPIOS SEGÚN FUENTE INDICADA.

SISTEMA	COMP.	AR	DEC	MP EN AR (MSA/AÑO)	MP EN DEC (MSA/AÑO)	FUENTE
LAS 19	A	01 16 50,12	22 55 07,7	-6,3	-85,2	(1)
	B	01 16 49,72	22 55 07,1	-13,3	-87,5	(1)
LAS 20	A	02 46 09,49	-06 36 37,5	61,27	-76,83	(1)
	B	02 46 09,84	-06 36 41,9	67,72	-81,14	(1)
LAS 21	A	02 52 40,56	07 55 09,8	36,2	-42,2	PPMXL
	B	02 52 40,87	07 55 00,0	33,8	-45,4	PPMXL
LAS 22	A	03 18 15,31	05 50 01,6	-6,2	-32,2	PPMXL
	B	03 18 14,02	05 50 02,4	-5,0	-31,5	PPMXL
LAS 23	A	04 07 05,04	16,28 58,5	29,8	-47,1	UCAC4
	B	04 07 04,83	16 28 51,8	25,8	-46,0	PPMXL
LAS 24	A	05 15 47,21	-12 21 55,3	76,4	84,9	Tycho2
	B	05 15 48,42	-12 22 11,5	77,8	76,6	(1) (2)
LAS 25	A	06 32 40,23	08 50 08,5	-43,3	5,9	PPMXL
	B	06 32 39,81	08 50 02,3	-38,7	8,8	PPMXL
LAS 26	A	06 38 10,431 (3)	-01 17 56,91 (3)	-18,3	-160,3	PPMXL
	B	06 38 10,582 (3)	-01 17 56,91 (3)	-18,3	-160,3	(4)
LAS 27	A	07 40 13,84	-07 33 40,1	-2,19	183,6	(1)
	B	07 40 13,53	-07 33 39,1	-6,03	181,0	(1)
LAS 28	A	09 35 31,57	-01 12 50,1	-35,3	4,5	PPMXL
	B	09 35 32,16	-01 12 44,4	-31,4	6,3	PPMXL
LAS 29	A	10 47 51,00	18 06 53,8	-65,55	-29,34	(1)
	B	10 47 51,13	18 06 51,1	-64,63	-29,79	(1)
LAS 30	A	11 16 00,63	-04 40 54,9	25,6	-21,0	PPMXL
	B	11 16 00,38	-04 40 39,9	28,5	-20,2	PPMXL
LAS 31	A	12 42 48,76	28 20 10,3	-18,9	-51,6	UGCS
	B	12 42 48,26	28 20 09,8	-20,1	-49,4	UGCS
LAS 32	A	12 42 24,58	27 59 36,6	-30,6	-20,5	UGCS
	B	12 42 24,54	27 59 40,0	-30,6	-21,2	UGCS
LAS 33	A	12 44 32,06	27 04 42,8	-48,9	-12,8	UGCS
	B	12 44 31,87	27 04 36,8	-46,2	-19,7	UGCS
LAS 34	A	15 23 55,15	19 05 13,2	-131,1	75,1	PPMXL
	B	15 23 55,00	19 05 16,2	-139,7	77,1	(1)

(1) Movimientos propios obtenidos mediante cálculo.

(2) Nuestro cálculo para la estrella principal difiere ligeramente del aportado por Tycho2 y se aproxima a nuestro cálculo para la secundaria. En sucesivos análisis siempre hemos tomado el valor de Tycho2 para la componente principal. Es así que la probabilidad de que sean MPC solo alcanza el 74% (ver tabla 7) aunque creemos que tal probabilidad puede ser mayor.

(3) Coordenadas según UCAC4.

(4) Sin datos de movimiento propio de la secundaria y con una base temporal muy corta para un cálculo propio fiable.

TABLA 2. MAGNITUDES SEGÚN LOS CATÁLOGOS CONSULTADOS.

SISTEMA	2MASS			USNO-B1.0			CMC14	SDSS – DR9				
	J	H	K	B2	R2	I	r'	u	g	r	i	z
<b>LAS 19</b>												
A	11,256	10,585	10,450	-	-	-	13,191	17,312	14,883	14,935	16,861	12,727
B	11,308	10,676	10,483	-	-	-	13,346	17,419	15,098	13,440	12,855	12,870
<b>LAS 20</b>												
A	11,119	10,453	10,250	14,56	-	-	13,627	17,704	15,215	13,787	15,073	12,526
B	12,034	11,415	11,107	14,59	12,17	11,17	15,486	19,990	17,192	15,665	14,246	13,455
<b>LAS 21</b>												
A	13,542	12,866	12,659	18,79	17,59	14,39	16,071	-	-	-	-	-
B	14,983	14,414	14,107	20,74	19,70	17,04	-	-	-	-	-	-
<b>LAS 22</b>												
A	12,479	11,856	11,708	15,32	14,30	13,66	14,452	18,075	15,663	15,332	14,076	13,765
B	13,769	13,035	12,865	17,48	15,61	14,81	16,039	20,021	17,427	15,976	15,348	14,984
<b>LAS 23</b>												
A	12,905	12,221	11,972	17,77	15,92	13,85	16,597	-	-	-	-	-
B	13,335	12,720	12,441	18,35	16,60	14,17	-	-	-	-	-	-
<b>LAS 24</b>												
A	6,820	6,400	6,280	8,78	7,79	7,39	-	-	-	-	-	-
B	11,339	10,791	10,525	-	-	-	14,117	-	-	-	-	-
<b>LAS 25</b>												
A	12,175	11,565	11,344	17,50	15,71	13,92	15,771	19,454	17,254	15,785	15,330	13,593
B	12,706	12,095	11,827	17,68	15,82	14,23	16,069	19,990	17,505	16,069	14,777	14,075
<b>LAS 26</b>												
A(1)	9,970	9,400	9,130	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B(1)	10,320	9,750	9,480	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>LAS 27</b>												
A	13,191	12,710	12,426	17,03	15,48	12,27	15,991	-	-	-	-	-
B	13,288	12,814	12,562	-	-	-	16,299	-	-	-	-	-
<b>LAS 28</b>												
A	14,237	13,616	13,465	17,48	15,88	14,82	16,635	20,348	17,806	16,441	15,815	15,457
B	14,539	13,866	13,764	17,93	16,32	15,35	16,875	20,854	18,256	16,840	16,128	15,744
<b>LAS 29</b>												
A	13,919	12,859	13,112	-	-	-	-	21,015	18,667	17,385	16,019	15,295
B	14,028	12,875	13,151	-	-	-	-	21,156	18,698	17,389	16,092	15,369
<b>LAS 30</b>												
A	13,168	12,483	12,357	17,52	14,61	13,82	15,219	-	-	-	-	-
B	13,643	12,944	12,809	17,44	14,82	14,20	15,432	-	-	-	-	-
<b>LAS 31</b>												
A	12,159	11,926	11,910	-	-	-	12,963	14,542	13,418	13,235	15,916	13,117
B	13,957	13,492	13,388	-	-	-	15,528	17,995	16,088	15,434	15,128	15,021
<b>LAS 32</b>												
A	14,521	14,256	13,960	-	-	-	-	20,918	18,628	17,351	16,512	16,046
B	14,635	14,575	14,434	-	-	-	-	21,883	19,405	18,078	17,041	16,505
<b>LAS 33</b>												
A	11,232	10,572	10,399	-	-	-	13,326	17,269	15,355	13,591	12,955	12,998
B	13,448	12,874	12,600	-	-	-	-	21,160	18,599	17,170	15,628	14,863
<b>LAS 34</b>												
A	12,562	11,966	11,769	-	-	-	15,211	19,300	16,765	15,318	14,394	13,895
B	12,929	13,425	13,178	-	-	-	-	22,073	19,135	17,680	16,247	15,540

(1) Solo existe información sobre magnitud conjunta de este par en 2MASS. Comprobada por fotografía actual su duplicidad se calcularon las posibles magnitudes según la diferencia de magnitud obtenida por Reduc, de forma tal que ambas magnitudes compongan la magnitud integrada según 2MASS.

TABLA 3. ASTROMETRÍA RELATIVA.

SISTEMA	ÉPOCA	FUENTE	$\theta^\circ$	$\rho''$
LAS 19	2000,101	2MASS	263,8	5,60
	2004,707	SDSS DR9	263,8	5,63
	1955,805	SDSS	134,2	6,03
LAS 20	1998,784	2MASS	130,2	6,82
	2003,871	CMC14	130,1	6,54
	2009,003	SDSS DR9	130,7	6,67
	2010,053	WISE	130,3	6,79
LAS 21	1955,038	USNO A-2	152,8	10,44
	1990,812	GSC 2.3	154,0	10,90
	1999,959	2MASS	154,8	10,83
LAS 22	1992,120	PPMXL	272,5	19,18
	2000,674	2MASS	272,4	19,27
	2001,674	CMC14	272,4	19,11
LAS 23	1950,936	USNOA2	204,1	6,87
	1976,500	USNOB1	205,1	6,16
	1992,837	GSC 2.3	203,6	7,43
	1999,901	2MASS	204,3	7,34
	2010,128	WISE	204,7	7,51
LAS 24	1955,952	USNOA2	132,9	23,67
	1999,168	2MASS	132,5	23,98
	2010,559	WISE	132,4	24,02
LAS 25	1951,911	SDSS (Sobre Placa Dig)	225,7	8,45
	1953,340	USNOA2	225,8	7,89
	1989,840	GSC 2.3	225,9	8,77
	1995,340	SDSS DR9	225,6	8,87
	1999,810	2MASS	225,8	8,81
LAS 26	2000,090	UCAC4	90,0	2,30
	2007,167	UGPS	88,2	2,26
	2011,879	EABA - Reduc	85,7	2,34
LAS 27	1999,329	2MASS	282,2	4,72
	2004,005	CMC 14	283,0	4,60
	2010,559	WISE	283,1	4,82
LAS 28	1955,994	USNOA2	56,5	10,36
	1977,800	USNOB1	56,8	10,56
	1998,913	2MASS	56,0	10,65
	1999,231	CMC14	57,1	10,85
	2000,173	SDSS DR9	56,7	10,54
	2001,213	SDSS DR9	56,7	10,53
	2006,007	UKIDSS	56,7	10,52
LAS 29	1998,078	2MASS	147,2	3,28
	2005,356	SDSS DR9	147,1	3,29
	2005,932	SDSS DR9	147,2	3,29
LAS 30	1954,235	USNOA2	345,0	15,45
	1974,300	USNOB1	345,6	15,42
	1986,200	GSC 2.3	346,2	15,45
	1990,120	PPMXL	345,8	15,45
	1999,247	2MASS	347,0	15,38
	2003,343	CMC 14	345,6	15,28
	1999,132	2MASS	266,8	6,62
LAS 31	2001,210	CMC14	265,7	6,67
	2004,973	SDSS DR9	266,2	6,70
	2009,921	UGCS	266,2	6,70
	1999,133	2MASS	350,6	3,39
LAS 32	2004,973	SDSS DR9	349,3	3,36
	2009,931	UGCS	349,4	3,38
	1990,081	GSC 2.3	200,5	6,23
LAS 33	1999,962	2MASS	203,0	6,52
	2004,973	SDSS DR9	202,7	6,55
	2006,588	UGCS	202,6	6,54
	2009,588	UGCS	202,5	6,56
	2010,166	UGCS	202,6	6,55
	2000,199	2MASS	324,6	3,63
LAS 34	2004,449	SDSS DR9	324,2	3,66
	2004,452	SDSS DR9	324,4	3,68

**TABLA 4. OBTENCIÓN DE LA MAGNITUD V, COLORES Y ESPECTROS,  
MAGNITUD ABSOLUTA Y CORRECCIÓN BOLOMÉTRICA.**

Sistema	V(1)	V(2)	V(3)	B-V	V-I	Espectro	Mv	CB	Lat. Gal.
<b>LAS 19</b>									-39,5
A	13,66	14,82	-	1,26	1,30	K 7 V	7,98	-0,752	
B	13,83	14,20	-	1,27	1,33	K 8 V	8,32	-0,814	
<b>LAS 20</b>									-55,9
A	14,38	14,42	-	1,47	-	M 1 V	9,70	-1,470	(6)
B	15,97	16,33	-	1,58	-	M 3 V	11,17	-2,100	
<b>LAS 21</b>									-44,3
A	16,58	-	16,78	1,51	2,17	M 2 V	10,00	-1,610	(6)
B	18,75	-	-	1,54	2,42	M 3 V	11,50	-2,100	
<b>LAS 22</b>									-41,7
A	14,90	15,41	-	1,20	1,24	K 7 V	7,98	-0,752	
B	16,56	16,62	-	1,40	1,46	M 0 V	9,00	-0,939	
<b>LAS 23</b>									-25,6
A	16,73(4)	-	-	1,31(4)	1,16(4)	M 3 V	12,00	-1,312	(6)
B	17,15(4)	-	-	1,23(4)	1,19(4)	M 3 V	12,00	-1,312	
<b>LAS 24</b>									-26,7
A	8,25(4)	-	-	0,80(4)	0,86(4)	K 0 V	5,90	-0,216	
B	14,26(4)	-	-	1,17(4)	1,24(4)	M 3 V	12,0	-1,312	
<b>LAS 25</b>									-0,1
A	16,26(4)	16,45	-	1,47(4)	1,48	K 9 V	8,96	-1,100	(6)
B	16,59(4)	16,71	-	1,48(4)	-	M 1 V	9,70	-1,470	
<b>LAS 26</b>									-3,5
A	13,79(4)	-	-	1,50(4)	1,67(4)	M 3 V	11,85	-1,312	
B	14,13(4)	-	-	1,50(4)	1,67(4)	M 3 V	11,85	-1,312	
<b>LAS 27</b>									7,26
A	16,06(4)	-	-	-	-	M 1 VI(5)	11,0	-1,470	
B	16,27(4)	-	-	0,98(4)	1,03(4)	M 1 VI(5)	11,0	-1,470	
<b>LAS 28</b>									35,1
A	17,07	17,04	-	1,20	1,25	K 9 V	8,66	-0,865	
B	17,32	17,46	-	1,23	1,25	K 9 V	8,66	-0,865	
<b>LAS 29</b>									60,2
A	-	17,95	-	1,35	-	M 3 V	11,17	-2,100	(6)
B	-	17,96	-	1,38	-	M 3 V	11,17	-2,100	
<b>LAS 30</b>									50,7
A	15,69	-	-	1,27	1,30	K 9 V	8,66	-0,865	
B	15,91	-	-	1,31	1,34	K 9 V	8,66	-0,865	
<b>LAS 31</b>									87
A	13,09	13,29	-	0,44	0,45	F 5 V	3,40	0,0	(6)
B	15,84	15,70	-	0,90	0,97	K 2 V	6,19	-0,28	
<b>LAS 32</b>									87
A	17,92	17,92	-	1,34	2,00	M 1 V	9,5	-1,15	
B	18,66	18,66	-	1,40	2,17	M 2 V	10	-1,209	
<b>LAS 33</b>									88
A	13,81	14,48	-	1,49	-	M 1,5 V	9,75	-1,150	(6)
B	-	17,80	-	1,66	-	M 4 V	12,65	-1,420	
<b>LAS 34</b>									54,1
A	15,71	15,96	-	1,49	2,21	M 2 V	10	-1,21	
B	-	18,31	-	1,54	2,74	M 3,5 V	12	-1,35	

(1) Desde Planilla *Cálculo Magnitud V* de F. Rica.

(2) Desde fotometría Sloan.

(3) Desde APASS.

(4) Corregido por enrojecimiento.

(5) Claramente clase VI por diagramas MPR y doble color J-H-K.

(6) Principalmente desde tablas de Mamajek.

## Distribución Espectral de Energía, Diagramas de Movimiento Propio Reducido, Diagramas de Doble Color J-H/H-K

El análisis conjunto de los diagramas de movimiento propio reducido y doble color infrarrojo nos permite concluir que se trata en la mayoría de los casos de estrellas enanas de secuencia principal. El par LAS 27 queda definido como sub-enanas de acuerdo con el diagrama de doble color J-H contra H-K.

Consultados en los casos en que fue posible, catálogos que pudieran aportar datos de tipo espectral, se obtuvieron las siguientes observaciones y discrepancias.

— **LAS 19:** El SDSS-DR7, con espectrofotometría derivada de este catálogo nos informa que ambas estrellas son de tipo espectral K3III y K4III respectivamente. Este tipo espectral es el que las planillas de cálculo de F. Rica determina para el caso de tratarse de estrellas tipo III, sin embargo los diagramas de doble color y de movimiento propio reducido las identifican como tipo V, hemos preferido esto último como más probable.

— **LAS 22:** El *All Sky Spectrally Matched Tycho2 Stars* considera la estrella principal M 1,9 V, nuestro cálculo determinó K7V.

— **LAS 24:** El *SAO Supplementary Data* considera a la estrella principal tipo G5. El *Michigan Catalog of HD Stars* la considera G8V y *Tycho2-Spectrophotometry* la considera tipo K0V, esto último coincidente con nuestra determinación.

### Cálculo de las distancias

La obtención del módulo de distancia (Magnitud visual menos Magnitud absoluta) nos permite con la fórmula  $m - M = 5 - 5 \cdot \log d$ , conocer las distancias fotométricas de cada componente (tabla 5).

### Determinación de temperatura efectiva, Masa probable y otros parámetros estelares

De acuerdo con los índices de color que se han obtenido tanto desde la fotometría UBVRi como desde la JHK, nos es posible calcular la temperatura efectiva con diversas fórmulas (tabla 6).

En función de los datos estelares que se han determinado –magnitudes visual y absoluta, temperatura superficial y corrección bolométrica– estamos en condiciones de calcular otros parámetros estelares (tabla 6).

### Naturaleza posible de los nuevos sistemas

La ausencia de información confiable prove-

niente de catálogos no ha permitido en muchos casos obtener conclusiones categóricas sobre la naturaleza posible de los pares presentados. Ante esta circunstancia hemos optado por presentar la posibilidad más desfavorable, es así que consideramos que los pares identificados como LAS 24, LAS 26 y LAS 33 necesitan mayor análisis con nuevos datos sobre movimientos propios fundamentalmente. No es probable que exista relación orbital en los casos presentados y no satisfacen criterios de binariedad propiamente dichos, si bien pueden ser considerados pares de movimiento propio común. No resulta definida la caracterización de LAS 33, que por el criterio de Rica resulta Óptica/Física. Si bien se encuentra próximo el límite para considerarlo un par probablemente físico, los análisis por medio de imágenes alternadas parecen indicar que la secundaria sigue a la componente principal. También parecen indicarlo las astrometrías relativas, pero la base temporal es muy corta y las imágenes tenues. Todos los casos satisfacen el criterio de Halbwachs, presentando una relación  $T (\theta/\mu)$  que nos permite considerarlos MPC con un alto porcentaje de probabilidad de relación física según el criterio de F. Rica. Por otro lado presentan una importante posibilidad de encontrarse ambas componentes a la misma distancia (tabla 7).

### Galería Fotográfica

Se acompañan las imágenes obtenidas por comparación de placas fotográficas mediante el software *Aladin*, utilizando la composición RGB, y sobre ella la gráfica del movimiento propio informado por los catálogos seleccionados según la tabla 1 (tabla 8).

### Agradecimientos y Referencias

Un agradecimiento especial a la Estación Astrofísica de Bosque Alegre, dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. A su director Dr. Diego García Lambas y al Ingeniero Carlos Colazo, motores de la importantísima apertura de este centro astronómico a los aficionados, y a Roberto Vasconi a quien se debe la captura que permitió confirmar la duplicidad de LAS 26. Las fotografías fueron tomadas en 2011, con el antiguo telescopio reflector de 154 cm, en ese momento aún sin replatarse.

A *El Observador de Estrellas Dobles*, a sus editores Rafael Benavides Palencia, Juan-Luis González Carballo y Edgardo Masa Martín. ©

Se han empleado los programas e informaciones aportadas por:

Aladin del Centre de Données Astronomiques de Strasbourg  
PPMXL catalog of positions and proper motions on the ICRS  
Carlsberg Meridian Catalog 14  
U. S. Naval CCD Astrograph Catalog (UCAC4)  
Sloan Digital Sky Survey DR7 – DR9  
Washington Double Star Catalog – United States Naval Observatory

**TABLA 5. DETERMINACIÓN DE LAS DISTANCIAS.**

SISTEMA	MAGNITUD V	MAGNITUD ABSOLUTA	MÓDULO DE DISTANCIA	DISTANCIA PARSECS
<b>LAS 19</b>				
<b>A</b>	13,66	7,98	5,68	136,8
<b>B</b>	13,83	8,32	5,51	126,5
<b>LAS 20</b>				
<b>A</b>	14,38	9,70	4,68	86,3
<b>B</b>	15,97	11,17	4,80	91,2
<b>LAS 21</b>				
<b>A</b>	16,78	10,0	6,78	226,8
<b>B</b>	18,75	11,5	7,25	281,8
<b>LAS 22</b>				
<b>A</b>	14,90	7,98	6,92	242,1
<b>B</b>	16,56	9,00	7,56	325,1
<b>LAS 23</b>				
<b>A</b>	16,73(1)	12,00	4,73	88,4
<b>B</b>	17,15(1)	12,00	5,15	106,9
<b>LAS 24</b>				
<b>A</b>	8,25(1)	5,90	2,35	29,5
<b>B</b>	14,26(1)	12,00	2,26	28,3
<b>LAS 25</b>				
<b>A</b>	16,26(1)	8,96	7,30	288,6
<b>B</b>	16,59(1)	9,70	6,89	238,9
<b>LAS 26</b>				
<b>A</b>	13,79(1)	11,85	1,94	24,5
<b>B</b>	14,13(1)	11,85	2,28	28,6
<b>LAS 27</b>				
<b>A</b>	16,06(1)	11,0	5,06	102,8
<b>B</b>	16,27(1)	11,0	5,27	113,2
<b>LAS 28</b>				
<b>A</b>	17,07	8,66	8,41	480,8
<b>B</b>	17,32	8,66	8,66	539,5
<b>LAS 29</b>				
<b>A</b>	17,95	11,17	6,78	227,0
<b>B</b>	17,92	11,17	6,79	228,0
<b>LAS 30</b>				
<b>A</b>	15,69	8,66	7,03	254,7
<b>B</b>	15,91	8,66	7,25	281,8
<b>LAS 31</b>				
<b>A</b>	13,09	3,40	9,69	867,0
<b>B</b>	15,84	6,19	9,65	851,1
<b>LAS 32</b>				
<b>A</b>	17,92	9,5	8,42	483,1
<b>B</b>	18,66	10,0	8,66	539,5
<b>LAS 33</b>				
<b>A</b>	14,48	9,75	4,73	88,3
<b>B</b>	17,80	12,65	5,15	107,2
<b>LAS 34</b>				
<b>A</b>	15,96	10	5,96	155,6
<b>B</b>	18,31	12	6,31	182,8

(1) Corregidas por extinción.

**TABLA 6. DETERMINACIÓN DE LAS TEMPERATURAS, MASAS Y OTROS PARÁMETROS ESTELARES.**

SISTEMA	TEMP. V-K (1)	TEMP. B-V (2)	MASA SOL = 1 (3)	RADIO LINEAL BOLOMÉTRICO SOL = 1 (4)	LUMINOSIDAD BOLOMÉTRICA SOL = 1 (5)
<b>LAS 19</b>					
A	4009	3789	0,53	0,70	0,102
B	3944	3655	0,49	0,65	0,079
<b>LAS 20</b>					
A	3412	3591	0,41	0,55	0,041
B	3243	3289	0,33	0,43	0,019
<b>LAS 21</b>					
A	3352	3297	0,39	0,52	0,035
B	3595	3377	0,30	0,35	0,014
<b>LAS 22</b>					
A	4018	3913	0,53	0,67	0,102
B	3783	3529	0,43	0,54	0,047
<b>LAS 23</b>					
A	3692	3850	0,22	0,18	0,004
B	3318	4053	0,22	0,14	0,004
<b>LAS 24</b>					
A	5000 (6)	4635	0,79	0,87	0,423
B	3978	3749	0,21	0,15	0,004
<b>LAS 25</b>					
A	3412	3273	0,30	0,43	0,021
B	3396	3333	0,28	0,30	0,010
<b>LAS 26</b>					
A	3364	3326	0,22	0,20	0,004
B	3364	3326	0,22	0,20	0,004
<b>LAS 27</b>					
A	4444	3795	0,29	0,21	0,012
B	4444	3763	0,29	0,21	0,012
<b>LAS 28</b>					
A	3913	3824	0,46	0,55	0,061
B	3715	3847	0,46	0,55	0,061
<b>LAS 29</b>					
A	3618	3299	0,33	0,38	0,019
B	3564	3311	0,33	0,39	0,019
<b>LAS 30</b>					
A	3770	3951	0,46	0,55	0,060
B	3692	4062	0,46	0,54	0,060
<b>LAS 31</b>					
A	6667	5113	1,42	1,79	3,467
B	4675	4390	0,75	0,95	0,345
<b>LAS 32</b>					
A	3636	3529	0,40	0,48	0,036
B	3665	3550	0,36	0,41	0,024
<b>LAS 33</b>					
A	3380	3130	0,40	0,54	0,039
B	3612	3159	0,20	0,19	0,003
<b>LAS 34</b>					
A	3380	3565	0,35	0,43	0,024
B	3303	3181	0,22	0,21	0,004

(1)  $T_{\text{eff}} = \text{Log}(3,77 - (0,052(V - K)))$ .

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

(3) Fórmula de Cousteu:  $M = 10^{(-0,1117 * (M_{\text{bol}} - 4,77))}$ .

(4) Radio lineal:  $R = 10^{(0,5 * \log \text{Luminosidad} + 2 \log(5780 / T_{\text{eff}}))}$ .

(5) Luminosidad bolométrica:  $L = 10^{(0,4 * (4,75 - \text{mag. bolométrica}))}$ .

(6) Según Tycho 2:  $T_{\text{eff}} = 5107 \text{ K}$ .

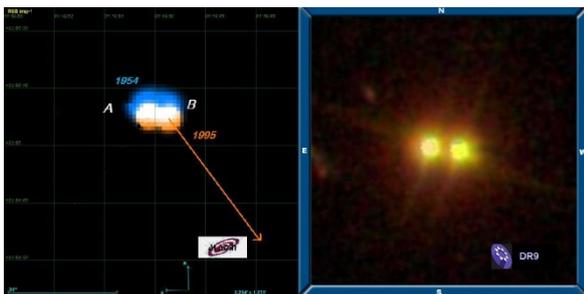
TABLA 7. NATURALEZA MPC DE LOS SISTEMAS.

SISTEMA	HALBWACHS	T ( $\theta/\mu$ ) AÑOS	PORCENTAJES DE PROBABILIDAD		
			MPC	CRITERIO RICA	MISMA DISTANCIA
LAS 19	Sí	65	91%	90%	99%
LAS 20	Sí	67	99%	98%	99%
LAS 21	Sí	190	96%	96%	85%
LAS 22	Sí	592	99%	93%	65%
LAS 23	Sí	133	82%	81%	90%
LAS 24	Sí	214	74%	73%	99%
LAS 25	Sí	193	87%	86%	90%
LAS 26	Sí	14	(1)	(1)	93%
LAS 27	Sí	26	98%	97%	98%
LAS 28	Sí	309	98%	97%	97%
LAS 29	Sí	46	100%	99%	100%
LAS 30	Sí	452	99%	98%	98%
LAS 31	Sí	123	99%	98%	100%
LAS 32	Sí	91	100%	99%	97%
LAS 33	Sí	127	66%	66%	89%
LAS 34	Sí	23	99%	98%	93%

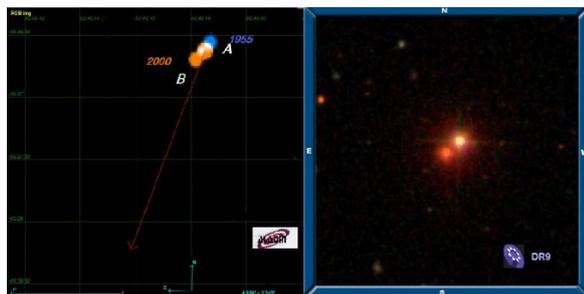
(1) No se ha calculado ya que no disponemos de datos fehacientes sobre el movimiento propio de la secundaria, casi todos los catálogos las consideran un objeto único. No obstante, se aprecia que ambas comparten desplazamiento (ver imagen LAS 26 en la galería fotográfica).

TABLA 8. GALERÍA FOTOGRÁFICA.

LAS 19 2MASS 01165012+2255077



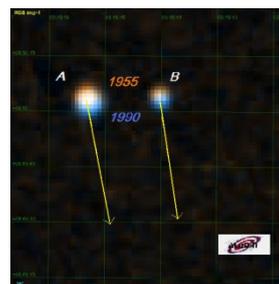
LAS 20 2MASS 02460949-0636375



LAS 21  
2 MASS 02524056+0755098



LAS 22  
2MASS 03181402+0550024



LAS 23  
04070500+1628579

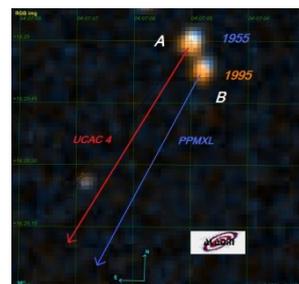
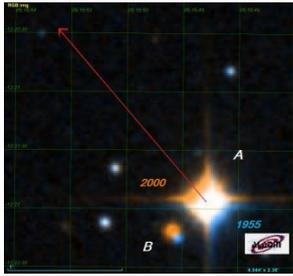
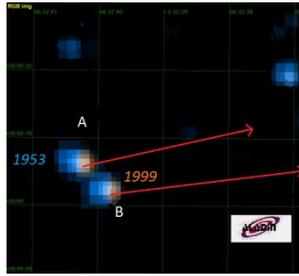


TABLA 8. GALERÍA FOTOGRÁFICA (CONT.).

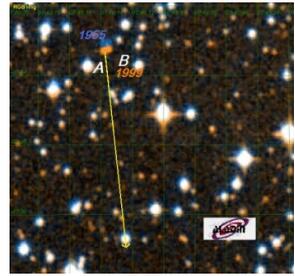
LAS 24  
2MASS 05154721-1221553



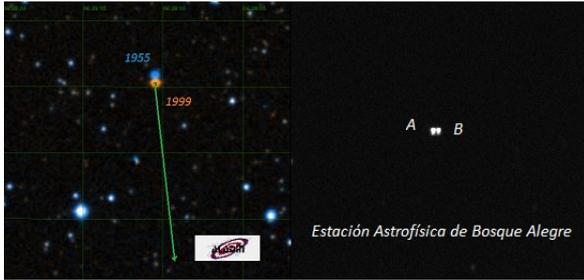
LAS 25  
2MASS 06324024+0850085



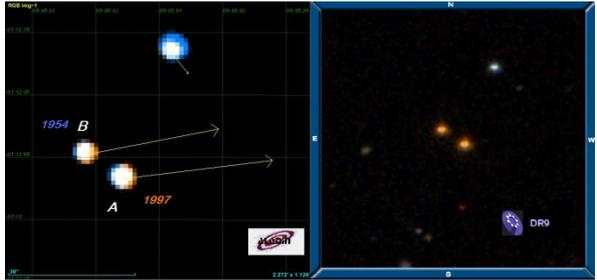
LAS 27  
2MASS 07401384-0733401



LAS 26 2MASS 06381049-0117566



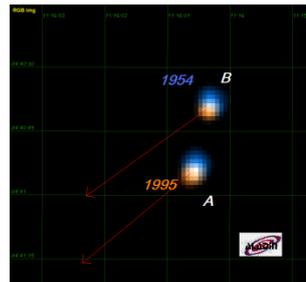
LAS 28 2MASS 09353157-0112501



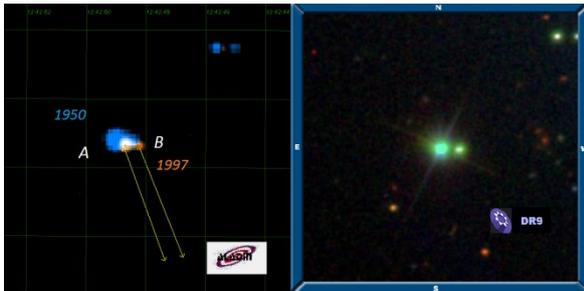
LAS 29 2MASS 10475100+1806538



LAS 30 2MASS 11160063-0440549



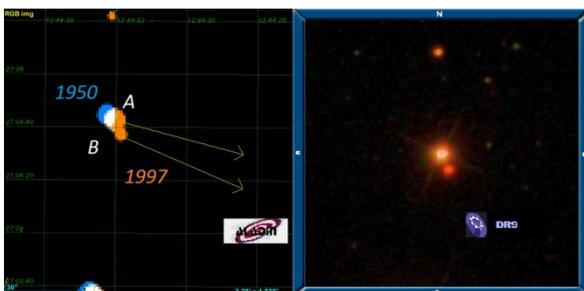
LAS 31 2MASS 12424876+2820103



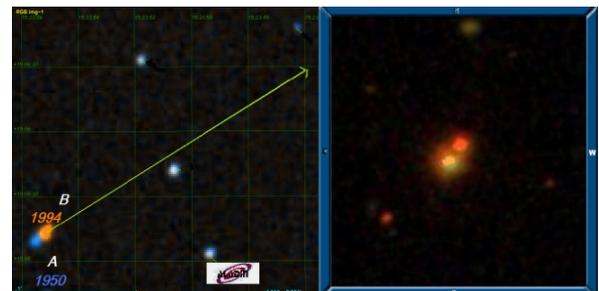
LAS 32 2MASS 12422458+2759366



LAS 33 2MASS 12443206+2704428



LAS 34 2MASS 15235515+1905132



# Astrometría de estrellas dobles desde cielos urbanos: 5ª serie

Double Star Astrometry from urban skies: 5<sup>th</sup> series

Margarita Granado Sánchez-Toscano

■ Observatorio Pico del Tejo, Requena (Valencia) — IAU MPC G29

■ Correo-e: mgranados41@enfermerafacultativa.com

En este nuevo artículo damos a conocer 45 nuevas mediciones de sistemas estelares dobles y múltiples, utilizando la técnica habitual empleada por la autora, hechas en la segunda mitad del año 2013.

This article discloses 40 new measurements of double and multiple star systems, using the standard technique used by the author, made during the last six months of 2013.

## Introducción

PRESENTAMOS NUEVAS MEDIDAS de sistemas dobles y múltiples realizadas con nuestra técnica habitual sobre imágenes CCD tomadas durante la segunda mitad del año 2013, a excepción del sistema BU 1183 ya que sus componentes tienen una diferencia de magnitud muy notable y una separación muy pequeña para la instrumentación empleada, por lo que las imágenes obtenidas adolecían de la calidad suficiente.

Dado que la última medida registrada en el WDS de este sistema data del año 1934, se optó por emplear tres imágenes de Aladín que fueron efectuadas el 7 de octubre de 1999 por el Mt. Hopkins Observatory, cerca de Amado, Arizona (EE.UU.). En concreto fueron las

2MASS.H.991007N\_HI1140103,  
2MASS.J.991007N\_JI1140103 y  
2MASS.K.991007N\_KI1140103

Para nuestras imágenes el lugar de observación fue nuestro acostumbrado observatorio MPC-IAU G29, denominado “Pico del Tejo”, situado en la ciudad de Requena (Valencia, España).

## Configuración óptica y metodología

El telescopio usado para la obtención de imágenes CCD fue un catadióptrico Cassegrain modificado de 200 mm. Vixen Visac VC200L a f9, unido a nuestra cámara SBIG ST-7E con 9x9 micras de tamaño de píxel, siempre a foco primario, dando como resultado una resolución de 1,032 “/píxel y un campo de visión de 13,18 x 8,79 minutos de arco. A todas las tomas se

les hizo la reducción con los darks y flats correspondientes.

Se ha empleado una montura Vixen Sphinx SXD implementada con la placa NexSXD y guiada con un tubo guía EZG-60 de Lunático y una cámara Luna-QHY5 monocroma.

Para el enfoque se empleó el software *Focus-Max* de Steve Brady y Larry Weber. El programa de captura empleado ha sido *CCDSOFT v.5* de Software Bisque y el método de calibración del ángulo de la cámara fue la media aritmética de los ángulos dados por las soluciones astrométricas ofrecidas por el programa *Astrometrica* de Herbert Raab utilizando el catálogo UCAC4, sobre las 15 primeras imágenes de cada serie a medir cuando fue posible y sobre la totalidad de ellas en las series que no llegaban a esa cantidad. Para la obtención de los valores astrométricos se empleó el software *Reduc* de Florent Losse, empleándose para algunos sistemas su algoritmo *Surface*. Se descartaron aquellos valores de Theta y Rho cuyos residuos superaban en 2 veces la desviación estándar de cada medición.

Cada sistema fue sometido a comprobación mediante *Aladin v8.0* valiéndonos de los catálogos WDS y CCDM para la identificación de sus componentes.

## Medidas

En la tabla 1 se muestra la colección de medidas efectuadas en este período, incluyendo las magnitudes fotométricas de cada componente extraídas del catálogo WDS.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha servido del *Washington Double Star Catalog* mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos, <http://ad.usno.navy.mil/wds>.

También hizo uso de *CDS* (Centre de Données astronomiques de Strasbourg) y sus herramientas asociadas para la consulta on-line de una gran cantidad

de catálogos, <http://cds.ustrasbg.fr>.

En este trabajo se utilizó *Astrometrica*, software interactivo para la reducción astrométrica de datos sobre imágenes CCD. Autor: Herbert Raab, <http://www.astrometrica.at>.

Igualmente se usó *Reduc*, software para la medición astrométrica de estrellas dobles. Autor: Florent Losse, <http://astrosurf.com/hfosaf>. 

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS SISTEMAS MEDIDOS.

ID. WDS	SISTEMA	COMP	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	THETA (°)	Sigma Theta (")	RHO (")	Sigma Rho (")	N.º MED.	NOTAS
20425+4916	ARG 39	AB	8,42	8,93	2013,7768	182,39	0,18	14,838	0,078	46	
20425+4916	ARG 39	AF	8,42	14	2013,7768	258,64	0,18	34,218	0,142	35	
20425+4916	ARG 39	AG	8,42	13,64	2013,7768	341,74	0,16	52,168	0,089	40	
20425+4916	ARG 39	BC	8,93	13,32	2013,7768	102,03	0,06	34,778	0,135	39	
20425+4916	ARG 39	BD	8,93	14,3	2013,7768	239,96	0,33	21,411	0,106	36	
20425+4916	ARG 39	BE	8,93	15	2013,7768	54,62	0,29	43,022	0,407	30	
05067+5136	H 6 35	AC	5,01	9,99	2013,9964	61,84	0,05	90,504	0,103	44	
05067+5136	BU 1046	AE	5,01	12,3	2013,9964	351,53	0,04	146,12	0,088	34	1
05067+5136	BU 1046	CD	9,99	14,1	2013,9964	103,92	0,2	42,7	0,322	25	
03460+4541	BU 1183		5,66	14	1999,7656	143,7	0,67	6,51	0,083	3	2
04204+3434	BU 1382		4,93	13	2013,996	338,62	0,19	92,953	0,188	34	
20052+3829	BU 1481	AB	6,17	13,2	2013,7332	239,95	0,2	42,269	0,085	44	3
20052+3829	WAL 126	AC	6,17	12,22	2013,7332	212,21	0,1	70,16	0,083	44	3
20137+4323	BU 660	AC	6,29	12,92	2013,7333	189,72	0,08	58,193	0,099	40	
20137+4323	FOX 250	AD	6,29	14,7	2013,7333	278,03	0,56	30,621	0,22	6	4
20169+4022	BU 661	AB	5,24	11,5	2013,6762	64,93	0,52	12,606	0,13	4	
20169+4022	BU 661	AC	5,44	13,68	2013,6762	217,45	0,11	111,5	0,124	4	
02224+5551	BU 875		6	12	2013,9962	175,45	0,76	12,304	0,093	29	
20064+3558	BUP 204	AB	5,48	13,8	2013,6759	35,83	0,08	64,922	0,045	28	3
20064+3558	BUP 204	AC	5,48	11,7	2013,6759	77,84	0,09	42,239	0,042	34	3
23118+2651	BUP 234	AB	6,29	11,4	2013,7935	239,11	0,04	64,46	0,078	28	
23118+2651	STT 598	AC	6,29	9,69	2013,7935	299,33	0,04	217,862	0,124	47	5
23283+2556	BUP 237	AB	8,8	13	2013,9494	282,57	0,04	54,751	0,155	29	
23283+2556	BUP 237	AC	8,8	13,1	2013,9494	261,33	0,09	66,893	0,104	27	
07453+2802	H 6 42	AC	1,33	10,95	2013,9794	76,21	0,03	257,451	0,122	2	
07453+2802	BU 580	AE	1,33	11,6	2013,9794	89,63	0,03	289,912	0,156	2	6
07453+2802	STFB 5	AF	1,33	10,51	2013,9794	78,71	0,03	313,459	0,128	2	6
07453+2802	BU 580	AG	1,33	11,34	2013,9794	353,03	0,04	152,154	0,117	2	6
07195+4939	ES 2623	AB	8,59	11,45	2013,9965	320,45	0,06	9,381	0,022	27	
07195+4939	BKO 110	AC	8,59	13,22	2013,9965	80,88	0,08	57,478	0,046	25	7
05552+0724	H 6 39	AE	0,77	11	2013,9252	154,01	0,03	176,08	0,207	5	
05552+0724	SLE 831	AH	0,77	11,2	2013,9252	293,56	0,11	240,509	0,344	5	8
05552+0724	SMR 29	AI	0,77	13,5	2013,9252	236,7	0,29	218,096	0,218	2	8
10205+0626	STF1426	AB,D	7,3	12,57	2013,9497	40,59	0,33	38,895	0,19	5	
10205+0626	STF1426	AB,C	7,3	9,43	2013,9497	10,74	0,26	7,697	0,029	36	
20011+4816	STF2619	AB	8,91	8,92	2013,7934	241,03	0,59	4,069	0,026	21	9
20011+4816	STF2619	AC	8,91	12,6	2013,7934	358,61	0,14	20,857	0,077	30	
20011+4816	STF2619	BC	8,92	12,6	2013,7934	2,45	0,19	21,654	0,117	22	
20011+4816	STF2619	BD	8,92	13,9	2013,7934	5,95	0,5	16,648	0,13	23	
20011+4816	STF2619	CD	12,6	13,9	2013,7934	174,96	0,63	5,755	0,056	22	9
20387+3838	STF2708	AB	6,83	8,67	2013,7769	323,08	0,04	56,668	0,063	30	
20387+3838	STF2708	AC	6,83	13,7	2013,7769	336,01	0,48	40,136	0,427	24	
20387+3838	STF2708	AD	6,83	11,26	2013,7769	231,33	0,05	115,449	0,115	46	
20299+4022	HJ 1525	AB	9,13	9,58	2013,9381	234,43	0,47	9,121	0,106	14	
20299+4022	HJ 1525	AC	9,13	13,5	2013,9381	37,98	0,94	17,165	0,228	9	

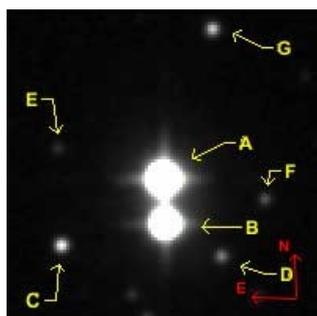
## Notas

- 1.No se pudo separar la componente B.
- 2.Hecho con el algoritmo *Surface*. Se utilizaron las imágenes 2MASS.H.991007N\_HI1140103, 2MASS.J.991007N\_JI1140103 y 2MASS.K.991007N\_KI1140103 tomadas de *Aladin*.
- 3.Componente A con gran movimiento propio que no

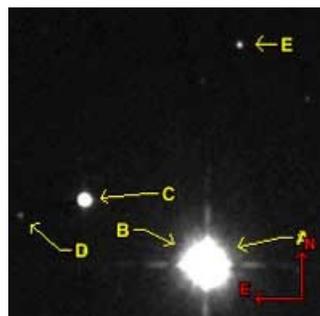
comparte con sus compañeras.

- 4.Comparte componente principal con BU 660.
  - 5.Comparte componente principal con BUP 234.
  - 6.Comparte componente principal con H 6 42.
  - 7.Comparte componente principal con ES 2623.
  - 8.Comparte componente principal con H 6 39.
- Hecho con el algoritmo *Surface*.

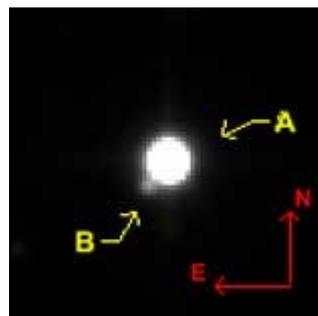
TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



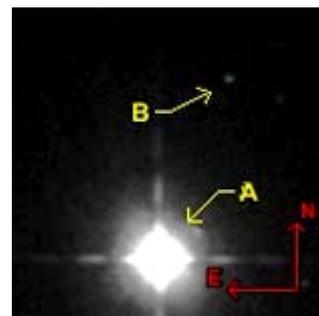
ARG 39



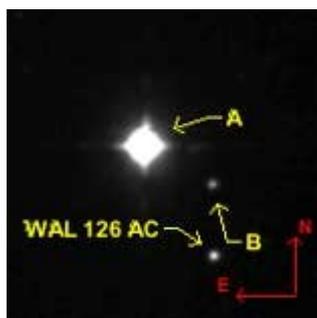
BU 1046



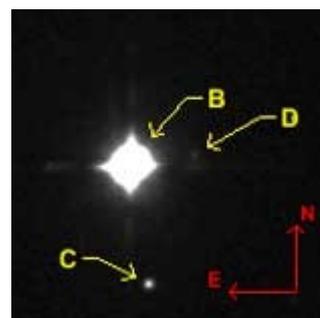
BU 1183



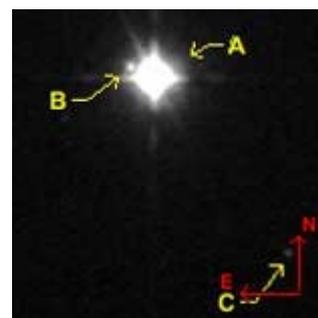
BU 1382



BU 1481



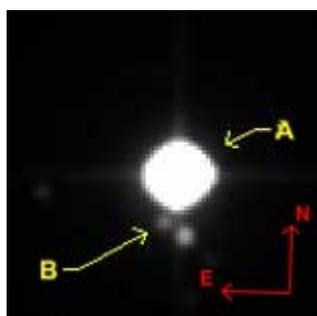
BU 660



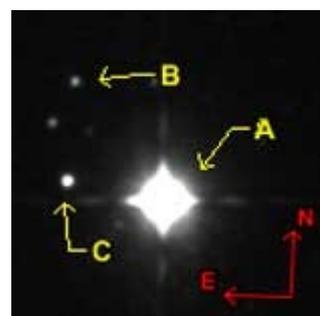
BU 661



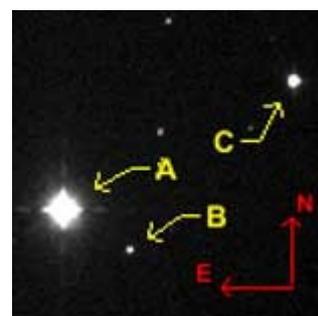
FOX 250 AD (Surface)



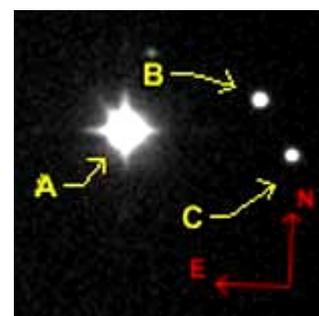
BU 875



BUP 204

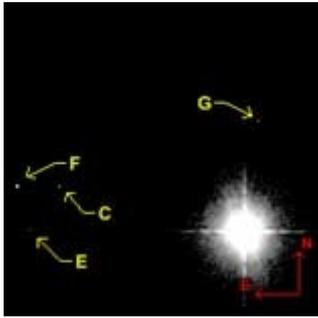


BUP 234

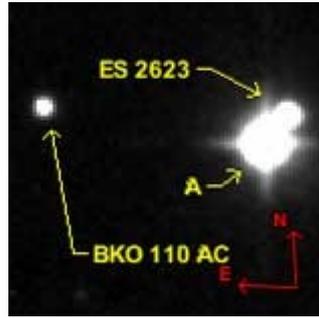


BUP 237

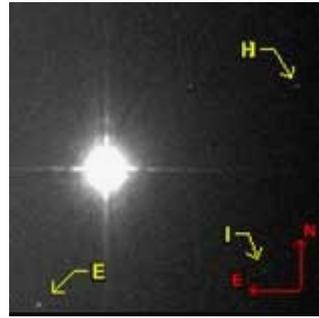
TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



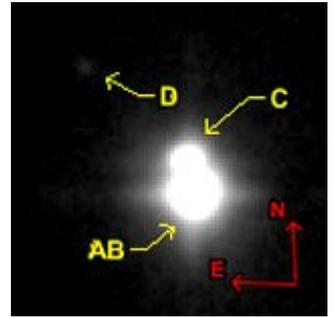
H 6 42



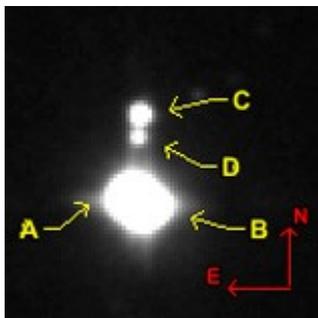
ES 2623



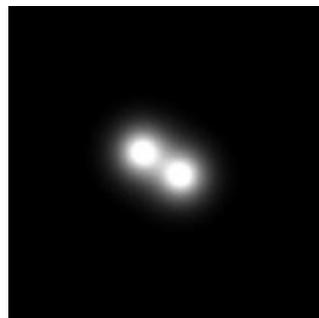
SLE 831



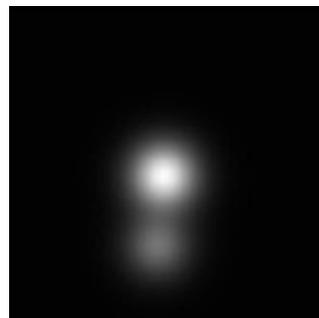
STF1426



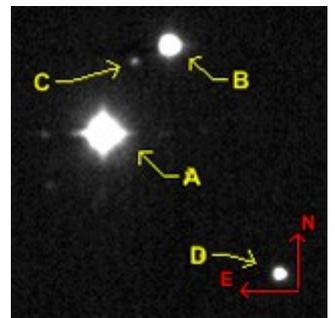
STF2619



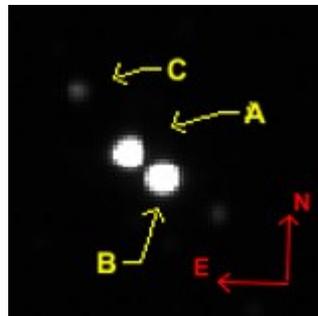
STF2619 AB (Surface)



STF2619 CD (Surface)



STF2708



HJ 1525

# Observación de estrellas dobles olvidadas: 7ª serie

Neglected Double Star Observations: 7th series

Lluís Ribé de Pont

- Agrupación Astronómica de Sabadell (AAS)
- Correo-e: lluisribedepont@gmail.com

En este artículo presentamos las medidas de 46 estrellas dobles abandonadas, extraídas del WDS, realizadas desde una zona urbana cercana a Barcelona.

We present measurements of 46 neglected stars, extracted from the WDS. They are made from an urban area near Barcelona.

## Introducción

EN SEIS ANTERIORES ARTÍCULOS (Ribé, 2012) [1], (Ribé, 2013a) [2], (Ribé, 2013b) [3], (Ribé, 2014a) [4], (Ribé, 2014b) [5] y (Ribé, 2015) [6] se presentaban los resultados de medidas de estrellas dobles realizados desde el Observatorio Viamar (MPC 84), situado en la azotea de mi domicilio en Badalona (Barcelona).

Ahora presentamos las medidas de 46 estrellas dobles abandonadas a partir de imágenes CCD tomadas estos últimos meses. Se trata de estrellas pocas veces observadas, recogidas en el elenco de *neglecteds* del WDS [7].

En primer lugar se ha realizado un filtrado con la base de datos de estrellas abandonadas, con una separación mayor a 6" y una magnitud en la secundaria menor o igual a 13. A continuación hemos intentado localizar estas estrellas sobre imágenes de catálogo. De cada sistema y mediante *Aladin* [8] hemos obtenido imágenes (POSSI y POSSII) con el fin de identificarlas en las coordenadas indicadas por el WDS.

Se ha utilizado un telescopio Schmidt-Cassegrain *Celestron* de 203 mm, sobre una montura ecuatorial alemana computerizada CGEM de *Celestron*. La focal del sistema es de 2030 mm f/10.

Las imágenes han sido tomadas con una CCD monocroma Atik 161C-S, que con un tamaño de píxel de 8,3 x 8,3 micras nos proporciona un campo de 10,7' x 8,3'. Se ha trabajado a foco primario con una resolución de 0,91"/píxel.

Para cada par se han tomado 100 imágenes y 20 darks, utilizando para la captura el software *Astroart*

5.0 [9]. También hemos tomado 5 imágenes de 10" para hacer la reducción con *Astrometrica* [10]. Para gobernar el telescopio se ha hecho uso del programa *The Sky6 Pro* [11].

La reducción astrométrica ha sido realizada con el software *Astrometrica* desarrollado por Herbert Rabad y el catálogo UCAC 3, que nos ha proporcionado la escala de placa y la orientación de las imágenes. Con esos datos hemos podido hallar el ángulo y la separación de los pares con el software *Reduc* de Florent Losse [12].

## Astrometría relativa

En la tabla 1 se listan los resultados obtenidos para cada uno de los 46 pares, así como algunos datos complementarios en forma de notas.

## Álbum fotográfico

Se muestran las imágenes de los pares observados. Son recortes de 128x128 píxeles procedentes de las imágenes FIT originales registradas. Todas las imágenes están orientadas con el Norte arriba y el Este a la izquierda. En algunas imágenes se identifican los componentes con las respectivas letras siguiendo la norma habitual (A, B). ©

## Referencias

- [1] Ribé de Pont, L., 2012, *Observación de 33 estrellas dobles olvidadas*, OED 9, 51-52.
- [2] Ribé de Pont, L., 2013, *Observación de estrellas dobles olvidadas: 2ª serie*, OED 10, 64-69.
- [3] Ribé de Pont, L., 2013, *Observación de estrellas dobles olvidadas: 3ª serie*, OED 11, 66-70.

[4] Ribé de Pont, L., 2014, *Observación de estrellas dobles olvidadas: 4ª serie*, OED 12, 35-42.  
 [5] Ribé de Pont, L., 2014, *Observación de estrellas dobles olvidadas: 5ª serie*, OED 13, 37-43.  
 [6] Ribé de Pont, L., 2015, *Observación de estrellas dobles olvidadas: 6ª serie*, OED 14, 57-60.  
 [7] *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.

[8] *Aladin*. Centre de Données astronomiques de Strasbourg, <http://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml>  
 [9] *Astroart*, <http://www.msb-astroart.com/>  
 [10] Raab, H., 1993-2011, Software *Astrometrica*. Disponible en: <http://www.astrometrica.at>  
 [11] *The Sky6 Pro*. Software Bisque, Inc. 912 12th Street Golden, Colorado, 80401-11141 USA <http://www.bisque.com>  
 [12] *Reduc*. Florent Losse. <http://astrosurf.com/hfosaf/>

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ID. WDS	DESC.	COMP.	MAG. A	MAG. B	THETA	ERROR THETA	RHO	ERROR RHO	ÉPOCA	NOTAS
00332+5642	STI 1376		11,1	12,6	64,64	0,48	7,566	0,11	2015,04	
01214+5656	STI 1578		11,8	11,8	188,15	0,46	6,173	0,089	2015,04	1
01216+2435	POU 121		12,1	12,6	334,32	0,56	9,01	0,096	2015,04	
01238+5633	STI 1597		12,2	12,2	344,4	0,42	6,703	0,08	2015,04	2
01377+3149	ES 2403		10,9	12,4	99,07	0,46	7,011	0,085	2015,04	3
01508+5412	SMA 23		11,5	11,8	69,62	0,34	8,686	0,087	2015,04	
02008+5718	STI 1759		12	12,5	211,93	0,47	8,053	0,083	2015,04	
02180+4259	ES 1500		10,57	12,3	24,3	0,42	5,011	0,107	2015,04	
02497+3721	ES 2553		10,5	12	176,09	0,33	6,001	0,069	2015,04	
03128+3720	WZ 6		10,5	11	201,86	0,44	6,97	0,089	2015,04	
03206+1911	STF 377	AC	7,9	11,9	222,55	0,3	23,919	0,102	2015,04	
03460+1000	PLQ 43		10,1	11,9	337,62	0,41	14,879	0,083	2015,04	
04444+1109	BUP 68	BC	11,4	12,6	6,05	0,38	8,945	0,065	2015,04	
04549+1009	BUP 72	AC	4,65	12,7	357,04	0,19	45,678	0,089	2015,04	
19531+5430	STI 2471		11,4	11,8	293,92	0,42	11,583	0,08	2014,85	
19538+2237	COU 825	AC	9,6	12,4	76,19	0,37	14,92	0,077	2014,85	
19544+3918	SEI 721	AB	9,5	10,8	198,79	0,49	6,196	0,086	2014,85	
19547+2402	POU 4136		12,5	12,7	160,96	0,41	17,048	0,085	2014,85	
19557+3805	ALI 648		11,4	12,7	167,3	0,37	10,178	0,081	2014,85	4
19563+3935	SEI 740		11,5	11,9	162,98	0,39	9,585	0,094	2014,85	
19591+3942	BER 1	AE	9,4	10	139,02	0,33	46,813	0,078	2014,85	
19591+5040	HJ 1464		7,4	12	40,95	0,5	12,774	0,098	2014,85	
20004+0530	HJ 2919		10,6	11,3	343,54	0,41	11,475	0,08	2014,85	
20008+2949	BU 439	AC	8,1	12,2	200,52	0,17	38,477	0,09	2014,85	
20549+3913	MLB 781		10,6	10,6	295,99	0,47	8,579	0,073	2014,85	
20550+2805	BU 367	AB-C	8	11,5	358,37	0,21	38,01	0,092	2014,85	
20550+3929	SEI 1311		9,5	9,5	246,71	0,5	8,658	0,094	2014,85	5
20551+3929	ALI 1150		10,8	11,3	246,76	0,39	8,966	0,082	2014,85	
20552+3915	MLB 782	AB	9,9	11	345,25	0,24	1,298	0,078	2014,85	
20561+2356	POU 5068		11	12,6	300,35	0,36	13,817	0,092	2014,97	
20565+2444	POU 5070		10,7	11,5	294	0,35	8,287	0,032	2014,97	6
20580+3918	ES 1985	AB	11	12,4	275,7	0,37	8,291	0,096	2014,97	
20584+2406	POU 5081		12,3	12,8	177,99	0,41	14,036	0,09	2014,97	
21324+1450	HJ 1655		10,8	12,8	31,9	0,23	25,472	0,061	2014,95	
21333+3940	MLB 900		10,5	11,5	279	0,37	6,842	0,054	2014,95	
21336+3325	GYL 59		9,8	10,7	16,78	0,4	20,961	0,094	2014,95	
21360+3319	HJ 1664		11	11	263,23	0,56	9,204	0,081	2014,95	7
21378+3739	SEI 1527		10	10,5	332,44	0,39	25,114	0,074	2014,95	
21385+0546	HJ 941		5,67	11,8	310,21	0,3	33,348	0,092	2014,95	
21410+3504	HO 164	AC	8	12	238,45	0,35	24,838	0,091	2014,95	
21429+2345	POU 5462		12,3	12,3	142,82	0,43	10,752	0,089	2014,95	8
21453+2722	HO 606		8,4	12,7	92,51	0,5	18,51	0,089	2014,97	
21454+4356	HO 168	AD	8,6	12,8	21,34	0,48	28,31	0,102	2014,95	
21501+3151	BU 692	AC	7,47	12,63	292,23	0,26	40,922	0,085	2014,95	
21503+2754	MLB 576		10,2	11,8	267,36	0,48	13,046	0,088	2014,95	
21529+2525	POU 5544		11,6	11,8	11,93	0,37	23,604	0,058	2014,95	

## Notas

1. **STI 1578:** En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria. La delta es pequeña: 0,18.
2. **STI 1597:** En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria.
3. **ES 2403:** En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria.
4. **ALI 648:** En nuestra imagen la estrella secundaria

es más brillante que la primaria.

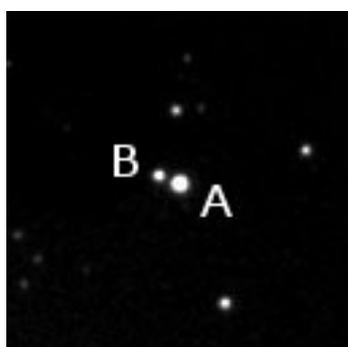
5. **SEI 1311:** En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria. La delta es pequeña: 0,15.

6. **POU 5070:** En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria.

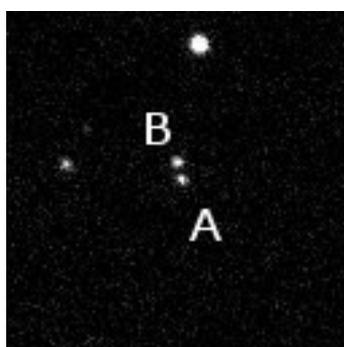
7. **HJ 1664:** En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria.

8. **POU 5462:** En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria.

TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



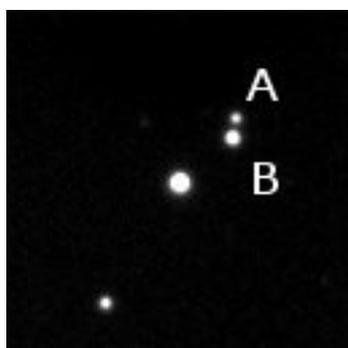
STI 1376



STI 1578



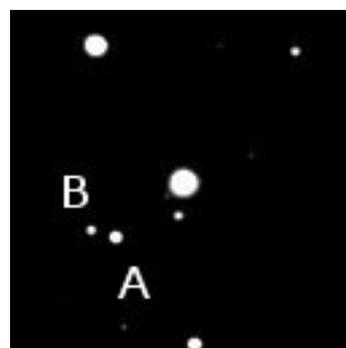
POU 121



STI 1597



ES 2403



SMA 23



STI 1759

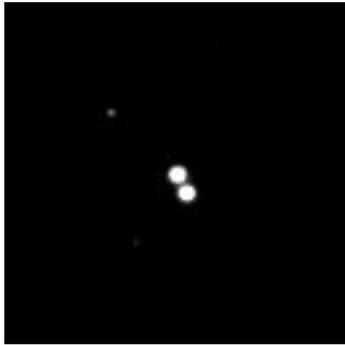


ES 1500

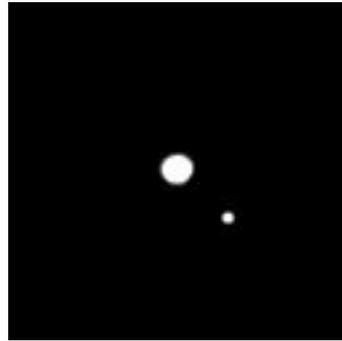


ES 2553

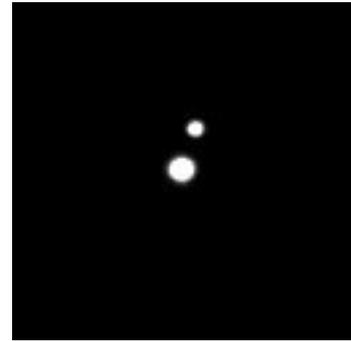
TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



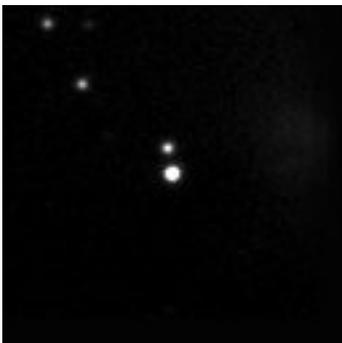
WZ 6



STF 377 AC



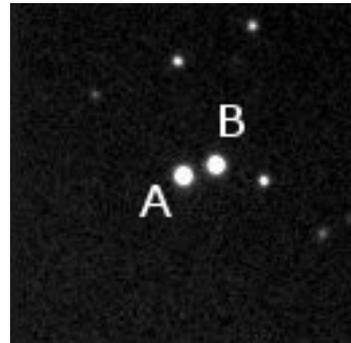
PLQ 43



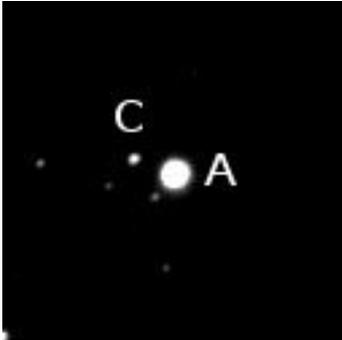
BUP 68 BC



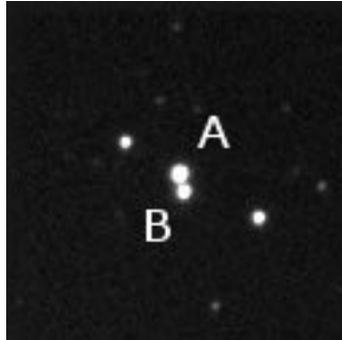
BUP 72 AC



STI 2471



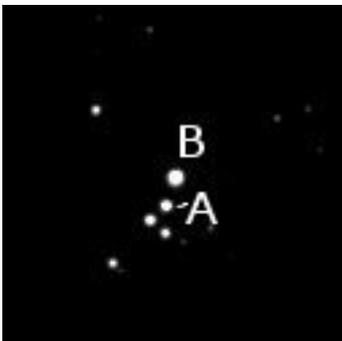
COU 825 AC



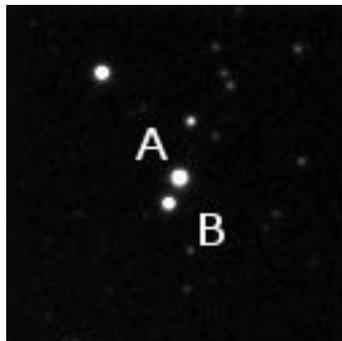
SEI 721 AB



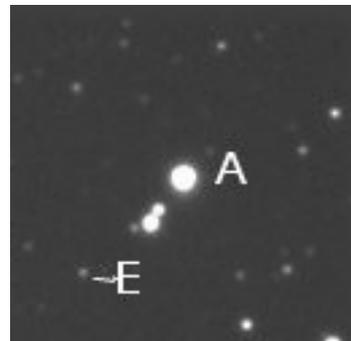
POU 4136



ALI 648

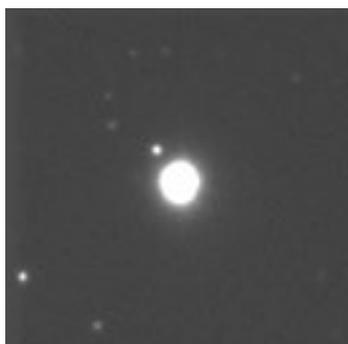


SEI 740

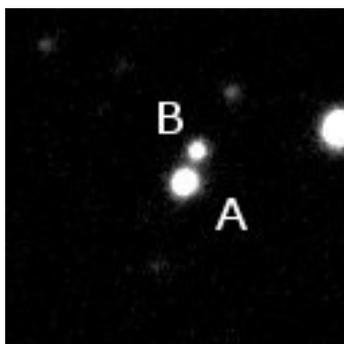


BER 1 AE

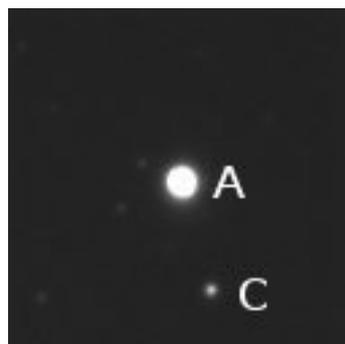
TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



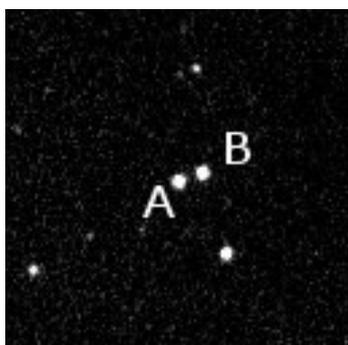
HJ 1464



HJ 2919



BU 439 AC



MLB 781



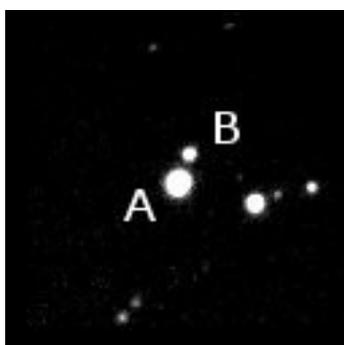
BU 367 AB-C



SEI 1311



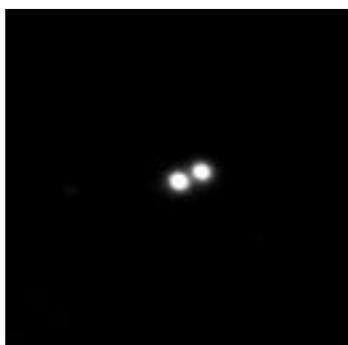
ALI 1150



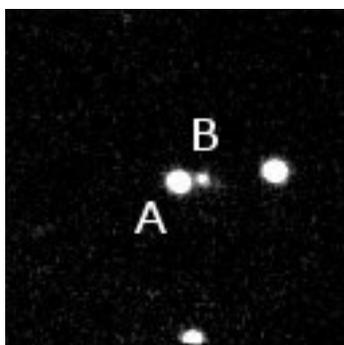
MLB 782 AB



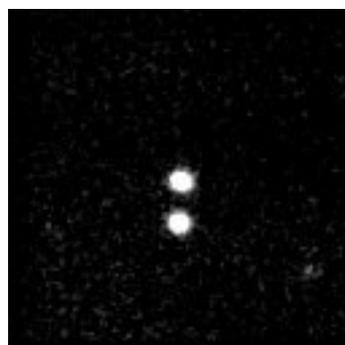
POU 5068



POU 5070

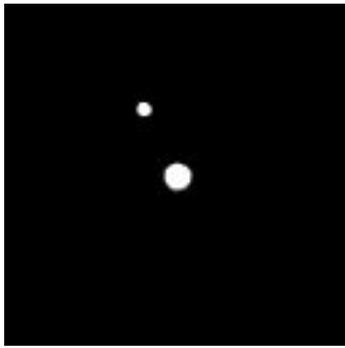


ES 1985 AB

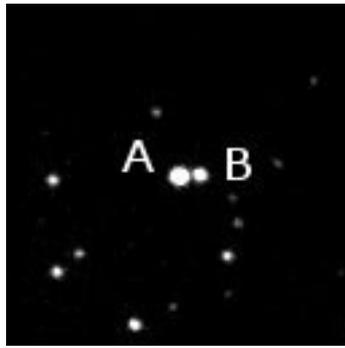


POU 5081

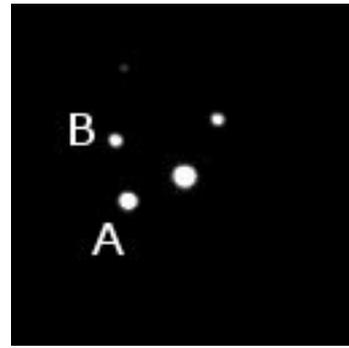
TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



HJ 1655



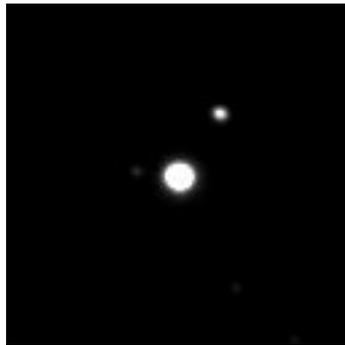
MLB 900



GYL 59



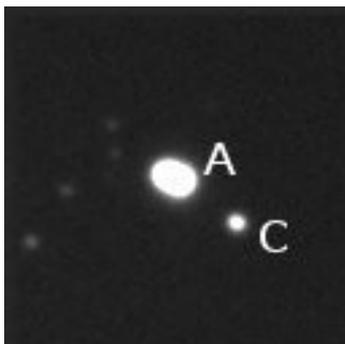
HJ 1664



SEI 1527



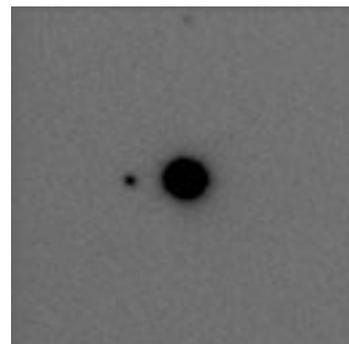
HJ 941



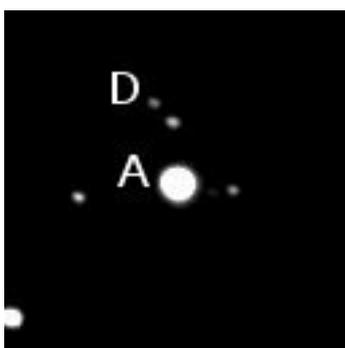
HO 164 AC



POU 5462



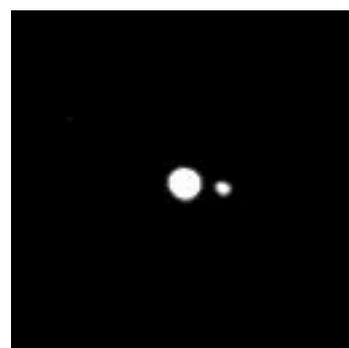
HO 606



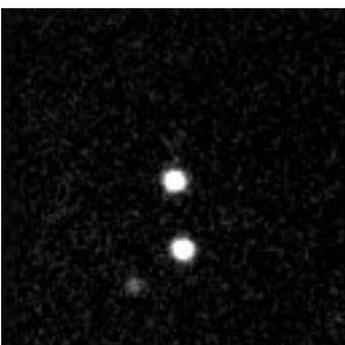
HO 168 AD



BU 692 AC



MLB 576



POU 5544

## 2MASS 16084880 +3634305 y 2MASS 16084836 +3634468: descubrimiento de un candidato a sistema binario de movimiento propio común en CrB

2MASS 16084880 +3634305 and 2MASS 16084836 +3634468: on the discovery of a common proper motion binary candidate in Corona Borealis

Manuel José del Valle González

- Asociación Astronómica Alba-5 (Albacete), Grupo Astronómico de Almansa (Albacete)
- Correo-e: [mjvallgon@gmail.com](mailto:mjvallgon@gmail.com) | <http://astronomiadesdealbacete.blogspot.com.es>

Después de realizar el Curso de Estrellas Dobles impartido por la LIADA (Liga Iberoamericana de Astronomía) y mi creciente interés en el estudio y observación de estos objetos, finalmente me ha llevado a escribir mi primer artículo donde intento realizar un breve estudio de un sistema doble recientemente descubierto por mí en la constelación de la Corona Boreal.

After performing the Double Star course, taught by LIADA (Ibero-American League Astronomy) and my growing interest in the study and observation of these objects eventually led me to write my first article where I try to make a brief study of a system twice recently discovered by me in the constellation Corona Borealis.

### Un descubrimiento casual

REPASANDO LA LISTA DE ESTRELLAS DOBLES propuesta por SEDA-WDS, en la campaña del primer trimestre de 2013, para la constelación de Corona Boreal, y realizando un blink, con la herramienta RGB del Aladín, mediante la superposición de placas de las épocas 1950 y 1990 (placas POSSI y POSSII respectivamente), encontré una pareja de estrellas de alto movimiento propio, en el campo de la imagen de la doble BU1087. Visualmente parecía que cumplía los requisitos para ser un par de movimiento propio común (MPC) y me decidí a empezar un breve estudio para intentar evaluar la posible naturaleza de ese par de estrellitas.

La estrella principal es 2MASS 16084880 +3634305 y sus coordenadas precisas J2000:

$$\alpha = 16^{\text{h}} 08' 48,80''$$

$$\delta = +36^{\circ} 34' 30,5''$$

La estrella secundaria es 2MASS 16084836 +3634468 y sus coordenadas precisas J2000:

$$\alpha = 16^{\text{h}} 08' 48,36''$$

$$\delta = +36^{\circ} 34' 46,80''$$

### Movimientos propios

En la tabla 1 (página siguiente) se indican los movimientos propios de ambas estrellas obtenidos del catálogo PPMXL mediante la herramienta *Aladín*.

### Fotometría

Las magnitudes V y B de la estrella principal,

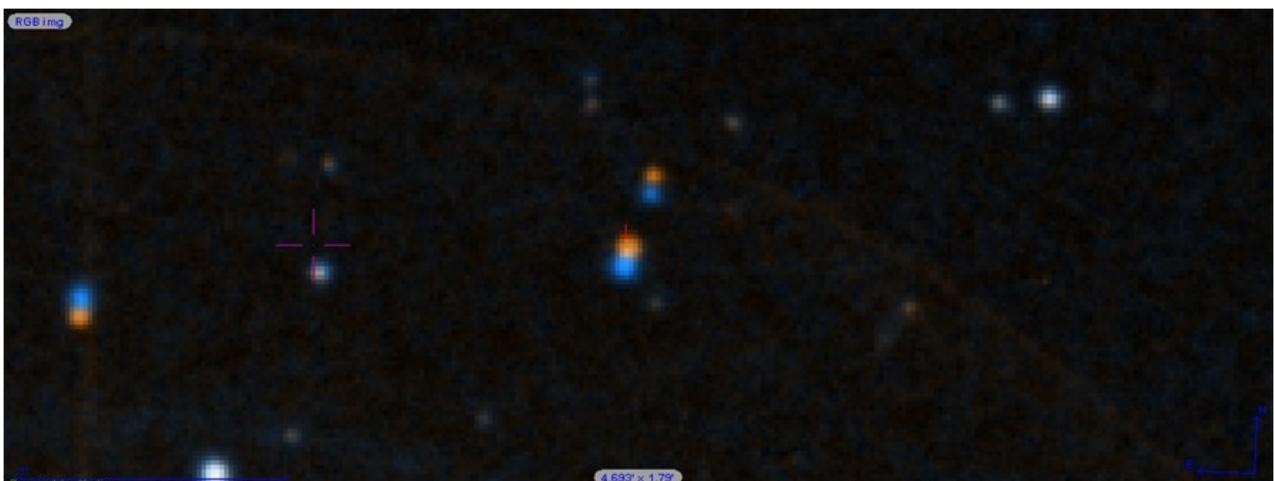


Figura 1. Composición RGB procedente de Aladín, donde se aprecia el par en estudio y el alto movimiento propio común.

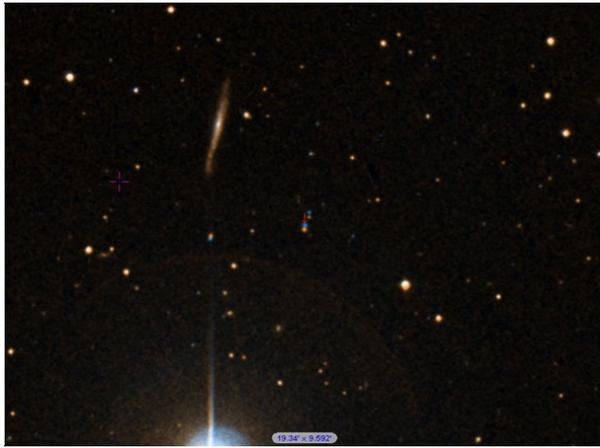


Figura 2. Imagen Aladin mostrando el campo completo de la imagen, apreciándose el par en estudio (centro de la imagen) y BU 1087, que es la estrella brillante que aparece en borde inferior de la placa.

COMP.	CAT.	MP AR	ERROR	MP DEC	ERROR
A	PPMXL	-22,7	3,6	94,7	3,6
B	PPMXL	-27,4	3,6	119,6	3,6

Tabla 1. Movimientos propios de ambas componentes.

han sido obtenidas del catálogo APASS.

Para la secundaria he decidido obtener la magnitud V, a partir de la magnitud r' del catálogo CMC14, por la relación entre esta magnitud y las magnitudes JHK del catálogo 2MASS:

$$V = 0,6278 * (J-K) + 0,9947 * 16,349 [1]$$

También he calculado la fotometría VBRI, a partir de las transformaciones de Lupton (2005), utilizando las magnitudes fotométricas *ugriz* del catálogo SDSS-DR9.

Los valores fotométricos de ambas estrellas obtenidos de los diferentes catálogos consultados quedan reflejados en la tabla 2.

FUENTE	BANDA FOTOMÉTRICA	COMPONENTE A	ERROR	COMPONENTE B	ERROR
2MASS	J	12,082	0,023	13,055	0,026
	H	11,390	0,028	12,485	0,028
	K	11,226	0,021	12,262	0,024
UCAC4	V	15,22			
	B	16,84			
	R	15,22			
SDSS-DR9	I	14,68			
	V			17,03	
	B			18,44	
	R			15,93	
CMC14	I			14,43	
	V			16,76	

Tabla 2. Valores fotométricos en diferentes bandas para ambas componentes del sistema.

## Población estelar

Para estimar el tipo estelar de ambas estrellas se ha utilizado el diagrama de movimiento propio reducido del infrarrojo (Salim and Gould, 2002), representando el movimiento propio reducido ( $Hv'$ ), frente al valor V-J (figura 3). El movimiento propio reducido ha sido obtenido mediante la siguiente expresión:

$$Hv' = mv + 5 \log \mu$$

Los resultados obtenidos para ambas estrellas pueden verse en la tabla 3. El análisis del diagrama indica que ambas estrellas se encuentran dentro de la secuencia principal.

Para corroborar estos resultados se ha usado un diagrama de doble color  $J-H$  vs.  $H-K$ , donde puede observarse que ambas estrellas pueden considerarse como estrellas enanas de la secuencia principal (figura 4).

COMP.	V-J	$\mu$ Total	-HV'
A	3,13	0,097	-10,2
B	3,98	0,123	-12,5

Tabla 3. Movimiento propio reducido.

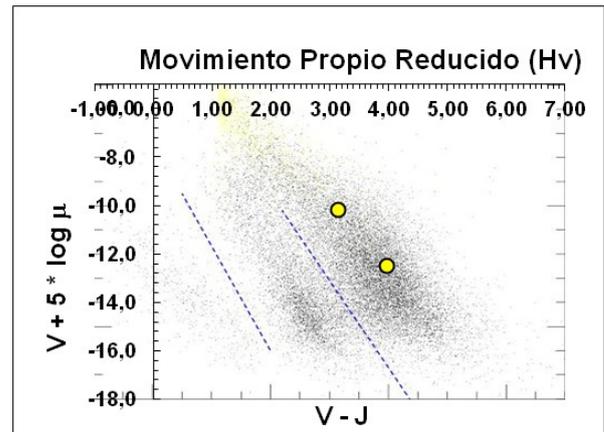


Figura 3. Movimiento propio reducido.

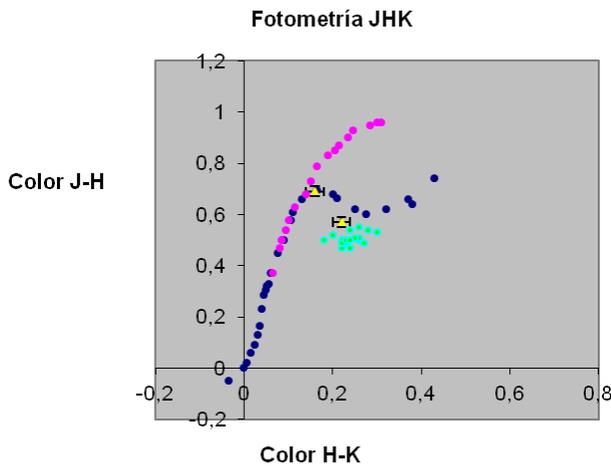


Figura 4. Caracterización población estelar.

## Tipo espectral

Para la caracterización del tipo espectral, se ha utilizado la Hoja de Cálculo Excel Astronomía v1.5 de Francisco Rica, de la cual se ha obtenido para la componente A un tipo espectral M1.5V y para la secundaria un tipo espectral M3V (figuras 5 y 6).

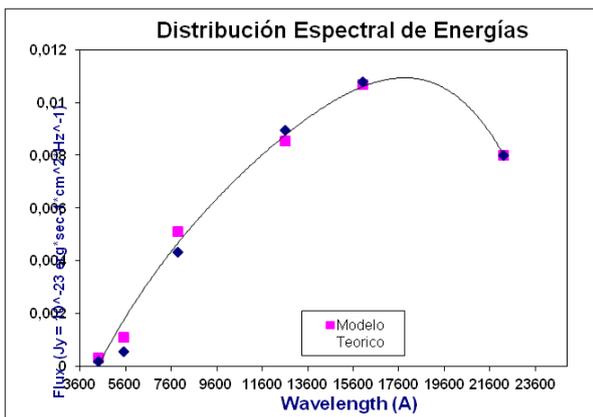


Figura 5. Componente A, espectro M1.5V.

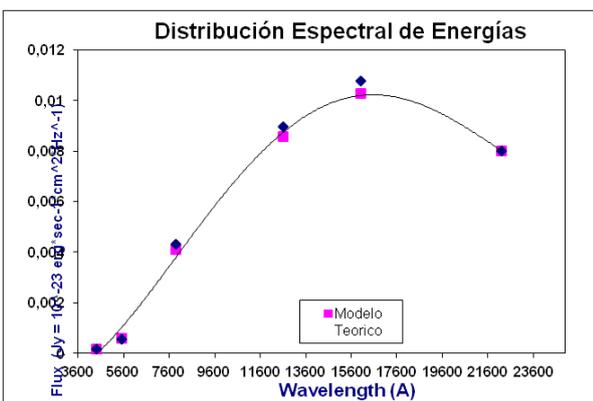


Figura 6. Componente B, tipo espectral M3V.

## Magnitud absoluta y distancia

Mediante los tipos espectrales, y utilizando una tabla que los relaciona con la magnitud absoluta (Cambridge University Press Handbook of Space Astronomy and Astrophysics, pag. 71), e interpolando los tipos espectrales obtenidos anteriormente, obtenemos

	PRIMARIA	SECUNDARIA
<b>Magnitud absoluta</b>	9,40	10,72
<b>Módulo de distancia</b>	5,82	6,04
<b>Distancia (pc)</b>	183	161

Tabla 4. Magnitudes absolutas y distancias.

las magnitudes absolutas para la estrella principal y la secundaria respectivamente (9,40 y 10,72).

Con estos valores para la magnitud absoluta, y utilizando la fórmula [1] podemos calcular el módulo de distancia de ambas estrellas y su distancia en parsecs (pc). Ver resultados en la tabla 4.

Utilizando simulaciones Montecarlo para determinar la probabilidad de que dos estrellas se encuentren a la misma distancia y considerando un error del 20 %, para los valores de distancia de ambas estrellas, el resultado obtenido fue una distancia media de 152,9 pc, una desviación estándar de 20,7 pc y una probabilidad del 98,3 % de que se encuentren a la misma distancia.

## Temperatura efectiva

Para calcular la temperatura efectiva de ambas estrellas se ha utilizado la siguiente expresión:

$$\text{Log } T_{\text{eff}} = 3,77 - 0,052 * (V-K) \quad [2]$$

Esta ecuación proporciona un buen ajuste para el intervalo de temperaturas comprendidas entre 4500 K y 2500 K con una incertidumbre de  $\pm 150$  K.

Como vemos en [2], la temperatura está relacionada directamente con el índice de color  $V-K$ .

COMP.	V-K	LOG T <sub>EFF</sub>	T <sub>EFF</sub> (K)
<b>A</b>	3,989	3,563	3652 $\pm$ 150
<b>B</b>	4,768	3,522	3327 $\pm$ 150

Tabla 5. Temperatura efectiva.

## Corrección bolométrica y magnitud absoluta bolométrica

Para calcular la corrección bolométrica se ha utilizado la expresión (Lang, 1992):

$$BC = -8,499 * (\log T_{\text{eff}} - 4)^4 + 13,421 * (\log T_{\text{eff}} - 4)^3 - 8,131 * (\log T_{\text{eff}} - 4)^2 - 3,901 * (\log T_{\text{eff}} - 4) - 0,438 \quad [3]$$

A partir de [3] obtenemos la magnitud absoluta bolométrica con la siguiente fórmula:

$$M_{\text{bol}} = M_v + BC \quad [4]$$

Los resultados obtenidos están recogidos en la tabla 6.

COMP.	CORRECCIÓN BOLOMÉTRICA	MAGNITUD ABSOLUTA	MAGNITUD ABSOLUTA BOLOMÉTRICA
A	-1,72	9,40	7,68
B	-2,34	10,72	8,38

Tabla 6. Magnitudes bolométricas.

Con los datos obtenidos anteriormente (tabla 6) podemos calcular la luminosidad, utilizando la fórmula siguiente (Vandember & Bridges, 1984):

$$L = 10^{[(4,75 - M_{bol}) / 2,5]} [5]$$

Las luminosidades para las componentes principal y secundaria, respectivamente son: 0,07 y 0,04.

## Masas

Para calcular las masas de ambas componentes se ha utilizado la fórmula de Delfosse *et al.* (2000) [6], obteniendo unos resultados de 0,57 y 0,41 masas solares.

$$\log(M/M_{\odot}) = 0,001 * (0,3 + 1,87M_v + 7,6140M_v^2 - 1,6980M_v^3 + 0,06095M_v^4) [6]$$

## Radios

Los radios estelares se derivaron utilizando aplicando los valores de las masas a la ecuación [7].

$$\log R = -0,0531 + 0,8824 * \log(M/M_{\odot}) [7]$$

Los resultados obtenidos arrojan unos valores de 0,45 y 0,31 radios solares.

## Gravedad superficial

Para este parámetro se ha hecho uso del trabajo de Habets & Heintze (1981), donde se establece una ecuación en función de las masas y los radios, siendo  $\log(g)_{\odot} = 4,44$  (gravedad solar):

$$\log g = \log(M/M_{\odot}) - 2 \log(R/R_{\odot}) + \log g_{\odot} [8]$$

A partir de la ecuación [8] se han obtenido unos valores de gravedad superficial, para ambas estrellas de 4,89 y 5,07, respectivamente.

## Astrometría relativa, movimientos propios relativos

Para el cálculo de la astrometría relativa se han utilizado placas en formato digital procedentes de los *surveys* POSSI, POSSII, 2MASS, DSS-1, DSS-2 y SDSS-DR7. La reducción astrométrica se realizó con el software Reduc de Florent Losse. Los resultados de las medidas pueden verse en la tabla 7.

Se representaron en sendos diagramas X vs época e Y vs época (figuras 7 y 8), en los cuales se

FUENTE	ÉPOCA BESSEL.	$\rho$ (")	X	$\theta$ (°)	Y
DSSI	1950,2807	17,14	-5,41	341,6	16,26
POSSI	1950,9242	17,21	-5,6	341,0	16,27
POSSII	1952,6402	17,12	-5,69	340,6	16,15
POSSII	1988,9312	17,29	-5,43	341,7	16,42
2MASS	1997,0086	17,49	-5,64	341,2	16,56
DSS2	1997,3420	17,42	-5,35	342,1	16,58
POSSII	1997,3425	17,37	-5,34	342,1	16,53
SDSS-DR7	2003,4059	17,28	-5,25	342,3	16,46

Tabla 7. Astrometría relativa y coordenadas rectangulares para cada época.

realizó un ajuste lineal de los puntos. Las pendientes de cada línea de ajuste proporcionan los movimientos propios anuales en AR y Dec, expresados ambos en msa/año.

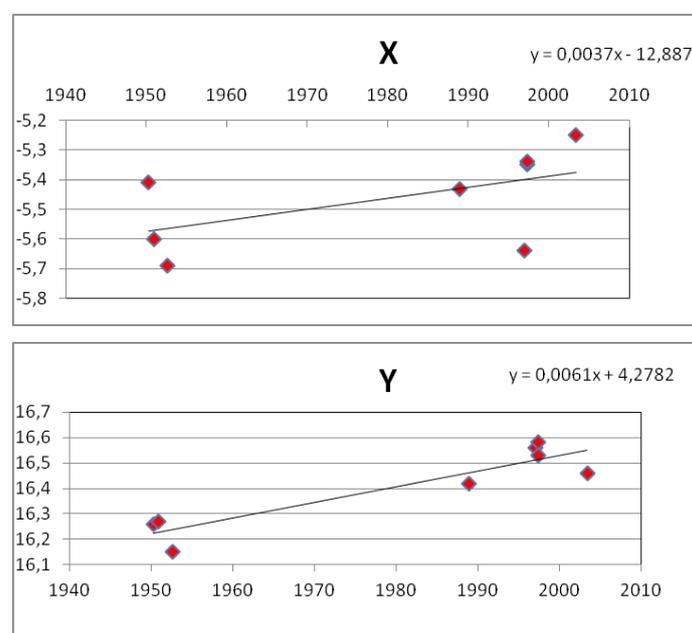


Figura 5. X vs Época (arriba) y Figura 6. Y vs Época (abajo).

## Estudio de la naturaleza del par

### — Criterio de R. H. Curtis

Este criterio nos indica cual debe ser la separación máxima de las dos componentes para una determinada magnitud conjunta. Este criterio ha demostrado tener una buena efectividad para dobles orbitales con separaciones  $< 10''$ .

La siguiente fórmula expresa el criterio de Curtis:

$$\log \rho = 2,5 - 0,2 * m$$

(siendo m la magnitud conjunta)

En nuestro caso,  $\rho = 0,32''$ , luego según este criterio el par del estudio tiene posiblemente carácter FÍSICO.

Nota: Para el cálculo de la magnitud conjunta, se utilizó la ecuación:

$$m_{AB} = m_B - 2,5 \log ((2,512^{(m_B - m_A)}) + 1)$$

Arrojando un valor de  $m_{AB} = 14,99$ .

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

Este criterio se basa en la cinemática de las estrellas componentes de un sistema doble.

Para ello y 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:

$$(\mu_1 - \mu_2) < -2 * (e_1^2 + e_2^2) * \ln 0,05 \quad (1)$$

Paralelamente, podemos establecer 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:

$$T = \rho / \mu \quad (2)$$

El par en estudio satisface la condición (1) según sus movimientos propios y también satisface la condición (2) ya que  $T = 672,3$  años. Como  $T < 1000$  [99 %], podemos concluir que, bajo este criterio, el sistema a estudio es un sistema MPC, con una posible naturaleza FÍSICA.

### — Criterio probabilístico de J. Mitchel (1767) modificado (1999).

$$P = 1 - [1 - (\pi * \rho^2) / A]^N$$

(Modificado de John Mitchell)

Considerando que N (n.º de estrellas más brillante que la secundaria) en el campo de nuestra doble es de aproximadamente unas 30 estrellas, en un área de cielo (A) de  $29' \times 14'$  y un  $\rho$  de  $17,01''$ . Obtenemos una probabilidad  $P = 0,6$  %.

Considerando físicos, siempre bajo este criterio, aquellos pares de estrellas cuya compañera tenía un valor de  $P < 5$ %, es decir cuya componente secundaria tiene una probabilidad de ser casual inferior al 5 %, llegamos a la conclusión de que nuestro sistema doble tiene una posible naturaleza FÍSICA.

### Agradecimientos

A Francisco Rica, por su ayuda y consejos, además de su hoja Excel *Astronomia\_v1.5*, que ha sido de gran ayuda en el cálculo de muchos parámetros. A los compañeros del foro de dobles de la Asociación Hubble. A los compañeros del foro Latinquasar.org. A todos los amigos y compañeros de observación que he conocido en estos años.

Y, en especial, a mi madre: sin su apoyo, posi-

blemente hubiese abandonado esta gran afición. ☺

### Referencias y bibliografía

- 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 UBVRIc*, <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>
- Masa, E. R., 2007, *Descubrimiento de un nuevo sistema binario*, Journal of Double Star Observations, Vol. 3, n° 1, p. 34-38.
- Rica, F. M., 2004, *Criterio de caracterización de J. L. Halbwachs: Relación entre  $\rho$  y  $\mu$* , Circular Sección Estrellas Dobles LIADA, N° 6.
- Rica, F. M., 2004, *Caracterización de estrellas dobles: Efectividad del criterio de R. G. Aitken*. Circular Sección Estrellas Dobles LIADA, N° 6.
- Rica, F. M., 2004, *Estimación de la magnitud V de estrellas usando la literatura profesional*. Circular Sección Estrellas Dobles LIADA, N° 7.
- Rica, F. M., 2005, *Caracterización de la naturaleza de estrellas dobles: Método de John Mitchell*. Circular Sección Estrellas Dobles LIADA, N° 8.
- Rica, F. M., 2009, *Study of neglected double stars by LIADA*, Journal of Double Star Observations, Vol. 5, n° 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, n° 4, p. 266-273.
- Rica, F. M., 2010, *Orbital elements for eight binaries. Study of the nature of wide components*, Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica, Vol. 46, p. 263-277.
- Rica, F. M., 2010, *Criteria to determine the nature of double stars: the stellar masses*, Journal of Double Star Observations, Vol 6, n° 2, p. 157-159.
- Rica, F. M., 2011, *New common proper motion pairs: FMR 18 and FMR 19*, Journal of Double Star Observations, Vol. 7, n° 2, p. 114-112.
- Rodríguez, D., *Fotometría con el CMC14 para estrellas y cúasares*, 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.
- Astrophysical Data : Planets and Stars*, Springer-Verlag, Lang, K. R., New York, 1992.
- El mundo de las estrellas dobles*, V. M. Lipunov. Ed. URSS, 2003.
- Evolutionary processes in binary and multiple stars*. P. Eggleton, Ed. Cambridge, 2006.
- Handbook of the space astronomy and astrophysics*, 2<sup>nd</sup> Edition, Cambridge University Press, Ed. Zombak, 68-75.
- Observing and measuring visual double stars*, R. W. Argyle, Springer Verlag, 2004.
- Aladin Sky Atlas, [aladin.u-strasbg.fr](http://aladin.u-strasbg.fr)
- CDS Centre de données astronomiques de Strasbourg, [cdsweb.u-strasbg.fr](http://cdsweb.u-strasbg.fr).
- CDS portal, [cdsportal1.u-strasbg.fr](http://cdsportal1.u-strasbg.fr)
- Reduc, Florent Losse, <http://www.astrosurf.com/hfosaf/>

# UCAC4 679-058889 y UCAC4 679-058888: un nuevo par de movimiento propio común en Hércules

UCAC4 679-058889 and UCAC4 679-058888: a New Common Proper-Motion pair in Her  
Manuel José del Valle González

- Asociación Astronómica Alba-5 (Albacete), Grupo Astronómico de Almansa (Albacete)
- Correo-e: [mjvallgon@gmail.com](mailto:mjvallgon@gmail.com) | <http://astronomiadesdealbacete.blogspot.com.es>

En este trabajo se realiza el estudio y caracterización de lo que parece ser un nuevo sistema de movimiento propio común (MPC), dado que las dos estrellas están presentes en el catálogo UCAC4, todos los cálculos llevados a cabo se han basado en los datos, tanto fotométricos, como astrométricos, incluidos en dicho catálogo.

In this paper the study and characterization of what appears to be a new CPM system is performed, since the two stars are present in the UCAC4 catalog, all calculations performed are based on data, both photometric and astrometric, included in the catalog.

## Introducción

ESTE ES MI SEGUNDO ARTÍCULO sobre estrellas dobles, dado mi creciente interés en el estudio y observación de estos cuerpos celestes, utilizando los medios que actualmente pone a nuestra disposición Internet, como por ejemplo la herramienta *Aladin* del *CDS, Centre de Données astronomiques de Strasbourg*, vía web, tenemos una base de datos y de imágenes impresionante, donde el amateur puede llegar a hacer cosas que hace

unos años era impensable, en este caso, el descubrimiento y estudio de nuevos sistemas dobles, por ejemplo.

## Descubrimiento

Este sistema estelar, compuesto por dos estrellas de similar magnitud -más adelante veremos como parece que se trata de dos estrellas gemelas- se ubica en la constelación de Hércules, muy cerca del cúmulo

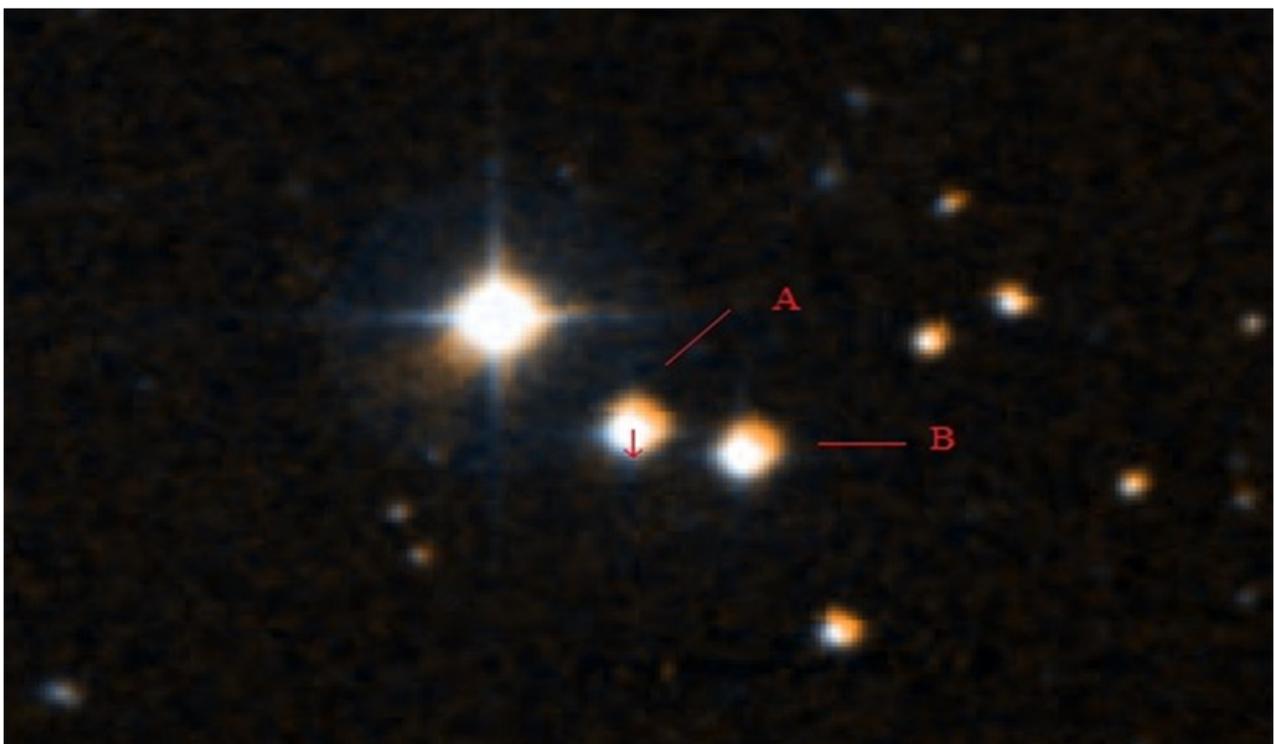


Figura 1. Imagen compuesta del nuevo par.

COMP	CATÁLOGO	AR	DEC
A	UCAC4 679 -058889	17h 17m 08,70s	+45° 39' 31,94"
B	UCAC4 679 -058888	17h 17m 05,98s	+45° 39' 26,50"

Tabla 1. Coordenadas para época J2000.

globular M92. Realizando una superposición de imágenes, mediante la herramienta *Aladin*, superponiendo imágenes POSSI (1950) y POSSII (1990), se aprecia que ambas estrellas presentan movimiento propio común (figura 1); debido a ello comencé este estudio.

Las posiciones de ambas estrellas se reportan en la tabla 1.

Con las coordenadas del sistema se consultó el catálogo *WDS* (*Washington Double Star Catalog*) para descartar que este par ya estuviese catalogado: se trata de una pareja nueva nunca antes observada.

Los movimientos propios de ambas componentes se listan en la tabla 2.

COMP.	CAT.	MP AR (MSA/AÑO)	MP DEC (MSA/AÑO)
A	PPMXL	11,43 ± 1,3	-33,01 ± 1,4
B	PPMXL	12,17 ± 1,3	-33,10 ± 1,4

Tabla 2. Movimientos propios en msa/año, obtenidos del catálogo PPMXL.

## Fotometría

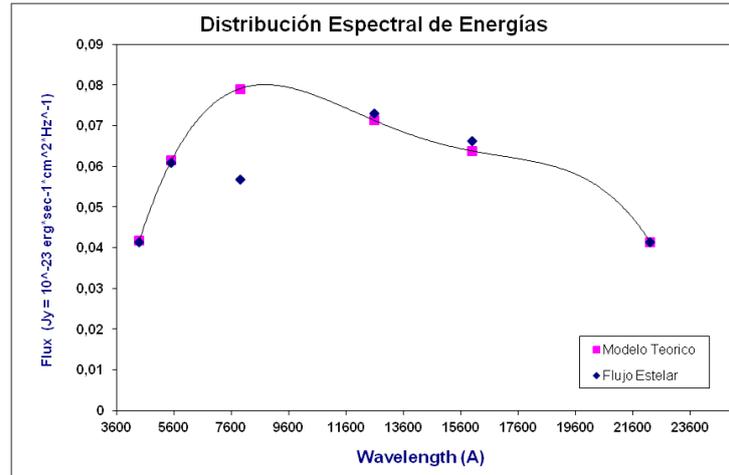
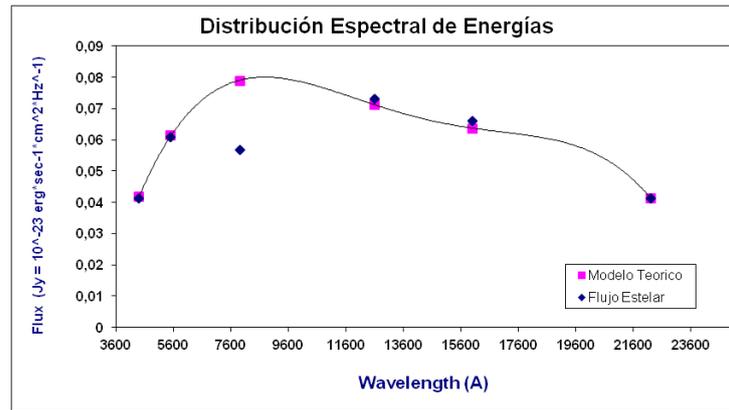
Como he indicado al principio de este artículo, los datos fotométricos para las bandas BVI han sido obtenidos del catálogo UCAC4 (procedentes de APASS); del catálogo 2MASS se extrajeron las magnitudes infrarrojas JHK (tabla 3).

CAT.	FILTRO	A	B
2MASS	J	10,655	10,784
	H	10,384	10,517
	K	10,334	10,479
UCAC4	B	12,376	12,533
	V	11,775	11,942
	R	11,614	11,781
	I	11,464	11,632

Tabla 3. Magnitudes fotométricas UCAC4 (BVRI), 2MASS (JHK).

## Caracterización del tipo espectral

Usando la hoja Excel "*Astronomía ver1.5.15*", de Francisco Rica y con la fotometría de la tabla 3, llego a la conclusión de que ambas estrellas comparten el mismo tipo espectral, en este caso se trata de dos estrellas con el tipo espectral G0V, tal como se indica en las figuras 2 y 3.



Figuras 3 y 4. Distribución espectral de energías para la componente A (arriba) y la componente B (abajo). Ambas de tipo espectral G0V.

## Caracterización de la población estelar

Para poder estimar el tipo estelar, he utilizado dos diagramas, el primero, representa el movimiento propio reducido en banda V, frente al índice de color *B-V* (figura 4), mediante la siguiente expresión:

$$H'_V = -1 * M_V + 5 * \log \mu + 5$$

COMP.	V	B-V	$\mu$ TOTAL	$-H'_V$
A	11,775	0,601	0,031	-9,2
B	11,942	0,59	0,013	-7,5

Tabla 4. Datos movimiento propio reducido.

En la figura 4 puede observarse que ambas estrellas se encuentran en la secuencia principal, por lo que considero que se trata en este caso de dos estrellas enanas.

Para confirmar que se trata de dos estrellas enanas, también he representado el color *J-H* frente a *H-K*, donde se observa que ambas pueden considerarse como estrellas enanas de la secuencia principal (figura 5).

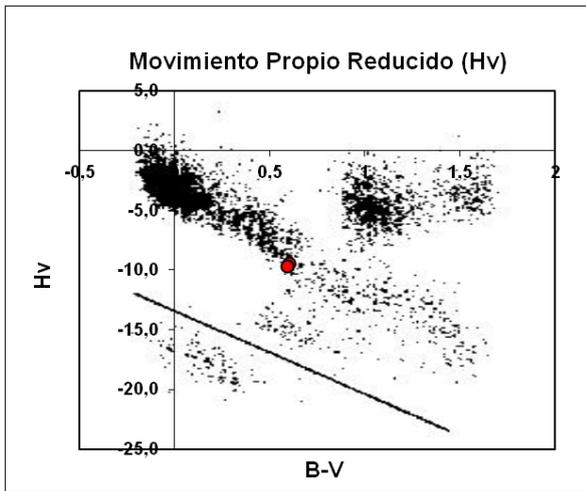


Figura 4. Representación índice color B-V frente a H'v.

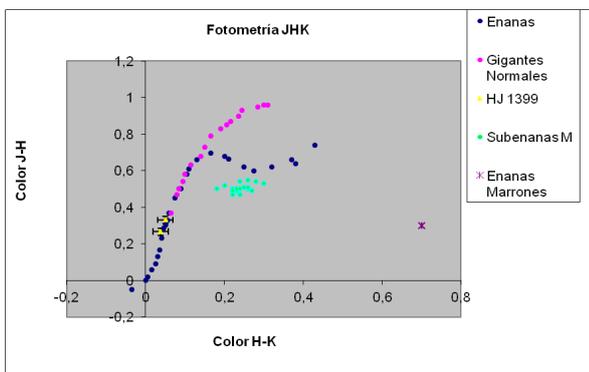


Figura 5. Diagrama de doble color, J-H frente a H-K, observándose que ambas estrellas son enanas de la secuencia principal.

## Magnitud absoluta y distancia

Para la determinación de la magnitud absoluta, mediante los tipos espectrales y los tipos de luminosidad, utilizando las tablas de Mamajek (2011), obtenemos una magnitud absoluta de 4,39 y 4,39 para la estrella principal y la secundaria respectivamente.

A partir de las magnitudes absolutas obtenemos el módulo de distancia de ambas estrellas ( $m-M_v$ ) y su distancia en parsecs (pc) de acuerdo a la siguiente fórmula (resultados en tabla 5):

$$m-M_v = (5 \cdot \log d) - 5$$

DATOS	PRIMARIA	SECUNDARIA
Magnitud absoluta	4,39	4,39
Módulo de distancia	7,385	7,552
Distancia (pc)	300	324

Tabla 5. Distancias en parsecs.

## Temperatura efectiva

Para la determinación de la temperatura de ambas estrellas, he utilizado la siguiente expresión que utiliza en color  $B-V$ , (Reed, 1988), los resultados pueden verse en la tabla 6.

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

COMP.	B-V	LOG T <sub>EFF</sub>	T <sub>EFF</sub> (K)
A	0,601	3,787	6119
B	0,591	3,789	6157

Tabla 6. Temperaturas efectivas.

## Corrección bolométrica, magnitud absoluta bolométrica

Para calcular la corrección bolométrica se ha utilizado la expresión Lang (1992):

$$CB = -8,499 * (\log T_{\text{eff}} - 4)^4 + 13,421 * (\log T_{\text{eff}} - 4)^3 - 8,131 * (\log T_{\text{eff}} - 4)^2 - 3,901 * (\log T_{\text{eff}} - 4) - 0,438$$

A partir de la ecuación anterior, obtenemos la magnitud absoluta bolométrica con la siguiente fórmula:

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

Los resultados obtenidos tras este proceso se muestran en la tabla 7.

COMP.	CB	MAG. ABS.	MAG. ABS. BOLOMÉTRICA
A	1,20	4,39	5,59
B	1,21	4,39	5,60

Tabla 7. Magnitudes bolométricas.

## Luminosidad

Con los datos obtenidos anteriormente (tabla 7) podemos calcular la luminosidad utilizando la fórmula siguiente (Vandember & Bridges, 1984):

$$L = 10^{[(4,75 - M_{\text{bol}}) / 2,5]}$$

Los valores obtenidos en términos de luminosidad solar son 0,46 y 0,45, para ambas estrellas respectivamente.

## Masas

Para conocer los valores de las masas de las estrellas que forman este par, he utilizado la expresión:

$$\text{Log } M = \text{Log } L / 3,5$$

Los resultados indican que ambas estrellas poseen una masa aproximada de 0,80 masas solares.

## Radios

Para calcular los radios de las componentes he usado los valores obtenidos anteriormente para las masas, usando la ecuación:

FUENTE	ÉPOCA	THETA	RHO	X	Y
POSSI	1955,2250	254,9	23,76	-22,94	-6,19
POSSII	1990,5547	255,0	22,48	-21,71	-5,82
POSSII	1991,4502	256,2	22,63	-21,98	-5,4
POSSII	1992,4632	254,9	22,95	-22,16	-5,98
2MASS	1997,1730	254,9	22,79	-22	-5,94
SDSS9	2012,3450	256,5	22,79	-22,16	-5,32

Tabla 8. Resultados de las mediciones astrométricas. Época en año decimal besseliano.

$$\text{Log } R = -0,0531 + 0,8824 * \log (M/M_{\odot})$$

Se derivó un valor de 0,73 radios solares para ambas estrellas.

## Gravedad superficial

Para este parámetro he usado el trabajo de Habets & Heintze (1981), donde se establece una ecuación en función de las masas y los radios [Siendo  $\log (g)_{\odot} = 4,44$  (Gravedad solar)].

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

El valor obtenido (4,51), es idéntico para las dos componentes.

## Astrometría relativa

La astrometría relativa consiste en la medición del ángulo de posición y la separación angular del sistema descrito para distintas épocas. Para ello he utilizado diferentes placas fotográficas procedentes de Internet y el software *Reduc* de Florent Losse.

Las placas medidas proceden de diferentes *surveys* y épocas, desde 1955 hasta 2012, como puede verse en la tabla 8.

En las figuras 6 y 7 donde se han representado los valores de Theta y Rho (en formato de coordenadas rectangulares utilizando las ecuaciones [1] y [2]) con respecto a la época besseliana. Haciendo un ajuste lineal tenemos que la pendiente es el movimiento propio de la estrella. En el caso de este sistema estelar, el intervalo temporal de alrededor de 55 años es suficiente para poner de manifiesto cuantitativamente los movimientos propios de ambas estrellas.

$$\begin{aligned} X &= \rho * \cos \theta & [1] \\ Y &= \theta * \sin \rho & [2] \end{aligned}$$

## Estudio de la naturaleza del par

### — Criterio de J. L. Halbwachs

Este criterio tiene en cuenta la cinemática de las estrellas que forman el sistema (movimientos propios), en la forma de que si cumplen la condición:

$$(\mu_A - \mu_B)^2 < -2 * (\sigma_A^2 + \sigma_B^2) * \ln 0,05$$

el par se considera de movimiento propio común (MPC) con una probabilidad del 95%.

También calcula un parámetro T que sería el periodo que necesita una estrella con su movimiento propio común para recorrer una distancia igual a su separación angular.

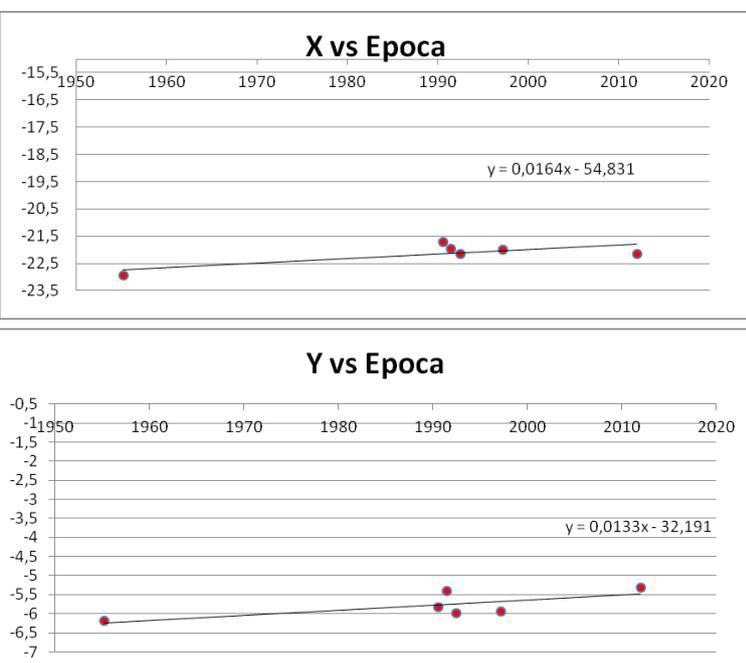
$$T = \rho / \mu$$

Teniendo en cuenta los movimientos propios y los errores derivados de estos en este trabajo (tabla 2), este criterio califica a este par como MPC, con un valor de  $T = 487$ , luego el sistema se considera FÍSICO con una probabilidad del 99 %.

Usando el Criterio de Rica (2004), que modificó el criterio de Halbwachs, obtengo una probabilidad del 99 %, lo que indica que estamos hablando de una altísima probabilidad de relación física entre ambas componentes.

### — Criterio de Sinachopoulos

Este criterio estudia la compatibilidad entre el



Figuras 6 y 7. X (Theta) frente a época (arriba) e Y (Rho) frente a época.

movimiento propio relativo observado con la dinámica del sistema.

La velocidad tangencial deducida a partir del movimiento propio es comparada con la velocidad orbital permitida, según la 2ª ley de Kepler.

Tenemos que:

$V_{tan} > 3 V_{m\acute{a}x}$  entonces el sistema es *ÓPTICO*  
 $V_{tan} < 3 V_{m\acute{a}x}$  entonces el sistema es *BINARIO*

Con los valores de la tabla 2 (movimientos propios del sistema), calcularemos el movimiento propio relativo total ( $\Delta\mu$ ), en este caso obtengo un valor de 0,745 msa/año y mediante la expresión:

$$V_{tan} = 4,74 * d(pc) * \Delta\mu$$

(d = distancia en parsec)

La velocidad máxima orbital está determinada por la expresión:

$$V_{m\acute{a}x} = G * (M + m) * \left( \left( \frac{2}{r} \right) - \left( \frac{1}{a} \right) \right)$$

Donde “a” es el semieje mayor esperado, en este caso a = 0,048 pc, y “r” podemos sustituirlo por “s” que es la separación proyectada del sistema, en este caso s = 0,035 pc.

La velocidad de escape viene dada por la expresión:

$$V_{esc} = \left( 2 * G * \frac{M_{total}}{r} \right)$$

Los datos obtenidos están recogidos en la tabla 9.

<b><math>\Delta\mu</math></b>	0,745 ± 0,008 MSA/AÑO
<b><math>V_{tan}</math></b>	1,1 km/s
<b><math>V_{m\acute{a}x}</math></b>	1,1 km/s
<b><math>V_{esc}</math></b>	2,29 km/s

Tabla 9. Datos cinemáticos.

Si nos fijamos en los datos de la tabla 9, la velocidad tangencial relativa es igual a la velocidad máxima de escape. Esto indica que posiblemente nos encontraríamos ante un sistema binario, además vemos cómo la velocidad tangencial es menor que la velocidad de escape; este dato sí nos indica que posiblemente este sistema esté unido gravitacionalmente, aunque sin asumir los errores de las mediciones es un poco aventurado afirmarlo. Se necesitaría un estudio mucho más amplio para determinar la verdadera naturaleza del sistema estudiado.

## Conclusiones

En base a los datos que he obtenido en este trabajo, nos encontramos frente a un nuevo sistema doble. Si repasamos los datos obtenidos, estaríamos hablando de dos estrellas enanas amarillas gemelas de tipo G0V, dada la similitud de sus magnitudes, y sus parámetros astrofísicos como masa, luminosidad, radios, gravedad superficial y temperaturas.

Criterios de binariedad basados en los movimientos propios como el de J. L. Halbwachs, o su ampliación de Francisco Rica, consideran que el sistema es de movimiento propio común.

Criterios de binariedad como el de Sinachopoulos, basados en la cinemática del sistema, indican que posiblemente estemos ante un sistema binario gravitacionalmente unido.

Por todo lo expuesto concluyo diciendo que el par al que he dedicado este extenso estudio, forma un sistema físico de movimiento propio común, dándose incluso, posiblemente, una relación gravitacional. La similitud de sus movimientos propios y las distancias de las componentes son un indicativo del origen común del sistema.

## 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 paciencia en la revisión de este y otros artículos.

A todos los amigos y compañeros de observación que he conocido en estos años.

Y, en especial, a mi madre: sin su apoyo, posiblemente hubiese abandonado esta gran afición. ☺

## Referencias y bibliografía

- 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.
- Mamajek, E., 2011, *A modern mean stellar color and effective temperatures*. <http://www.pas.rochester.edu/~emamajek/doc.html>
- Masa, E. R., 2007, *Descubrimiento de un nuevo sistema binario*, Journal of Double Star Observations, Vol. 3, nº 1, p. 34-38.
- 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, n° 4, p. 266-273.
- Rica, F. M., 2010, *Orbital elements for eight binaries. Study of the nature of wide components*, Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica, Vol. 46, p. 263-277.
- Rica, F. M., 2011, *New common proper motion pairs: FMR 18 and FMR 19*, Journal of Double Star Observations, Vol. 7, n° 2, p. 114-112.
- Rica, F. M., 2004, *Criterio de caracterización de J. L. Halbwachs: Relación entre  $\rho$  y  $\mu$* , Circular Sección Estrellas Dobles LIADA, N° 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](http://aladin.u-strasbg.fr)
- CDS Centre de données astronomiques de Strasbourg, [cdsweb.u-strasbg.fr](http://cdsweb.u-strasbg.fr).
- CDS portal, [cdsportal.u-strasbg.fr](http://cdsportal.u-strasbg.fr)
- Reduc, Florent Losse, <http://www.astrosurf.com/hfosaf/>

# [SECCIÓN] ¿Por qué observo **estrellas dobles**?



“ *El que abraza la astronomía difícilmente se puede separar de ella. Es como una comunión entre nosotros y el Cosmos.* ”

## Carlos A. Krawczenko

Observatorio Astronómico W Crucis, IAU-MPC I45  
(Argentina)

ME PREGUNTAN *¿Por qué observo estrellas dobles?*, una cuestión aparentemente fácil de responder pero que, en realidad, no lo es. Para tratar de responder a esta pregunta me remontaré a mis inicios como astrónomo amateur.

Mi pasión por la astronomía nació con 7 años (¡ahora tengo medio siglo!) y desde aquel entonces no he podido separarme de esta maravillosa ciencia. Recuerdo que todo empezó al observar los cambios en las fases lunares y las disposiciones peculiares de algunas estrellas como “las tres Marías” o la Cruz de Sur; y siempre, todas las preguntas infantiles que hacía, me las respondía mi madre alimentando mi pasión por la astronomía. Quizás, la fuerza de la astronomía radica en que la mera contemplación del cielo nos hace meditar acerca de la grandeza del Universo y, por ende, nos da la medida de lo insignificante que es la Humanidad frente a tal infinitad. Recordemos que nosotros estamos hechos con el mismo material que las estrellas, somos parte del Universo. Escuché en alguna oportunidad: *“El que abraza a la astronomía, difícilmente se pueda separar de ella, es como una comunión entre nosotros y el Cosmos”*; una frase muy acertada al menos en mi caso.

A la edad de 12 años me afilié a la Asociación Argentina “Amigos de la Astronomía”, y así pude obser-

var con telescopios y, sobre todo, hacer uso de la biblioteca para saciar todas mis inquietudes sobre esta ciencia.

Durante mi paso por esta asociación -y en la medida en que mis conocimientos aumentaban- fui capaz de dictar cursos y algunas conferencias, todos sobre temas de astrofísica. En esta etapa tuve mi primer contacto con el mundo de las estrellas. En primer lugar, participé en un pequeño grupo de observación de estrellas dobles con un micrómetro casero, pero no le di entonces la importancia que realmente tenía ese tipo de actividades.

Allá por la década de los noventa dando una serie de cursillos de verano pude, junto a algunos alumnos del mismo, armar un pequeño grupo para trabajar sobre binarias fotométricas o eclipsantes, trabajo que nunca llegó a materializarse. Recuerdo que la primera binaria eclipsante de este proyecto era W Crucis, estrella que da origen al nombre de mi actual observatorio. En esta misma época y gracias a un “empujón” de mis alumnos, se presentó este proyecto de trabajo en un congreso de astronomía de la LIADA (1991) sin previa preparación de la exposición: fue una charla totalmente improvisada, y por cierto, un gran recuerdo.

En el año 2006 que me afilié a la Liga Iberoame-



ricana de Astronomía, y con ella a la Sección de Estrellas Dobles. Fue un gran descubrimiento para mí comprobar que se podrían realizar interesantes trabajos simplemente con un ordenador con conexión a Internet, sin contar con instrumentos ópticos (ese era mi caso). Así pues, se me abrieron todas las puertas para realizar trabajos potencialmente útiles y sin dudarlo me suscribí al grupo de dobles, donde conocí a excelentes personas, colegas y amigos “virtuales” que fueron mis grandes maestros en el fascinante mundo de las maravillosas estrellas dobles; me refiero a Francisco M. Rica y a Edgardo Rubén Masa Martín, para los cuales no tengo palabras que sirvan para agradecer todas las enseñanzas que me han transmitido. Una de las cosas más hermosas que nos brinda la astronomía son los excelentes amigos que encontramos en el camino. A partir de entonces me decanté definitivamente por este tipo de cuerpos celestes. Hacia finales del 2006 presenté en un congreso de la LIADA celebrado en Buenos Aires, los resultados de los trabajos que realizamos en la Sección Estrellas Dobles; una ponencia que tuvo mucho éxito, por cierto.

Al poco tiempo pude disponer de mi primer reflector de 203 mm de diámetro con la idea de realizar observaciones de parejas estelares. Al principio traté de medirlas con un ocular astrométrico, pero dadas las limitaciones que presentaba este método decidí adquirir una modesta CCD con la que empecé a capturar algunas estrellas accesibles a mi instrumento. Este telescopio me dio muchas noches de observación y muchísimas satisfacciones.

Siempre tuve la ambición de construir un edificio eligiendo la forma clásica de los observatorios astronómicos para poder disfrutar de la comodidad que supone tener el equipo permanentemente instalado y listo para su uso. Mi observatorio fue inaugurado en 2010 y al año siguiente obtuvo el código MPC I45. Ni contar la alegría de haber recibido vía e-mail dicho código.

En 2014 adquirí un equipo mayor, un Sky Watcher de 255 mm de abertura con montura NEQ6 computarizada y una cámara CCD Atik 16 IC.

A partir de este momento me dediqué a la observación rigurosa de estrellas dobles, pero no solamente a la captura –para su medición– de las bellas imágenes que se obtienen, sino también a hacer algunos estudios astrofísicos tratando de analizar la posible naturaleza de los sistemas, es decir, si son pares ópticos o físicos. A partir de estos primeros trabajos en estrellas dobles tuve la

oportunidad de participar como expositor en varios congresos y convenciones organizados por la LIADA. Siempre mis exposiciones fueron sobre estrellas dobles. Tal vez el más importante fue el *I Encuentro entre astrónomos profesionales y amateurs (Encuentro PRO-AM)* celebrado en el año 2009 en la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata.

Ahora sí puedo responder a la pregunta que dio origen a esta colaboración.

En primer lugar, mi sitio de observación se ubica en una zona urbana con una considerable contaminación lumínica y como ésta no afecta sustancialmente a las mediciones astrométricas fue posible trabajar con estos cuerpos sin mayores problemas.

Además, me ofrece la posibilidad de hacer estudios astrofísicos de un importante nivel y colaborar con las ciencias astronómicas en general y en particular con el *Washington Double Star Catalog (WDS)*. Esto lo realizo gracias a la excelente publicación española *El Observador de Estrellas Dobles* que me permitió publicar varios artículos sobre este tema, y que asimismo incluyó un par de descubrimientos que fueron aceptados por los administradores del WDS.

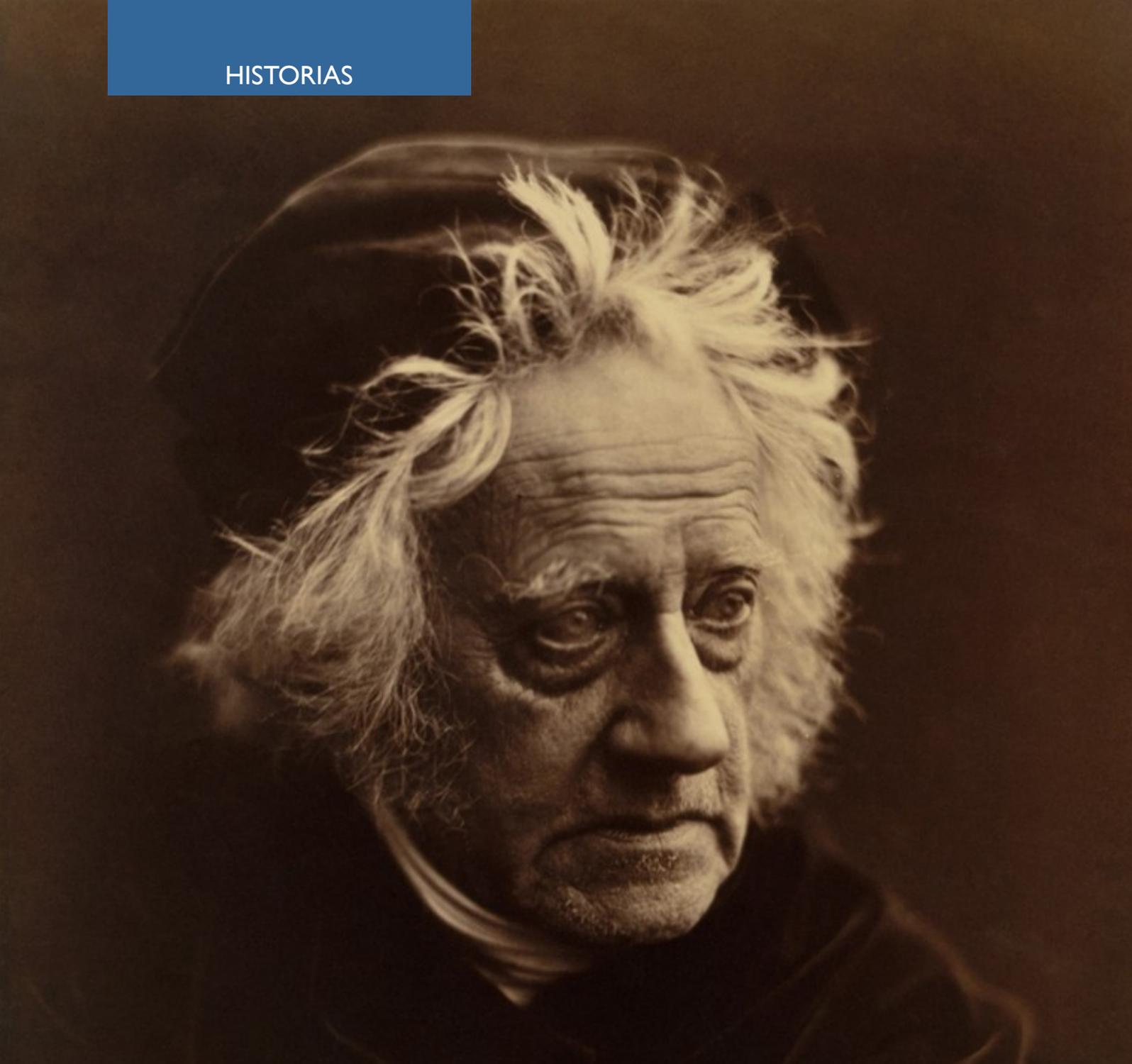
En la actualidad estoy impartiendo un curso sobre estrellas dobles a distancia y desde septiembre de 2014 organizo y coordino el proyecto MESDA-LIADA.

Por último, las estrellas dobles son fundamentales para la astrofísica ya que como todos sabemos es el único medio de conocer el parámetro esencial de las estrellas: la masa, dato primordial para estudiar la evolución estelar.

Todos estos aspectos, dicen por sí solos por qué mi pasión a la astronomía se decantó por las estrellas dobles.

Para terminar quisiera expresar mi agradecimiento a todos los colegas que me han ayudado a adquirir los conocimientos que ahora tengo y por las enseñanzas que me brindarán en el futuro. También, mi gratitud y reconocimiento a todos los que me rodean en mi entorno más próximo por su paciencia y comprensión, cosa difícil de sobrellevar, por cierto, cuando existe una pasión tan grande entre las parejas estelares y yo. ☺





# JOHN HERSCHEL,

el legado de una saga

por Edgardo Rubén Masa Martín



## Formación académica

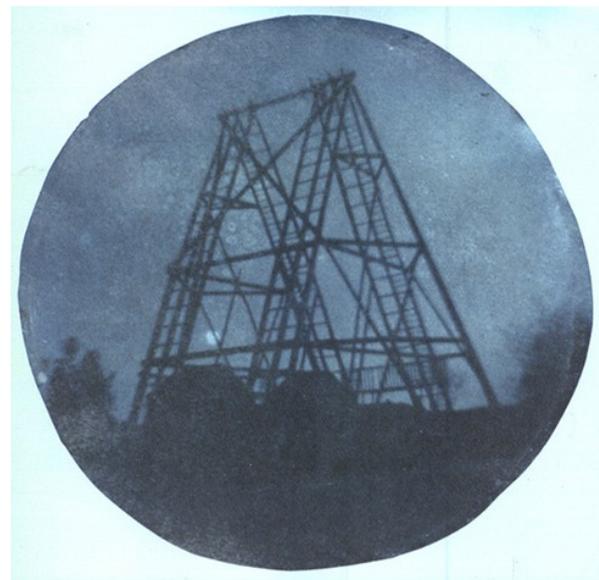
LA OBRA DE SIR WILLIAM HERSCHEL se vio prologada y ampliada a través de la labor de su único hijo, John Frederick William Herschel (1792-1871). John Herschel nació en Slough, Buckinghamshire, fruto del tardío matrimonio (1788) del gran William Herschel con Mary Baldwin Pitt, viuda de un poderoso comerciante londinense llamado John Pitt. A los ocho años fue enviado a la famosa escuela pública de Eton (Eton College), aunque su permanencia allí duró poco: el afán protector de su madre lo sacó del colegio cuando vio a su hijo en el suelo, derribado por un chico mayor, durante un combate de boxeo. Su educación continuó en un pequeño colegio privado y mediante la dirección de un tutor en su propia casa. Como consecuencia, John Herschel recibió una excelente formación en ciencias naturales, pero también en lenguas clásicas y modernas, combinando el interés por el aprendizaje con un brillante intelecto. Durante este tiempo mantuvo una estrecha relación con su tía Caroline Herschel, cuya casa no distaba mucho de la suya. Sobre todo en vacaciones, John visitaba con gran frecuencia a su tía y encontraba en su casa un ambiente más relajante que en la suya propia. Incluso a una edad tan temprana sus juegos tenían una marcada inclinación científica y junto a su tía Caroline realizó muchos experimentos sencillos de química. Este fuerte vínculo entre tía y sobrino sería una base sólida en la formación posterior del científico. A los 17 años ingresó en la Universidad de Cambridge, el St. John's College. Enseguida congenió con dos alumnos de su edad, Charles Babage y George Peacock, junto a los cuales fundó la *Analitical Society*, con la meta de introducir en Inglaterra la moderna filosofía continental de las matemáticas. Así, durante su estancia en *Cambridge*, promovieron el cálculo infinitesimal de Leibniz y las ecuaciones diferenciales de Laplace. En 1813, a la edad de 21 años, se graduó en matemáticas con los más altos honres y como reconocimiento a su trabajo matemático fue nombrado miembro de la *Royal Society* en el mes de mayo de ese año. En los tres años siguientes realizó estudios complementarios y recibió varias distinciones más como reconocimiento a su brillantez académica.

## Primeras observaciones de estrellas dobles

1816 sería el año determinaría el futuro de su carrera: dado que William y Caroline Herschel acusaban ya los efectos de la vejez y cada vez les resultaba más dificultoso pasar las noches a pie de telescopio, John dejó Cambridge para ser el asistente astronómico de su padre en Slough. Ese año comenzó sus primeras observaciones de estrellas dobles, precisamente las descubiertas por su padre. La precisión de los instrumentos de medición había mejorado bastante y podrían mejorarse los resultados de aquellas pioneras y frecuentemente precarias observaciones, además de

detectar eventuales cambios en la posición relativa de las componentes. Estas mediciones se publicarían pocos años después como parte de otra obra de más envergadura de la que daremos cuenta más adelante. Al mismo tiempo, el gran Friedrich Georg Wilhelm von Struve (1793-1864), coetáneo de John Herschel, acomete la misma tarea de reobservación. Aparte de su dedicación a las dobles colabora igualmente en la exploración del cielo norte en busca de nebulosas y otros objetos difusos realizando barridos sistemáticos, los célebres *sweeps* de William Herschel.

Así pues, John Herschel decidió continuar la importante investigación observacional desarrollada por su padre en materia de las estrellas dobles y sus órbitas, y trabajó con él en este campo durante unos años. Sin embargo, debido a su gran capacidad, su actividad astronómica no le impidió investigar en otros muchos campos de las ciencias naturales, tales como la óptica, la cristalografía, la mineralogía, la geología, la meteorología, la química y la espectroscopía. Por ejemplo, descubrió en 1819 que el tiosulfato de sodio era un disolvente de haluros de plata, e informó a Talbot y Daguerre de su descubrimiento de que este hiposulfuro de sodio (hipo) podría ser utilizado como fijador fotográfico, haciendo permanentes las fotografías. Si esta información se hubiera difundido más ampliamente la invención de la fotografía hubiera llegado dos décadas antes. 20 años después de este descubrimiento, John Herschel tomó la primera fotografía registrada sobre una placa de cristal: una imagen del telescopio gigante de su padre, el 40-foot, mientras estaba siendo desmantelado. Por cierto, él mismo fue quien acuñó los términos "fotografía" en 1839, "negativo" y "positivo" que han pervivido hasta nuestros días.



**Figura 2.** Primera fotografía sobre placa de cristal realizada por John Herschel en 1839. La imagen -un verdadero documento histórico- corresponde al gran telescopio de su padre William Herschel, el famoso 40-foot, durante su desmantelamiento definitivo. Véase que el tubo del reflector ya ha sido retirado.

En 1820 John Herschel fue uno de los motores principales para la fundación de la Astronomical So-



ciety, sociedad que diez años después adquirió el carácter de real. Otro hombre que también influyó en la creación de la sociedad fue Sir James South (1785-1867), colega del joven Herschel. South era un distinguido cirujano con una buena posición económica. Tras casarse, en 1816, con una rica heredera, su fortuna se incrementó aún más y gastó gran parte de ella en la astronomía, su otra gran pasión; tanto es así, que abandonó la medicina para dedicarse a la observación astronómica a tiempo completo. South comenzó su carrera astronómica 1797 y fundó su primer observatorio en Blackman Street, Southwark, Londres, dotándolo con dos telescopios refractores (el *five-feet* y el *seven-feet*, aludiendo a su distancia focal) montados ecuatorialmente, con los que desarrolló un importante trabajo observacional en estrellas dobles hasta 1829. Infatigable observador, South fue el primero en usar la finísima, resistente y morfológicamente estable seda de araña en su micrómetro (instalada a instancia suya por Simms, un reputado fabricante de instrumentación astronómica), mejorando así en gran cuantía la precisión de las medidas.

En 1821 John Herschel y James South, unidos por los mismos intereses, decidieron formar equipo y comenzaron la reobservación de las estrellas dobles listadas por William Herschel. Fruto de este trabajo conjunto, en 1824 se publicó un catálogo de estrellas dobles con un total de 380 pares editado por *Transactions of the Royal Society* con el extenso nombre de *Apparent Distances and Positions of 380 Double and*

*Triple Stars, Made in the Years 1821, 1822, and 1823, and Compared with Those of Other Astronomers; Together with an Account of Such Changes as Appear to Have Taken Place in Them Since Their First Discovery. Also a Description of a Five-Foot Equatorial Instrument Employed in the Observations* (figura 3). La valía de este trabajo fue reconocida en Francia en 1825, donde se otorgó a los autores la Medalla Lalande de la Academia de las Ciencias de París; al año siguiente reciben la Medalla de Oro de la Astronomical Society de Londres; asimismo, en *Connaisance des Temps* para 1828 (prestigioso anuario de efemérides astronómicas, editado aún en nuestros días) se incluyeron un buen número de resúmenes y notas sobre esta labor.

Como hemos dicho, las observaciones se realizaron con dos refractores ecuatoriales de 95,25 (figura 4) y 127 mm de abertura, cuyos objetivos fueron fabricados por los Dollond (Peter y John) y por Charles Tulley, respectivamente; ambos, sin movimiento horario automático. Para las mediciones se usaron dos micrómetros de similares características aunque no exactamente idénticos, fabricados por Edward Troughton. En concreto en el telescopio pequeño se usó un *double parallel line micrometer* (a veces llamado *micrómetro repetido*, según los autores) capaz de medir por primera vez ángulos de posición con fiabilidad y comodidad, pues el diámetro del círculo de posición era suficientemente grande para poder apreciar minutos de grado gracias a la ayuda de los nonius correspondientes (figuras 5 y 6). Los micrómetros se calibraron separando los hilos (de seda de araña) un cierto número conocido de revoluciones y divisiones, para una vez situados en la dirección del meridiano, cronometrar repetidamente el tiempo de tránsito desde un hilo al otro de una estrella ecuatorial o cualquier otra de conocida declinación. De esta forma, una división de la escala en micrómetro del telescopio *five-feet* equivalía a  $0,31582''$  de arco. De forma análoga en el refractor *seven-feet* el valor se reducía a  $0,24044''$ . Los autores indican que en ambos micrómetros, el paralelismo de los hilos de distancia y la posición estable del hilo de declinación una vez puesto a cero eran perfectos.

Los telescopios no tenían seguimiento horario, por lo que el procedimiento de medición requería práctica y gran destreza, por mucho que los autores comenten en la introducción de su artículo que con un poco de entrenamiento el proceso de neutralizar el movimiento de la Tierra resultaba sencillo hasta incluso en las posiciones más desfavorables para el observador. Para medir distancias las estrellas eran bisecadas por los hilos paralelos y se mantenían sobre ellas accionando con la mano izquierda el largo mando de movimiento lento en Ascensión Recta, mientras que la mano derecha quedaba libre para maniobrar en el micrómetro. ¿Fácil? Todas las medidas de distancia eran *centrales*, es decir, tomadas de centro a centro de las estrellas, pues de esta manera no afectaba el tamaño de los “discos espurios” estelares, más acusados en los telescopios refractores que en los reflectores. Preci-

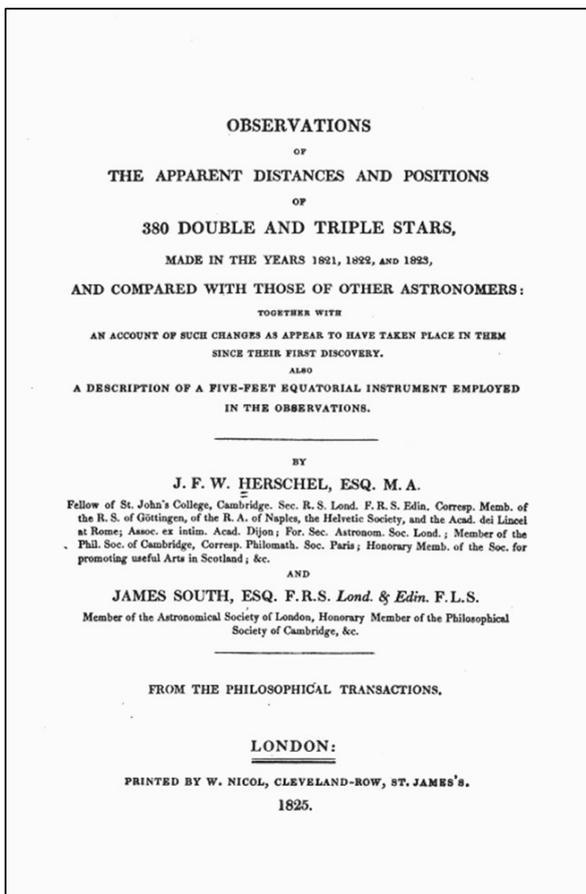


Figura 3. Portada del artículo conjunto publicado por J. Herschel y J. South en 1824. Crédito: Google Books.



samente estos diámetros aparentes constituían un problema muy molesto a la hora de medir los ángulos de posición, pues especialmente en pares cerrados, no era fácil alinear el hilo correspondiente con los centros estelares, el denominado eje del par. En pares brillantes era frecuente intercalar un cristal verde o incluso uno transparente ligeramente ahumado, o aprovechar cualquier providencial tenue nube para reducir el tamaño de las estrellas a meros puntos. En casos extremos observaban a plena luz del día para que los anillos de difracción se dispersaran. En sistemas con alta diferencia de magnitud los autores recomiendan la conocida técnica de la visión lateral tan conocida y usada por todos los observadores visuales de cielo profundo. Mirar casi de reojo puede hacer conspicua la débil secundaria de un par, invisible si observamos directamente al centro. Muy probablemente sean South y Herschel los “inventores” de esta práctica, al menos no he encontrado otras referencias en mis investigaciones. Las medidas fueron tomadas en su mayor parte por ambos observadores de manera presencial. Mientras uno observaba, el otro actuaba como asistente, tomando nota en el diario de todo lo que se iba dictando. Sobre todo al principio, esta forma de trabajar se cambiaba, y las observaciones realizadas por uno eran leídas y anotadas por el otro sin comunicar al primero el resultado hasta el final de la medición. Era una eficiente forma de chequear uno las medidas del otro cuando había discrepancias en las primeras medidas o sospechas de apreciación visual errónea ante el micrómetro, o en la primera parte del proyecto cuando la práctica conjunta aún no había demostrado fiabilidad y coherencia entre los dos observadores. Cuando los dos telescopios se usaban al mismo tiempo –así ocurrió durante la mayor parte de la última fase del proyecto– los dos astrónomos actuaban independientemente y sus



Figura 4. El telescopio five-feet de James South.

resultados solo se comunicaban a la mañana siguiente a la hora de aplicar los errores de índice (correcciones a los típicos errores sistemáticos instrumentales). En algunos casos extremos se requirió la asistencia de un tercer observador experto para dar una opinión independiente en casos de medidas dudosas e inconsistentes.

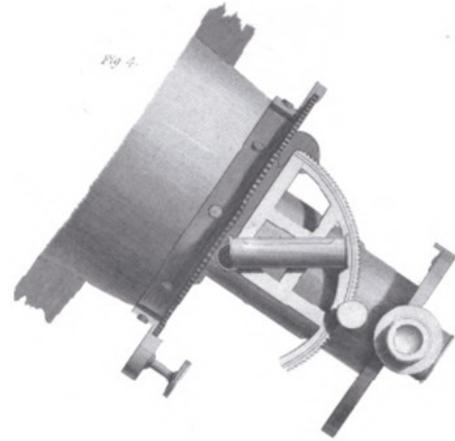


Figura 5. Detalle del portaocular del refractor five-feet con el micrómetro incorporado.

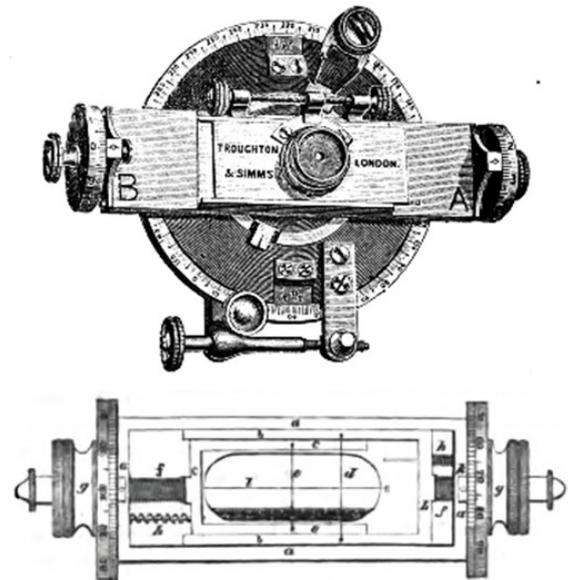


Figura 6. Micrómetro filar similar a los utilizados en las observaciones de estrellas dobles conjuntas realizadas por J. Herschel y J. South. Fotomontaje del autor.

Sir James South continuó sus observaciones en solitario, pero decidió transferir su observatorio a la ciudad de Passy, cerca de París, en otoño de 1824, en busca de mejores condiciones de observación e instaló allí su instrumento de mayor diámetro. A su regreso a Londres observó durante un tiempo en Sloane Street re-examinando algunas de sus medidas francesas. Así, en 1826, un año después de dar a conocer el catálogo conjunto, publica *Observations of the Apparent Distances and Positions of 458 Double and Triple Stars*



made in the years 1823, 1824, and 1825; together with a re-examination of 36 Stars of the same description, the distances and positions of which were communicated in a former Memoir. Del total, unas 160 son nuevas o tienen probabilidades de serlo, pues no aparecen en ningún listado conocido por el autor. Del resto, la mayoría son pares extraídos del primer catálogo de Struve, aunque también hay estrellas dobles de William Herschel. A modo de apéndice incluye un cuadro sinóptico con los resultados de todas las observaciones realizadas en este trabajo y en el precedente. South se alzó con una gran reputación entre los seguidores de la Astronomía de estrellas dobles. Su capacidad para la observación y su tenacidad pronto le hicieron un hueco entre los más destacados: consiguió ser un amateur profesional del más alto nivel. Sin embargo, a pesar de su palmarés, South murió con la sensación de no haber hecho lo suficiente. Ello parece desprenderse de sus palabras cuando dice que “*Struve ha segado la dorada cosecha de las estrellas dobles... queda ahora poco que recoger para mí*”.

## Posteriores catálogos

Por su parte John Herschel continuó en los años siguientes sus observaciones particulares usando el telescopio reflector de su padre, aunque al final, varias series de medidas las realizaría con el refractor *seven-foot* y con el mismo micrómetro utilizados en el trabajo conjunto con South, instrumentos adquiridos mediante compra a su colega. Gracias a este trabajo continuado publicó hasta siete catálogos de estrellas dobles cuyas referencias pueden consultarse al final de este trabajo en el apartado de bibliografía. Destacable es el hecho de que en estos años John Herschel introduce varias novedades en la forma de presentar los datos de las medidas, las cuales han llegado a nuestros días. A sugerencia suya, en abril de 1830, los ángulos de posición se contarán de 0° a 360° desde el norte celeste en dirección este, evitándose así las inherentes ambigüedades tan comunes cuando los ángulos se refieren a cada uno de los cuadrantes, método usado por su padre desde los comienzos. La Royal Astronomical Society consultó a James South, entonces su presidente, acerca de la conveniencia de este cambio y tras un dictamen positivo se aceptó estandarizar esta nueva nomenclatura. Por otra parte, las épocas de observación se expresarán en formato de año decimal, con el obvio beneficio que supone poder dar una posición media de una estrella doble derivada de observaciones realizadas en varias fechas.

En una buena parte de sus trabajos el propio John Herschel es consciente de una cierta debilidad en sus medidas de distancia. Con su “*Parallel-Thread revolving micrometer*”, micrómetro de la firma *Troughton and Simms*, realizó, prácticamente, todo el grueso de medidas realizadas durante su carrera, tanto las más tempranas en colaboración con South, como las del hemisferio sur en Cape. Este instrumento ado-

lecia de un grave defecto –sin duda mecánico– que procuraba un movimiento errático de manera habitual cuando se medían distancias. El micrómetro, que fue comprado a James South, nunca se comportó de manera regular. El mismo South se queja, en 1826, en sus escritos, de que el instrumento presenta un repetido comportamiento anómalo, pues sus hilos se enganchan y rozan entre ellos al cruzarse, atribuyendo la causa a la condensación depositada en ellos en noches frías y húmedas. John Herschel discrepa de que esta sea la causa del malfuncionamiento, pero asegura que se ha sentido “constantemente mortificado por esta fuente de error” al moverse los hilos claramente a saltos. Esta extraña anomalía, que persistió incluso después de que el instrumento fuera enviado a reparar –en varias ocasiones–, era denominada por J. Herschel –y así lo atestiguan en sus artículos (Cape Results, p. 245)– con el calificativo “*hitching*”, algo así como *enganche*, según una traducción literal. Parece claro que el problema no era un error sistemático, en el sentido literal de la palabra, pues el astrónomo no fue capaz de establecer un patrón o un factor de corrección aplicable a sus medidas brutas. La impredecibilidad en el comportamiento del micrómetro debió resultar frustrante para él, pues, sencillamente, nunca tuvo la certeza de que lo que estaba haciendo era correcto.

Estas defectuosas medidas, sobre todo en distancia, han quedado demostradas mediante los estudios que los miembros de la Sección de Estrellas Dobles de la Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA) hemos venido realizando sobre unos 300 pares descubiertos por J. Herschel, completamente olvidados y que no se habían vuelto a medir desde entonces. Generalmente, estas dobles tienen separaciones grandes (más de 10” de arco), por lo que seguramente no serán pares orbitales. En el mejor de los casos, podríamos estar ante pares físicos de muy largo período (decenas de miles de años) cuyos movimientos orbitales apenas se notarían en los 200 años transcurridos desde el descubrimiento hasta nuestras mediciones. Descartamos, por lo tanto, que la variación de la astrometría relativa entre la época de J. Herschel y la nuestra se deba al movimiento orbital. También queda descartado que la discrepancia entre ángulo y distancia sea ocasionada por la diferencia de movimientos propios ya que, en la mayoría de los casos, conocemos sus valores tras recogerlos de los más modernos catálogos astrométricos. Igualmente, el origen de la divergencia de medidas tampoco reside en la variación que sufre el ángulo de posición como consecuencia de la precesión de los equinoccios y movimientos propios, pues nuestros análisis están corregidos por estos efectos; más aún, teniendo en cuenta que las medidas de separación, siendo las más discrepantes, no están sometidas al fenómeno de la precesión.

## El cálculo orbital

A principios del siglo XIX, la astronomía británica estuvo principalmente representada por un nutrido



grupo de astrónomos amateur. Diremos ahora que todos aquellos *gentlemen* con excelentes disposiciones económicas erigieron sus propios observatorios astronómicos y los dotaron de buenos instrumentos. Las aportaciones fueron destacadas, sin embargo, en todos ellos existía el común denominador de la falta de preparación académica y especialmente en el área de cálculo y matemáticas. En contraposición, los astrónomos del continente poseían una buena preparación en estas materias. Hablaríamos, por ejemplo, de Bessel, Gauss, Encke o Struve. Como en todo ocurre, siempre se dan excepciones. Sir John Herschel había estudiado en Cambridge y era un destacado matemático. El tema del cálculo orbital de los sistemas binarios era aún un problema prácticamente nunca abordado.

El astrónomo francés Felix Savary (1797-1841) emprendió el estudio de las estrellas dobles bajo la hipótesis de la Ley de la Gravitación que las ligaba y en 1827 resolvió por vez primera el problema del cálculo de órbitas. Su método calculaba la órbita a partir de cuatro observaciones completas y es puramente analítico. Calculó una órbita para la estrella Xi UMa estableciendo un período de 60 años. Esta doble es una de las binarias orbitales de periodo corto que el aficionado puede seguir muy fácilmente y donde los movimientos orbitales son patentes cada poco tiempo. Las investigaciones de Savary fueron publicadas en *Connaissance des temps pour l'an 1830* aportando dos trabajos titulados *Mémoire sur les orbites des étoiles doubles* (1827), y *Sur la détermination des orbites que décrivent autour de leur centre de gravité deux étoiles très rapprochées l'une de l'autre* (1827) [“Sobre la determinación de las órbitas que describen alrededor de su centro de gravedad dos estrellas muy cercanas la una de la otra”].

En el cálculo orbital de un sistema binario subyace un problema fundamental: lo que se observa no es la órbita verdadera, sino su proyección sobre el plano del cielo. En definitiva, partiendo de las observaciones obtenemos la órbita o elipse aparente. Como la proyección de una elipse es siempre otra elipse, habrá que desarrollar los métodos que permitan obtener la elipse verdadera partiendo de lo observado, es decir, de la elipse aparente. Por añadidura concurre otro escollo que es necesario salvar. Los datos observacionales contienen errores, en muchas ocasiones de importante cuantía. La medición de las posiciones relativas entre las componentes de un sistema binario –ángulo de posición y separación angular- no es una tarea fácil. Las magnitudes a medir son muy pequeñas y en el valor de un resultado final influyen factores de variada índole: desde el grado de pericia del observador que realiza la medida hasta la calidad del instrumental de observación asociado con sus inherentes defectos e incertidumbres, pasando por la calidad del cielo, las condiciones ambientales, etc. La labor del calculista de órbitas se basa en congeniar observaciones llenas de errores con técnicas gráficas o analíticas que permitan obtener la elipse que más se aproxime a la órbita del sistema. Por otro lado, los periodos orbitales son, realmente, muy largos, lo que supone que los datos obser-

vados no cubren una revolución completa, en la mayoría de los casos. Este hecho añade más incertidumbre al resultado final.

La mente abierta de John Herschel supo vislumbrar todos estos inconvenientes y, sopesando pros y contras, decidió utilizar el método que, para él, ofrecería los mejores resultados teniendo en cuenta los datos de partida: su método de cálculo orbital fue esencialmente gráfico. Las razones por las que tomó esta decisión serán expuestas a continuación. John Herschel parte de la premisa de que las medidas de distancia, además de ser muy pequeñas, son relativamente constantes, en contraposición a las del ángulo de posición, que deben variar de forma sustancial al tener que girar la estrella secundaria alrededor de la primaria. En definitiva, las diferencias relativas en ángulo son mucho más acusadas que las correspondientes a las distancias. Por otra parte, tal y como hemos visto, John Herschel no daba mucho crédito a sus medidas de distancia y dudaba que las de otros observadores fueran de mejor calidad que las suyas. Asumía que, como norma general, las medidas de los ángulos de posición eran considerablemente más precisas y, consecuentemente, trató de buscar un procedimiento de cálculo en el que solamente estuvieran involucrados los ángulos de posición, además de los intervalos de tiempo entre las respectivas épocas de observación. Finalmente, bajo estas directivas, el método fue publicado en 1833 con el título *On the Investigation of the Orbits of revolving Double Stars; being a supplement a paper entitled “Micrometrical Measures of 364 Double Stars”* (MNRAS, vol 5, p. 171-222). (Figura 7).

El procedimiento utilizaba como herramienta base los gráficos o diagramas para representar los datos, y así, de una manera visual, se tenía una idea global de la dispersión de los mismos. En la época de John Herschel la representación gráfica de información cuantitativa y sus aplicaciones a las técnicas de probabilidad y estadística destinadas a la ciencia, estaban empezando a extenderse tímidamente pues los científicos más puristas -matemáticamente hablando- eran bastante reacios a su uso arguyendo falta de rigor. Sir John Herschel, siendo uno de los grandes defensores de estas herramientas, las incorporó a su método de cálculo de órbitas. En este aspecto tuvo una mente preclara y visionaria vaticinando que el uso de los *diagramas* llegaría a consolidarse como uno de los instrumentos estándar de la ciencia experimental. En su favor, argumentaba que los gráficos proporcionaban un método práctico a la hora de manejar datos complejos y que su utilización permitía al observador suavizar los errores aleatorios de las observaciones y las fluctuaciones del fenómeno que estaba siendo estudiado. Al mismo tiempo, dejaban entrever el orden y las regularidades que permanecían ocultos en las sombrías tablas numéricas y lograban asignar valores concretos a los coeficientes necesarios para poder aplicar leyes teóricas a fenómenos del mundo real. En la actualidad estamos tan habituados a trabajar diariamente con esta clase de herramientas que prácticamente no le damos

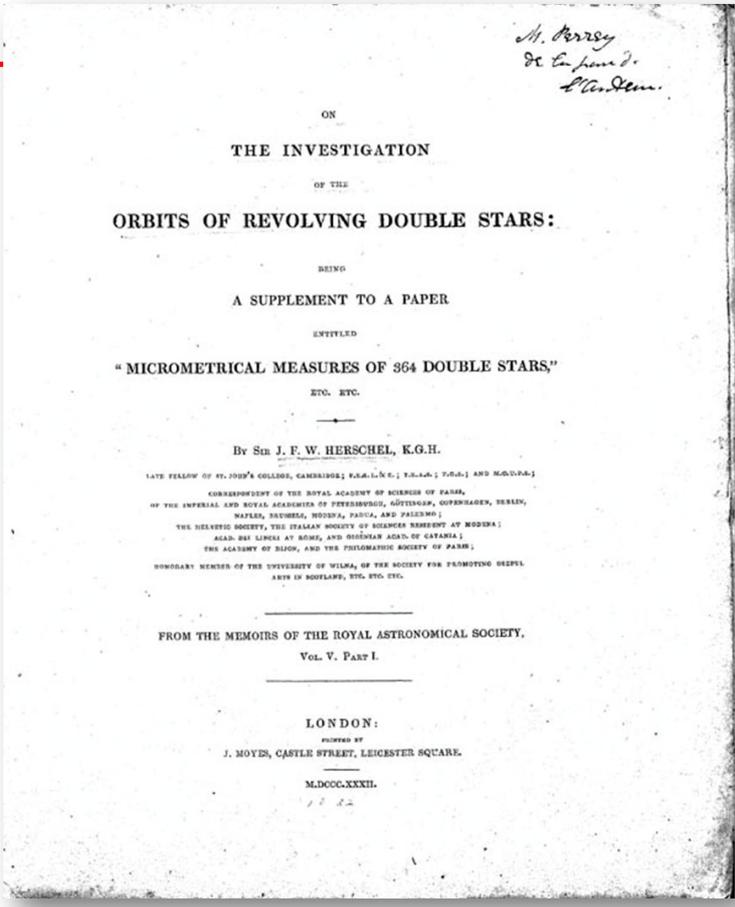


Figura 7. Portada del artículo en que John Herschel da a conocer su método de cálculo orbital.

usa en nuestros días. En aquel tiempo estaba recién inventado y por eso el autor remarca sus características; sencillamente su existencia era casi desconocida y escasamente difundida.

Como herramienta complementaria utiliza la 2ª Ley de Kepler del movimiento planetario, la conocida Ley de las Áreas. Esta ley establece que los sectores de elipse barridos en tiempos iguales por el radio vector tienen áreas iguales. Si tomamos intervalos de tiempo suficientemente pequeños los sectores pueden ser asumidos como triángulos cuyas bases son iguales a los radios vectores y las alturas son iguales al producto de los radios vectores, las velocidades angulares y los tiempos. Al tomar los mismos tiempos para todos los sectores se tiene que los radios vectores son inversamente proporcionales a las raíces cuadradas de las velocidades angulares. De acuerdo a estas directrices Herschel puede calcular las velocidades angulares de la componente secundaria en diferentes tiempos y, de aquí, es fácil derivar las distancias relativas. Sobre un pliego de papel cuadriculado John Herschel representa las fechas (ordenadas) frente a los ángulos de posición (abscisas) siendo el siguiente paso "trazar, por el mero criterio del ojo y con la mano suelta pero cuidadosa, una curva no a través, sino entre los puntos [de datos], que presenten las mínimas desviaciones con respecto a ellos como sea posible, consistentemente con ese carácter de larga y elegante sinuosidad, la cual debe ser mantenida a toda costa". De esta manera la curva de interpolación obtenida es más fiable que cualquiera de los puntos individuales y "los errores de observación, sino son del todo eliminados, al menos son materialmente disminuidos" (figura 8). Otro aspecto interesante es que John Herschel pesa, en cierta medida, los ángulos de posición. Al ser consciente de que unas medidas son más precisas que otras por causas instrumentales o de otra índole, las asigna una mayor relevancia o peso y dibuja un doble círculo sobre estos puntos en el gráfico, procurando, al trazar la curva de interpolación, que esta se ajuste más estrechamente a estos puntos por ser más significativos con respecto a la globalidad de las medidas representadas. Seguidamente, sobre la curva, marca puntos regularmente distribuidos a intervalos de 5 o 10 grados y traza la tangente a la curva en cada uno de ellos. Basta computar la pendiente de cada tangente para derivar la velocidad angular correspondiente a cada tiempo. A partir de aquí es fácil calcular las distancias relativas rectificadas entre la primaria y la secundaria mediante las velocidades angulares y los tiempos, produciéndose el mismo efecto que si hubieran sido medidas por el observador más experimentado que trabajara con un micrómetro perfecto y en unas condiciones ideales de estabilidad atmosférica. Ahora es posible derivar cualquier número de pares rectificadas ángulo/distancia para cualquier época, simplemente trabajando con la curva de interpolación y tabulando las lecturas.

importancia; no tenemos ni siquiera una pequeña noción del amplio debate que se suscitó entre sus defensores y sus detractores, antes de que se aceptara su uso generalizado en el ámbito de la comunidad científica.

John Herschel estructura el texto de este innovador trabajo en dos grandes bloques diferenciados. En el primero relata los fundamentos de su línea de investigación enumerando los elementos que hay que determinar y los términos generales de la formulación matemática necesaria en la definición del movimiento elíptico. Asegura que el problema más pesado no descansa en el propio aparato matemático a resolver, sino en los graves errores observacionales de las propias medidas, como ya adelantamos en líneas precedentes. En la segunda parte del artículo aplica el método a algunas de las más destacadas estrellas binarias conocidas de la época. Herschel comenta en el capítulo introductorio que "El proceso que propongo para lograr esto [cálculo orbital] es esencialmente gráfico; por este término entiendo no una mera sustitución del cálculo numérico por la construcción geométrica y las mediciones, sino aquel en el que no es posible aplicar un método de cálculo, dejándose llevar ayudados por el criterio de la mano y el ojo, en el caso donde el criterio solamente, y no es cálculo puede ser de ayuda". Al mismo tiempo, ensalza las cualidades y da a valer su trabajo, argumentando que "por su elegancia y utilidad práctica debería ser situado por encima de cualquier otro que haya aparecido".

John Herschel da todo lujo de detalles en lo tocante al tipo de papel gráfico que es necesario utilizar para la representación de los datos y no es otra cosa que el papel milimetrado que habitualmente se

El paso posterior consiste en dibujar la órbita aparente. Representando pares de medidas ángulo/distancia suficientemente numerosos, en una nueva hoja de papel gráfico, se construirá la elipse aparente

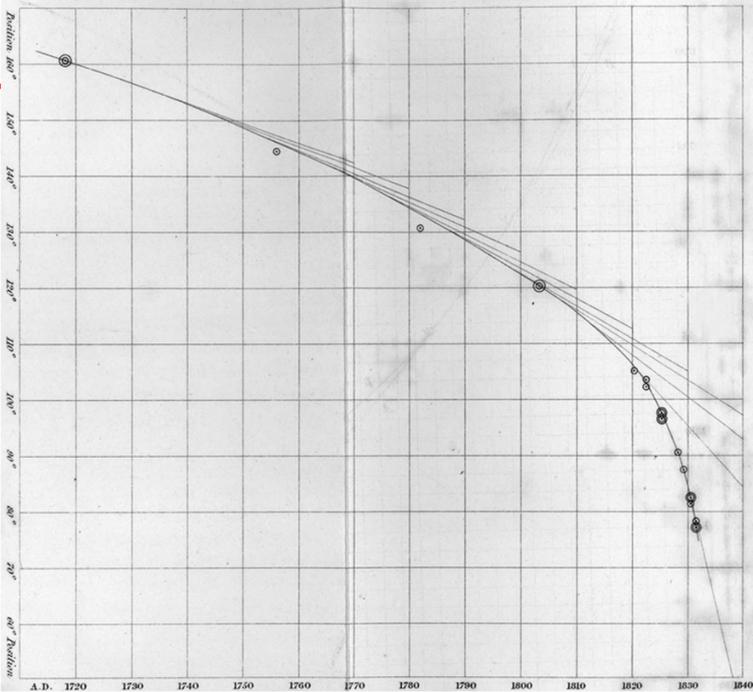
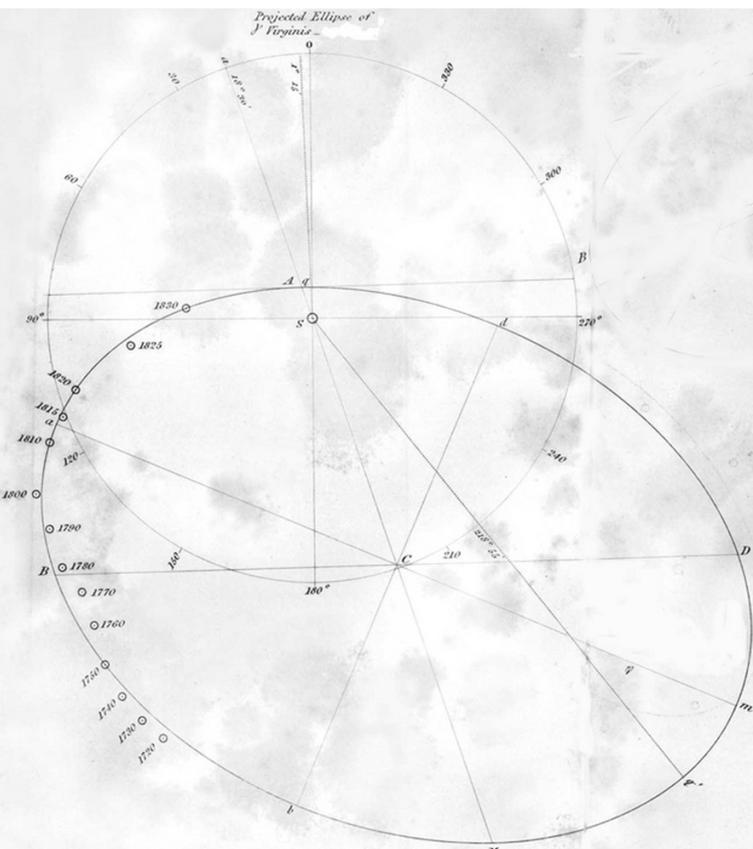


Figura 8. Ejemplo de curva de interpolación lineal obtenida con el método de cálculo orbital de John Herschel.

siendo su aspecto siempre más fidedigno que si se hubiesen tomado directamente las posiciones observadas. Hay que tener en cuenta que las distancias derivadas son relativas y es necesario compararla con las observadas para establecer la correcta escala de la elipse aparente, es decir, John Herschel calcula la forma de la elipse pero no su tamaño. Tras este paso, si la forma de la curva se adapta perfectamente a la *circunferencia* de una elipse el proceso gráfico habrá terminado; en caso contrario se trazarán nuevas curvas entre la nube de puntos en sucesivos procesos de rectificación y acomodación mutua (figura 9).

Figura 9 (abajo). Órbita de Gamma Vir, representada por el método de cálculo orbital de John Herschel.



Finalmente, midiendo sobre la elipse en el papel, su posición con respecto al meridiano, los focos, las áreas descritas en tiempos conocidos, etc. Ayudándose de formulación matemática pueden ser derivados los elementos elípticos de la órbita verdadera y su situación en el espacio.

Para ilustrar su procedimiento, John Herschel calcula las órbitas de Castor,  $\sigma$  Coronae,  $\gamma$  Virginis,  $\xi$  Ursae Majoris y 70 Ophiuchi con resultados realmente aceptables. Incluso aporta “predicciones” –nuestras actuales efemérides- de las posiciones teóricas en el tiempo que serán susceptibles de ser comparadas con las observaciones reales. Sus predicciones supusieron un buen banco de pruebas para su método orbital: adelantó que la binaria  $\gamma$  Virginis estaba a punto de pasar por el periastro pues parecía que la secundaria estaba acelerándose rápidamente. Así lo describe: “Si los datos son correctos a finales del año 1833 o a comienzos de 1834, seremos testigos de uno de los más impresionantes fenómenos que la astronomía estelar todavía no ha proporcionado; el paso por el perihelio de una estrella alrededor de otra, con la inmensa velocidad angular de entre  $60^\circ$  y  $70^\circ$  por año, es decir, de un grado en cinco días”. La predicción resultó ser correcta y las dos componentes de  $\gamma$  Virginis se acercaron tanto que el aspecto al telescopio era el de una sola estrella. Struve calculó una separación de tan solo 0,22 segundos de arco, una distancia exclusivamente resoluble por instrumentos de calidad.

Es necesario añadir en este momento, que otro nuevo método analítico para el cálculo de órbitas, fue desarrollado simultáneamente al de Savary y John Herschel. El autor, Johann Franz Encke (1791-1863), astrónomo alemán. La nueva técnica se publicó en 1832 en el siguiente trabajo: *Ueber die berechnung der bahnen der doppelsterne*. El método de Encke se basa, como el de Savary, en el conocimiento de cuatro observaciones completas, siendo más ortodoxo que el de John Herschel pero con un aparato matemático muy complicado y tedioso. Aplicó sus fórmulas para calcular la órbita de la estrella 70 Ophiuchi.

El método orbital de Sir John Herschel fue galardonado con la Medalla de Oro de la Royal Astronomical Society. Sin embargo, no tuvo una aceptación digamos, unánime, sobre todo entre los doblistas europeos tan acostumbrados a matematizar la astronomía. No así, en cambio, en Inglaterra, donde el sector amateur serio acogió con entusiasmo el procedimiento, debido a que era muy asequible a sus capacidades y aptitudes. John Herschel siempre defendió su procedimiento a capa y espada alegando que además de ser un método más simple, ofrecía mejores resultados y que no podía concebir un método exclusivamente matemático capaz de ocupar su lugar. Hay que puntualizar que la reputación de John Herschel ya había alcanzado un alto nivel de reconocimiento y era conocido en toda Europa. Entre él y sus colegas se mantenía un fluido y continuo intercambio de cartas y documentos mediante los cuales se discutían todos los pormenores referentes



al tema que nos ocupa. John Herschel, en su calidad de políglota, no tenía problemas para comunicarse, pues hablaba correctamente latín y francés, y bastante fluidamente, alemán e italiano. En este contexto, que podríamos considerar de cordialidad dentro de los límites establecidos por el propio orgullo profesional, todos estaban al corriente de los periódicos refinamientos que en materia de cálculo orbital se iban desarrollando. Por aquel entonces, dentro de este marco comunicativo, empezaba a ser oído el nombre de un joven astrónomo francés que desde el Observatorio de París irrumpía con fuerza en los trabajos de cálculo de órbitas. Era Antoine Joseph François Yvon Villarceau (1813-1889). Herschel estaba al tanto de los progresos de Villarceau en este asunto pues ambos habían estado intercambiando información. Para John Herschel estaba claro que el francés tarde o temprano acabaría publicando sus trabajos de cálculo orbital. Por su parte, Herschel continuó trabajando durante los años siguientes en refinar su método original y, de algún modo, estaba algo temeroso de que Villarceau se le adelantara en publicar un nuevo método. Así la situación, en 1849, John Herschel publica "*On the Determinación of the most Probable Orbit of a Binary Star*", MNRAS, vol. 18, p. 47-68. En esta nueva versión se mantiene el principio general de su primer método, es decir, el uso exclusivo de los ángulos de posición desechando las medidas de distancia; asimismo, también conserva el primer paso en la construcción gráfica trazando la curva de interpolación entre los puntos. El tratamiento gráfico de la tangente sobre la curva de interpolación es ahora sustituido por un nuevo proceso consistente en elegir estratégicamente puntos sobre ella y mediante estos derivar la elipse aparente analíticamente. Tras este cambio, el principal problema reside en la elección de esos puntos. De nuevo John Herschel asigna un importante valor al criterio humano y mantiene que es suficiente, para obtener buenos resultados, la simple inspección visual de la curva distribuyendo los puntos de referencia más densamente allí donde la variación de la curvatura fuera más rápida. El resto del proceso se realizaría enteramente con herramientas algebraicas y aritméticas.

Como bien se imaginaba Herschel, Villarceau, en 1852, da a conocer en *Connaissance des Temps* un nuevo procedimiento de cálculo. Villarceau se basa en las fórmulas de Pierre-Simon Laplace (1749-1827) para determinar las órbitas de los planetas y los cometas. El proceso parte de la fórmula general y procede más o menos en la misma línea que John Herschel, con la diferencia de que usa, además de los ángulos de posición, las distancias.

## Viaje a Sudáfrica

La carrera de John Herschel, al igual que la de su padre, estuvo caracterizada por un ávido deseo de experimentar con los más variados campos astronómicos. El conocido refrán castellano *aprendiz de mucho, maestro de nada*, nunca se vio corroborado con la fa-

milia Herschel. Todas sus empresas salieron airoas de las dificultades y alcanzaron éxitos importantes. Relataremos ahora un nuevo capítulo de la vida de John Herschel, sin duda el más relevante, que le afianzó como uno de los astrónomos más célebres de la historia. Intentaremos que este nuevo episodio describa sus logros astronómicos pero valorando el enorme esfuerzo humano que por su parte tuvo que realizar para lograrlos.

John Herschel se consideraba a sí mismo un "*naturalista de los cielos*" en el sentido de que su intención era observar y clasificar todas las "*especies*" de objetos celestes, en especial nebulosas y cúmulos estelares. Tras completar el cartografiado del hemisferio norte, desde las latitudes de Windsor, ampliando el trabajo de su padre, siente una especie de necesidad arrolladora de emprender una empresa paralela a la que acababa de concluir. El cielo austral se mantenía aun prácticamente inexplorado. Barrer esos cielos todavía vírgenes a la inspección telescópica supondría, a su término, tener mapeado todo el cielo visible con el consiguiente avance en el descubrimiento y la catalogación de cientos y cientos de nuevos objetos. Con su trabajo previo había adquirido la "*suficiente maestría*" con el instrumento como para pensar que el proyecto podría ser viable desde el punto de vista observacional. Esta ambiciosa idea estuvo madurando durante cierto tiempo y sus innumerables compromisos académicos y familiares en Gran Bretaña frenaron en cierta medida el arranque de esta nueva actividad. Por otra parte, acometer una empresa de estas características supondría un enorme esfuerzo, aparte del meramente económico, por el cambio drástico a nivel familiar y que se traduciría en un traslado completo de la familia a un enclave remoto situado en algún lugar del hemisferio sur. Sopesando pros y contras, la decisión se hace firme y John Herschel comienza a planificar el viaje. Herschel escribe: "*he decidido intentar la terminación de una exploración de toda la superficie celeste y, para este propósito, transportaré al otro hemisferio el mismo instrumento que ha sido empleado en éste para, de este modo, dar una unidad a los resultados de ambas exploraciones y que así puedan ser comparadas entre ellas*". Efectivamente, llevará en su viaje sus dos telescopios: el gran *20-feet* (el gigantesco reflector construido por su padre de 609,6 cm de distancia focal y 45,72 cm de abertura que también era conocido con el apelativo de *sesquipedalian*. Este término, etimológicamente latino, hace referencia a la abertura del telescopio, pues significa "distancia de un pie y medio de longitud", que es exactamente el diámetro del espejo) y otro más pequeño, el ya conocido *seven-feet*, montado en ecuatorial que fue comprado a su colega South con una focal de 213,36 cm y una abertura de 12,7 cm, fabricado por Tulley. Además en el paquete se incluirían un instrumento de tránsito, relojes y otros equipamientos de apoyo. El siguiente paso que habría que meditar muy bien sería la elección del enclave de observación. El destino, finalmente, sería Sudáfrica, y más concretamente Cape Colony porque tenía "*una tradición astronómica y un atractivo observatorio [Royal Observatory], un clima saludable y una longi-*



*tud conveniente*". Cape Colony, oficialmente Provincia del Cabo de Buena Esperanza, se situaba en la parte más al sur de África y era posesión inglesa desde 1806. En Ciudad del Cabo (Cape Town) existía un observatorio dependiente del gobierno británico fundado en octubre de 1820. Como veremos más adelante, aunque John Herschel nunca estuvo vinculado oficialmente con el Royal Observatory, es bien cierto que su influencia en la gestión y mejora del mismo resultó ser bastante fructífera, no solamente durante su permanencia en Sudáfrica sino también tras su retorno a Inglaterra. Se desprende pues que, John Herschel, mantuvo arraigado en su persona y en su forma de hacer ese marcado carácter típico de gentleman y fue un astrónomo independiente a tiempo completo, respaldando sus actividades, financieramente hablando, con su fortuna personal. Su posición económica era muy desahogada ya que, además de la herencia de su padre, tanto económica como instrumental, se sumaron las rentas por parte de su madre (fallecida en 1832) que cuando se desposó con William Herschel en 1788 era ya viuda de un acaudalado comerciante. Con estos medios pudo afrontar los gastos de la expedición e incluso declinó la oferta del Duque de Sussex consistente en viajar a Cape como pasajeros de un buque de Marina Británica, prefiriendo desembolsar 500 libras por los pasajes de la familia. Finalmente, con todo ultimado, el 13 de noviembre de 1833 partieron desde Portsmouth a bordo de un buque de 611 toneladas de la Indian East Company bautizado S. S. Mountstuart Elphinstone. John Herschel, su esposa Margaret Brodie Stewart (1810–1884), los tres primeros hijos del matrimonio (llegaron a tener doce) Caroline Emilia Mary, Isabella y el pequeño William James que aún no había cumplido el año de edad, una sirvienta, un criado y el mecánico John Stone que tenía a su cargo el reflector, arribaron a Bahía Mesa el 15 de enero de 1834 tras una travesía de “nueve semanas y dos días” que transcurrió sin excesivas complicaciones. Durante un breve espacio de tiempo se alojaron en Wilterfreiden a modo de residencia temporal, justo hasta que John Herschel eligió el lugar definitivo para enclavar el observatorio. Para ello durante dos o tres días se dedicó a explorar los alrededores de Ciudad del Cabo en busca de casas y fincas que estuvieran disponibles y reunieran las características necesarias, tanto de espacio como de terrero circundante. Finalmente, se decidió por una hacienda propiedad de un granjero holandés, un tal Mister Schonberg, que era conocida como *El Grove* (La arboleda) por los colonos ingleses asentados en la zona, aunque su dueño se refería a ella como *Feldhuisen*. John Herschel, recordando su ascendencia alemana renombró el lugar como *Feldhausen*, dando así su toque personal a lo que sería su hogar y su observatorio durante los próximos cuatro años. La propiedad se extendía sobre una superficie de 99 *morgen* (un *morgen* era una unidad de medida de superficie muy usada en Alemania, Holanda y sus colonias, incluyéndose Sudáfrica. La superficie demarcada por un *morgen* variaba sustancialmente de un lugar a otro. En concreto, el *morgen* sudafricano equivalía a 0,8567 hectáreas. Por lo tanto, la finca tenía una superficie de, aproximadamente, 85 hectáreas). *Feldhausen* se localizaba a

“unas seis millas” al sureste de Ciudad del Cabo, en un paraje rural rodeado de una tupida vegetación de robles y abetos, colindando con la última y más suave pendiente de la base del Monte Mesa. Dentro de la propiedad se alzaba una amplia edificación dotada de ocho habitaciones con un típico estilo holandés. En un principio todo el conjunto fue alquilado aunque, no mucho tiempo después, Herschel decidió comprar la hacienda pagando por ella la elevada cifra de 3000 libras. A nuestro entender, resulta un tanto enigmático que el astrónomo realizara tan alta inversión cuando su estancia en Cape iba a ser meramente transitoria. O, ¿es que realmente estaba pensando en asentarse allí definitivamente? No podemos confirmarlo pero lo que sí es cierto, es que Sir John Herschel estaba entusiasmado con su nuevo hogar y en sus escritos remarcaba que era “uno de los más magníficos lugares que jamás he visto”. Por otro lado el terreno estaba suficientemente apartado de las miradas curiosas y estaba bastante resguardado del viento, lo que era idóneo para la observación. Parece ser que la decisión de John Herschel estuvo influenciada en cierta manera por los consejos de Thomas Henderson que fue director del Cape Observatory y quien comentó que la zona de Wynberg era muy apropiada para hacer astronomía. Inmediatamente el nuevo propietario ordenó erigir dentro de la parcela un edificio suficientemente dimensionado con techo giratorio para albergar el refractor ecuatorial, mientras que el *20-feet* se montó al aire libre. Las tareas de remodelación de la casa y las de montaje e instalación de los instrumentos se sucedieron de manera rápida y eficaz gracias a contratación de una nutrida cuadrilla de trabajadores locales. Los telescopios se montaron entre John Herschel, su mecánico y cuatro hombres más. Aunque la familia no se trasladó definitivamente hasta el 23 de abril, el 22 de febrero de 1834, un mes después de su llegada, el telescopio principal vio su primera luz del cielo sur. Herschel escribe: “Fui capaz de satisfacer mi curiosidad observando *Alpha Crucis*, la nebulosa alrededor de *Eta Argus*, y algunos otros notables objetos con el reflector de 20-



Figura 10. La casa de los Herschel en Feldhausen.



pies". El 5 de marzo al atardecer comenzaron las primeras series de observaciones regulares y el 2 de mayo inicia observaciones de estrellas dobles comenzando con Alpha Centauro. Asimismo, durante estos días, John Herschel determinó las coordenadas geográficas del observatorio las cuales fueron: latitud  $-33^{\circ} 58' 56,55''$  y longitud  $22^{\text{h}} 46^{\text{m}} 9,11^{\text{s}}$  desde Greewich, a una altitud de 43,28 metros sobre el nivel del mar en Bahía Mesa. En la figura 10 mostramos una imagen de la casa de los Herschel poco antes de ser derribada.

Previsoriamente, John Herschel llevó a Cape una dotación de tres espejos idénticos para que el telescopio reflector nunca estuviera inactivo. Uno de estos espejos fue construido por su padre y con él realizó sus primeras observaciones en Inglaterra. De los otros dos, uno de ellos fue tallado por él mismo bajo la inspección e instrucciones de Sir William. El tercero fue fundido, tallado y pulido exclusivamente con sus propias manos. Una vez pulimentados, los espejos tenían una superficie útil delimitada por un diámetro de 46,355 cm (18,25 pulgadas) y sus características reflexivas eran completamente iguales. El clima reinante en Feldhausen provocaba que los espejos tuvieran que ser repulidos más frecuentemente que en Inglaterra. Nadie más que John Herschel estaba capacitado para realizar estas cuidadosas labores de mantenimiento. Para ello se necesitaban ciertos utensilios específicos que también fueron transportados a Cape. John Herschel acondicionó una pequeña caseta existente en la hacienda a modo de taller-laboratorio y allí es donde realizaba estas faenas, además de sus nunca olvidados ni desatendidos experimentos de química.

En la figura 11 se muestra un grabado realizado por el propio John Herschel mostrando el enclave de los dos telescopios. Dadas las peculiares características del telescopio reflector, fue instalado al aire libre de manera similar a su emplazamiento en Inglaterra. Como ya hemos comentado, el refractor se albergó en un pequeño observatorio de 284,48 cm de diámetro interior, cuyo muro se elevaba 233,68 cm del suelo. La cúpula giratoria de madera de abeto, diseñada y fabri-

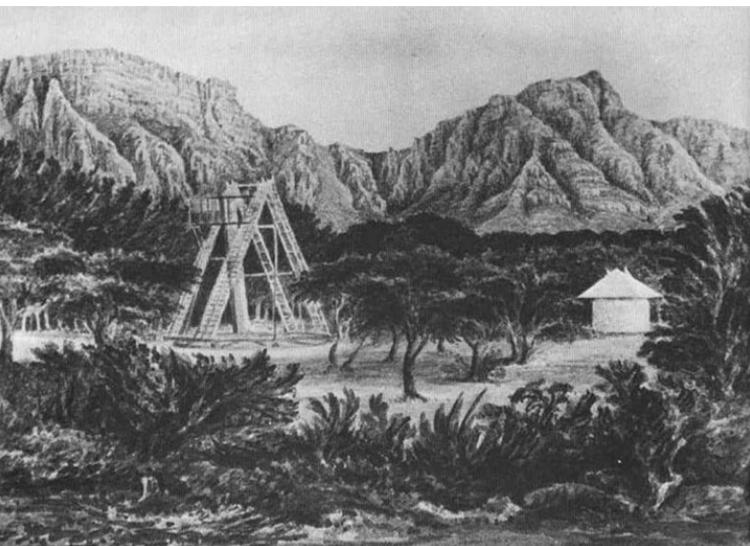


Figura 11. Grabado de John Herschel mostrando los enclaves de los dos telescopios, en la finca Feldhausen. Google Books.

cada en Inglaterra antes de partir hacia Cape, tenía forma de pirámide cuadrangular (figura 12). El vértice estaba descentrado, exactamente 50,8 cm con respecto al centro del cuadrado de la base. Este detalle permitía observar cómodamente el zenit. En la cara más inclinada se ubicaba la puerta de observación de una anchura de 45,72 cm, cerrada por dos puertas solapadas.

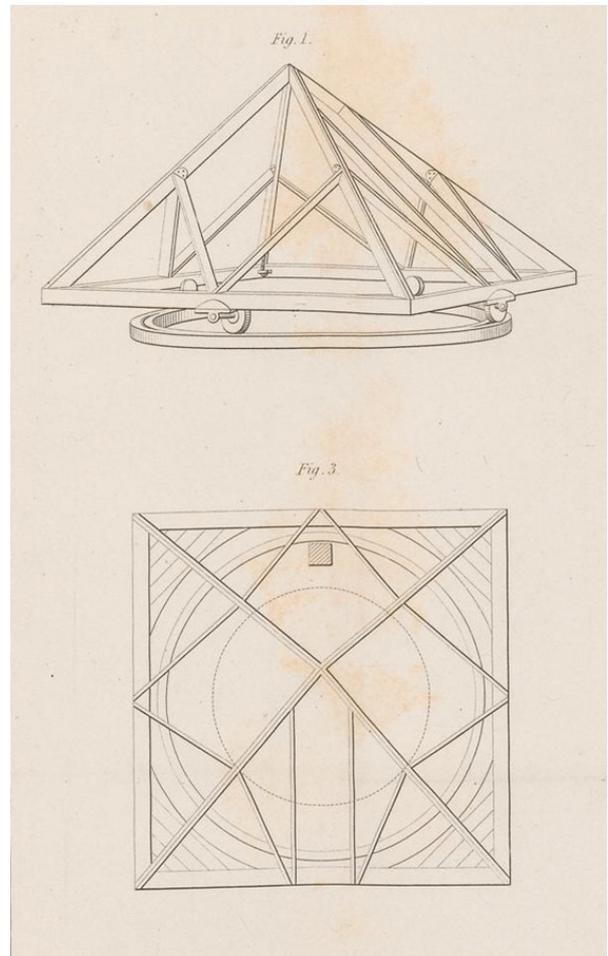


Figura 12. Estructura de la cúpula instalada en Feldhausen para cubrir el refractor seven-feet. Google Books.

Durante cuatro años Herschel se embarcó en una frenética actividad observacional. Los barridos celestes (381 en total, desde el 5 de marzo de 1834 hasta el 22 de enero de 1838) se sucedieron metódicamente hasta completar el rastreo de toda la superficie celeste visible desde Feldhausen. Durante el día, Herschel se ocupaba de los cálculos y las labores manuales de mantenimiento, además de despachar la copiosa correspondencia que mantenía con sus colegas europeos. En cuanto a la técnica de observación empleada en Cape, básicamente fue la misma que utilizó en Inglaterra, el método de los barridos (*sweeping*) que en origen fue desarrollada por su padre. Parece ser que en la primera fase de su *survey*, la del cielo norte, John Herschel no contaba con asistente y era él mismo quien registraba, describía e incluso dibujaba un objeto determinado. Con la suma de todas estas tareas el volumen global de trabajo se disparaba y, como añadidura, se sumaban los efectos perniciosos de la luz de la



lámpara bajo la que escribía sus notas y que arruinaba su adaptación a la oscuridad, sobre todo cuando observaba débiles objetos nebulosos. Trabajando de esta manera las noches podían ser tediosas y, sin duda, en ocasiones el aguante de John Herschel llegó a rozar el borde de la desesperación. Recordemos que observaba sin seguimiento horario, complicándose aún más la situación. En Cape, Herschel contó con la inestimable ayuda de su mecánico John Stone, que hizo las veces de asistente durante el tiempo que duraron las observaciones, según se desprende de los escritos donde documenta el proceso de observación haciendo referencia a la figura del asistente. Además de esta asistencia observacional, Stone se encargaba de las eventuales pequeñas reparaciones en los telescopios. Su habilidad trabajando tanto la madera como el metal resultó de una inestimable ayuda para John Herschel. Veamos a continuación cómo se desarrollaban los barridos desde el punto de vista práctico. Cada barrido consistía en una exploración horizontal de una franja de cielo cuya anchura era de tres grados. El telescopio era apuntado en la misma dirección durante toda la duración del barrido y podía moverse arriba y abajo para rastrear los tres grados de anchura de la banda del cielo elegida. Normalmente, trabajada a razón de una banda por noche. El movimiento lateral era introducido de modo natural por efecto de la rotación de la Tierra que lentamente iba haciendo desfilas los objetos celestes por el campo de visión. De una manera ingeniosa y efectiva los límites superior e inferior de cada barrido eran detectados de forma sonora al instalar dos campanillas que sonaban justo cuando el telescopio las tocaba en su movimiento oscilatorio durante el barrido vertical. John Herschel explicaba así la estrategia:

*“Durante un barrido la manivela se mantenía constantemente en movimiento hacia adelante y hacia atrás, por lo que el telescopio permanecía oscilando arriba y abajo y “barría” un arco en distancia polar usualmente limitado por 3°. Cuando un objeto cualquiera entraba en el campo, el movimiento era detenido dando una orden al asistente y dirigiéndole arriba y abajo, lento o rápido, mucho o poco el objeto era fácilmente llevado hasta un hilo horizontal con todo grado de exactitud. Para avisar al ayudante cuando invertir el movimiento de la manivela se hacía tocar una campana a cada límite del barrido y esas campanas diferían en tono para indicar a qué límite se había llegado; el tono más agudo correspondía a la parte superior y el más grave a la inferior de la zona.”*

El trabajo no finalizaba aquí. Posteriormente era necesario catalogar cada objeto descubierto, determinando las posiciones en Ascensión Recta y Declinación de cada uno de ellos. Cada noche, Herschel elegía en la zona observada ciertas estrellas patrón que servían como puntos de referencia para calcular las coordenadas de los nuevos objetos. Frecuentemente, las posiciones exactas de las estrellas guía eran medidas por Thomas Maclear usando los instrumentos de tránsito del Royal Observatory y a partir de esta información se completaba el trabajo de la laboriosa tarea

de catalogación. Esta dependiente relación fue muy importante para John Herschel. Sin la colaboración de Maclear sus investigaciones se habrían complicado bastante puesto que el catálogo de estrellas del hemisferio sur disponible en aquel tiempo –el Brisbane Catalogue of Southern Stars– estaba sembrado de innumerables errores y, como efecto colateral, si las posiciones de las estrellas de referencia eran erróneas, las obtenidas a partir de ellas también lo serían. Así, las aportaciones de Maclear fueron tremendamente valiosas.

Las observaciones en Cape, fueron fructíferas y colmaron las expectativas que John Herschel esperaba. Se catalogaron 1708 nebulosas de las cuales unas 300 fueron nuevos hallazgos. En cuanto a las estrellas dobles, área de nuestro especial interés, se descubrieron 2102 pares. Mientras que el listado de objetos de cielo profundo es de primera calidad, el de las estrellas dobles adolece de muchas imprecisiones, usualmente exhibe medidas poco exactas y se incluyen muchos pares ópticos y abiertos. Todos estos errores tienen una razón de base. En primer lugar, su gran telescopio era ideal para la observación de cielo profundo ofreciendo gran aumento y resolución pero, por el contrario, no permitía la realización de medidas de precisión. Es de suponer que las mediciones de estrellas dobles se realizaban con el telescopio refractor que, aunque era de buena calidad, se quedaba un poco justo para la observación de pares cerrados. Instrumentalmente hablando, por aquellos días, John Herschel jugaba con una clara desventaja con respecto a sus más directos competidores europeos. Claros ejemplos los encontramos en Bessel y Struve. Bessel, en 1829, comenzó a utilizar un excelente heliómetro de Fraunhofer que procuró muy precisas medidas de estrellas dobles y con él realizó sus observaciones para la medición de la paralaje estelar en 1838. Por otro lado, Struve y su “gran refractor”, único en su clase a nivel mundial, marcaron un hito en la micrometría visual de estrellas dobles. Por si fuera poco, como ya hemos comentado, su micrómetro era defectuoso. En resumen, John Herschel no pudo hacer más de lo que hizo y era consciente de sus limitaciones. Realmente, y debido a ellas, en sus programas de observación nunca incluyó un programa perfectamente definido dedicado a las estrellas dobles. Él mismo lo reconoce y explica: *“El principal objetivo durante el progreso de mis barridos del cielo sur era el descubrimiento de nuevas nebulosas. La detección y medición de estrellas dobles era considerado como de un interés subordinado y que debía interferir lo menos posible en la investigación principal. Haber ejecutado una metódica revisión de los cielos del sur con el reflector de 20 pies con el propósito de detectar estrellas dobles cerradas hubiera requerido, al menos, otros dos años adicionales, o incluso más”*. Por lo tanto, podemos calificar a John Herschel como de *doblista accidental* en el sentido no peyorativo de que solamente registraba nuevas estrellas dobles cuando aparecían aleatoriamente en el campo de visión durante el transcurso de los barridos. Aún a pesar de todo esto hacía todo lo que estaba en su mano para obtener los mejores resultados en las mediciones.



Cuando aparecían estrellas dobles suficientemente cerradas y por tanto en principio interesantes, solía utilizar máscaras o diafragmas triangulares que colocaba en la boca del telescopio. Estos aditamentos mejoraban considerablemente la capacidad de desdoblamiento. El centro del triángulo equilátero era coincidente con el centro del espejo. La máscara, así dispuesta, reducía en 1/3 aproximadamente los diámetros aparentes de las componentes procurando una definición y claridad increíbles. La utilización de este tipo de diafragmas hacía que los discos estelares radiaran seis rayos luminosos distribuidos en intervalos de 60° y que se extendían más allá de los límites del campo de visión, aportando un sugerente efecto estético.

En un intento de mejorar sus medidas de distancia –su talón de Aquiles- ensayó otros métodos auxiliares de medición. Podemos encontrar la ratificación en MNRAS, vol. 6, p. 219, 1836. En este escrito Sir John Herschel comunica a la Sociedad el contenido de una carta a él dirigida por parte de M. Bogulswski, quien presenta un nuevo método de medición destinado a medir la paralaje de Marte en su próxima oposición. El trabajo llevaba el título de *“On the use of a new micrometer”*. Herschel deja claro que el método propuesto no es inédito y asegura: *“debería añadir que yo mismo he usado por algún tiempo durante mis observaciones en Cape un proceso de medición micrométrica por medio del tránsito de estrellas por el hilo móvil de un micrómetro de posición dispuesto en un determinado ángulo de inclinación con respecto al paralelo, el cual he denominado como método de los tránsitos oblicuos con el propósito de determinar las distancias de las estrellas dobles y que me parece casi o enteramente idéntico, en principio, al de M. Bogulawski”*. Además Herschel se asegura la titularidad del procedimiento al puntualizar que *“una explicación de este método y los resultados obtenidos con su uso han sido escritos hace algún tiempo para la imprenta y formará parte de mis observaciones en el hemisferio sur”*. El método en debate no es otro que el conocido micrómetro cronométrico o método de los tránsitos, basado en cronometrar el tiempo que tardan las componentes de un par en cruzar un hilo de retículo diámetro al campo de visión y dispuesto con una inclinación dada y conocida. La aplicación de una sencilla fórmula da el valor en segundos de arco entre las componentes. Por él llamado *método de los tránsitos oblicuos*, este procedimiento fue muy utilizado durante su estancia en Sudáfrica. Hace unos años, este recurso fue uno de los más usados por los doblistas noveles que se iniciaban en la micrometría visual de estrellas dobles y está especialmente indicado en pares relativamente abiertos.

Otro aspecto muy destacable de la obra de John Herschel en Cape es el relativo a la fotometría. Al igual que su padre, dedicó parte de sus energías a cuantificar numéricamente los brillos aparentes de las estrellas. Desarrolló un nuevo método, ingenioso a la vez que sencillo, que terminó constituyéndose como el primer fotómetro estelar. El dispositivo, denominado

por el autor *astrometer* (en algunas fuentes figura como *astronometer*) fue usado por primera vez el 5 de marzo de 1836, según quedó registrado en el diario de observación: *“Prueba de un dispositivo para comparar las estrellas con la Luna por total reflexión en la base de un prisma”*. El dispositivo consistía en un prisma montado sobre una plataforma de madera. Girando adecuadamente el prisma, la luz lunar podía ser dirigida hacia el ojo del observador de tal manera que el rayo luminoso fuera paralelo al procedente de la estrella cuyo brillo se quería medir. En definitiva, se trataba de que ambas fuentes luminosas parecieran llegar de la misma dirección para poder observarlas al mismo tiempo. Entre el prisma y el ojo se insertaba una lente auxiliar de corta distancia focal cuyo cometido era reducir a un punto el tamaño de la imagen lunar para que su apariencia fuera el de una estrella artificial. El brillo de la “Luna puntual” podía variarse modificando la distancia entre el foco de la lente y el ojo hasta conseguir que las dos fuentes luminosas, la real y la artificial, se igualaran en brillo. Por consiguiente, el valor de la distancia entre el ojo y la lente se convertía en una medida de la magnitud aparente de la estrella en estudio. Ello es debido a que el brillo aparente del punto focal es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre el ojo y el foco. Como se desprende, la utilización eficaz del método estaba supeditada a la presencia de la Luna llena en el cielo y, por ende, solo podrían ser medidas fotométricamente las estrellas más brillantes, menos afectadas por la luminosidad lunar. De esta manera, Sir John Herschel midió 191 estrellas brillantes. (Figura 13).

Como estudios complementarios realizó ensayos para comparar las magnitudes calculadas con relación al Sol. Tomando como estrella estándar de referencia de la primera magnitud a Alpha Centauro y tras aplicar el *astrometer* (en once observaciones distintas), obtuvo como resultado que, ésta, era aproximadamente 27408 veces más débil que la Luna llena. Es decir, un cúmulo estelar compuesto por 27408 estrellas, donde cada una de ellas tuviera igual brillo que Alpha Centauro, daría la misma luz que la Luna llena. Pero, ¿cuál era la relación de brillos entre esta estrella y el Sol? Por los estudios de William Hyde Wollaston (1766-1828) se sabía que la razón de brillos entre la Luna llena y el Sol era de 1:801072, lo que es lo mismo que

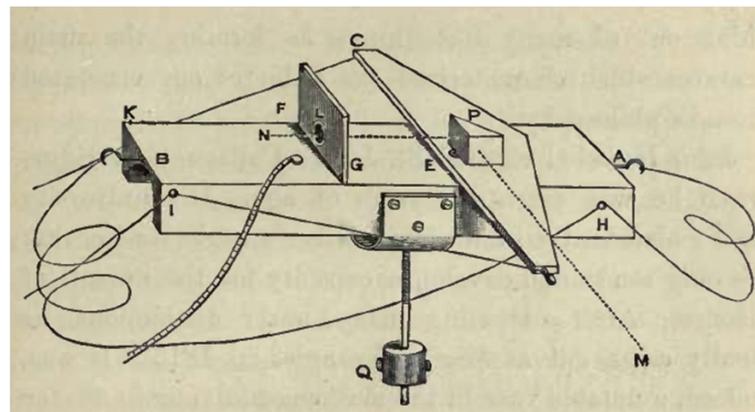


Figura 13. *Astrometer* diseñado por John Herschel, pionero acercamiento a la fotometría estelar. Ver una pormenorizada descripción del aparato y del método en Cape Results, pág. 353-72, gráfico pág. 354.



decir que se necesitarían 801072 lunas llenas agrupadas en el cielo para obtener una luz tan intensa como la del Sol. En base a estos resultados, John Herschel dedujo fácilmente que la luz del Sol era unas 22.000.000.000 veces más intensa que la de Alpha Centauro. En un último paso, usando estas razones de luminosidad, junto con la distancia existente entre Alpha Centauro y el Sol (las primeras paralajes se midieron a partir de 1838, como veremos más adelante), permitió determinar que Alpha Centauro era intrínsecamente cuatro veces más luminosa que el Sol, si estuviera situada a la misma distancia que éste.

En principio, el procedimiento arrastra varios inconvenientes. Por un lado el brillo de la Luna es inconstante y hace disminuir el brillo de las estrellas. Herschel realizó ensayos para utilizar el *astrometer* cuando la Luna estaba en fases, así como otros que tenían en cuenta el diámetro aparente de la Luna y la irregular iluminación del disco, que es más brillante en unas zonas que en otras. Asimismo, barajó la idea de usar a Júpiter como un mejor objeto de referencia. Finalmente, también pensó que se podría haber diseñado un dispositivo más portátil y algo menos aparatoso. Sin embargo, a pesar de todas las salvedades, concluyó que las magnitudes obtenidas con él no diferían demasiado con las derivadas por el método de las secuencias. Una valoración sobre la calidad de la fotometría de John Herschel fue realizada en 1949 por A. W. Cousins (MNRAS, 8, 37). Cousins comparó las magnitudes obtenidas con el *astrometer* con otras más modernas obtenidas fotoeléctricamente llegando a la conclusión de que la magnitudes de Herschel eran suficientemente buenas para estrellas brillantes, mientras que se apreciaba una marcada tendencia a hacer demasiado brillantes las estrellas débiles, como consecuencia de que la observación siempre se realizaba al amparo de la luz lunar. Otro aspecto a destacar en las tareas fotométricas es que de Sir John Herschel se percató de que una diferencia de 5 magnitudes correspondía aproximadamente a un factor de 100 en brillo. Esta proporción serviría *a posteriori* para que Pogson propusiera la actual escala de magnitudes.

A pesar de las limitaciones del aparato, este primer fotómetro supuso un gran avance y fue el punto de partida para futuras mejoras que llegarían poco después de una manera imparable.

Antes de concluir el apartado de los trabajos en Cape, sería conveniente profundizar un poco sobre la carrera y obra de Thomas Maclear (1794-1879) al estar directamente relacionada con la de Herschel. A estas alturas de nuestro relato, el lector habrá observado la repetición de un cierto común denominador en muchas de las carreras astronómicas de nuestros protagonistas. Efectivamente, muchos de ellos llegan a la astronomía por unos caminos que nada tienen que ver con sus verdaderas profesiones. El caso de Sir Thomas Maclear es otro ejemplo típico que confirma estas palabras. Maclear, era irlandés y médico de profesión, acatando una cierta tradición familiar, ya que dos de sus tíos carnales se dedicaban también a la medicina. A la edad de 15 años fue enviado a Londres, bajo la

tutela de los dos médicos y tras terminar sus estudios, ejerció su profesión de Bedford huyendo de la ajetreada vida londinense. Sin embargo, llevaba el interés por la astronomía ya arraigada y la casualidad de sus circunstancias personales harían aflorar sus inclinaciones. En 1825 se casó con Mary Pearse (1802-1861) cuya familia residía también en Bedford. Recordemos que en esta localidad se asentaba el observatorio del Almirante Smyth (conocido astrónomo amateur) con quien la familia de Mary tenía una estrecha amistad. Esta relación permitió que Maclear tuviera vía libre sin restricciones para usar todo el equipo astronómico de Smyth. Sus intereses astronómicos eran cada vez más absorbentes y Maclear construyó un pequeño observatorio en su jardín. Así, sus observaciones de calidad fueron conocidas por los profesionales y, lentamente, se hizo un hueco en la comunidad astronómica ampliando su círculo de amistades científicas. El creciente prestigio le hizo ser nombrado miembro de la Royal Astronomical Society, mediante la cual conoció a Sir John Herschel estableciéndose una sólida amistad.

Thomas Henderson (1789-1844), quien no soportaba la vida en Cape, dimitió como director del Royal Observatory tras un corto periodo de seis meses y el puesto quedó vacante. Maclear, con ya una cierta reputación, fue propuesto para ocuparlo. Aunque con ciertas reticencias, por las peyorativas opiniones de Henderson sobre el observatorio, Maclear aceptó el nombramiento de *Her Majesty's Astronomer*. A decir verdad, el título de astrónomo en Cape nunca fue oficialmente establecido. Era común usar también Astrónomo Real, sobre todo en los inicios, aunque, a todos los efectos, las connotaciones del cargo eran las típicas de un Director. La aceptación del puesto estuvo, sin duda, influenciada porque su colega John Herschel quien estaba por entonces preparando el viaje hacia Sudáfrica, lo que animó a Maclear y en cierto modo disipó sus dudas. Como la disponibilidad económica de los Maclear no alcanzaba el estatus de la de los Herschel, el viaje a Cape se hizo en un barco del gobierno. Maclear se acompañó de su esposa, sus cinco hijas, una institutriz, una niñera y un criado. La comitiva llegó a Cape el 7 de enero de 1834, tan solo unos pocos días antes que su colega Herschel. Su llegada estuvo marcada por la desgracia al morir su hija más pequeña en tan solo unos pocos días. Su impresión del observatorio no fue tan mala como esperaba. Aún no sabía que pasaría su vida entera en aquellas tierras, permaneciendo como director del Royal Observatory durante 36 años y que tan solo viajaría a la vieja Europa una vez más, en 1859, durante un par de meses en unas merecidas vacaciones. Tampoco, alcanzaba a imaginar que su esposa y él descansarían para siempre en los terrenos del observatorio que ahora estaban pisando por primera vez.

Cuando Maclear tomó el cargo el observatorio estaba en unas precarias condiciones y mostraba un aspecto desolador. Faltaba organización y era necesario emprender multitud de reformas, porque las más mínimas labores de mantenimiento básico habían sido desatendidas por mucho tiempo. Las relaciones con el

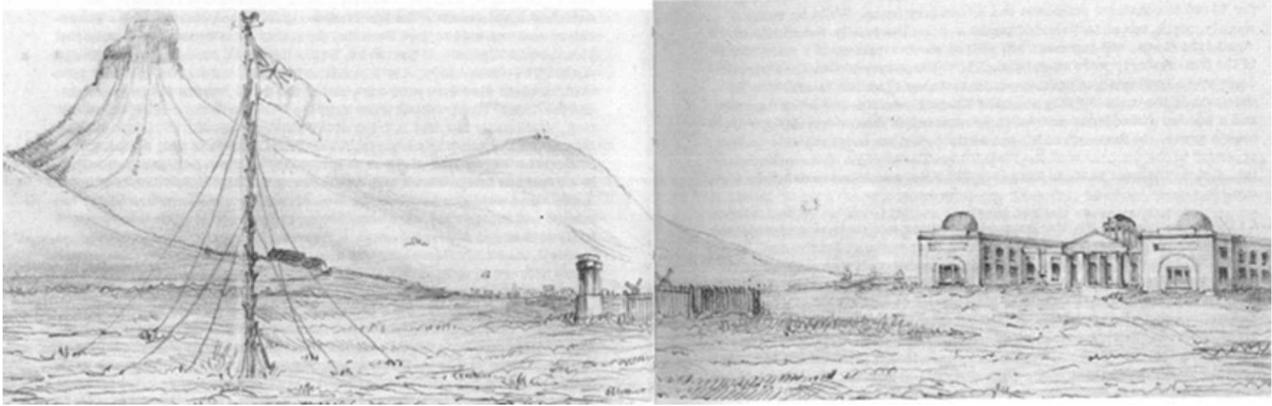


Figura 14. El Royal Observatory, en Ciudad del Cabo, poco después de su fundación.

Almirantazgo no habían sido buenas, había escasez de fondos y como consecuencia el personal allí destacado estaba dominado por la desmotivación -a veces incluso hasta por la desidia- reinando un ambiente crispado y tenso. El anterior director, Henderson, calificaba el lugar como una “*miserable ciénaga*”. La infraestructura del lugar dejaba mucho que desear; por ejemplo, ni siquiera estaba dotado de retretes, el ganado campaba a sus anchas por los terrenos aledaños y buscando la sombra de los edificios llegaban a introducir sus cornamentas por las ventanas, las cúpulas no podían usarse porque los cerrojos estaba atascados, no existía ningún tipo de camino para acceder al recinto, ni por supuesto, un vallado que delimitara la extensión del complejo. Por si fuera poco, algunos de los instrumentos de observación funcionaban mal y el gobierno no invertía en su mantenimiento ni en su sustitución. Que Maclear era el tercer director en el lapso de 14 años, era un buen indicativo de que la cosa no iba demasiado bien. Aunque el observatorio había sido fundado en 1820, los primeros edificios no se construyeron hasta 1827, por lo tanto, a la llegada de Maclear el enclave era prácticamente recién nacido a la par que desatendido. En la figura 14 se muestra un dibujo de aquella época (1834 por Bowler).

Ante una situación tan desalentadora y con unas perspectivas de futuro tan poco halagüeñas Maclear no se amedrentó y puso todo su empeño en sacar adelante el proyecto. Sin duda, la cercana compañía de su amigo Herschel supuso un gran estímulo, siendo su confidente y consejero, dada su mayor experiencia. Aparte de sus reuniones en persona, los dos astrónomos intercambiaban correspondencia casi a diario. El apoyo moral e intelectual fue decisivo pero, además, la influencia de Herschel, tras su regreso a Inglaterra, permitió que el Almirantazgo británico accediera a enviar nuevos instrumentos a Cape en 1839, 1849 y 1847.

La misión específica de Maclear era la de compilar un catálogo estelar del cielo sur, aunque muchísimas otras tareas fueron las que completó. Su espíritu de observador empedernido acumulaba observaciones a tal ritmo que los escasos y a veces incapaces asistentes de su equipo no daban abasto para reducir los datos. Al principio hubo temporadas en las que Maclear trabajó sin asistente. La situación cambió cuando, tras

repetidos requerimientos de Maclear al Almirantazgo, un joven y capaz astrónomo de tan solo 16 años llegó a Cape para ser su nuevo asistente. Se trataba de Charles Piazz Smyth (o Smythe), hijo del Almirante Smyth, su gran amigo. ¿Una simple casualidad? Sin duda, el trabajo más relevante en la carrera de Maclear fue ratificar que la Tierra era... ¡redonda! Nos explicamos. Nicholas Louis Abbe De la Caille (1713-1762), enviado por el gobierno francés, permaneció en Cape desde 1751 hasta 1753 para medir la curvatura de la Tierra. En algo fallaron sus mediciones pues sus resultados mostraron que la Tierra tenía forma de *pera*, en vez de algo parecido a una *naranja*. Maclear recibió la orden de recalcular la longitud y la curvatura del arco de meridiano para solventar la incongruencia de la Caille. Sus trabajos se alargaron desde 1838 hasta 1847 aunque los resultados no se publicaron hasta 1866 con el título “*Verification and Extension of La Caille’s Arc of Meridian at the Cape of Good Hope*”, editado en dos volúmenes por sir George Airy. Por este trabajo se le entregó la Medalla Lalande de la Academia de París en 1867 y la Medalla de Oro de la Royal Society en 1869.

Así pues, la instalación paulatina de más y mejores instrumentos de observación redundaron en precisas observaciones de todo tipo. Bien es cierto que las estrellas dobles no fueron objeto de observaciones regulares durante aquella primera época. Aun así, Maclear realizó unas pocas observaciones, que aparecen publicadas en 1851 como “*Micrometrical Measurements of Double Stars*” en MNRAS, vol. 11, p. 39. En total son diez pares medidos en varias noches, de los cuales la entrada correspondiente a Epsilon Canis Majoris es un nuevo descubrimiento. Todas estas medidas fueron republicadas en 1905 en *Annals of the Royal Observatory*, vol. 2, parte 4., siendo esta referencia la que aparece en el WDS. Así, la única doble descubierta por Maclear, no figura a su nombre, sino con el código correspondiente al observatorio (CPO 7) al haberse perdido la referencia original de 1851. En el curso de esta investigación comunicamos este hecho a Brian Mason, gestor del catálogo de Washington, quien agradeció la información y hará las añadiduras oportunas con los nuevos datos en el apartado de Notas del WDS. Sin embargo, según sus palabras, cambiar el código para adjudicar el descubrimiento a Ma-



clear, supondría más inconvenientes que ventajas por las connotaciones históricas de este par. Éste quiso ser nuestro pequeño homenaje a Maclear. Además de este juego de medidas, Maclear realizó una precisa serie de mediciones de Alpha Centauri (en total 196) que, aunque no fueron publicadas, sirvieron como apoyo para la medición de la paralaje, en los trabajos de Henderson.

Maclear se retiró a los 76 años. Paradójicamente, pasó parte de su retiro completamente ciego. Quizás, su visión, también quiso descansar de una frenética actividad observacional. Como nota curiosa añadiremos que la relación Herschel-Maclear se afianzó aún más cuando las dos familias se emparentaron. Efectivamente, Julia, la sexta hija de John Herschel, se casó en 1878 con John Fiot Lee Pearse Maclear, uno de los hijos de Maclear.

Tras este inciso, creemos que necesario, continuaremos con la actividad de Sir John Herschel en Sudáfrica, abordando ahora el aspecto social de su vida en Cape y de su influencia en aquella sociedad. Es cierto que John Herschel ya era famoso cuando llegó a Cape pero, en tan solo cuatro años, llegó a ser toda una institución en el ambiente social que se respiraba allí. La importancia de su labor astronómica fue indiscutible y ello podría haber bastado para satisfacer su orgullo profesional, máxime cuando su obra se realizó con un carácter privado e independiente. La actividad de un solo hombre, permitió sentar las bases de la Astrofísica en el sentido moderno de la palabra. Sin embargo, John Herschel era un hombre temperamental e implicado. Como consecuencia, su paso por la colonia dejó una profunda huella al participar activamente en los problemas de sus conciudadanos. Mucho se ha escrito acerca de este tema. Son varios los autores que han tratado este asunto buscando un trasfondo que respaldara la idea de que el viaje a Cape fue un proyecto alineado con los intereses imperialistas del gobierno británico. De esta manera la figura de John Herschel es contemplada como una herramienta al servicio del Estado trabajando en una de sus colonias para realizar tareas culturizadoras, exploradoras y científicas. No entraremos aquí a debatir este espinoso asunto. No obstante, en nuestra opinión, la implicación social de Herschel se debió únicamente a su talante particular y personal, aunque al final los resultados redundaran en beneficios específicos socio-político-culturales para el imperio. A nuestro juicio no hubo nada preconcebido. John Herschel acometió su campaña de una manera privada desde el principio hasta el final. Así, las metas que se había marcado no estarían supeditadas a otros intereses ni a otras normas o requerimientos que no fueron los suyos propios. Nadie, ni siquiera el gobierno, debería interferir en sus actividades astronómicas y, cómo es lógico, tampoco en los aspectos morales y políticos. Gracias a su peculiar personalidad se establecieron los fundamentos del sistema educativo de la colonia y se sentaron las bases de un programa de estudios meteorológicos (junto con Maclear), además de realizar campañas para explorar geográficamente zonas de terreno vírgenes situadas

hacia el interior. Algunos historiadores apuntan que consumió tanto tiempo en este tipo de actuaciones como el invertido en sus barridos celestes, sin olvidar que también llevó a cabo experimentos químicos, incursiones en la botánica autóctona, registro gráfico de paisajes, etc.

Cuando las observaciones concluyeron Herschel anunció su inminente regreso a Inglaterra. Los miembros de la *South African Literary and Scientific Institution* de la que Herschel era presidente, decidieron en asamblea entregarle un presente y acordaron acuñar una medalla de oro conmemorativa que le fue entregada en un acto solemne poco antes de su partida. Posteriormente, el 28 de noviembre de 1834, se acordó la erección de un monumento en su honor, para lo que se abrió una segunda suscripción popular y se creó un comité para llevar a efecto el proyecto. El famoso obelisco, ahora monumento nacional en Sudáfrica, se ubicaría en Feldhausen en el punto exacto donde había estado asentado el reflector de 20-pies. El monumento se construyó en piedra Craigleith, traída específicamente desde Edimburgo, siendo los profesores Forbes y Henderson los encargados de supervisar estas gestiones en Escocia. Las piezas del obelisco llegaron a Cape en agosto de 1841, comenzándose enseguida su ensamblaje. Un exquisito relato de todos los pormenores referentes a las obras fue publicado por Maclear en *MNRAS*, vol. 6, pág. 69-71: "*Account of the Erection of the Herschel Obelisk at the Cape of Good Hope, accompanied by the Report of Colonel Lewis, and a Plan of the same*". En este texto encontramos muchos detalles acerca de las dimensiones del monumento. Sobre una sólida cimentación, para lo que hubo que profundizar hasta metro y medio para encontrar el firme, se colocó una placa cuadrada de granito de 3 metros de lado, siendo su centro el punto exacto donde John Herschel instaló su telescopio. Este asentamiento fue marcado por Herschel con una pequeña columna cilíndrica de piedra fijada al suelo y que fue necesario remover para hacer la cimentación, aunque luego, volvió a colocarse escrupulosamente en su lugar original atravesando la placa de granito. Como curiosidad, bajo esta pequeña columna se enterraron en un recipiente de cristal herméticamente sellado, varias monedas de cobre y plata, diversas medallas de plata de la *South African Institution*, acuñadas para el acto, con inscripciones relativas a la colonia tales como notas geográficas, estadísticas y científicas; por ejemplo, la remediación del Arco de Meridiano por Maclear. También se incluyeron, entre otras cosas, un mapa de la colonia y grabados con las nebulosas observadas por Herschel en Slough. El recipiente de vidrio se introdujo, para su protección, dentro de un bloque de madera de teka vaciado para este propósito. Seguidamente, fue montada la base, cuyos bloques de piedra superaban las dos toneladas en peso. La forma de la base es un cubo de 1,83 metros de arista y cuyas caras se orientaron perfectamente con los puntos cardinales. En la cara Este se dejó una abertura que dejaba ver la columna de Herschel. Aunque en origen esta ventana se cerró con una placa de bronce, en la actualidad permanece abierta para que el visitante pueda ver el mo-



jón. Sobre la pesada base se colocó la parte piramidal del obelisco que se levanta 3,66 metros sobre ella. Así, la altura total asciende a 5,5 metros aproximadamente. El obelisco fue erigido finalmente, tras seis meses de obras, el 15 de febrero de 1842, dejándose para el acto inaugural la colocación de la pequeña pirámide superior que remataba la obra. Al evento acudió un nutrido grupo de personas y todos los amigos que John Herschel dejó en Cape. Vemos que trasciende un profundo sentimiento de amistad y gratitud hacia la figura de su amigo y benefactor, y aquellos hombres quisieron que su memoria perdurara en el tiempo. La casa de los Herschel en Feldhausen fue demolida en 1958. En la actualidad los terrenos están ocupados físicamente por el colegio *The Grove Primary School*, en cuyos accesos ajardinados se levanta el obelisco. En tres de las caras de la base están fijadas las correspondientes placas de bronce con una inscripción conmemorativa escrita en inglés, latín y africano donde se lee:

AQUÍ ESTUVO  
 DESDE 1834 HASTA 1838  
 EL TELESCOPIO REFLECTOR DE  
 SIR JOHN HERSCHEL, BARONET  
 QUIEN DURANTE UNA ESTANCIA DE  
 CUATRO AÑOS EN ESTA COLONIA  
 CONTRIBUYÓ EN GRAN PARTE TANTO CON  
 SUS BENÉVOLOS ESFUERZOS A  
 LA CAUSA DE LA EDUCACIÓN Y  
 LA HUMANIDAD, COMO CON SUS  
 EMINENTES TALENTOS AL DESCUBRIMIENTO  
 DE LA VERDAD CIENTÍFICA  
 ERIGIDO EN 1841

En la figuras 15 y 16 mostramos una evolución del obelisco a lo largo del tiempo, así como la pequeña columna y la placa conmemorativa.

## Regreso a Europa

Podemos afirmar que la carrera observacional de John Herschel finalizó prácticamente en Cape. Nunca más se embarcaría en programas observacionales, aunque mucho trabajo quedaba aún por ejecutar. La familia Herschel dejó Ciudad del Cabo el 11 de marzo de 1838. A su llegada a Inglaterra fue recibido con todo tipo de elogios y honores. La propia Reina Victoria le concedió el título de *baronet* durante la ceremonia de su coronación. [Habría que explicar que un *baronet* (tradicionalmente traducido como *Bart*, aunque también se usa la forma *Bt*) o su equivalente femenino, *baronetess* (abreviado, *Btss*), es el poseedor de una *dignidad de Baronet*, un título hereditario concedido por la Corona británica. La Dignidad de Baronet no tiene ninguna equivalencia fuera de territorio británico, aunque algunos títulos de Caballero hereditarios, como el usado en Alemania y Austria (*Ritter*) o en Holanda (*erfridder*), podrían ser similares. También el título *Edler*, usado en Austria y en el Sur de

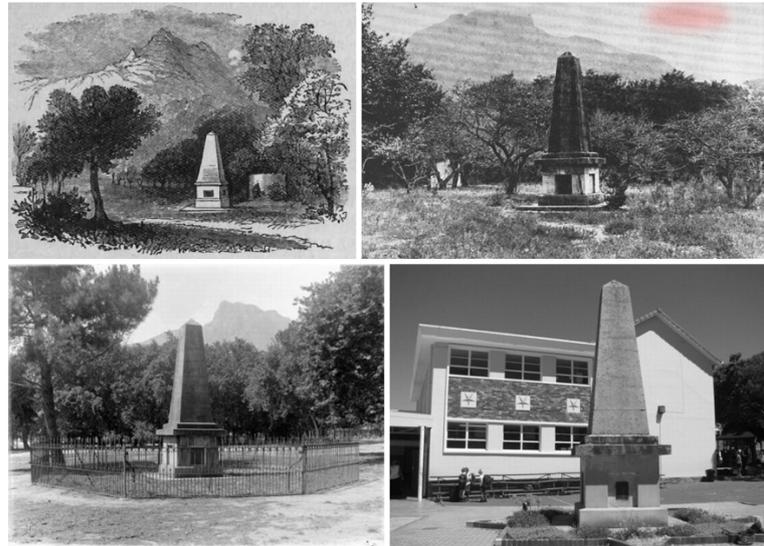


Figura 15. El obelisco en honor a John Herschel a lo largo del tiempo. Fotomontaje del autor con varias fuentes.



Figura 16. En el centro de la base del obelisco, un cilindro de granito indica el punto sobre que se centraba la base del telescopio reflector. A la derecha mostramos la placa con la inscripción inglesa conmemorativa, que se ubica en otra de las caras del monumento.

Alemania, podría ser traducido como Baronet. El nombre *baronet* es un diminutivo del título nobiliario Barón. El rango de baronet se encuentra entre el de Barón y el de Caballero]. Su reputación y prestigio, le crearon infinidad de compromisos oficiales que atender, mientras que sus archivos estaban repletos de carpetas con toda la documentación de sus observaciones esperando ser reducidas y maquetadas para llegar a la imprenta. Toda esta tarea de cálculo relacionada con la reducción de las posiciones de las nebulosas y las estrellas dobles, llegó a ser lenta y tremendamente tediosa requiriendo la inversión de todo el tiempo libre disponible. Hay que remarcar que todo el trabajo, de principio a fin, fue íntegramente ejecutado por John Herschel, hecho que alargó y demoró la fecha de publicación del trabajo. Así lo expresa Herschel: “*El conjunto de las observaciones, así como todo el trabajo de reducción, organización y preparación de las mismas para la imprenta, han sido ejecutadas por mí mismo*”. Nunca confió en delegar parte del trabajo de reducción contratando a un asistente, que hubiera supuesto un precioso ahorro de tiempo, aún a pesar de que, él mismo, reconocía que



para los cálculos numéricos mostraba “*una gran ineptitud*”. Puede que esta aseveración no fuera más que falsa modestia, pero el caso es que él solo realizó todo el trabajo. Todas estas circunstancias hicieron que su gran obra no fuera publicada hasta nueve años después de su regreso a Inglaterra. Finalmente, en marzo de 1847, todo estuvo terminado y su obra se publicó a finales de ese mismo año. El volumen de 452 páginas e ilustrado por 17 láminas llevó el extenso título de “*Results of Astronomical Observations Made during the Years 1834, 5, 6, 7, 8 at the Cape of Good Hope; Being the Completion of a Telescopic Survey of the Whole Surface of the Visible Heavens, Commenced in 1825 by Sir J. F. W. Herschel* (London: Smith and Elder, 1847). Para obviar un nombre tan largo, usualmente se conoció la obra como *Cape Results*. Se imprimió una tirada de 500 ejemplares, de los cuales 350 fueron repartidos gratuitamente y los otros 150 se pusieron a la venta pública (figura 17).

Vemos que la totalidad de la obra está publicada en un único volumen. Este hecho supone una tremenda ventaja práctica, pues para cualquier consulta al trabajo basta acudir a una única referencia; al mismo tiempo, la difusión fuera del país de origen resulta mucho más sencilla. De nuevo, John Herschel demuestra una increíble visión de futuro. Que *Cape Results* fuera publicado en forma de libro no es una casualidad. En aquella época, como el lector ya habrá observado, la forma usual de publicación de trabajos científicos era, generalmente, mediante la inclusión de pequeños artículos en cualquiera de las publicaciones habituales de la Royal Astronomical Society. Así, en nuestro caso, la obra de un determinado astrónomo a

lo largo de su carrera, siempre estaría fragmentada, con los inconvenientes que se acarrean a la hora de consultar cualquier trabajo. Como ejemplo, sin ir más lejos, fijémonos en los trabajos de William Herschel, los cuales aparecen dispersados en no menos de 37 volúmenes de las *Philosophical Transactions*. De hecho, el mejor reconocimiento, generalmente póstumo, a la carrera profesional de un científico, consiste en la recopilación de todos sus trabajos en un único volumen. Pero sin embargo, una publicación en formato libro siempre resulta considerablemente más cara, y el factor económico, no nos engañemos, es un factor clave. En este sentido, Herschel rompe –por primera vez– su pacto de privacidad aceptando ayuda financiera externa para la publicación de su obra. Efectivamente, la impresión de *Cape Results* se llevó a cabo haciendo uso de los fondos (1000 libras, parece ser) donados por Hugh Percy, 3<sup>er</sup> Duke de Northumberland (1785-1847). En agradecimiento, John Herschel dedicó *Cape Results* a su benefactor, aunque éste, falleció poco antes de que el libro saliera a la calle.

*Cape Results* está estructurado en siete capítulos:

1. - *Of the Nebulae of the Southern Hemisphere.*
2. - *Of the Double Stars of the Southern Hemisphere.*
3. - *Of Astrometry, or the Numerical Expression of the Apparent Magnitudes of the Stars.*
4. - *Of the Distribution of Stars, and of the Constitution of the Galaxy in the Southern Hemisphere.*
5. - *Observations of Halley's Comet, with Remarks on its Physical Condition, and that of Comets in General.*
6. - *Observations of the Satellites of Saturn.*
7. - *Observations of the Solar Spots.*

De todos ellos, aún a pesar de su interés y por razones obvias, nos centraremos exclusivamente en comentar el correspondiente a las estrellas dobles, el cual se subdivide en los siguientes apartados:

- *Introduction to the Catalogue of the Southern Double Stars.*
- *Reduced Observations of Double Stars made with the 20-feet Reflector at Feldhausen, C. G. H., in the years 1834-1838.*
- *Introduction to the micrometrical measures of Double Stars.*
- *Micrometrical Measures of Double Stars with the Seven-feet Equatorial, taken at Feldhausen, C. G. H. Notes to accompany the micrometrical measures... Synopsis of the results.*
- *Comparison of Angles of Position of double Stars measured with the Seven feet Equatorial and the 20 feet Reflector.*
- *Special remarks on the measures of particular double stars.*

En la introducción al catálogo, John Herschel vuelve a comentar ampliamente sus desvelos por la

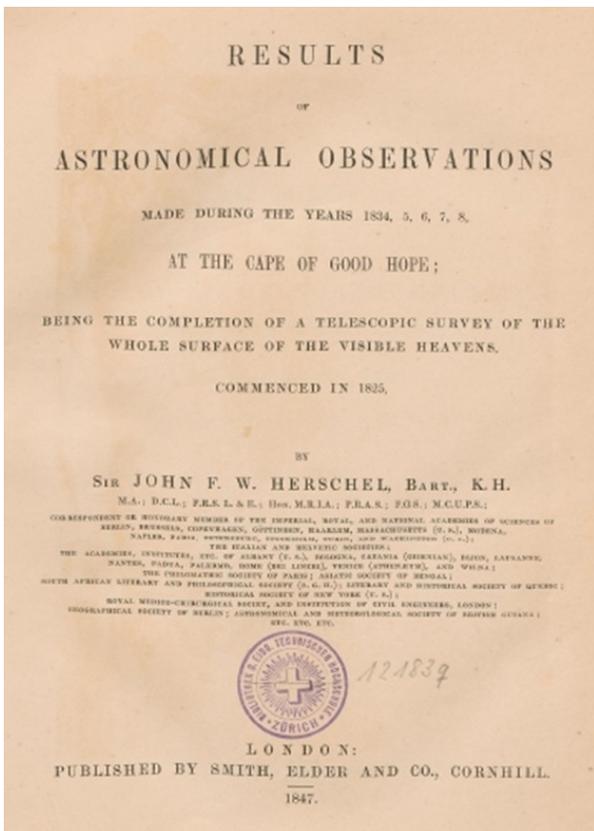


Figura 17. Portada de *Cape Results*, obra cumbre de John Herschel.



calidad de su micrómetro. Manifiesta que el aparato fue puesto en manos de los fabricantes originales (*Troughton and Simms*) antes de partir hacia Sudáfrica y que aunque durante un tiempo trabajó con cierta corrección, en los cuatro años que duraron las observaciones australes solo procuró quebraderos de cabeza: los hilos seguían enganchándose en el acto de cruzarse. Varias veces se sustituyeron los hilos de seda de araña por otros nuevos por ver si el problema se solucionaba. El propio Maclear, hábil en estas tareas, colocó hilos finísimos y resistentes de la araña Bermuda. Aun así, el problema persistió: los hilos siguieron rozándose y moviéndose a tirones. Comenta John Herschel que la fiabilidad en las medidas brillaba por su ausencia y que siempre debía esperarse una cierta cantidad de error. Debido a esta falta de confianza son muchísimos los pares cuya distancia fue medida usando el método de los tránsitos oblicuos, técnica independiente que le permitió paliar en parte su desesperación.

En los seis catálogos publicados en el hemisferio norte se registraron un total de 3346 pares. Este número se incrementó hasta 5449 tras la exploración del cielo sur. John Herschel presenta dos catálogos diferenciados de estrellas dobles de acuerdo al instrumento de observación usado. El primero consta de 2102 nuevos pares observados con el *20-feet*, aportando magnitudes, posiciones (Ascensión Recta y Distancia Polar Norte -N. P. D.-) para 1830, ángulos de posición y, por lo general, toscas estimaciones de las distancias. El segundo presenta medidas precisas de distancia y ángulos de posición de los pares de la lista anterior que eran resolubles con el refractor y cuyos resultados están basados en un total de 1112 medidas micrométricas. En efecto, siempre que la magnitud de la secundaria lo permitiera o la separación fuera asequible, las medidas de ángulo y distancia realizadas con el reflector eran reexaminadas con el ecuatorial ya que los resultados eran mucho más fiables. En parte, ello era debido a las características del telescopio en sí mismo, pero también, porque permitía medir varias veces el mismo par en una misma noche y se suavizaban los errores al promediar las medidas parciales. Por otro lado, muchos sistemas se midieron varias veces en el intervalo de los cuatro años, sobre todo cuando se sospechaban o eran evidentes sensibles movimientos relativos entre las componentes. Era innegable que los ángulos de posición obtenidos por los dos telescopios mostraban serias discrepancias y John Herschel intenta averiguar si existe una relación entre ellas. Asumiendo que, generalmente, los valores del refractor son más fiables se observa que, algunas veces, sus resultados exceden en  $2^{\circ} 6'$  a los del reflector, mientras que otras ocasiones se observa una diferencia de  $1^{\circ} 1'$  por defecto, dándose, asimismo, valores que fluctúan por todos los valores comprendidos entre los dos extremos. *“Para un mismo ángulo de posición”* las diferencias -aquí está el patrón comparativo- son *“siempre las mismas o muy parecidas”*. Según lo dicho, John Herschel establece que las diferencias para un cierto ángulo de posición típico se distribuyen de acuerdo a un cierto patrón. Seguidamente, representan-

do estos valores en un gráfico de dispersión dibuja su conocida curva de interpolación que permite obtener la relación para cualquier valor intermedio de ángulo de posición. De esta manera, un ángulo de posición medido con uno de los telescopios puede ser convertido fácilmente en el valor correspondiente que se obtendría si hubiera sido medido con el otro instrumento. Con esta conversión no se obtiene ninguna diferencia residual salvo las propias producidas por eventuales errores accidentales acarreados en una observación imperfecta. Bien es cierto que John Herschel ya había notado estas discrepancias en sus trabajos previos y la existencia de las mismas podría ser explicada no tanto por defectos en los instrumentos, sino por desviaciones sistemáticas cuando el ojo del observador realiza las mediciones. Ciertamente, es bien conocido por los observadores visuales de estrellas dobles que las medidas difieren cuando el hilo del micrómetro que une a las dos componentes (denominado eje del par) con el propósito de medir el ángulo de posición, se encuentra con respecto a los ojos, a diferentes inclinaciones. El caso más favorable siempre se da cuando el eje del par es paralelo a la línea que une los ojos. El efecto nocivo, llegando a un caso extremo, también puede variar al observar con el ojo derecho o con el ojo izquierdo; es decir, un par puede parecer perfectamente alineado con el hilo cuando es observado con el ojo derecho pero puede parecer no estarlo simplemente observando el campo -acto seguido- usando el ojo izquierdo. Las diferentes inclinaciones del eje del par procurarán errores de diferente cuantía al realizar las lecturas y este efecto es exclusivo y particular para cada observador: su ecuación personal. De hecho, los grandes micrometristas visuales siempre anotaban en sus cuadernos de observación y para cada par medido cual era la disposición del eje del par con respecto a sus ojos. Después, en la reducción de datos, aplicaban las pertinentes correcciones a las medidas brutas.

A modo de resumen, puede decirse que las coordenadas (A. R. y N. P. D.) son excelentes, máxime teniendo en cuenta -como ya dijimos-, que la carencia de catálogos estelares fiables del cielo sur que suministraran estrellas de referencia, suponía una gran complicación. Aquí entró en juego la gran minuciosidad y perseverancia de John Herschel. El mismo orden de calidad es aplicable a las medidas de los ángulos de posición.

Ya comentamos que las estrellas que aparecían como dobles al telescopio eran invariablemente medidas con el mayor grado de exactitud que permitían las condiciones climatológicas e instrumentales. Parece claro que muchos pares en torno a los dos segundos de arco de separación pasaran desapercibidos al escrutinio de John Herschel, al no existir un plan preconcebido para la búsqueda exhaustiva de estos objetos. Sin duda, este hecho influyó en el número total de descubrimientos. Sin embargo, y a pesar de ello, la impresión de John Herschel era que el hemisferio sur era menos rico en estrellas dobles y una somera valoración estadística parecía indicar que la escasez de pares se hacía más notable en las últimas seis horas de Ascen-



sión Recta. Como la distribución de pares en los cuatro cuadrantes de AR eran 542, 625, 604 y 452, se deriva que el último está menos poblado (en torno a  $\frac{1}{4}$ ) que los otros tres. Podría pensarse que el cuarto cuadrante fue el menos observado, pero en realidad ocurre todo lo contrario: toda esta zona fue de nuevo barrida en los meses de invierno (de julio a octubre), cuando en Ciudad del Cabo las noches son generalmente más estables y permiten aplicar los aumentos más altos. Por otra parte, en el registro de nebulosas también se da una deficiencia en este mismo cuadrante. John Herschel se sorprende de esta singularidad; por ejemplo, el día 28 de julio de 1835 escribe en el cuaderno de observación: “Empiezo a pensar que nunca veré otra vez una estrella doble cerrada. Es sorprendente que todos estos últimos barridos están completamente desprovistos de estos objetos...Esta es una notable característica”. (Eo ipso notantur, quia non videntur). Es interesante observar que al margen de las medidas micrométricas se intenta extraer de los datos globales otro tipo de resultados y otras informaciones usando sencillas herramientas estadísticas.

Sin duda, la labor de John Herschel fue encomiable. Sus publicaciones científicas son muy diversas y abarcan muchas especialidades astronómicas. Por ejemplo, su catálogo general de nebulosas y cúmulos publicado en 1864 es una de las obras de más envergadura de este campo. Además, no olvidó la faceta de la divulgación y de la formación. Así, sus libros *A Treatise on Astronomy* (1833) y *Outlines of Astronomy* (1849) entre otros, se encuentran entre los más destacados en la historia de la astronomía. Galardonado varias veces con las más altas distinciones, se consolidó como un astrónomo de referencia en su época, siendo durante tres periodos Presidente de la Royal Astronomical Society (1827–29, 1839–41, 1847–49). Sin duda, fue uno de los doblistas más importantes de la apasionante historia de las estrellas dobles, cuya labor ha sido punto de partida para otras muchas generaciones de observadores.

Después de su muerte, en 1874, se publicó un catálogo que recogía todos sus registros en el que se acumularon 10300 entradas (figura 18). La edición de este catálogo póstumo corrió a cargo de los reverendos Robert Main (1808-1878) y Charles Pritchard (1808-1893). La obra se imprimió con el nombre de *A catalogue of 10.300 Multiple and Double Star, Arranged in Order of Right Ascension*. (Memoirs of the Royal Society of London, Vol. XL). Podríamos considerar que con la divulgación de este nuevo listado llega el primer catálogo general de estrellas dobles de todo el cielo, que en honor a su compilador se denominó coloquialmente como *Catalogue of John Herschel*. Si realizamos un pequeño cálculo, llegaremos a la conclusión de que este catálogo contiene cuatro veces más estrellas dobles que el publicado por Struve. Sin embargo, es sin duda una obra inacabada. Contiene multitud de errores y la falta de datos de magnitudes, ángulos y distancias son notables en infinidad de pares. Además las omisiones de varios cientos de estrellas dobles notables es otro dato curioso, en contraposición

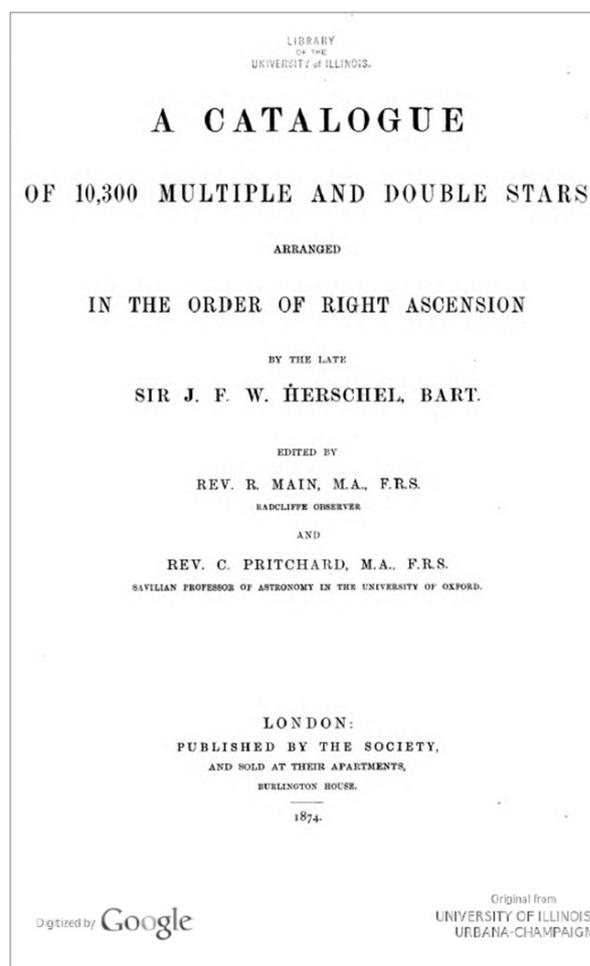


Figura 18. Catálogo general de estrellas dobles de John Herschel, publicación póstuma, en 1874. Google Books.

a otro importante número de pares que figuran como dobles sin serlo realmente. Aun así, su obra, es el legado de una saga y su valor científico trascendental. ☺

## Bibliografía

John Herschel & James South, *Observations of the Apparent Distances and Positions of 380 Double and Triple Stars, Made in the Years 1821, 1822, and 1823, and Compared with Those of Other Astronomers; Together with an Account of Such Changes as Appear to Have Taken Place in Them since Their First Discovery. Also a Description of a Five-foot Equatorial Instrument Employed in the Observations*, Phil. Trans. (1824), pt. 3, 1–412.

John Herschel, *Account of Some Observations Made with a 20-foot Reflecting Telescope: Comprehending, 1. Descriptions and Approximate Places of 321 New Double and Triple Stars. 2. Observations of the Second Comet of 1825. 3. An Account of the Actual State of the Great Nebula in Orion, Compared with Those of Former Astronomers. 4. Observations of the Nebula in the Girdle of Andromeda*, Mem. RAS 2 (1826), 459–97.

John Herschel [W. Herschel], *Observations of the Distances and Positions of 458 Double and Triple*



*Stars, Made in the Years 1823, 1824, and 1825; Together with a Re-examination of 36 Stars of the Same Description, the Distances and Positions of Which Were Communicated in a Former Memoir*, Phil. Trans. (1826), 1–391.

John Herschel, *Approximate Places and Descriptions of 295 New Double and Triple Stars, Discovered in the Course of a Series of Observations with a 20-foot Reflecting Telescope; Together with Some Observations of Double Stars Previously Known*, Mem. RAS 3 (1829), 47–63.

John Herschel, *Observations with a 20-foot Reflecting Telescope.—Third Series; Containing a Catalogue of 384 New Double and Multiple Stars; Completing a First Thousand of Those Objects Detected in Sweeps with that Instrument; Together with Observations of Some Previously Known*, Mem. RAS 3 (1829), 177–213.

John Herschel, *Fourth Series of Observations with a 20-foot Reflector; Containing the Mean Places and Other Particulars of 1236 Double Stars, as Determined at Slough, in the Years 1828 and 1829, with That Instrument, (the Greater Part of Them Not Previously Described)*, Mem. RAS 4 (1831), 331–78.

John Herschel, *Fifth Catalogue of Double Stars Observed at Slough in the Years 1830 and 1831 with the 20-foot Reflector; Containing the Places, Descriptions, and Measured Angles of Position of 2,007 of Those Objects, of Which 1,304 Have Not Been Found Described in Any Previous Collection; the Whole Reduced to the Epoch 1830.0*, Mem. RAS 6 (1833), 1–73.

John Herschel, *On the Investigation of the Orbits of Revolving Double Stars; Being a Supplement to a Paper Entitled 'Micrometrical Measures of 364 Double Stars,' &c., &c.*, Mem. RAS 5 (1833), 171–222.

John Herschel, *Micrometrical Measures of 364 Double Stars with a 7-foot Equatorial Achromatic Telescope, Taken at Slough, in the Years 1828, 1829, and*

1830, Mem. RAS 5 (1833), 13–91.

John Herschel, *Remarks on a Fifth Catalogue of Double Stars, Communicated to the Royal Astronomical Society, June 7, 1832*, Mem. RAS 6 (1833), 74–81.

John Herschel, *A Second Series of Micrometrical Measures of Double Stars, Chiefly Performed with the 7-foot Equatorial, at Slough, in the Years 1831, 2, and 3*, Mem. RAS 8 (1835), 37–59.

John Herschel, *Sixth Catalogue of Double Stars, Observed at Slough, in the Years 1831 and 1832, with the 20-foot Reflector; Containing the Places, Descriptions, and Measured Angles of Position of 286 of Those Objects, of Which 105 Have Not Been Previously Described. Reduced to the Epoch 1830.0*, Mem. RAS 9 (1836), 193–204.

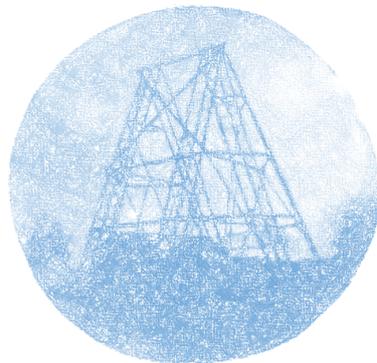
John Herschel, *A Synopsis of All Sir William Herschel's Micrometrical Measurements and Estimated Positions and Distances of the Double Stars Described by Him, Together with a Catalogue of Those Stars in Order of Right Ascension for the Epoch 1800.0, So Far As They Are Capable of Identification*, Mem. RAS 35 (1867), 21–136.

John Herschel, *Additional Identifications of Double Stars in the Synoptic Catalogues of Sir William Herschel's Micrometrical Measurements &c, with a List of Errata*, MNRAS 28 (1868), 151–4.

John Herschel, *Seventh Catalogue of Double Stars, Observed at Slough, in the Years 1823–1828, Inclusive, with the 20-foot Reflector; 84 of Which Have Not Been Previously Described*, Mem. RAS 38 (1871), 1–16.

John Herschel, *A Catalogue of 10,300 Multiple and Double Stars Arranged in the Order of Right Ascension*, ed. by Rev. R. Main and Rev. C. Pritchard, Mem. RAS 40 (1874), i-xii + 144.

*The Herschels and modern astronomy*, Agnes Mary Clerke, CASSELL and COMPANY, Limited, LONDON, PARIS & MELBOURNE, 1895.



## *Esa cosa del Universo*

por  
**JAVIER ARMENTIA**

AUNQUE LLEVE MÁS DE 30 AÑOS dedicado a la divulgación de la astronomía (y de otras ciencias también), con colaboraciones en publicaciones impresas y en radio sobre todo, además del cuarto de siglo que llevo trabajando para el Planetario de Pamplona y en el cara a cara de hablar para pequeños y grandes en todas las plazas imaginables, cada día entiendo menos a qué se debe esa atracción que genera "esa cosa del Universo" en gente que, habitualmente, está más bien preocupada por otros temas más mundanos y que declara que lo de la ciencia le queda lejos. Seguro que más de un lector conoce esa sensación de encontrarse con alguien que te suele decir: "haz tú la cuenta, astrónomo, que yo soy de letras" y que te comente de repente: "oye, por cierto, eso de los universos múltiples y ese gigantesco agujero negro que han descubierto...".

En un país en el que, de una manera u otra (personalmente creo que es más porque no entendemos las preguntas ni nos solemos fijar en lo que nos comentan), una de cada cuatro personas que contestó a la Encuesta sobre Percepción Social de la Ciencia que la FECYT hizo el año pasado creía que el Sol da vueltas alrededor de la Tierra, la epopeya de Rosetta y Philae se convirtió en portada de todos los medios de comunicación. Y contra todo pronóstico, el hallazgo experimental del bosón de Higgs fue noticia del año, aunque solo para entender qué era un bosón hiciera falta multiplicar el nivel científico promedio por cien.

Pero llega una imagen del Telescopio Espacial y nos crea un suspiro colectivo, a tiritos y troyanos. Esa cosa del Universo, de alguna forma, enamora y *da buen*

*rollo*. Lo mismo es porque habla de quiénes somos, de dónde venimos y adónde vamos. O lo intenta... Y espero que la iniciativa que este verano lanzamos con la Sociedad Espa-

ñola de Astronomía de poner los nombres de Cervantes, Dulcinea, Rocinante, Quijote y Sancho a un sistema estelar con sus cuatro planetas sea también algo que consiga enamorar al país del "que inventen ellos". De alguna manera, he percibido que aunque la NASA siga siendo "la NASA", y a pesar de la diáspora de jóvenes científicos por la desidia oficial, comienza la ciudadanía

a sentir una cierta pertenencia al hablar del Universo como algo con *denominación de origen*: tenemos los mejores cielos de Europa (no solo para las playas...) y cada verano la gente busca fugaces en el cielo nocturno, (huyendo de la invasión de farolas, es cierto). Y hay astrónomos profesionales y aficionados con nivel y que están un día sí y al otro también contando de la ciencia y el cielo con un amor inusitado en otras disciplinas científicas. Hasta en el telediario, después de todo eso tan prescindible y ruin que llama-

mamos actualidad, aparece esa noticia de cierre en la que tan a menudo resulta ser protagonista, cómo no, "esa cosa del Universo".



*Javier Armentia Fructuoso es un astrofísico y, desde 1993, director del Planetario de Pamplona. Autor de numerosos libros, es un conocido divulgador de temas científicos, además de un activo miembro de la Sociedad para el Avance del Pensamiento Crítico, de la que fue presidente. Colaborador habitual en medios de comunicación.*