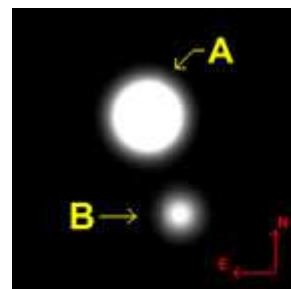


el observador de estrellas dobles

14

enero · junio de 2015



Medidas de estrellas dobles

Edgardo R. Masa

Marcel Fay

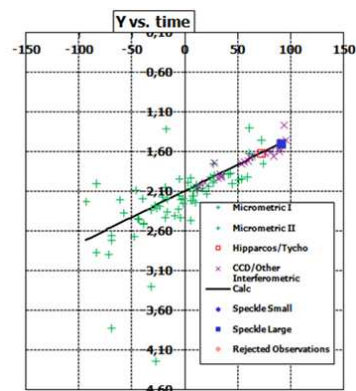
Margarita Granado

Lluís Ribé

Joseph M. Carro

Relative Motion Calculator: una herramienta para estudios dinámicos de estrellas dobles

Francisco M. Rica



COUTEAU Y DOMMANGET,

dos grandes de las dobles que nos dejaron

SECCIÓN

¿por qué observo
Estrellas dobles?

CON
Lluís Ribé

PROYECTO MESDA-LIADA

presentación del
Proyecto de Medición y Estudio
de Sistemas Dobles Abandonados
de la LIADA

FUERA DE FOCO

Inés Rodríguez
escribe en OED



índice

ACTUALIDAD

Editorial | 3

Noticias de actualidad | 4

por *Francisco M. Rica*

Actualidad de la Sección 26 de la UAI y Obituario (P. Couteau y J. C. A. Dommanget) | 10

por *Edgardo Rubén Masa Martín*

El proyecto MESDA-Liada | 13

por *Carlos A. Krawczenko*

OBSERVACIÓN

Mediciones CCD desde el OACP: 6ª serie | 14

por *Edgardo Rubén Masa Martín*

Medidas astrométricas de estrellas dobles. Reporte de septiembre de 2014 | 35

por *Joseph M. Carro*

Astrometría de estrellas dobles visuales desde cielos urbanos: 4ª serie | 40

por *Margarita Granado Sánchez-Toscano*

Medidas astrométricas de 140 estrellas dobles visuales | 48

por *Marcel Fay*

Observación de estrellas dobles olvidadas: 6ª serie | 57

por *Lluís Ribé de Pont*

METODOLOGÍA

Relative Motion Calculator v5.18 | 61

por *Francisco M. Rica*

¿POR QUÉ...?

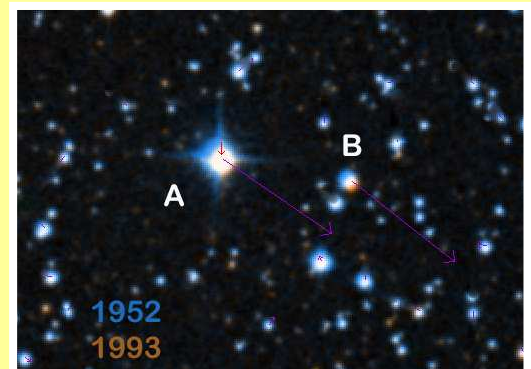
¿Por qué observo estrellas dobles? | 69

Firma invitada: *Lluís Ribé de Pont*

FUERA DE FOCO

Una estrella con (mal) carácter | 71

Firma invitada: *Inés Rodríguez Hidalgo*

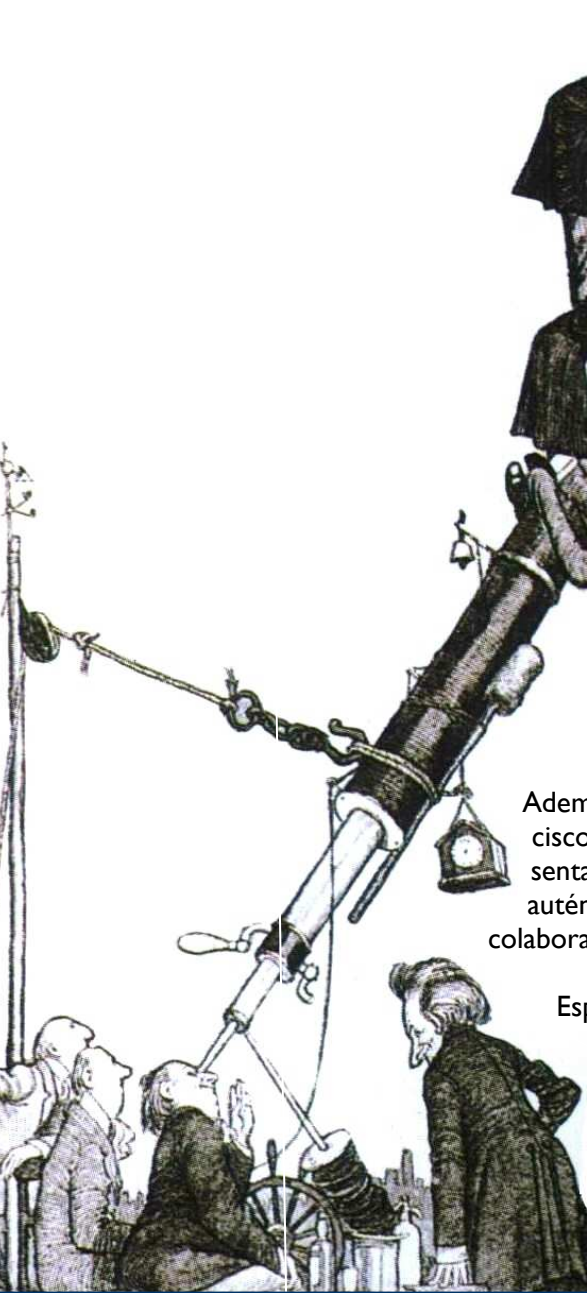


"Mediciones CCD desde el OACP...", página 27.

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 mayo de 2015.



El número 14 de **OED** que tienes en las manos viene como regalo de Reyes del nuevo año 2015 que acabamos de empezar. Un año cargado de ilusiones y proyectos, esperamos que también lleno de observaciones de nuestras queridas estrellas dobles, y que seguro será recordado por algunos encuentros y congresos de especial importancia. Sin ir más lejos, durante los días 18 al 20 de septiembre tendrá lugar en Villanova i la Geltru (Barcelona) el *IV International Meeting Pro-Am on Binary and Multiple Stars*, un acontecimiento único que reunirá a todos los amantes de las estrellas dobles. Unos meses antes, a mediados de junio, tendrá lugar el *II Congreso Pro-Am de Astronomía* en Alcalá la Real (Jaén).

Al dar la bienvenida al nuevo año, hemos dejado atrás 2014. Un año triste, un año de despedidas, en especial para los amantes de las estrellas dobles. En agosto nos dejó Paul Couteau y en octubre Jean C. A. Dommanget. En el interior de la revista tienes unas semblanzas sobre sus vidas publicadas en la Circular n.º 184 de la Comisión 26 y escritas de manera inmejorable por Jean-Claude Thorel y Patricia Lampens, respectivamente. Unas pérdidas irreparables. Sin duda alguna deben ser recordados y admirados por todo lo que hicieron. Sirvan estas líneas como nuestro más sincero y emotivo homenaje.

Además, la revista viene cargada con artículos muy interesantes escritos por Francisco M. Rica, Margarita Granado, Lluís Ribé, Joseph Carro, Edgar R. Masa y la presentación del proyecto MESDA-LIADA de la mano de Carlos Krawczenko. Como auténtico cierre de lujo, en la sección *Fuera de Foco*, contamos con la valiosísima colaboración de la astrofísica Inés Rodríguez Hidalgo.

Esperamos que el contenido de la revista sea de vuestro interés y muchas gracias por seguir confiando en nosotros un año más. ©

LOS EDITORES

director honorífico

editores

sitio web

colaboradores

Sr. D. José Luis Comellas García-Llera

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

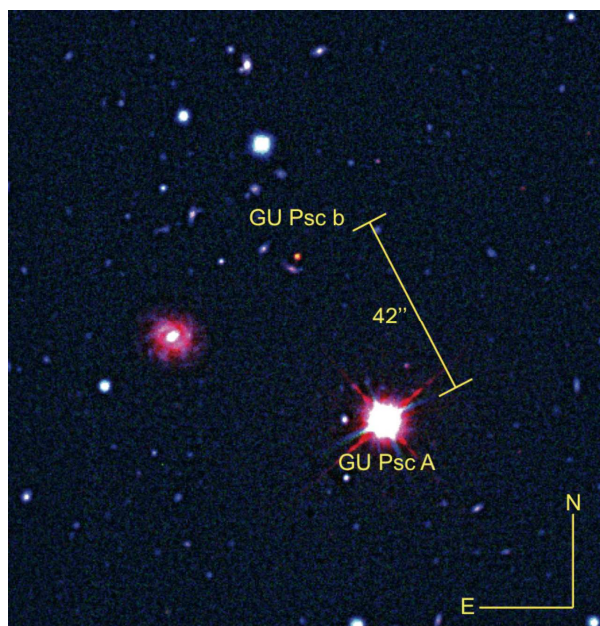
rafaelbenpal@gmail.com
struve1@gmail.com
ermasa.dsa@gmail.com

www.elobservadordeestrellasdobles.wordpress.com

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

con el apoyo de

Descubrimiento de una compañera separada de masa planetaria en la estrella GU Psc



Un grupo internacional de astrofísicos, liderado por Dr. Marie-Eve Naud (Universidad de Montreal) ha presentado el descubrimiento de una compañera de masa planetaria situada a 42 segundos de arco de la joven estrella GU Psc (probablemente un miembro del Grupo de Movimiento Estelar AB Doradus), de tipo espectral M3. Esta nueva componente, que posee co-movimiento con su brillante compañera, fue primero detectada a través de un estudio debido a su color rojo en banda i-z ($> 3,5$) usando el instrumento Gemini-S/GMOS. El estudio con otros instrumentos revela que se trata de una enana marrón $T_{3,5} \pm 1$ y muestra signos de juventud. Los modelos atmosféricos indican temperaturas de 1000-1100 K que corresponde con una masa de entre 9 y 13 veces la de Júpiter (usando la edad del grupo AB Doradus). [Naud, Marie-Eve et al., Mayo 2014, *ApJ*, 787, 5]

Figura 1. Nuevo exoplaneta observado visualmente y compañero de la joven estrella GU Psc. Crédito: <http://www.sci-news.com/astronomy/science-gu-psc-b-exoplanet-01923.html>

Estudio de los sistemas triples V819 Her, V2388 Oph y V1031 Ori

Los sistemas V819 Her, V2388 Oph, y V1031 Ori son sistemas triples compuestos por una binaria eclipsante y una compañera visual distante en una órbita mucho más externa. Un grupo de tres astrónomos de Chequia ha realizado un análisis detallado de estos interesantes sistemas combinando dos técnicas de observación: interferometría y variación de periodo aparente. Los datos interferométricos realizados durante el último siglo determinan las órbitas visuales de las componentes distantes en estos sistemas. El análisis combinado de las medidas de posición astrométrica junto con el análisis de los cambios de periodo aparente en las binarias eclipsantes, puede ser usado para estudiar estos sistemas en una aproximación combinada. Esto resulta en un conjunto de parámetros imposibles de obtener

sin las velocidades radiales. La principal ventaja de la técnica presentada aquí es el hecho de no necesitar seguimiento espectroscópico de las órbitas visuales, las cuales tienen periodos largos (comparados con los típicos de las binarias eclipsantes): 5,5 años para V819 Her, 9,0 años para V2388 Oph y 31,3 años para V1031 Ori. El uso de los tiempos mínimos de los pares eclipsantes les ayudó a derivar la orientación de la órbita en el espacio. Finalmente este análisis combinado condujo también a una determinación independiente de la distancia de V819 Her ($68,7 \pm 1,8$ pc) y V2388 Oph ($70,6 \pm 8,9$ pc). [Zasche, P., Uhlár, R., Svoboda, P., Junio 2014, *AcA*, 64, 125]

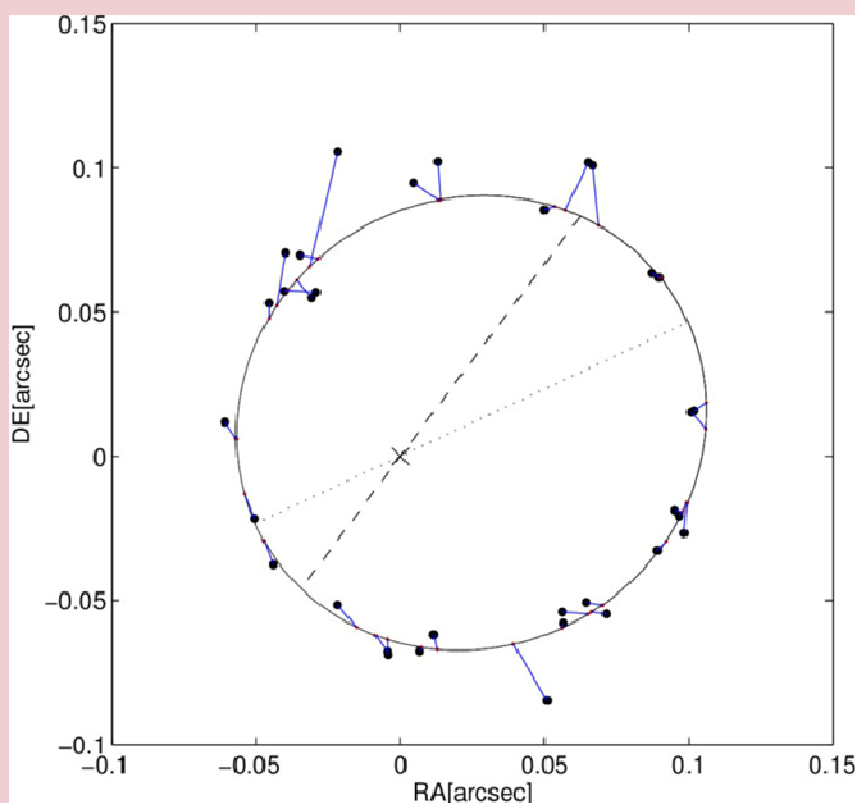


Figura 2. Órbita visual del sistema triple V2388 Oph. Crédito: <http://arxiv.wordpress.com/2014/07/23/the-study-of-triple-systems-v819-her-v2388-oph-and-v1031-ori-ssa/>

Los exoplanetas WASP-12b y HAT-P-8b son miembros de sistemas estelares triples

Un grupo de astrónomos norteamericanos ha presentado imágenes de alta resolución espacial que demuestran que los planetas WASP-12b y HAT-P-8b orbitan la estrella primaria de un sistema estelar triple con estructura jerárquica. En cada caso, dos compañeras distantes con colores y brillos consistentes con enanas M co-orbitan la estrella principal. Sus imágenes de óptica adaptativa resuelven visualmente la estrella secundaria alrededor de WASP-12, previamente identificada por otros astrónomos, en dos fuentes separadas por unos 0,084" (21 ua). También encontraron que la componente secundaria de HAT-P-8, descubierta previamente, está en realidad compuesta por dos estrellas separadas por unos 0,065" (15 ua). El seguimiento realizado por estos astrónomos demuestra una asociación física a través del movimiento propio común. Usando la fotometría, HAT-P-8 C tiene una masa particularmente baja, que estimaron en unas 0,18 masas solares. Debido a su jerarquía, WASP-12 BC y HAT-P-8 BC permitirán las primeras determinaciones de la masa dinámica de objetos tipo Júpiter caliente. [Bechter, Eric B. et al., Junio 2014, *ApJ*, 788, 2]

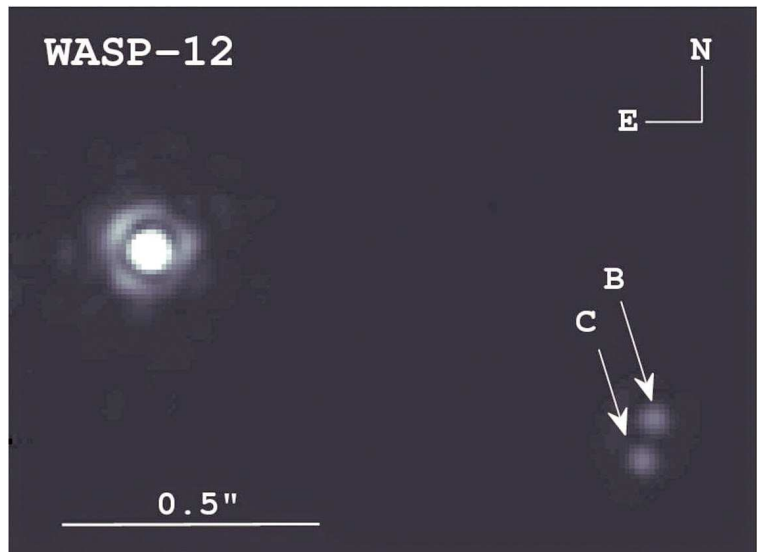


Figura 3. La estrella WASP-12, que alberga un exoplaneta, junto con sus dos compañeras (componentes B y C) recién descubierta. Crédito: <http://sciencythoughts.blogspot.com.es/2014/05/two-hot-jupiters-found-to-be-in-triple.html>.

Binarias separadas que albergan exoplanetas. Una nueva compañera enana marrón.

Un grupo de astrónomos del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) ha presentado resultados de un proyecto cuyo objetivo es mejorar el conocimiento sobre la multiplicidad de estrellas con exoplanetas a grandes separaciones físicas. Para ello cruzaron un área de unos 6200 grados cuadrados del cielo sur observado por el VHS (*Visible Infrared Survey Telescope for Astronomy* (VISTA) *Hemisphere Survey*) con el *Two Micron All Sky Survey* (2MASS) para buscar compañeras separadas de movimiento propio común de estrellas con exoplanetas. Los astrónomos completaron la búsqueda astrométrica con criterios fotométricos.

De las 16 candidatas a compañeras que estudiaron, 7 de ellas resultaron ser compañeras de co-movimiento, mientras que descartaron a 8 de ellas. La restante permanece como candidata. De entre las compañeras de co-movimiento, descubrieron una enana T4/5 situada a unos 6,3 minutos de arco (unas 9000 unidades astronómicas) de la estrella HIP 70849, una estrella anaranjada-rojiza de la secuencia principal (de tipo K7V) que alberga un planeta con 9 masas de Júpiter. Los astrónomos también reportaron dos nuevas compañeras enanas M de una estrella K rica en metales. La frecuencia de binarias con compañeras físicas mayores que 60-160 ua fue de un 8% aproximadamente. Estas frecuencias son comparables con estrellas que no albergan planetas. Basadas sobre observaciones realizadas con el Gran Telescopio Canarias (GTC), instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos en la isla de la Palma. [Lodieu, N., Septiembre 2014, *A&A*, 569A, 120L]

El estudio de la multiplicidad de Astralux: Extensión a las enanas M tardías

La distribución de la multiplicidad entre estrellas de baja masa es un punto clave para entender la formación de las estrellas y enanas marrones. Estudios recientes han obtenido muestras lo suficientemente grandes de estrellas de baja masa cercanas para estudiar este tema con buena precisión. Un grupo de astrónomos británicos y alemanes ya presentó un estudio de multiplicidad de unas 700 estrellas de tipo M temprano/medio con la cámara Lucky Imaging AstraLux. En este trabajo han extendido el estudio de multiplicidad a 286 estrellas M medias/tardías cercanas, uniendo el hueco entre su estudio previo y los estudios de multiplicidad de enanas marrones. La mayoría de los objetivos han sido observados en más de una ocasión, permitiendo así determinar el movimiento propio común para confirmar la relación física. Estos astrónomos detectaron 68 compañeras confirmadas o probables en 66 sistemas estelares, de los cuales 41 ya se descubrieron previamente. La fracción de multiplicidad total fue de 21-27%. [Janson, Markus et al., Junio 2014, *ApJ*, 789, 102]

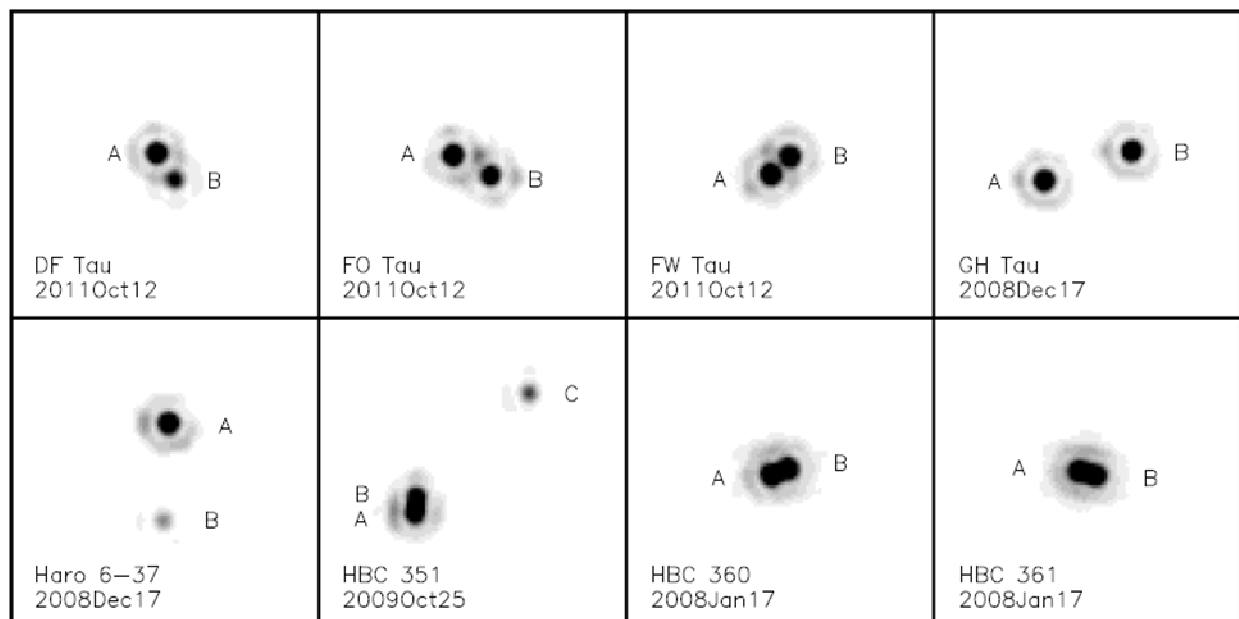
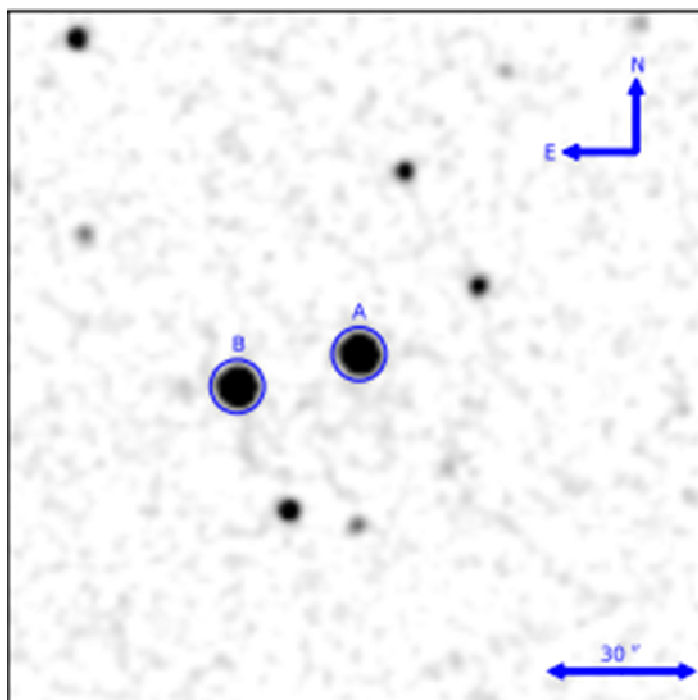


Figura 4. Binarias pre-secuencia principal en la región de formación estelar de Tauro. Estos objetos han sido monitoreados recientemente por un grupo de astrónomos. Imagen reproducida con permiso del autor principal.

Movimiento orbital de binarias de la pre-secuencia principal

Un grupo de astrónomos americanos ha presentado sus resultados de mapeo de órbitas visuales de binarias pre-secuencia principal (PMS) en la región de formación estelar de Tauro. Para ello usaron imágenes de óptica adaptativa en el Observatorio Keck. Estos astrónomos combinaron sus resultados con las mediciones astrométricas reportadas en la literatura para analizar el movimiento orbital de cada binaria. Las órbitas preliminares que presentaron fueron para DF Tau, T Tau S, ZZ Tau y la binaria de las Pléyades HBC 351. Otras siete binarias muestran curvaturas en sus movimientos relativos y actualmente estos astrónomos sólo pueden obtener límites inferiores para los periodos orbitales de estos sistemas. Cuando se haya cubierto más fase orbital se podrá determinar su órbita completa. Otras cinco binarias muestran movimientos que no se distinguen de un movimiento lineal. Los astrónomos sospechan que estos son sistemas gravitacionalmente unidos y podrían mostrar curvatura en un futuro. Este trabajo se acerca a la meta de obtener masas precisas de estrellas PMS de baja masa. [Schaefer, G. H., Prato, L., Simon, M., Patience, J., Junio 2014, *AJ*, 147, 157]



Una binaria de tipo espectral M5 en el grupo de Beta Pictoris

Un grupo de astrónomos liderado por un chileno ha reportado la identificación de una nueva binaria separada (LDS5606) dentro del grupo de movimiento Beta Pictoris, de 20 millones de años de edad. Este par, compuesto por estrellas de tipo espectral M5, tiene una separación proyectada de 26", o 1700 unidades astronómicas a la distancia de 65 parsecs. Ambas estrellas tienen discos circunestelares templados y muchas líneas de emisión de hidrógeno y helio. Observaciones espectroscópicas revelan firmas de juventud para ambas estrellas. La binaria LDS 5606 se une al exclusivo club de sólo tres binarias conocidas, lejos de una nube molecular, donde ambas componentes están siendo orbitadas por discos circunestelares. LDS 5606 fue descubierta en 1955, pero es ahora cuando se tienen evidencias de su pertenencia al grupo Beta Pictoris. [Rodríguez, David R., Zuckerman, Ben, Faherty, Jacqueline K., Vican, Laura, Julio 2014, *A&A*, 567, 20]

Figura 5. Binaria LDS5606. Según un estudio publicado recientemente, pertenece al grupo de movimiento Beta Pictoris. Crédito: <http://paolera.wordpress.com/2014/07/04/particular-binaria-en-el-grupo-beta-pictoris/>.

Mejora del catálogo de candidatas a binarias separadas del halo galáctico

Dos astrónomos mexicanos han presentado un catálogo mejorado de binarias separadas del halo compilado a partir de una profunda búsqueda en la literatura. La mayoría de las binarias proceden del catálogo de movimiento propio común de Allen et al. y Charnamé & Gould, pero también han incluido binarias a partir de las listas de Ryan y de la lista de Zapatero-Osorio & Martín. Todas las binarias fueron cuidadosamente comprobadas y sus distancias y velocidades sistémicas radiales son incluidas en caso de estar disponibles. La probable pertenencia al halo galáctico se analizó por medio de **diagramas de movimiento propio reducido** para 251 objetos. Después de eliminar claras binarias de disco, los astrónomos se quedaron con 211 probables binarias del halo, 150 de las cuales tienen velocidades radiales disponibles. Se calcularon órbitas galácticas para estas 150 binarias y calcularon el tiempo que permanecen dentro del disco galáctico. Considerando la muestra completa de 251 binarias del halo, así como varias submuestras, los astrónomos encontraron que la distribución de separaciones angulares (o **semiejes mayores esperados**) sigue la ley de Oepik hasta diferentes límites. Para las binarias de disco, esas que pasan sus vidas enteras dentro de los $z = \pm 500$ pc, este límite se encuentra en unas 19.000 unidades astronómicas (0,09 parsec), mientras que para las binarias del halo, esas que consumen por término medio el 18% de sus vidas dentro de $z = \pm 500$ pc, el límite es de 63.000 ua (0,31 pc). [Allen, Christine, Monroy-Rodríguez, Miguel A., Agosto 2014, ApJ, 790, 158]

Influencia de la multiplicidad estelar sobre la formación planetaria

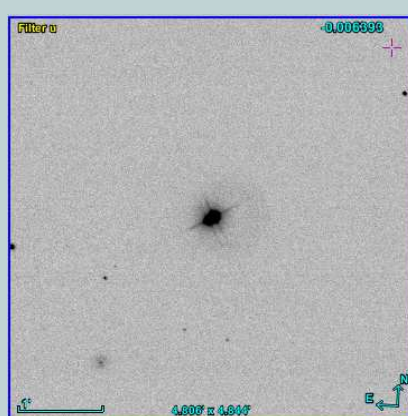
Los planetas son menos comunes en sistemas múltiples con separaciones menores que 1500 ua

Casi la mitad de los sistemas en la vecindad solar forman sistemas múltiples, compuestos por dos o más estrellas. En los sistemas múltiples la formación de planetas está sujeta bajo la influencia dinámica de la compañera estelar y el índice de ocurrencia planetaria se espera que sea diferente del de las estrellas simples. Se han publicado muchos estudios sobre el índice de existencia de planetas en estrellas simples. Sin embargo, para entender completamente la formación planetaria se debe estudiar el índice de existencias de planetas en sistemas múltiples. En este trabajo, un grupo de astrónomos americanos y chinos ha determinado el índice de ocurrencia de planetas en sistemas múltiples midiendo el índice de multiplicidad estelar para las estrellas que tienen planetas.

En una muestra de 56 estrellas con planetas descubiertas por el satélite Kepler, estos astrónomos han obtenido imágenes mediante la técnica de óptica adaptativa (OA) y velocidades radiales para buscar compañeras estelares. En las 25 estrellas Kepler con planetas, detectaron 59 compañeras estelares visuales mediante OA. Tres de estas compañeras estelares están a menos de 2" y 27 a menos de 6". Los astrónomos también detectaron dos posibles compañeras estelares (KOI 5 y KOI 69) que mostraban aceleración en velocidad radial. Las conclusiones de este trabajo muestran que la formación de planetas es parcialmente suprimida en sistemas estelares múltiples con separaciones menores de 1500 ua. Comparado con las estrellas simples, los planetas en sistemas múltiples ocurren 4,5 veces menos para compañeras estelares a 10 ua, 2,6 veces menos para compañeras estelares a 100 ua y 1,7 veces menos para compañeras estelares a 1000 ua. Estas conclusiones se aplican solamente a planetas circumbinarios (o sea, que orbitan una estrella). El índice de planetas circumbinarios necesita más investigación. [Wang, Ji, et al., Agosto 2014, ApJ, 791, 111W]

Seguimiento orbital de estrellas enanas M

El seguimiento orbital de binarias compuestas por enanas M es esencial para limitar sus propiedades de formación. Esto es particularmente útil para sistemas jóvenes. Un grupo de astrónomos europeos ha presentado un seguimiento astrométrico continuado de más de 200 binarias dentro del estudio de gran multiplicidad de Astralux. La muestra de estrellas está compuesta por objetos muy jóvenes y todas las estrellas incluidas son conocidas por tener emisión de rayos-X y una fracción significativa (18%) también ha sido identificada como miembros de grupos de movimientos jóvenes dentro de la vecindad solar. Identificaron 30 objetivos que tenían indicadores de ser jóvenes y cuyas órbitas o bien se han estado cerrando o parece posible que se cierren en un tiempo razonable (años o décadas). Con un mayor seguimiento astrométrico, estos objetivos proporcionarán un conjunto de isócronas empíricas, cuyas isócronas teóricas podrán ser calibradas y ser usadas para evaluar las edades precisas de los grupos de movimientos jóvenes y cercanos. [Janson M. et al., Octubre 2014, ApJS, 214, 17]



El sistema cuádruple ADS1652

Un pequeño equipo de astrónomos, liderado por Tokovinin ha presentado un estudio detallado de un raro sistema cuádruple cercano contribuyendo a aumentar los escasos datos existentes sobre estos sistemas. Los astrónomos calcularon la primera órbita combinada usando datos espectroscópicos e interferométricos de la estrella HD 12889, con un periodo de 2,58 años y una excentricidad de 0,77 para el par interior Aa, Ab. El sistema estelar también contiene a la binaria visual AB con una órbita conocida de unos 200 años de periodo, además de otra compañera C (HD 12873) a una distancia proyectada de 2500 ua de la componente A. También se obtuvo la fotometría de todas las componentes. El sistema múltiple está situado a una distancia de 44 pc y está compuesto por enanas de la secuencia principal con masas estimadas de 0,74, 0,72, 0,57 y 0,78 masas solares para Aa, Ab, B y C, respectivamente. [Tokovinin, A., Gorynya, N. A., Morrell, N. I., Noviembre 2014, MNRAS, 443, 3082T]

Figura 6. El sistema cuádruple ADS1652. Sólo las componentes AB son parcialmente desdobladas.



Figura 7. El Very Large Telescope (VLT), el telescopio muy grande. Es un sistema de cuatro telescopios ópticos separados, rodeados por varios instrumentos menores. Cada uno de los cuatro instrumentos principales es un telescopio reflector con un espejo de 8,2 metros. El proyecto VLT forma parte del Observatorio Europeo del Sur (ESO), la mayor organización astronómica de Europa. En esta sección son varios los trabajos que han empleado esta instalación. Fuente: Wikipedia.

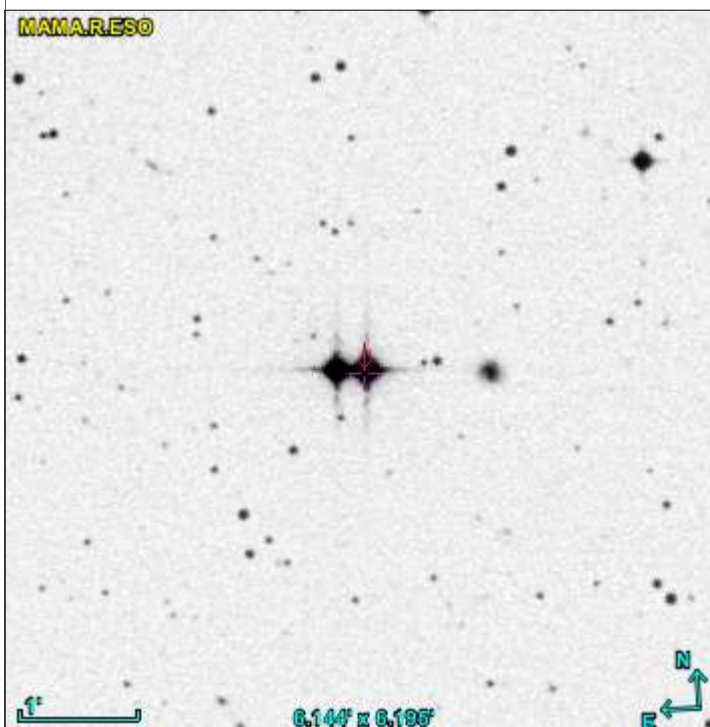
Detección de compañeras en estrellas masivas desde el hemisferio sur

La multiplicidad estelar es una de las propiedades observables más fundamentales de estrellas masivas de tipo O y ofrece una forma prometedora de discriminar entre teorías de formación de estrellas masivas. Sin embargo, el conocimiento de compañeras estelares en separaciones entre 1 y 100 msa (1 msa = 0,001 arcosegundos) es escaso debido a las limitaciones intrínsecas observacionales. El estudio Estrellas Masivas del Sur en Alta Resolución Angular (SMAS+) fue diseñado para cubrir este hueco de conocimiento y proporcionar el primer estudio sistemático interferométrico de estrellas masivas galácticas.

Un grupo de astrónomos observó 117 estrellas de tipo O con el instrumento PIONER del telescopio VLTI y 162 estrellas de tipo O con el instrumento SAM del telescopio NACO. Estos instrumentos observaron separaciones en los rangos de 1-45 y 30-250 msa, y contraste de brillo de $DH < 4$ y $DH < 5$. Tomando la ventana del campo de visión del telescopio NACO, buscaron compañeras visuales en un radio de 8". El trabajo publicado describe las observaciones y análisis de datos, informe de los descubrimientos de casi 200 nuevas compañeras en el rango de separación de 1 msa a 8". También presenta las primeras resoluciones astrométricas de una docena de binarias espectroscópicas de largo periodo previamente conocidas. De entre los objetos estudiados, 96 de ellos fueron observados con ambos instrumentos y la fracción de estrellas con al menos una compañera resuelta fue del 53%. Si tenemos en cuenta las binarias espectroscópicas y eclipsantes que no pudieron ser resueltas visualmente, la fracción de multiplicidad a 8" incrementó al 91%. Los resultados obtenidos demuestran que las estrellas masivas se forman exclusivamente en sistemas múltiples. [Sana, H. et al., Septiembre 2014, arXiv1409.6304S]

Compañeras separadas frías y ultrafrías de estrellas cercanas

Un numeroso equipo de astrónomos de los Estados Unidos ha presentado el descubrimiento de 57 nuevas compañeras de estrellas de la vecindad solar usando los datos del Pan-STARRS. También presentaron clasificaciones espectrales para 31 compañeras ya previamente conocidas. Estas compañeras son estrellas de baja masa con separaciones mayores de 5 segundos de arco. Los tipos espectrales van desde el K7 hasta el L9 además de una enana blanca DA. Estas compañeras fueron inicialmente identificadas a través de una búsqueda de movimiento propio común alrededor de estrellas cercanas, junto con unos pocos descubrimientos ocasionales a partir de una búsqueda en Pan-STARRS. Los descubrimientos incluyen 23 nuevas compañeras enanas L y una enana L conocida que no fue previamente identificada como compañera. Las estrellas primarias alrededor de las cuales buscaron compañeras, vienen de una lista de estrellas brillantes con paralajes bien conocidas y grandes movimientos propios extraídos del catálogo Hipparcos (8583 estrellas, principalmente de tipos espectrales entre A y K). También hay estrellas débiles procedentes de otros catálogos de movimientos propios (79170 estrellas, principalmente enanas M). Los astrónomos examinaron aquellas compañeras enanas ultrafrías (tipos espectrales posteriores a M7) y concluyeron que mientras algunas estaban débilmente unidas gravitacionalmente, es improbable que la mayoría rompa sus enlaces gravitacionales en los próximos 10 giga-años. Este trabajo incrementa el número de compañeras enanas M ultrafrías más separadas de 300 ua en un 88% e incrementa el número de compañera enanas L en el mismo rango de separación en un 82%. Finalmente, estos astrónomos resolvieron la nueva compañera enana L cercana a la estrella HIP 6407 en dos estrellas L1 y T3 muy cercanas (0,13"; 7,4 ua), y por tanto estamos ante un sistema triple jerárquico. [Deacon N. R. et al., Septiembre 2014, ApJ, 792, 119]



Los planetas WASP-94 A y B: júpiteres calientes en un sistema estelar gemelo

Un extenso grupo de astrónomos (en el que se encuentra Didier Queloz) ha informado del descubrimiento de dos planetas de tipo júpiter caliente, cada uno orbitando una de las estrellas del sistema binario separado WDS 20551-3408 (= HJ 5234). WASP-94A (2MASS 20550794-3408079) es una estrella de tipo espectral F8 con un planeta que transita alrededor de ella en casi 4 días, y que es 1,7 veces mayor que Júpiter, aunque su masa es menor a la mitad que la del propio Júpiter. WASP-94B (2MASS 20550915-3408078) es una estrella de tipo F9 separada de su compañera por unos 15" (2700 ua a la distancia a la que se encuentra el sistema). Alberga un planeta gaseoso gigante con 0,6 veces la masa de Júpiter y un periodo de rotación de unos 2 días. Estos planetas gigantes en un sistema binario permiten profundizar en la formación de estos cuerpos y el papel de la multiplicidad estelar. [Nevue-VanMalle, M. et al., Septiembre de 2014, en prensa]

Figura 8. Binaria HJ 5234, cuyas estrellas poseen planetas orbitando según un estudio reciente.

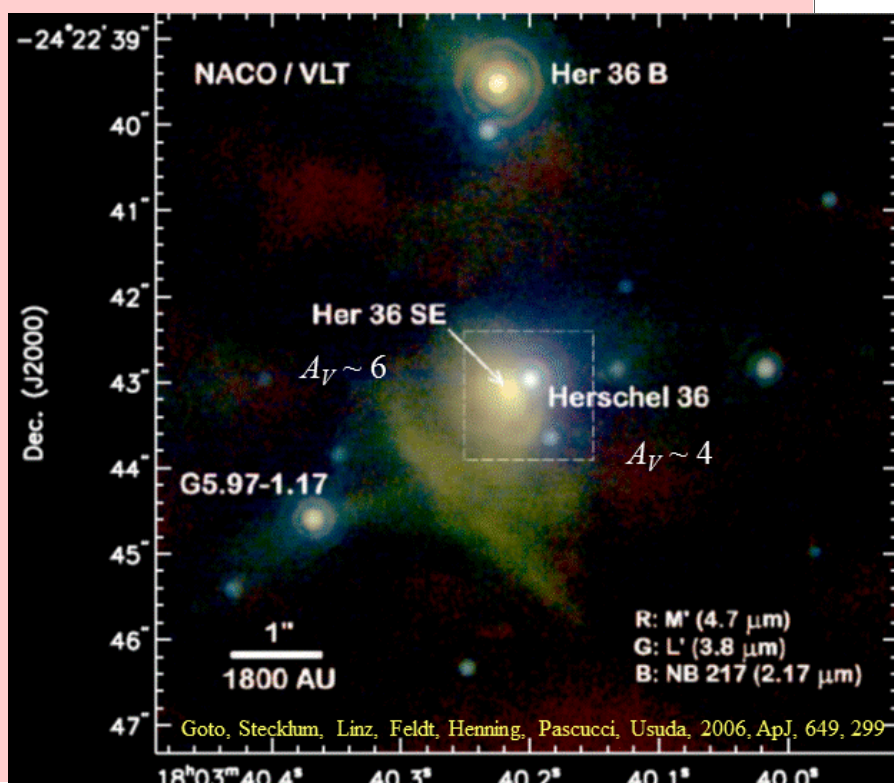
Telescopio Interferométrico Muy Grande (VLT): Observaciones de una componente terciaria en el sistema múltiple Herschel 36

Las estrellas masivas son extremadamente importantes para la evolución química de las galaxias; sin embargo, hay una gran laguna en nuestro entendimiento de sus propiedades y formación, principalmente porque estas estrellas evolucionan rápidamente, son raras y distantes. Recientes hallazgos sugieren que la mayoría de las estrellas de tipo O pertenecen a sistemas múltiples, pero sus grandes distancias a nosotros nos obliga a usar instrumentos de muy alta resolución angular (escalas de milisegundos de arco [msa]) para detectar directamente estas compañeras.

El objeto Herschel 36 es un sistema masivo joven situado a 1300 parsecs (4200 años-luz). Tiene una masa total predicha de 45 masas solares. Datos espectroscópicos multi-época sugieren la existencia de tres componentes gravitacionalmente unidas. Dos de estas componentes, el sistema B, están muy próximas en una órbita espectroscópica, y la tercera componente (la componente A) está orbitando en una órbita físicamente separada.

El objetivo de un grupo de astrónomos liderado por la española J. Sánchez-Bermúdez, del Instituto de Astrofísica de Andalucía, es obtener imágenes y mediciones astrométricas y fotométricas de la componente A, usando por primera vez la técnica de interferometría óptica de larga base, y así limitar su naturaleza. Para ello se usó el instrumento AMBER en infrarrojo cercano, colocado en el interferómetro VLT del ESO, el cual proporciona una resolución angular de 2 msa (0,002"). Con estas observaciones pudieron obtener imágenes de las componentes A+B del sistema Herschel 36 en bandas H y K. La componente A está situada a una distancia angular de 1,81 msa, en un ángulo de posición de 22 grados. La pequeña distancia angular de la tercera componente indica que puede estar aproximándose al periastro de su órbita. [Sánchez-Bermúdez, J. et al., Septiembre 2014, arXiv, 1409.2803S]

Figura 9. El sistema Herschel 36. Las observaciones con el VLT han revelado que está compuesto por tres componentes estelares.





por Edgar Rubén Masa Martín
Consultant de la Comisión 26 de la UAI



BREVES

- Haciendo recuento en las tres circulares anuales que edita la Comisión 26, encontramos que en el año 2014 (circulares números 182, 183 y 184) se han publicado 100 nuevas órbitas de estrellas binarias de la mano de los habituales expertos en este campo.
- De igual forma, hemos contabilizado un total de 109 nuevos ajustes lineales que se incorporarán al catálogo correspondiente mantenido por el equipo del USNO.
- Destacable el anuncio en la web de la Comisión del *IV International Meeting Pro-Am on Binary and Multiple Stars* que se celebrará del 18 al 20 de septiembre de 2015 en Vilanova i la Geltru, Barcelona. Puede encontrarse ya información sobre el encuentro, así como realizar un preinscripción en el sitio:

<http://www.oagarraf.net/>

OBITUARIO

PAUL COUTEAU (1923-2014)



© R. Gili

Es a la edad de 10 años cuando el joven COUTEAU comienza a interesarse por la astronomía. Cuando su padre le regaló su primer telescopio, un modesto refractor de 62 mm de diámetro, se puso a observar el cielo con asiduidad y ya por aquel entonces las estrellas dobles ejercieron una especie de fascinación. Sin embargo, su carrera universitaria parece querer hacer de él un astrofísico. Licenciado en matemáticas en 1947, y tras dos años dedicado a la enseñanza, entra en el Instituto de Astrofísica de París donde tiene como Jefe de Investigación a Évy SCHATZMAN, especialista en enanas blancas. Esto explica que su tesis doctoral, leída en 1956, estuviera consagrada a la física de estos astros, llevando por título “*Contribución a la teoría del espectro de las enanas blancas*”.

Entre tanto, se le ofreció un puesto en el Observatorio de Niza para la observación y estudio de las estrellas dobles visuales. Desde su llegada en invierno de 1951, organiza la observación de estos astros con el ecuatorial de 38 cm. Así, teniendo a su exclusiva disposición uno de los cuatro grandes refractores franceses de 38 cm, el del Observatorio de Niza, se siente el “*Amo del Universo*”.

Durante una decena de años Paul COUTEAU mide estrellas dobles. Poco a poco, la idea de hacer una prospección se hace fuerte gracias a una docena de descubrimientos fortuitos y espectaculares, como por ejemplo COU 14, descubierta el 19

de noviembre de 1959. Este sistema se hizo después muy célebre por la velocidad de la compañera en efectuar una revolución en menos de 26 años, lo que ha permitido calcular la órbita y la masa de estas dos estrellas, fin principal

de este tipo de observaciones. Paul COUTEAU pudo ver a la componente secundaria completar su segunda revolución alrededor de la principal.

Para descubrir las estrellas más cerradas, que orbitan más rápido, y calcular las masas más rápidamente, hay que usar los instrumentos más potentes, los de mayor diámetro. El deseo de refractores más poderosos llega a ser una obsesión. El refractor de 76 cm de Niza, a dos pasos del 38 cm, permanecía en total abandono desde 1926. Tras una estancia en el Observatorio de París, consigue un objetivo de 52 cm para reemplazar al de 38 cm y en enero de 1967 se prueba sobre el cielo. Es en esta misma época cuando hace restaurar el gran ecuatorial de 76 cm. Dotado de estos instrumentos perfectos, Paul COUTEAU divide sus noches en dos partes: primero, la búsqueda de nuevos pares con el manejable refractor de 52 cm (120 apuntados por hora) y, después, con el gran refractor de 76 cm, la observación de binarias en fase crucial, muy cerradas, cuya órbita parece dibujarse.

COUTEAU produce entonces una cosecha de estrellas dobles equiparable a la que hicieron los observadores americanos a comienzos del siglo XX. Invitado a menudo por astrónomos extranjeros, efectúa numerosas campañas con los refractores de Lick y Yerkes (91 y 102 cm de diámetro) y con el telescopio McDonald (91 cm) en los Estados Unidos; con el telescopio de 152 cm de Calar Alto, en España, y con mucha frecuencia con el telescopio Bernard Lyot de 200 cm en el Pic du Midi de Bigorre en Francia, donde él es uno de esos raros astrónomos que pone el ojo en el ocular para observar “sus queridas binarias” casi al límite del poder separador de este instrumento.

Paul COUTEAU ha visitado alrededor de 180000 estrellas, ha efectuado cerca de 28000 medidas y ha descubierto más de 2700 parejas, la mayor parte muy cerradas, las cuales proporcionan ya un número importante de órbitas y de masas, objetivo esencial de la observación de las estrellas dobles. De las más de 80 órbitas calculadas, la mayoría han sido publicadas en revistas especializadas internacionales. La prospección de las zonas celestes elegidas, entre las declinaciones $+17^\circ$ y $+52^\circ$, está completa en un 96% y se suspendió en 1992. Todas las observaciones, incluyendo la localización y las identificaciones múltiples de todos los pares COU se conservan cuidadosamente en el Centro de Estrellas Dobles de Niza.

A este trabajo gigantesco, minucioso y cansado, exigiendo una agudeza visual y una capacidad poco comunes, ya que todos estos pares deben ser medidos y remedidos repetidas veces, hay que añadir el cálculo de decenas de órbitas, numerosos estudios teóricos y la constitución de un archivo —comenzado en 1956— que reúne 25000 binarias con todas las medidas constantemente actualizadas. Hoy este fichero, llamado SIDONIE (Système Informatique des DObles de NICE) está informatizado y disponible por Internet (<http://sidonie.obs-nice.fr>).

Paul René Gilles COUTEAU nació el lunes 31 de diciembre de 1923 en La Roche-sur-Yon, en Vendée, Francia. Nos dejó el jueves 28 de agosto de 2014 a las 11:20 hora local en el hospital geriátrico privado Les Sources de Niza, Francia. Fue inhumado el lunes 1 de septiembre de 2014 en Chantonay (F-85110) en Vendée, en el panteón familiar. Numerosos amigos y alumnos agradecidos conservan su recuerdo respetuoso y afectuoso.

Niza, 15 de septiembre de 2014
Jean-Claude THOREL.

(Nota de la redacción: traducción del original en francés publicado en la Circular n.º 184 de la Comisión 26)



Jean C. A. DOMMANGET (1924-2014)

El Real Observatorio de Bélgica anuncia con pena que el Dr. Jean DOMMANGET, Jefe Honorario del Departamento de Astrometría y Mecánica Celeste, murió el día 1 de octubre de 2014 a la edad de 90 años.

Jean DOMMANGET nació en Bruselas (Ixelles) el 13 de junio de 1924. En 1947 comenzó su trabajo en el Real Observatorio de Bélgica como ayudante temporal en la Sección de Estrellas Dobles, dirigida por el Dr. Sylvain AREND. Estando empleado estudió para obtener el título universitario en Ciencias Matemáticas (1950) y posteriormente el doctorado (1961). Desde 1961 fue miembro de la Comisión 26 “Estrellas dobles” de la UAI. Autor de muchas publicaciones durante su larga carrera en el Real Observatorio, DOMMANGET trabajó en varios campos incluyendo la astrometría y la dinámica de las estrellas dobles visuales, ocultaciones estelares y de perfil lunar, estudios

sobre la turbulencia atmosférica, asteroides, eclipses solares y lunares, herramientas matemáticas, propiedades orbitales y evolución estelar de las estrellas binarias.

También contribuyó en algunos pasos importantes dentro del desarrollo de la moderna astronomía europea. En 1955-57 dirigió durante año y medio una campaña de prospección en Sudáfrica con el fin de encontrar un sitio apropiado para la construcción de un nuevo observatorio europeo (European Southern Observatory – E.S.O.). Más tarde volvería de nuevo para asumir el cargo de Director interino del Observatorio Boyden, Bloemfontein. Desde 1967 hasta 1973 fue sucesivamente Vice-Presidente y Presidente de la Comisión 26. En 1981, se unió al Input Catalogue Consortium (INCA) de la misión astrométrica Hipparcos de la Agencia Espacial Europea, bajo el liderazgo del Dr. C. TURON, donde dirigió el sub-grupo “Estrellas Dobles” del Comité Ejecutivo. En 1993, a requerimiento del Dr. M. PERRYMAN, científico principal de la misión Hipparcos, se incorporó al Grupo de Trabajo de Estrellas Dobles.



© S. Caillé

En particular, con la experta ayuda de su asistente, O. NYS, desarrolló un nuevo catálogo de estrellas dobles conocido como “Catálogo de Componentes de estrellas Dobles y Múltiples” (CCDM) con una entrada para cada componente, adaptado a las necesidades del Hipparcos Input Catalogue (HIC). La compilación del CCDM, basada en Index Catalogue of Double Stars (época 1976,5), se alargó durante muchos años, publicándose la primera edición en 1994. Además, contribuyó a la publicación del Catálogo Hipparcos, Anexo I – Estrellas Dobles y Múltiples (ESA 1997, Vol. 6). Entre sus logros principales, sus continuos esfuerzos en cuanto al inventario de las estrellas dobles visuales para la misión espacial Hipparcos serán sin duda recordados durante muchos años. Principalmente, será recordado como un experto en el campo de la astronomía clásica de las estrellas dobles.

Patricia LAMPENS
15 de octubre de 2014

(Nota de la redacción: traducción del original en inglés publicado en la Circular n.º 184 de la Comisión 26)

Visite el sitio de la Comisión 26

<http://ad.usno.navy.mil/wds/ds1/ds1.html>



Coordinador General: Carlos A. Krawczenko
Coordinador Adjunto: Edgardo Rubén Masa Martín
Asesor Científico: Francisco M. Rica Romero



Introducción

El principal referente en el mundo de las estrellas dobles es el Washington Double Star Catalog (WDS). Este catálogo contiene casi 130000 sistemas dobles. En el momento de escribir estas líneas, varios cientos de sistemas no se han medido durante al menos 25 años, e incluso, tenemos pares que llevan más de 100 años sin medirse. Por lo dicho, es menester actualizar el WDS midiendo estos sistemas confirmando su existencia.

El proyecto MESDA, organizado por la Sección de Estrellas Dobles de la Liga Iberoamericana de Astronomía, LIADA (www.liada.net) tiene por principal finalidad confirmar, medir y si es posible hacer un estudio astrofísico para conocer la posible naturaleza de cada par abandonado. Toda la información sobre este proyecto se encuentra en <https://sites.google.com/site/mesdaliada/>

El proyecto

El proyecto consiste en una publicación trimestral de una serie de estrellas dobles abandonadas. Cada programa abarca solamente una hora de Ascensión Recta cubriendo ambos hemisferios. Los criterios de selección de estos sistemas son tales que permitan ser observados con pequeños telescopios (reflector de 150 mm, por ejemplo) tomando separaciones angulares que oscilan entre los 4" a 30" y cuyas magnitudes sean inferiores a la 15. Otro de los criterios tenido en cuenta es que estos pares no fueron medidos con posterioridad al año 1980; de esta manera podrán participar aquellos amateur que no dispongan de instrumental propio haciendo uso de distintos surveys disponibles a través de Internet; por ejemplo, haciendo astrometría relativa mediante las posiciones calculadas por el proyecto profesional 2MASS que data de la época 1999-2000. En definitiva, MESDA-LIADA permite la confirmación de sistemas abandonados mediante el uso de los recursos del Observatorio Virtual.

1° Campaña observacional

La primera campaña observacional vigente hasta el 31 de diciembre de 2014 consta de 17 sistemas dobles entre las ascensiones rectas 00 a 01 horas. La tabla 1 muestra estos sistemas que fueron observados por dos colaboradores: **Francisco Caleyá** y **Juan Lendínez**, a los cuales agradecemos su participación en el debut de este nuevo proyecto.

TABLA 1. PRIMERA CAMPAÑA DEL PROYECTO MESDA. ESTRELLAS DOBLES ABANDONADAS ENTRE AR 00 Y 01 HORAS.

ID. WDS	DESIGN.	N.º OBS	AÑO ₁	AÑO ₂	THETA ₁	THETA ₂	RHO ₁	RHO ₂	MAG. A	MAG. 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

Si bien las observaciones de estas estrellas dobles están siendo procesadas, podemos adelantar mientras tanto que 8 estrellas (47%) no se han podido identificar como consecuencia de la poca o nula exactitud de los datos tabulados en el WDS. Esto no es de extrañar ya que se trata de sistemas muy abandonados y la mayoría tienen una sola observación oficial correspondiente al año de su descubrimiento.

Los resultados definitivos de esta campaña, junto con los de la segunda (que se anunciará en enero de 2015) serán publicados en el próximo número de OED.

Desde este medio invitamos a todos los amateur de cualquier nacionalidad para cooperar en la actualización del WDS, tarea ésta, prácticamente delegada a los astrónomos no profesionales. ☺

¡OS ESPERAMOS A TODOS!

Mediciones CCD desde el Observatorio Astronómico Camino de Palomares (OACP): 6ª serie

CCD Double-Star Measurements at Observatorio Astronómico Camino de Palomares (OACP): 6th Series

Edgardo Rubén Masa Martín

■ Sociedad Astronómica Syrma, Valladolid, España—Coordinador Adjunto Sección Estrellas Dobles LIADA, Argentina—Coordinador Adjunto Proyecto MESDA-LIADA, Argentina—Co-editor de *El Observador de Estrellas Dobles (OED)*—Consultant Comisión 26 UAI
■ Correo-e: ermasa.dsa@gmail.com | <http://duaestellae.blogspot.com.es>

Como continuación de la actualización del catálogo de estrellas dobles de Stein, reportamos 256 medidas para un total de 246 pares. La mayoría son medidas CCD propias de las observaciones correspondientes a 2012, aunque cuando ha sido posible hemos añadido medidas adicionales procedentes de la astrometría de varios catálogos. Se reportan 6 pares no catalogados: 5 de ellos son nuevas componentes para estrellas STI; el sexto, es un par de rápido movimiento propio común independiente.

As a continuation of the review of Stein's catalog, we report 256 Theta/Rho measurements for 246 pairs observed in 2012. When feasible we have included additional measures from several catalogs. 6 uncatalogued pairs are reported: 5 of them are new components for STI stars and 1 is a new CPM pair.

Introducción

LAS OBSERVACIONES se llevaron a cabo durante los meses de verano de 2012 (julio, agosto y septiembre) en el transcurso de un total de 24 noches comprendidas entre las fechas 2012,5640 y 2012,6904. El tren óptico empleado es el mismo que hemos venido utilizando desde el comienzo de este programa de observación: T200 Newton + Barlow 3x + CCD Meade DSI Pro; Distancia focal efectiva: 3480 mm; Escala de placa: 0,44 "/píxel; Campo: 3,6' x 4,8'. El equipo ha trabajado sobre una montura GoTo MEADE LXD75. Para la reducción de las imágenes CCD se utilizó el software *Reduc v4.73* de Florent Losse.

En todos los pares estudiados se solicitó al USNO (Observatorio Naval de los Estados Unidos), sede del catálogo WDS, el archivo histórico de medidas. El rango de separaciones medidas oscila entre 1,925" y 78,732", siendo el promedio 12,416".

En la tabla 1 mostramos un resumen estadístico de los resultados de esta campaña en lo relativo tanto al número de pares medidos como al reparto de las correspondientes mediciones.

En esta campaña se ha confirmado la existencia de tres pares: BKO1064ET, FYM 193AC y FYM 193AD. Curiosamente, no son pares Stein, indicativo de que este catálogo está ya bastante depurado. No pudimos identificar y confirmar la existencia de STI1735: el par que aparece en la posición indicada en WDS no es absoluto concordante con los parámetros asignados por Stein en 1910. Bajo nuestro punto de vista el sistema está perdido. En cuanto a las coordena-

OACP CAMPAÑA DE OBSERVACIÓN 2012	
PARES MEDIDOS	
Pares STI	218
Nuevas componentes STI	5
Nuevos pares MPC	1
Otros	22
Total pares medidos	246
DISTRIBUCIÓN DE MEDIDAS	
OACP (CCD)	245
2MASS	5
UCAC4	5
WISE	1
Total medidas	256

Tabla 1. Estadísticas campaña 2012: distribución de pares y medidas.

das solamente hemos tenido que corregir la posición de un sistema que presentaba una identificación incorrecta. Se trata de STI2664 y sus coordenadas precisas ya están incluidas en el WDS, puesto que en comunicación privada dimos aviso a los responsables del catálogo previamente a la publicación de este trabajo.

En 28 sistemas hemos encontrado que en nuestras imágenes sin filtrado fotométrico la componente B es la estrella más brillante del par. Damos la medida siguiendo la tendencia histórica sin tener en cuenta la inversión de cuadrantes. Queda indicado en la sección *Notas*.

El análisis de los movimientos propios (consulta vía Aladin de UCAC4 y de PPMXL) para cada uno de los sistemas STI observados, indica que 7 pares de la muestra estudiada en esta campaña son o podrían ser pares de movimiento propio común (MPC) de acuerdo a los datos disponibles actualmente, y siempre corroborado por el carácter más o menos estable de los parámetros Theta y Rho. Para estos y otros sistemas con movimientos propios inciertos, imprecisos o poco concluyentes, pero con un marcado carácter fijo según las observaciones históricas (29 pares), indicamos el interés de realizar un seguimiento regular de los mismos.

El promedio de la diferencia de magnitud en esta serie ha resultado ser 1,16, mientras que la pareja más desigual en brillo (STI1648) ostenta un Delta-M de 6,23. En el otro extremo hay un buen número de parejas casi gemelas.

Durante el proceso de reducción hemos encontrado nuevas componentes internas y cercanas en 5 pares STI. En la mayoría de los casos son estrellas débiles y con frecuencia no existe gran abundancia de datos sobre estas estrellas en la literatura. Sin embargo, creemos que hay que dejar constancia de su existencia a la espera de la llegada de los esperados datos de la misión GAIA. Al tiempo, en las tareas de estudio vía Aladin hemos descubierto un clarísimo nuevo par abierto MPC no catalogado, evidenciado por medio de la superposición de placas fotográficas antiguas (DSS) de los años 50 y 90 del siglo pasado. Para todos estos nuevos pares MRI, siempre que ha sido factible, hemos añadido medidas adicionales procedentes de las posiciones astrométricas de los catálogos 2MASS, UCAC4 y, por primera vez, el moderno catálogo infrarrojo WISE. Asimismo, hemos calculado la magnitud visual (V) mediante las ecuaciones de Warner (2007) basadas en la transformación de la fotometría infrarroja (JHK) de 2MASS. Ver descripción detallada de estos pares en la sección *Notas*.

Las medidas

Los resultados de las mediciones se presentan en la tabla 3. La estructura de datos en la tabla (de izquierda a derecha) es la siguiente:

- Columnas 1 y 2: identificador del catálogo WDS y el nombre del sistema. Nota: los nuevos pares se han etiquetado en la columna 1 como “*No Cat*”. Las coordenadas precisas (J2000) para la estrella principal se especifican en la sección *Notas*.
- Columnas 3 y 4: las magnitudes de cada componente dadas en WDS. Nota: Las magnitudes visuales (V) que hemos derivado en este trabajo se denotan en caracteres *cursiva/negrita*.
- Columna 5: la época de la observación en año decimal besseliano.
- Columna 6: ángulo de posición (Theta).
- Columna 7: desviación estándar para Theta.
- Columna 8: separación angular (Rho).
- Columna 9: desviación estándar para Rho.

- Columna 10: diferencia de magnitud instrumental (Delta-M).
- Columna 11: número de imágenes compuestas medidas por cada par.
- Columna 12: número de noches de observación para cada par.
- Columna 13: índice a la sección *Notas*.

Además de las medidas realizadas sobre nuestras propias imágenes, hemos incluido otras 11 adicionales procedentes de la astrometría de los catálogos 2MASS, UCAC4 y WISE (ver tabla 1). En estos casos, los pares STI involucrados aparecen en la tabla con una doble o triple entrada y se indican con el epígrafe “2MASS”, “UCAC4” y “WISE” en la columna 13. Los pares están ordenados en orden creciente según el número de índice STI.

Las incertidumbres medias internas para Theta y Rho (dadas como la media de las desviaciones estándar de todas las medidas) fueron 0,14” y 0,055” respectivamente (figuras 1 y 2). De nuevo, estos errores son similares a los valores determinados en otras campañas, hecho que demuestra la estabilidad y la repetitividad del equipo de observación empleado.

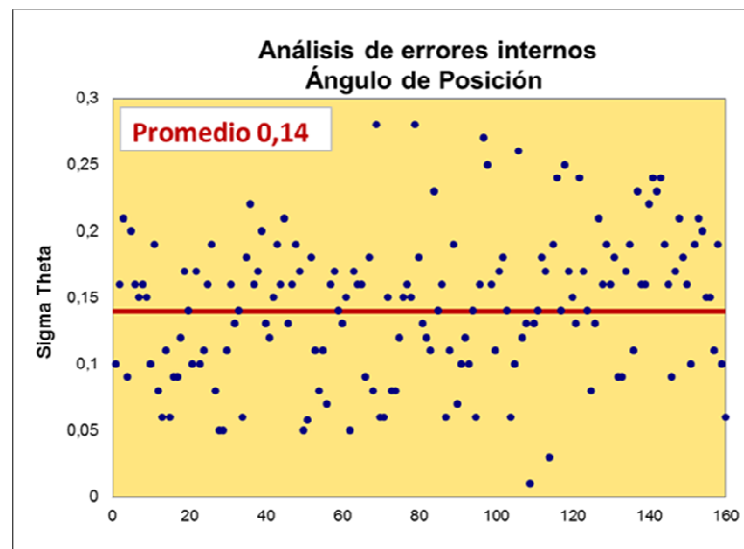


Figura 1. Error interno medio en ángulo de posición (0,14”). La línea horizontal roja denota el valor medio de la nube de puntos.

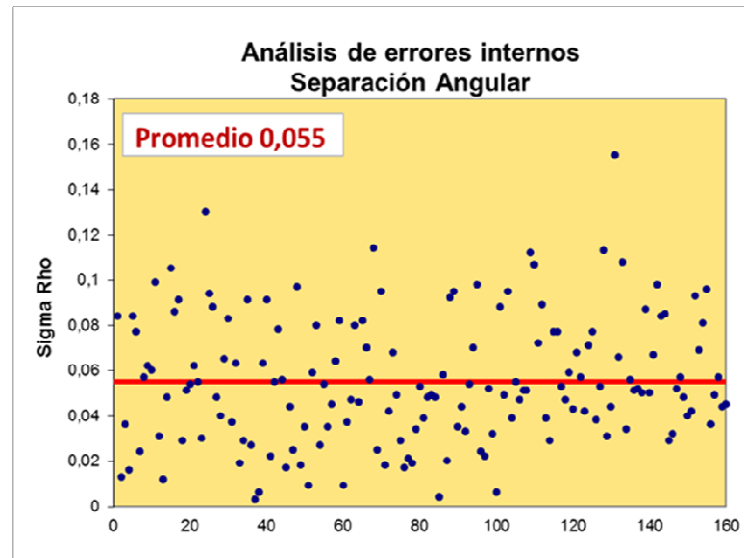


Figura 2. Error interno medio en separación angular (0,055”). La línea horizontal roja denota el valor medio de la nube de puntos.

Álbum fotográfico

En la tabla 3 se muestran las imágenes de los pares observados. Son recortes de 128x128 píxeles procedentes de las imágenes FIT originales registradas en el OACP. Están listadas en el mismo orden en que se dan las medidas en la tabla 3. Todas las imágenes están orientadas con el Norte abajo y el Este a la derecha. En algunas imágenes se identifican las componentes con las respectivas letras siguiendo la norma habitual (A, B, C, ...). Estas referencias se incluyen de acuerdo a los siguientes supuestos o situaciones:

- Cuando las magnitudes de las componentes sean muy similares y exista ambigüedad en la identificación de la componente principal.

- Cuando se observe inversión de cuadrantes, es decir, cuando en nuestras imágenes, tomadas sin filtro fotométrico, la componente B sea la más brillante del par.

- Cuando aparezcan varias estrellas en el campo de visión y no resulte inmediato identificar el par.

- Para indicar las nuevas componentes descubiertas en esta campaña (se escriben en color rojo).

Debajo de cada imagen se inserta un índice que apunta a las respectivas entradas de la lista de medidas (tabla 2) y al correspondiente comentario en la sección

TABLA 2. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN LA CAMPAÑA OACP-2012.

WDS ID.	DESC.	WDS MAGS.		ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (°)	SIGMA THETA	RHO (")	SIGMA RHO	DELTA M	Nº IMG.	NOCHES	NOTAS
01321+6237	STI 229	12,46	13,0	2012,6329	256,80	0,11	13,479	0,049	0,27	4	1	1
01336+6037	STI 232	10,75	13,2	2012,6329	272,49	0,19	11,177	0,093	2,72	3	1	2
01348+6035	STI 235	11,9	11,9	2012,6328	132,61	0,21	9,591	0,069	0,18	6	1	3
01356+6117	STI 237AB	10,1	10,9	2012,6327	219,85	0,19	15,465	0,057	1,14	4	1	4
01356+6117	ES 2588AD	10,1	12,1	2012,6327	131,66	0,10	66,858	0,044	2,35	3	1	4
01356+6117	ES 2588AF	10,1	10,4	2012,6327	215,48	0,06	29,216	0,045	0,90	3	1	4
01356+6117	HJ 1083AH	10,1	10,8	2012,6327	35,61	0,10	14,123	0,118	1,39	3	1	4
01356+6117	ES 2588AI	10,1	11,4	2012,6327	84,52	0,18	24,65	0,112	2,40	3	1	4
01356+6117	ES 2588AJ	10,1	13,3	2012,6327	278,74	0,05	25,287	0,054	4,43	2	1	4
01356+6117	STI 237BC	10,9	9,8	2012,6327	117,88	0,05	4,534	0,016	0,69	4	1	4
01356+6117	STI 239DE	12,2	12,5	2012,6327	336,61	0,05	5,520	0,015	0,46	3	1	4
01356+6117	BKO1064ET	12,5	13,3	2012,6327	101,50		1,925		0,83	1	1	4
01356+6117	STI 237FG	10,4	12,4	2012,6327	276,19	0,20	9,789	0,041	1,69	5	1	4
01356+6117	DAM 90FO	10,4	11,4	2012,6327	133,39	0,04	46,532	0,055	0,43	4	1	4
01356+6117	DAM 90FP	10,4	12,1	2012,6327	174,95	0,07	48,892	0,028	1,84	4	1	4
01356+6117	DAM 90FR	10,4	12,5	2012,6327	263,35	0,04	58,685	0,086	2,81	3	1	4
01356+6117	ES 2588HL	11,4	13,4	2012,6327	320,98	0,18	21,828	0,061	1,89	3	1	4
01356+6117	ES 2588HM	10,8	13	2012,6327	330,63	0,12	10,607	0,057	2,64	2	1	4
01356+6117	BKO1064HN	11,4	14,6	2012,6327	58,13	0,08	9,920	0,062	3,13	2	1	4
01356+6117	ES 2588JK	13,3	14,3	2012,6327	179,82		3,027		0,83	1	1	4
01356+6117	DAM 90OD	11,45	12,18	2012,6327	71,05	0,04	34,880	0,079	1,05	4	1	4
01356+6117	DAM 90PQ	12,1	11,9	2012,6327	80,66	0,18	10,157	0,024	1,15	3	1	4
01356+6117	DAM 90RS	12,5	14	2012,6327	42,57		5,325		0,62	1	1	4
01362+6055	STI 242	12,20	13,0	2012,6328	246,18	0,20	9,398	0,081	1,05	3	1	5
01373+6108	STI 243	11,51	12,35	2012,6328	166,13	0,15	11,330	0,096	0,93	5	1	6
01379+6353	STI 245	11,22	11,85	2012,6326	80,43	0,15	12,646	0,036	1,12	4	1	7
01385+6042	STI 248	13,3	12,7	2012,6303	18,22	0,18	11,783	0,155	0,40	4	1	8
01387+6053	STI 251AB	11,05	12,30	2012,6303	225,35	0,09	12,519	0,066	0,78	5	1	9
01392+6053	STI 255	12,04	13,8	2012,6303	324,11	0,09	7,901	0,108	1,45	3	1	10
01392+6047	STI 256	11,45	13,6	2012,6303	13,92	0,17	13,401	0,034	1,71	5	1	11
01409+6057	STI 259	12,06	12,9	2012,6302	138,58	0,19	8,763	0,056	1,22	3	1	12
01410+6056	STI 260	14,0	14,0	2012,6302	100,01	0,11	15,492	0,051	0,20	5	1	13
01419+6106	STI 261	11,9	13,3	2012,6302	334,40	0,23	10,792	0,052	0,61	5	1	14

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 2. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN LA CAMPAÑA OACP-2012 (CONT.).

WDS ID.	DESC.	WDS MAGS.		ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (°)	SIGMA THETA	RHO (")	SIGMA RHO	DELTA M	Nº IMG.	NOCHES	NOTAS
01430+6402	STI 264	10,21	11,4	2012,6302	351,54	0,16	8,977	0,050	0,67	5	1	15
01433+6136	STI 266	11,96	12,5	2012,6301	119,68	0,16	13,841	0,087	0,90	5	1	16
01435+6145	STI 267	11,78	14,3	2012,6300	326,28	0,22	13,185	0,050	2,75	3	1	17
01439+6154	STI 269	13,2	13,1	2012,6300	322,54	0,24	8,060	0,067	0,30	4	1	18
01440+6153	STI 274AB	12,1	12,4	2012,6300	124,29	0,23	8,777	0,098	0,17	5	1	19
01440+6153	STI 274BC	12,4	14,5	2012,6300	338,44	0,24	10,557	0,084	1,02	4	1	19
01441+6154	STI 275AB	12,5	12,5	2012,6300	148,28	0,19	7,152	0,085	0,08	3	1	20
01441+6154	STI 275BC	12,5	12,35	2012,6300	89,27	0,16	15,506	0,029	0,13	4	1	20
01441+6153	STI 276	12,49	13,42	2012,6300	330,77	0,09	15,799	0,032	0,92	4	1	21
01443+6152	STI 277	11,43	14,5	2012,6300	330,47	0,17	13,95	0,052	2,20	4	1	22
01453+6107	STI 283	10,09	14,4	2012,6244	282,25	0,13	14,942	0,051	3,34	4	1	23
01459+6112	STI 285	13,4	13,4	2012,6244	135,94	0,01	6,999	0,112	0,34	3	1	24
01461+6112	STI 288	10,56	12,4 3	2012,6244	137,68	0,13	13,932	0,107	3,06	3	1	25
01462+6112	STI 289	12,22	12,68	2012,6244	237,44	0,14	12,365	0,072	0,29	5	1	26
01462+6107	STI 290	14,0	14,0	2012,6217	99,75	0,10	13,767	0,055	0,45	5	1	27
01465+6114	STI 291AB	12,6	13,0	2012,6242	196,75	0,17	14,018	0,039	0,57	7	1	28
01465+6212	STI 292	11,43	12,4	2012,6245	205,84	0,18	11,712	0,089	2,70	5	1	29
01466+6112	STI 295AB	10,21	14,0	2012,6242	356,35	0,03	7,188	0,029	3,65	3	1	30
01466+6112	BKO1082AD	10,21	14,0	2012,6242	180,40		7,670		4,55	1	1	30
01466+6112	STI 295BC	14,0	14,18	2012,6242	84,95	0,19	11,603	0,077	0,20	2	1	30
01467+6114	STI 297	11,14	13,2	2012,6242	119,65	0,14	7,297	0,053	1,98	6	1	31
01467+6109	STI 298AB	12,6	14,0	2012,6218	222,60	0,26	11,796	0,047	1,11	5	1	32
01467+6109	STI 296BC	14,0	14,0	2012,6218	6,68	0,12	12,513	0,051	0,11	4	1	32
01470+6517	STI 299	12,5	12,7	2012,6245	217,20	0,24	6,112	0,077	0,24	3	1	33
01470+6517 No cat	MRI 55AC	12,14	12,93	2012,6245 2000,5201 2001,3025	54,96 55,26 55,16		3,175 3,323 3,074		0,54	1	1	33 2MASS UCAC4
01496+6046	STI 309	12,7	13,3	2012,6246	196,54	0,25	11,489	0,047	0,57	6	1	34
02069+6420	STI 343	11,78	11,8	2012,5919	97,61	0,18	8,337	0,091	0,40	5	1	35
02081+6309	STI 344	8,30	11,9	2012,5913	28,96	0,06	11,107	0,029	4,76	4	1	36
02098+5935	STI 346	11,71	13,2	2012,5890	118,71	0,16	15,415	0,094	0,97	3	1	37
02105+6000	STI 348	11,8	12,5	2012,5890	208,29	0,14	6,713	0,019	0,92	5	1	38
02135+5926	STI 351	11,15	13,7	2012,5835	170,43	0,07	9,185	0,085	1,99	4	1	39
02170+6014	STI 353	13,5	13,9	2012,5891	71,63		10,745		0,26	1	1	40
02241+6245	STI 359	12,2	12,8	2012,5919	176,27		6,346		0,36	1	1	41
02260+6007	STI 361	11,34	12,8	2012,5918	13,20	0,22	5,38	0,027	1,83	2	1	42
02261+6000	STI 362	10,76	13,1	2012,5891	30,32	0,19	7,655	0,088	2,50	4	1	43
02278+6009	STI 363	12,5	12,7	2012,5918	27,05	0,16	5,351	0,003	0,57	2	1	44
02301+6015	STI 366	11,2	12,7	2012,5919	328,14	0,17	8,795	0,006	1,52	4	1	45
02327+6127	STI 368AB	8,03	10,13	2012,5892	96,50	0,08	9,989	0,048	2,75	3	1	46
02327+6127	WAL 17AC	8,03	13,1	2012,5892	35,41	0,05	43,611	0,040	4,11	5	1	46
02327+6127	WAL 17AD	8,03	11,21	2012,5892	342,19	0,05	40,421	0,065	3,47	4	1	46
02327+6127	WAL 17AE	8,03	9,72	2012,5892	324,95	0,02	78,732	0,034	1,67	4	1	46
02327+6127	STI 367DG	11,21	13,0 8	2012,5892	162,37	0,11	15,474	0,083	1,89	3	1	46
02337+6127	STI 369	11,05	14,0	2012,5944	57,77	0,16	11,336	0,056	2,05	3	1	47
02340+6002	STI 370	11,43	12,9	2012,5945	137,09	0,21	3,157	0,017	1,36	4	1	48
02342+5959	STI 371	11,9	12,3	2012,5945	12,75	0,13	7,714	0,044	0,34	4	1	49
02344+6015	STI 372	13,3	14,3	2012,5946	226,55	0,16	13,465	0,025	0,64	4	1	50
02345+6147	STI 373	11,05	13,2	2012,5944	191,36	0,19	7,494	0,097	2,26	4	1	51
02410+6209	STI 378	12,9	14,4	2012,5973	104,16	0,05	8,228	0,009	0,74	4	1	52
02411+6208	STI 379	11,48	11,57	2012,5973	350,33	0,18	11,699	0,059	0,98	5	1	53
02420+6138	STI 381	12,60	13,0	2012,6434	205,96	0,12	14,446	0,053	0,75	5	1	54

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 2. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN LA CAMPAÑA OACP-2012 (CONT.).

WDS ID.	DESC.	WDS MAGS.		ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (°)	SIGMA THETA	RHO (")	SIGMA RHO	DELTA M	Nº IMG.	NOCHES	NOTAS
02427+6138	STI 385AB	12,5	13,4	2012,5973	273,56	0,11	15,836	0,080	1,10	4	1	55
02427+6138	STI 385AC	12,5	14,0	2012,5973	314,55	0,08	15,016	0,027	1,85	3	1	55
02431+6134	STI 386	10,6	11,5	2012,5974	153,68	0,11	9,167	0,054	0,17	5	1	56
02511+6025	STI 398EF	11,7	11,81	2012,6904	93,34	0,22	8,393	0,055	0,20	3	1	57
02511+6025	STI 398FH	11,81	12,92	2012,6904	106,40	0,09	14,653	0,045	0,35	4	1	57
02530+6243	STI 402	11,0	11,9	2012,6903	126,27	0,06	11,805	0,069	2,37	3	1	58
02578+6254	STI 408	11,29	11,5	2012,6902	224,19	0,04	16,631	0,049	1,83	5	1	59
02579+6400	STI 409AB	9,49	10,71	2012,6434	208,52	0,17	9,002	0,061	1,20	7	1	60
02579+6400	STI 409AC	9,49	14,6	2012,6434	64,93	0,10	44,530	0,066	4,10	3	1	60
02578+6036	STI 410	9,98	14,3	2012,6521	119,49		12,282		4,23	1	1	61
02578+5929	STI 412	11,69	13,3	2012,6900	293,72	0,12	14,538	0,026	0,73	3	1	62
02578+5929 No Cat	MRI 56AC	11,69	14,39	2012,6900 1998,9650 1998,1025	86,22 85,79 85,75	0,02	25,720 25,457 25,452	0,063	1,92	2	1	62 2MASS UCAC4
02584+6038	STI 413AB	12,7	13,0	2012,6521	41,94		5,741		0,66	1	1	63
02584+6038	STI 413BC	13,0	13,5	2012,6521	92,56		7,896		0,57	1	1	63
02584+6035	STI 414AB	12,11	13,1	2012,6545	317,66		5,228		1,01	1	1	64
02584+6035	STI 414AC	12,11	14,3	2012,6545	6,73		4,489		1,24	1	1	64
02586+5928	STI 416	11,41	11,37	2012,6900	86,71		3,625		0,09	1	1	65
03001+6244	STI 417	12,11	12,3	2012,6902	337,5	0,15	4,445	0,039	0,49	4	1	66
03010+6524	STI 418	10,14	11,2	2012,6435	70,07	0,10	9,125	0,037	0,82	5	1	67
03015+5920	STI 420	9,80	13,0	2012,6434	196,52	0,18	12,735	0,022	2,44	4	1	68
03031+6412	STI 422	10,86	11,60	2012,6435	121,64	0,17	11,055	0,039	0,53	4	1	69
03034+6254	STI 423	11,5	12,2	2012,6901	292,86	0,11	10,399	0,066	1,48	4	1	70
20193+6152	STI 965	12,2	12,83	2012,5833	314,29	0,03	11,899	0,057	0,06	4	1	71
20194+6135	STI 966	11,14	12,4	2012,5834	142,84	0,16	7,134	0,093	1,60	4	1	72
20504+6259	STI 997	11,91	13,2	2012,5832	70,82	0,14	15,273	0,081	0,90	5	1	73
20506+6356	STI 998	12,8	12,8	2012,5833	92,14	0,11	4,841	0,056	0,12	3	1	74
21392+6026	STI1042	12,3	12,3	2012,5643	3,57	0,10	15,053	0,084	0,03	3	1	75
21450+6202	STI1047	11,07	12,1	2012,5803	193,64	0,20	12,528	0,084	1,07	4	1	76
21462+6100	STI1048	13,6	13,6	2012,5808	117,69	0,16	13,923	0,077	0,45	4	1	77
21470+6214	STI1050	11,03	12,2	2012,5804	11,18	0,15	7,483	0,024	0,86	4	1	78
21472+6020	STI1051	11,3	12,1	2012,5804	3,98	0,16	5,960	0,057	0,68	3	1	79
21508+6400	STI1061	12,0	12,1	2012,5805	312,05	0,15	8,103	0,062	0,12	3	1	80
21508+6400 No cat	MRI 57AC	12,12	12,79	2012,5805 1999,7371 2002,4725	291,74 291,74 291,73	0,10	15,900 15,875 15,849	0,060	0,66	5	1	80 2MASS UCAC4
21508+6400 No Cat	MRI 57BC	12,22	12,79	2012,5805 1999,7371 2002,0975	273,46 273,21 273,34	0,19	8,918 8,820 8,775	0,099	0,58	3		80 2MASS UCAC4
21518+6129	STI1063	12,39	13,2	2012,5807	88,50	0,08	10,553	0,031	0,86	2	1	81
21518+6129 No cat	MRI 58BC	13,49	13,77	2012,5807	91,33	0,06	2,512	0,012	0,28	3	1	81
21591+6400	STI1077AB, D	8,90	12,67	2012,5860	145,31	0,06	8,260	0,105	3,68	3	1	82
21599+6200	STI1079	10,36	11,36	2012,5860	44,84	0,09	8,831	0,086	0,71	5	1	83
22026+6238	STI1081	12,2	12,5	2012,5861	90,81		3,75		0,05	1	1	84
22048+6250	STI1086	12,9	13,1	2012,5861	127,36	0,09	14,356	0,091	0,21	5	1	85
22051+6204	STI1088	12,6	12,8	2012,5996	234,13	0,09	6,750	0,070	0,17	4	1	86
22055+6322	STI1089	12,9	12,9	2012,5997	30,80	0,18	6,244	0,056	0,41	3	1	87
22083+6054	STI1092	9,50	11,04	2012,5997	45,56	0,08	15,982	0,114	1,94	4	1	88
22091+6320	STI1093	11,76	11,8	2012,5997	69,25	0,28	4,501	0,025	0,16	3	1	89
22101+6302	STI1094	11,34	12,5	2012,5998	286,46	0,06	15,175	0,095	1,15	3	1	90
22189+6318	STI1105AB	10,84	12,4	2012,6518	292,43	0,17	10,993	0,063	1,58	5	1	91
22189+6318	FYM 193AC	10,84	12,76	2012,6518	70,92	0,09	23,072	0,068	2,09	4	1	91
22189+6318	FYM 193AD	10,84	14	2012,6518	198,51	0,19	16,290	0,070	3,16	4	1	91
22239+6254	STI1107	11,9	11,9	2012,6518	116,40	0,13	9,642	0,024	0,16	5	1	92
22256+6349	STI1108	9,73	12,2	2012,6899	76,41	0,19	9,739	0,043	2,71	4	1	93

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 2. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN LA CAMPAÑA OACP-2012 (CONT.).

WDS ID.	DESC.	WDS MAGS.		ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (°)	SIGMA THETA	RHO (")	SIGMA RHO	DELTA M	Nº IMG.	NOCHES	NOTAS
22353+6025	STI1114	12,90	12,90	2012,6516	35,05		14,879		0,55	1	1	94
22360+6347	STI1116	11,2	11,7	2012,6515	170,09	0,04	8,366	0,088	0,84	3	1	95
22374+6029	STI1118	11,7	12,6	2012,6516	92,75	0,14	7,731	0,077	0,41	6	1	96
22380+6005	STI1119	12,10	12,60	2012,6517	100,25	0,12	12,444	0,046	0,71	7	1	97
23469+6042	STI1213	11,52	12,4	2012,5809	3,27	0,11	8,256	0,048	0,40	6	1	98
01357+5440	STI1634	11,1	12,0	2012,6354	219,20	0,16	9,591	0,073	0,47	3	1	99
01359+5444	STI1635	11,35	12,2	2012,6354	113,63	0,15	4,394	0,025	0,78	3	1	100
01359+5444	STI1636	13,4	13,4	2012,6355	149,45		4,534		0,09	1	1	101
01366+5550	STI1638	12,26	12,8	2012,6355	127,32		7,249		0,47	1	1	102
01375+5456	STI1640	11,6	11,6	2012,6355	132,29	0,18	4,662	0,057	0,27	3	1	103
01376+5614	STI1641	12,8	13,4	2012,6356	270,24	0,13	8,628	0,034	2,27	3	1	104
01390+5727	STI1647	10,62	11,92	2012,6357	359,22	0,14	13,091	0,088	1,24	6	1	105
01397+5711	STI1649	12,2	11,77	2012,6357	107,51	0,14	13,846	0,043	0,65	4	1	106
01399+5517	STI1650	12,0	12,0	2012,6358	169,90	0,10	6,080	0,018	0,08	3	1	107
01421+5729	STI1659	10,42	13,0	2012,6358	59,84	0,16	13,020	0,061	2,36	8	1	108
01428+5742	STI1660	13,0	13,8	2012,6519	118,78	0,17	7,806	0,033	1,13	4	1	109
01429+5718	STI1661	13,4	13,4	2012,6519	24,37	0,18	9,052	0,047	0,08	5	1	110
01433+5842	STI1662	12,0	12,0	2012,6299	173,39	0,21	8,490	0,057	1,10	4	1	111
01434+5550	STI1663	11,49	13,0	2012,6299	351,30	0,18	11,663	0,048	0,75	4	1	112
01435+5516	STI1664	11,40	11,35	2012,6520	154,83		4,175		0,25	1	1	113
01437+5652	STI1665	11,56	12,7	2012,6520	86,45	0,12	11,376	0,077	0,00	7	1	114
01437+5532	STI1666	11,93	12,2	2012,6521	175,13		5,688		0,79	1	1	115
01447+5849	STI1669	12,14	13,9	2012,6298	139,25	0,16	11,130	0,040	1,34	4	1	116
01446+5503	STI1671	11,39	12,9	2012,6407	29,91		7,570		1,12	1	1	117
01447+5505	STI1672	11,81	12,8	2012,6407	107,14		13,440		1,09	1	1	118
01447+5603	STI1673	12,97	13,2	2012,6406	65,74	0,19	13,509	0,045	0,30	4	1	119
01451+5753	STI1675	14,9	14,9	2012,6270	109,57	0,17	7,846	0,059	0,13	4	1	120
01453+5717	STI1676	11,7	11,9	2012,6269	61,47	0,15	7,449	0,043	0,20	4	1	121
01454+5744	STI1677	12,7	12,7	2012,6270	136,66	0,13	16,561	0,068	0,89	5	1	122
01456+5641	STI1678	11,97	13,0	2012,6298	196,36	0,10	12,894	0,042	1,27	4	1	123
01459+5446	STI1681	11,36	11,55	2012,6269	105,97	0,24	14,416	0,057	0,41	6	1	124
01467+5549	STI1682	11,9	11,4	2012,6272	59,3	0,17	12,644	0,042	1,13	4	1	125
01469+5757	STI1683	12,09	13,0	2012,6271	87,74	0,14	6,229	0,071	0,63	4	1	126
01473+5801	STI1684	7,0	13,2	2012,6271	304,74	0,08	15,649	0,077	6,23	6	1	127
01473+5604	STI1685	11,41	11,6	2012,6272	191,76	0,13	12,906	0,038	1,82	4	1	128
01474+5726	STI1687	11,13	12,0	2012,6273	206,68	0,21	5,371	0,053	2,35	4	1	129
01476+5644	STI1688	11,9	13,4	2012,6191	277,80	0,27	4,138	0,022	0,93	2	1	130
01483+5635	STI1690	12,9	12,9	2012,6190	5,33	0,25	7,084	0,052	0,02	5	1	131
01488+5606	STI1691	11,74	12,3	2012,6191	83,46	0,16	12,752	0,032	1,40	3	1	132
01489+5752	STI1692	13,44	13,43	2012,6273	127,16	0,16	10,623	0,113	0,17	4	1	133
01491+5851	STI1693	13,1	13,4	2012,6189	134,97	0,11	3,636	0,006	0,38	2	1	134
01491+5640	STI1694	9,86	13,5	2012,6190	17,78	0,17	12,135	0,088	2,96	6	1	135
01489+5752	STI1695	12,05	12,4	2012,6274	252,66	0,19	4,473	0,031	0,58	3	1	136
01511+5907	STI1697	12,13	13,26	2012,6189	58,31	0,18	9,602	0,049	1,60	4	1	137
01511+5908	STI1698	12,5	12,8	2012,6189	328,93	0,14	12,060	0,095	0,68	5	1	138
01538+5911	STI1709	11,70	12,3	2012,6188	101,51	0,06	11,013	0,039	0,68	6	1	139
01562+5908	STI1718	13,4	13,4	2012,6165	79,24	0,19	9,077	0,095	0,24	5	1	140
01566+5850	STI1722	12,16	12,7	2012,6164	91,17	0,07	15,247	0,035	0,96	6	1	141
01581+5907	STI1735	Sin Confirmar. No se encuentra en la posición indicada en el catálogo.										142
01583+5814	STI1737	12,6	13,1	2012,6163	261,21	0,10	15,438	0,044	1,15	5	1	143

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 2. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN LA CAMPAÑA OACP-2012 (CONT.).

WDS ID.	DESC.	WDS MAGS.		ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (°)	SIGMA THETA	RHO (")	SIGMA RHO	DELTA M	Nº IMG.	NOCHES	NOTAS
02005+5809	STI1753	11,4	11,8	2012,6163	186,76	0,12	7,481	0,033	0,55	4	1	144
02006+5842	STI1754	10,46	11,65	2012,6163	5,42	0,10	12,238	0,054	1,21	3	1	145
02012+5812	STI1761	8,63	13,2	2012,6163	28,36	0,14	14,330	0,070	4,91	4	1	146
02016+5825	STI1763	9,11	13,1	2012,6161	110,65	0,06	10,353	0,098	4,77	3	1	147
02018+5831	STI1764	11,9	12,5	2012,6161	291,75	0,16	13,076	0,024	0,61	4	1	148
02097+5906	STI1790	9,85	11,69	2012,5864	24,28	0,12	14,514	0,029	2,26	4	1	149
02110+5915	STI1798	13,6	13,7	2012,5863	69,41	0,17	12,315	0,051	0,01	4	1	150
02132+5925	STI1805	11,86	13,04	2012,5835	163,84	0,15	14,895	0,061	1,29	3	1	151
02133+5919	STI1806	14,1	14,5	2012,5835	359,66		7,846		0,80	1	1	152
02145+5912	STI1812	10,40	10,32	2012,5834	58,56	0,19	10,667	0,060	0,59	4	1	153
02164+5915	STI1820	12,4	13,4	2012,5849	0,03	0,12	9,706	0,053	0,86	9	2	154
02176+5920	STI1828	10,1	10,8	2012,5862	140,07	0,10	11,866	0,062	0,62	6	1	155
02190+5930	STI1843	11,3	11,9	2012,5863	37,89	0,17	7,247	0,055	0,87	4	1	156
02200+5918	STI1847	10,9	11,6	2012,5863	312,69	0,10	12,301	0,030	0,94	3	1	157
02343+5908	STI1910	12,1	12,1	2012,5946	149,46	0,17	7,698	0,018	1,11	4	1	158
02383+5846	STI1920	12,8	13,07	2012,6056	127,04	0,08	13,463	0,068	0,46	3	1	159
02382+5811	STI1921	10,9	13,9	2012,6055	217,68	0,08	12,844	0,049	4,00	4	1	160
02429+5904	STI1926	10,38	11,31	2012,6056	343,94	0,12	14,192	0,029	0,93	5	1	161
02440+5903	STI1930	10,2	10,9	2012,6056	271,29	0,15	10,798	0,017	0,89	5	1	162
02448+5754	STI1934	11,10	13,1	2012,6107	273,25	0,12	10,123	0,048	2,18	5	1	163
02479+5903	STI1939	13,6	13,6	2012,6108	74,45	0,11	8,808	0,049	0,08	4	1	164
02490+5908	STI1941	12,11	13,0	2012,6108	359,72	0,23	3,480	0,048	0,73	4	1	165
02491+5910	STI1942	12,7	13,1	2012,6108	182,86	0,14	5,118	0,004	0,57	2	1	166
02563+5911	STI1950AB	12,1	13,2	2012,6109	255,25	0,16	9,127	0,058	1,49	2	1	167
02563+5911	STI1950AC	12,1	14,5	2012,6109	174,12	0,06	12,308	0,020	2,00	2	1	167
02572+5734	STI1951	11,69	12,5	2012,6109	303,72	0,11	10,144	0,092	0,58	3	1	168
02598+5827	STI1954	10,38	12,9	2012,6904	73,24	0,26	11,883	0,058	2,83	5	1	169
03060+5827	STI1964	10,85	11,2	2012,6491	278,29	0,07	9,082	0,030	0,31	6	1	170
05230+5432	STI2096	10,4	11,9	2012,6276	33,84	0,16	10,716	0,044	1,95	4	1	171
21005+5709	STI2557	11,9	12,5	2012,5641	130,78		8,054		0,62	1	1	172
21165+5727	STI2562	12,0	12,6	2012,5640	77,26	0,16	11,264	0,013	0,53	2	1	173
21202+5809	STI2566	11,87	11,69	2012,5642	125,19	0,21	13,184	0,036	0,66	3	1	174
21351+5538	STI2574	11,81	11,94	2012,5642	36,73	0,09	10,684	0,016	0,30	2	1	175
21373+5606	STI2578	11,5	12,5	2012,5642	114,46		6,294		0,92	1	1	176
21484+5719	STI2592	12,7	12,7	2012,5889	66,45	0,16	10,510	0,037	0,06	4	1	177
21519+5911	STI2597	12,6	12,6	2012,5859	118,40	0,11	10,759	0,130	0,42	1	1	178
21550+5540	STI2600	12,7	12,7	2012,5915	109,63		4,052		0,14	1	1	179
22008+5802	STI2606	11,50	11,54	2012,5914	127,93	0,05	9,258	0,035	0,26	3	1	180
22029+5512	STI2608	12,53	13,1	2012,5915	41,23	0,20	7,249	0,063	0,03	3	1	181
22052+5502	STI2612BC	13,8	13,8	2012,5916	31,81	0,19	6,920	0,078	0,00	3	1	182
No cat	MRI 59	9,43	12,64	1993,81 1999,7672 2010,4929	80,84 80,88 80,83		65,767 65,706 65,732					183 UCAC4 2MASS WISE
22055+5606	STI2613	11,7	11,9	2012,5995	170,89	0,06	8,590	0,018	0,18	4	1	184
22057+5520	STI2614	11,7	12,1	2012,5916	106,39	0,13	4,946	0,091	0,31	4	1	185
22057+5531	STI2615	12,30	12,9	2012,5917	248,58	0,12	10,163	0,022	1,73	3	1	186
22055+5800	STI2616	11,6	12,4	2012,5887	327,01	0,13	10,351	0,063	0,97	5	1	187
22058+5506	STI2617	11,7	12,1	2012,5916	99,46	0,15	9,991	0,055	0,15	5	1	188
22071+5440	STI2620	9,88	13,0	2012,5968	73,69	0,07	8,044	0,035	2,11	4	1	189
22077+5510	STI2621	13,1	13,4	2012,5968	126,38	0,16	11,302	0,045	0,58	4	1	190
22087+5427	STI2623AB	10,3	10,8	2012,5969	179,46	0,17	5,542	0,064	0,44	3	1	191
22087+5427	STI2623AC	10,3	10,7	2012,5969	26,31	0,14	5,666	0,082	0,42	2	1	191

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 2. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN LA CAMPAÑA OACP-2012 (CONT.).

WDS ID.	DESC.	WDS MAGS.		ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (°)	SIGMA THETA	RHO (")	SIGMA RHO	DELTA M	Nº IMG.	NOCHES	NOTAS
22089+5442	STI2624	11,74	13,2	2012,5969	133,37	0,13	4,456	0,009	1,35	2	1	192
22091+5732	STI2625	12,63	12,7	2012,5970	280,77	0,15	8,038	0,037	0,47	6	1	193
22093+5458	STI2626	11,62	11,56	2012,5970	152,49	0,05	4,013	0,047	0,10	3	1	194
22106+5426	STI2629	12,01	12,9	2012,5971	353,62	0,17	8,096	0,080	1,44	5	1	195
22110+5607	STI2635	11,5	12,3	2012,5971	176,40	0,16	6,254	0,046	1,05	4	1	196
22111+5547	STI2636	12,7	12,7	2012,5972	177,71	0,16	11,631	0,082	1,23	5	1	197
22114+5459	STI2637	12,7	12,7	2012,5998	117,60		3,584		0,65	1	1	198
22142+5632	STI2655	12,55	12,62	2012,5999	55,46	0,15	9,344	0,042	0,01	4	1	199
22143+5649	STI2657	13,1	13,1	2012,6051	53,39	0,16	6,552	0,021	0,72	4	1	200
22151+5555	STI2664	11,65	11,6	2012,6052	186,88		4,247		1,35	1	1	201
22201+5550	STI2707	11,3	12,2	2012,6052	2,36	0,13	3,846	0,039	1,46	2	1	202
22207+5606	STI2711	12,30	13,5	2012,6053	91,19	0,15	12,542	0,019	1,33	3	1	203
22415+5909	STI2843	12,4	12,4	2012,6054	59,26	0,28	8,713	0,034	0,69	3	1	204
22496+5804	STI2866	10,58	11,28	2012,6054	182,48	0,18	15,503	0,053	0,51	5	1	205

Notas

1. STI 229. En Cas. Theta disminuye. Rho estable. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.
2. STI 232. En Cas. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.
3. STI 235. En Cas. Theta parece oscilar en las medidas históricas con un par de grados de amplitud. Se acercan. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.
4. STI 237AB. En Cas. Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles. ES 2588AD: Prácticamente fijo. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular. ES 2588AF: Prácticamente fijo. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular. HJ 1083AH: Prácticamente fijo. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular. ES 2588AI: Prácticamente fijo. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular. ES 2588AJ: Theta y Rho aumentan con rapidez. Sin datos de movimiento propio de la secundaria. Seguramente óptica. STI 237BC: Theta disminuye. Rho estable. Sin datos de movimiento propio de la secundaria. Seguramente óptica. STI 239DE: Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles. BKO1064ET: Confirmada, solo medida en 2010. Difícil por señal débil. La medición aportada es la media de tres medidas sobre una sola imagen. JCT 2Fa,Fb: La componente F es doble cerrada. Se intuye en algunas de nuestras imágenes pero su separación en torno al segundo de arco cae fuera de nuestras capacidades actuales. STI 237FG: Prácticamente fijo. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular. DAM 90FO: Fijo. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular. DAM 90FP: Fijo. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular. DAM 90FR: Relativamente estable aunque los movimientos propios no sean muy pa-

rejos en módulo (sí en dirección). ES 2588HL: Relativamente estable aunque los movimientos propios parecen divergir. ES 2588HM: Rápido incremento en Theta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles. BKO1064HN: Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles. ES 2588JK: Theta aumenta con rapidez. Rho estable. Datos sobre movimiento propio incompletos. Difícil por débil señal en la secundaria. Medida con SURFACE sobre una sola imagen. DAM 90OD: Prácticamente fijo. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular. DAM 90PQ: Prácticamente fijo. Relativamente estable desde la primera medida en 1999 aunque los movimientos propios parecen incompatibles. DAM 90RS: Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios incompletos. Medida sobre una sola imagen con *Surface*.
NOTA WDS: STI 237 y STI 239 son miembros del sistema múltiple HJ 1083.
 Los 21 pares se encuentran integrados en el cúmulo Trumpler 1 (figura 3).

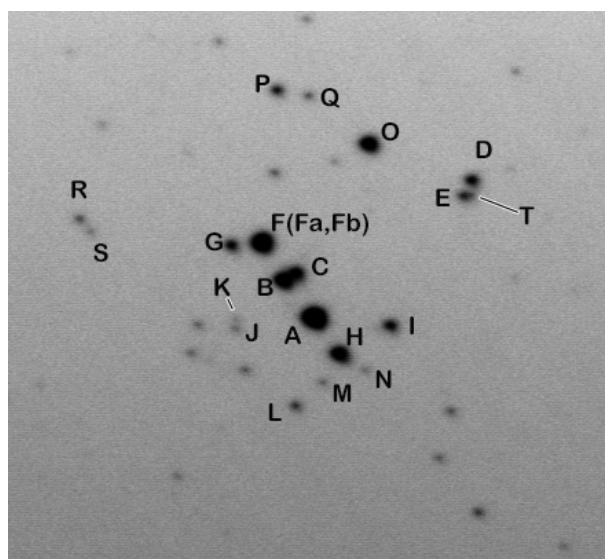


Figura 3. El sistema múltiple HJ 1083 en el cúmulo Trumpler 1. Cuenta con 21 pares, entre los cuales encontramos dos de los sistemas de Stein: STI 237 y STI 239.

5. STI 242. En Cas. Prácticamente estable. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

6. STI 243. En Cas. Rápido incremento en Theta. Lento acercamiento. Movimientos propios incompatibles.

7. STI 245. En Cas. Theta disminuye. Se alejan. Movimientos propios incompatibles.

8. STI 248. En Cas. Theta estable. Muy ligero distanciamiento. Movimientos propios pequeños pero similares. Interesante realizar seguimiento regular.

9. STI 251AB. En Cas. Theta disminuye. Se alejan. Movimientos propios pequeños que parecen divergir. La principal es el par cerrado TDS1941Aa,Ab no resoluble por nuestro equipo.

10. STI 255. En Cas. Incremento suave en Theta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

11. STI 256. En Cas. Theta estable. Lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

12. STI 259. En Cas. Theta aumenta. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

13. STI 260. En Cas. Theta se mantiene fijo. Lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

14. STI 261. En Cas. El par se mantiene prácticamente fijo. Movimientos propios similares. Interesante hacer seguimiento regular.

15. STI 264. En Cas. Interesante sistema cuya estrella principal es una variable pulsante y se halla en NGC 637. Los parámetros se mantienen estables en los últimos 40 años. Ha sido medida en 13 ocasiones desde el descubrimiento por el interés ante estar ante un sistema triple físico. Los movimientos propios son pequeños pero similares. Interesante continuar con el seguimiento.

16. STI 266. En Cas. Estable en los últimos años aunque los movimientos propios parecen incompatibles.

17. STI 267. En Cas. Theta disminuye con lentitud. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

18. STI 269. En Cas. Estable en los últimos años. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

19. STI 274AB. En Cas. Relativamente estable. Movimientos propios incompatibles. STI 274BC: Estable en los últimos años. Movimientos propios incompatibles.

20. STI 275AB. En Cas. Ligero incremento en Theta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles. STI 275BC: Ligero incremento en Theta y Rho. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

21. STI 276. En Cas. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

22. STI 277. En Cas. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

23. STI 283. En Cas. Theta aumenta. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

24. STI 285. En Cas. Relativamente estable. Movimientos propios similares. Interesante realizar segui-

miento regular.

25. STI 288. En Cas. Relativamente estable. Movimientos propios pequeños pero similares. Interesante realizar seguimiento regular.

26. STI 289. En Cas. Relativamente estable. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

27. STI 290. En Cas. Theta disminuye con rapidez. Lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

28. STI 291AB. En Cas. Muy lento incremento en Theta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles. Hay otras dos componentes débiles (C y D) catalogadas por BKO. No han sido medidas en esta campaña debido a la débil señal de las mismas.

29. STI 292. En Cas. Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

30. STI 295AB. En Cas. Muy rápida disminución en Theta. Alejamiento rápido. Movimientos propios incompatibles. BKO1082AD: Descubierta en 2010, relativamente estable desde el año 2000, aunque los movimientos propios son incompatibles. Difícil la medida por débil señal de la componente D. STI 295BC: Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

31. STI 297. En Cas. Relativamente estable, aunque los movimientos propios son perpendiculares.

32. STI 298AB. En Cas. Prácticamente estable. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular. STI 296BC: Lento incremento en ángulo y distancia. Inversión de cuadrante en las medidas históricas. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular.

33. STI 299. En Cas. Theta disminuye. Se alejan. Movimientos propios incompatibles. **MRI 55AC:** Nueva componente apretada para STI 299A. Se incluyen también medidas adicionales procedentes de las posiciones dadas por los catálogos 2MASS y UCAC4. Las magnitudes visuales para las dos componentes se derivaron por conversión de la fotometría JHK de 2MASS (Warner, 2007).

34. STI 309. En Cas. Relativamente estable. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular.

35. STI 343. En Cas. Theta disminuye. Muy lento acercamiento. Movimientos propios incompatibles.

36. STI 344. En Cas. Theta disminuye con rapidez. Se acercan muy lentamente. Movimientos propios incompatibles.

37. STI 346. En Cas. Theta disminuye con rapidez y se alejan. Movimientos propios incompatibles.

38. STI 348. En Cas. Fija. MPC.

39. STI 351. En Cas. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios incompatibles.

40. STI 353. En Cas. Theta aumenta y se acercan. Movimientos propios incompatibles. Dificultad en la medida debido a una estrella situada a 3" de la secundaria. No la hemos incluido como nueva componente pues los movimientos propios de UCAC4 y PPMXL indican que los dos astros no están relacionados.

41. STI 359. En Cas. Theta disminuye. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

42. STI 361. En Cas. Los valores de Theta y Rho oscilan en las cinco medidas históricas acumuladas. No hay clara tendencia.

43. STI 362. En Cas. Theta aumenta. Lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

44. STI 363. En Cas. Theta disminuye con rapidez. Se alejan lentamente. Movimientos propios incompatibles.

45. STI 366. En Cas. Theta disminuye. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

46. STI 368AB. En Cas. Hay 9 pares en este código WDS, todos dentro del cúmulo abierto IC1805. Incluimos medidas para 5 de ellos, el resto son componentes muy débiles no registradas en nuestras imágenes. La pareja principal, STI 368AB, se mantiene prácticamente fija y los movimientos propios son similares aunque pequeños. WAL 17AC: Prácticamente fijo, los movimientos propios son similares aunque pequeños. WAL 17AD: Prácticamente fijo, los movimientos propios son similares aunque pequeños. STI 367DG: Theta y Rho aumentan.

47. STI 369. En Cas. Relativamente estable. Movimientos propios pequeños e incompatibles.

48. STI 370. En Cas. Theta aumenta. Se acercan. Movimientos propios incompatibles.

49. STI 371. En Cas. Theta oscila en las medidas históricas. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

50. STI 372. En Cas. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

51. STI 373. En Cas. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

52. STI 378. En Cas. Theta disminuye. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

53. STI 379. En Cas. Theta aumenta. Muy lento acercamiento. Movimientos propios incompatibles.

54. STI 381. En Cas. Theta aumenta. Distancia relativamente estable. Movimientos propios paralelos pero descompensados.

55. STI 385AB. En Cas. Theta aumenta despacio. Se alejan. Movimientos propios incompatibles. STI 385AC: El par se mantiene estable. Movimientos propios pequeños pero similares. Interesante la observación periódica.

56. STI 386. En Cas. Theta y Rho disminuyen a buen ritmo. Movimientos propios tienden a abrirse.

57. STI 398EF. En Cas. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles. STI 398FH: Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles. *Nota:* Ambos pares pertenecen al sistema de STF 306.

58. STI 402. En Cas. Theta disminuye. Lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

59. STI 408. En Cas. Theta oscila. Se alejan. Movimientos propios incompatibles.

60. STI 409AB. En Cas. Prácticamente fijo. Movimientos propios similares. Interesante realizar segui-

miento regular. STI 409AC: Es una componente reciente y empieza a notarse incremento en los parámetros desde la primera medida de 1989. Los movimientos propios son incompatibles.

61. STI 410. En Cas. Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

62. STI 412. En Cas. Theta y Rho aumentan con rapidez. Alto movimiento propio de la principal. Óptica. **MRI 56AC:** Nueva componente MPC para STI 412A. La componente C es UCAC 748-026607. Los movimientos propios según UCAC 4 son 39,6 -4,9 / 36,0 -7,9. Las magnitudes visuales se obtuvieron por conversión de la fotometría infrarroja de 2MASS. Se aportan dos medidas adicionales procedentes de las posiciones ofrecidas por 2MASS y por UCAC4.

63. STI 413AB. En Cas. Theta aumenta. Lento acercamiento. Movimientos propios incompatibles. STI 413BC: Theta ligero aumento. Muy lento acercamiento. Movimientos propios incompatibles. Difícil por señal débil de C.

64. STI 414AB. En Cas. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles. STI 414AC: Theta aumenta. Rho relativamente estable. Abandonada desde 1999. Sin datos de movimiento propio para C. Muy difícil por solapamiento con la componente B.

65. STI 416. En Cas. Theta disminuye. Se alejan. Movimientos propios perpendiculares.

66. STI 417. En Cas. Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios opuestos.

67. STI 418. En Cas. Se mantiene estable en los últimos años aunque los movimientos propios son incompatibles.

68. STI 420. En Cas. Theta y Rho disminuyen con lentitud. Movimientos propios incompatibles.

69. STI 422. En Cas. Theta disminuye. Se alejan con lentitud. Movimientos propios incompatibles.

70. STI 423. En Cas. Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

71. STI 965. En Cas. Theta aumenta. Muy ligero alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

72. STI 966. En Cas. Theta Disminuye. Rho relativamente estable. Alto movimiento propio de la secundaria. Probablemente óptica.

73. STI 997. En Cep. Theta Disminuye. Se alejan. Movimientos propios incompatibles.

74. STI 998. En Cep. Theta Disminuye. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

75. STI1042. En Cep. Movimientos propios incompatibles. Óptica.

76. STI1047. En Cep. Los movimientos propios de UCAC4, aunque similares, no confirman el comportamiento del par: Theta disminuye a buen ritmo y se alejan.

77. STI1048. En Cep. Theta disminuye y se alejan lentamente. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

78. STI1050. En Cep. Theta aumenta rápido y se ale-

jan. Movimientos propios incompatibles.

79. STI1051. En Cep. Acusada variación en Theta con inversión de cuadrantes en las primeras medidas. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

80. STI1061. En Cep. Fija desde el descubrimiento. Movimientos propios similares. **MRI 57AC:** Nueva componente para STI1061. La componente C, según UCAC4 parece compartir movimiento propio con el par principal fijo AB, por lo que estaríamos ante un sistema triple. **MRI 57BC:** Añadimos también medidas para el par BC ante el movimiento propio de las tres estrellas. Para los dos nuevos pares se incluyen también medidas adicionales procedentes de las posiciones dadas por los catálogos 2MASS y UCAC4, que confirman la estabilidad de las tres componentes. Las magnitudes visuales para las tres componentes se derivaron por conversión de la fotometría JHK de 2MASS (Warner, 2007).

81. STI1063. En Cep. El par se mantiene relativamente estable. Movimientos propios en la misma dirección aunque con módulo distinto. La componente B es doble cerrada. **MRI 58BC:** Nueva componente para STI1063B. Se trata de una estrella casi gemela a 2,5" y en dirección 91°. Se estimaron las magnitudes visuales de las dos componentes en base a la fotometría conjunta de 2MASS y la diferencia de magnitud obtenida por Reduc.

82. STI1077AB,D. En Cep. El par se mantiene prácticamente estable. En realidad, la principal es la doble cerrada HU 975AB. Tampoco desdoble la componente C situada a unos 2" de AB. De acuerdo a las medidas históricas parece que las cuatro estrellas viajan juntas a la misma velocidad compartiendo movimiento propio, abriéndose la posibilidad de que conformen un sistema cuádruple.

83. STI1079. En Cep. El par se mantiene relativamente estable. Los movimientos propios son similares aunque con tendencia a cruzarse.

84. STI1081. En Cep. Theta ha aumentado con rapidez desde 1905. La distancia se mantiene fija. Este comportamiento no es coherente con los elevados movimientos propios listados en WDS procedentes de UCAC4. La medida aportada aquí se basa en una sola imagen mediante SURFACE y arroja un valor menor que la tendencia histórica.

85. STI1086. En Cep. Prácticamente fijo y movimientos propios similares. Puede ser MPC.

86. STI1088. En Cep. Relativamente estable en los últimos años. Movimientos propios incompatibles.

87. STI1089. En Cep. Theta disminuye. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

88. STI1092. En Cep. Estable en los últimos años. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular.

89. STI1093. En Cep. Lentamente Theta y rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

90. STI1094. En Cep. Fijo. Movimientos propios simi-

lares. Interesante realizar seguimiento regular.

91. STI1105AB. En Cep. Theta disminuye. Se alejan con rapidez. Movimientos propios incompatibles. FYM 193AC: Solo una medida oficial. Confirmada. Movimientos propios incompatibles. Probablemente óptica. FYM 193AD: Solo una medida oficial. Confirmada. Movimientos propios incompatibles. Probablemente óptica.

92. STI1107. En Cep. Theta disminuye. Se alejan. Movimientos propios descompensados. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

93. STI1108. En Cep. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

94. STI1114. En Cep. Theta aumenta. Se alejan. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

95. STI1116. En Cep. Theta aumenta. Se alejan. Movimientos propios perpendiculares.

96. STI1118. En Cep. Theta disminuye. Se acercan. Movimientos propios incompatibles.

97. STI1119. En Cep. Estable desde los años 90. Movimientos propios similares. Interesante hacer seguimiento regular.

98. STI1213. En Cas. Rápido movimiento propio de la principal. Óptica.

99. STI1634. En Cas. Theta estable en los últimos años. Rho relativamente fijo. Los movimientos propios tienden a divergir.

100. STI1635. En Cas. Theta aumenta. Se alejan. Alto movimiento propio de la secundaria. Óptica.

101. STI1636. En Cas. Theta aumenta. Muy ligero acercamiento. Movimientos propios incompatibles. Difícil por señal débil. Medida con SURFACE sobre una sola imagen. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

102. STI1638. En Cas. Theta oscila en las medidas históricas. Rho relativamente fijo. Movimientos propios incompatibles. Difícil por señal débil. Medida con SURFACE sobre una sola imagen.

103. STI1640. En Cas. Theta aumenta. Se acercan. Movimientos propios incompatibles.

104. STI1641. En Cas. Theta disminuye. Rho estable. Movimientos propios paralelos pero descompensados.

105. STI1647. En Cas. Estable en los últimos años. Movimientos propios pequeños e incompatibles.

106. STI1649. En Cas. Theta disminuye. Se alejan. Movimientos propios incompatibles.

107. STI1650. En Cas. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios incompatibles.

108. STI1659. En Cas. Theta disminuye. Se alejan. Movimientos propios incompatibles.

109. STI1660. En Cas. Theta oscila. Rho fijo. Movimientos propios similares. Interesante hacer seguimiento regular.

110. STI1661. En Cas. Theta aumenta. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

111. STI1662. En Cas. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes

sin filtrado fotométrico B es más brillante.

112. STI1663. En Cas. Estable en los últimos años. Movimientos propios incompatibles.

113. STI1664. En Cas. Theta disminuye con mucha rapidez. Se alejan. Alto movimiento propio de la secundaria. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

114. STI1665. En Cas. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es ligeramente más brillante.

115. STI1666. En Cas. Fijo desde 1999. Movimientos propios similares algo descompensados. Interesante hacer seguimiento regular.

116. STI1669. En Cas. Theta estable. Se acercan a buen ritmo. Movimientos propios incompatibles.

117. STI1671. En Cas. Theta disminuye. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles. Difícil por señal débil. Medida con SURFACE sobre una sola imagen.

118. STI1672. En Cas. Relativamente estable. Movimientos propios similares. Difícil por señal débil. Medida con SURFACE sobre una sola imagen.

119. STI1673. En Cas. Theta aumenta. Muy lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

120. STI1675. En Cas. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

121. STI1676. En Cas. Theta aumenta. Muy lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

122. STI1677. En Cas. Theta disminuye. Se alejan a buen ritmo. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

123. STI1678. En Cas. Theta aumenta. Lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

124. STI1681. En Cas. Relativamente fijo. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular.

125. STI1682. En Cas. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios perpendiculares.

126. STI1683. En Cas. Theta oscila. Se alejan. Movimientos propios incompatibles.

127. STI1684. En Cas. Theta disminuye. Se alejan a buen ritmo. Movimientos propios incompatibles. Alta diferencia de magnitud.

128. STI1685. En Cas. Theta aumenta con rapidez. Theta estable. Movimientos propios incompatibles.

129. STI1687. En Cas. Theta aumenta con rapidez. Muy lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

130. STI1688. En Cas. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios opuestos.

131. STI1690. En Cas. Theta oscila. Muy lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

132. STI1691. En Cas. Theta disminuye con rapidez. Se acercan. Movimientos propios incompatibles.

133. STI1692. En Cas. Theta disminuye rápidamente.

Se alejan a buen ritmo. Alto movimiento propio de la secundaria. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es ligeramente más brillante.

134. STI1693. En Cas. Oscilación en Theta, ahora parece disminuir. Se alejan. Alto movimiento propio de la primaria. Óptica.

135. STI1694. En Cas. Oscilación en Theta, ahora parece aumentar. Muy lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

136. STI1695. En Cas. Theta aumenta. Distancia relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

137. STI1697. En Cas. Oscilación en Theta, ahora parece disminuir. Muy lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

138. STI1698. En Cas. Relativamente estable. Movimientos propios similares.

139. STI1709. En Cas. Relativamente estable. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular.

140. STI1718. En Cas. Relativamente estable aunque los movimientos propios parecen divergir. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

141. STI1722. En Cas. Theta aumenta. Se alejan. Movimientos propios incompatibles.

142. STI1735. Sin Confirmar. No encontrada. El par que se halla en la posición indicada en el catálogo no se corresponde con los parámetros registrados en 1910. Tampoco hay en los alrededores ninguna pareja candidata. En WDS se advierte un alto movimiento propio para la estrella principal que podría ser la causa, aunque sin embargo, tampoco se encuentra una estrella rápida en el campo.

143. STI1737. En Cas. Theta aumenta. Se alejan a buen ritmo. Movimientos propios incompatibles.

144. STI1753. En Cas. Theta aumenta con rapidez. Distancia relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

145. STI1754. En Cas. Incluida en el Catálogo de Elementos Lineales. Alto movimiento propio de la secundaria. Óptica.

146. STI1761. En Cas. Theta y Rho aumentan con lentitud. Movimientos propios incompatibles.

147. STI1763. En Cas. Theta y Rho oscilan en las medidas históricas aunque a nivel global el par parece estable. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular.

148. STI1764. En Cas. Theta estable. Se alejan. Movimientos propios opuestos.

149. STI1790. En Cas. Prácticamente fijo. Movimientos propios muy pequeños, no concluyentes.

150. STI1798. En Cas. Theta disminuye. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

151. STI1805. En Cas. Theta disminuye. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

152. STI1806. En Cas. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

153. STI1812. En Cas. Theta y Rho aumentan con

rapidez. Alto movimiento propio de la principal. Es la misma que SMA 31.

154. STI1820. En Cas. Theta disminuye. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

155. STI1828. En Cas. MPC, fija.

156. STI1843. En Cas. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

157. STI1847. En Cas. Theta relativamente estable y se alejan despacio. Movimientos propios incompatibles.

158. STI1910. En Cas. Theta parece oscilar. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es mucho más brillante.

159. STI1920. En Cas. Theta disminuye. Muy lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles.

160. STI1921. En Cas. Theta aumenta despacio. Se alejan lentamente. Movimientos propios incompatibles.

161. STI1926. En Cas. Theta disminuye muy despacio. Se alejan muy lentamente. Movimientos propios muy pequeños y parecen incompatibles.

162. STI1930. En Cas. Theta aumenta. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

163. STI1934. En Cas. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

164. STI1939. En Cas. Theta disminuye. Distancia estable. Movimientos propios pequeños pero similares. Interesante realizar seguimiento regular. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es ligeramente más brillante.

165. STI1941. En Cas. Theta oscila en las medidas históricas con una amplitud de unos tres grados. Rho estable. Solo hay movimiento propio conjunto en la literatura. Interesante realizar seguimiento regular.

166. STI1942. En Cas. Theta disminuye. Distancia relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

167. STI1950AB. En Cas. Suave incremento en Theta. Distancia estable. Movimientos propios pequeños pero similares. Interesante realizar seguimiento regular. STI1950AC: Theta aumenta. Lento acercamiento. Movimientos propios incompatibles.

168. STI1951. En Cas. Suave incremento en Theta. Distancia estable. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular.

169. STI1954. En Cas. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

170. STI1964. En Cas. Prácticamente fijo. Movimientos propios muy pequeños y aparentemente dispares. Interesante realizar seguimiento regular.

171. STI2096. En Aur. Theta aumenta muy rápidamente. Se alejan. Movimientos propios incompatibles.

172. STI2557. En Cep. Movimientos propios incompatibles. Óptica.

173. STI2562. En Cep. Movimientos propios incompatibles.

174. STI2566. En Cep. Theta aumenta y se alejan.

Movimientos propios incompatibles.

175. STI2574. En Cep. Movimientos propios similares, aunque pequeños, confirman el carácter fijo del par. Interesante reobservación periódica.

176. STI2578. En Cep. Theta aumenta con rapidez. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

177. STI2592. En Cep. Theta disminuye y Rho aumenta. Los movimientos propios son similares aunque parece que las trayectorias tienden a abrirse.

178. STI2597. En Cep. Theta disminuye con rapidez y se alejan. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

179. STI2600. En Cep. Theta aumenta. Rho relativamente estable. Medida sobre una sola imagen con SURFACE sobre el apilado de otras cuatro tomas. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es ligeramente más brillante.

180. STI2606. En Cep. Relativamente fijo. Parece ser MPC. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es ligeramente más brillante.

181. STI2608. En Cep. Theta aumenta. Se acercan. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es ligeramente más brillante.

182. STI2612BC. En Cep. Theta aumenta con rapidez y se acercan. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico C es ligeramente más brillante. *Nota al par AB:* La componente A de STI2612, recuperada por F. Damm en 2010, es una débil estrella en torno a la magnitud 15. La medida reportada por el mismo autor, procedente de 2MASS (vía Aladin) es errónea porque se está midiendo en realidad el par AC. En cualquier caso, en nuestra opinión la componente A está perdida y no es en absoluto la estrella catalogada. Se envió al USNO una nota privada comentando este parecer.

183. MRI 59. Nueva pareja separada de Movimiento Propio Común (figura 4) situada al norte de STI2612. La estrella principal es HD235712 (UCAC4 726-081191) y la secundaria UCAC4 726-081223. La posiciones J2000 para las dos estrellas son respectivamente A: 22 04 59,176 +55 04 49,00 y B: 22 05 06,738 +55 04 59,45. La principal es de magnitud $V = 9,432$ según la fotometría del catálogo APASS. Para la secundaria hemos derivado una magnitud $V = 12,64$ por transformación de la fotometría infrarroja de 2MASS. Los movimientos propios extraídos de UCAC4 junto a sus errores entre paréntesis son A: 54,9 (0,7) 36,6 (0,6) y B: 52,3 (1,1) 39,6 (1,7)

Se aportan tres medidas de astrometría relativa procedentes de las posiciones ofrecidas por los catálogos 2MASS, UCAC4 y WISE, confirmandose el carácter fijo del par.

184. STI2613. En Cep. Prácticamente fija. Movimientos propios iguales. Puede ser MPC. Interesante realizar seguimiento regular.

185. STI2614. En Cep. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

- 186.** STI2615. En Cep. Theta y Rho disminuyen lentamente. Movimientos propios opuestos.
- 187.** STI2616. En Cep. Relativamente fijo con ligera tendencia al acercamiento. Los movimientos propios son similares.
- 188.** STI2617. En Cep. Theta y Rho disminuyen lentamente. Movimientos propios incompatibles.
- 189.** STI2620. En Cep. Rápida disminución de ángulo y distancia por movimiento propio de la primaria. Óptica.

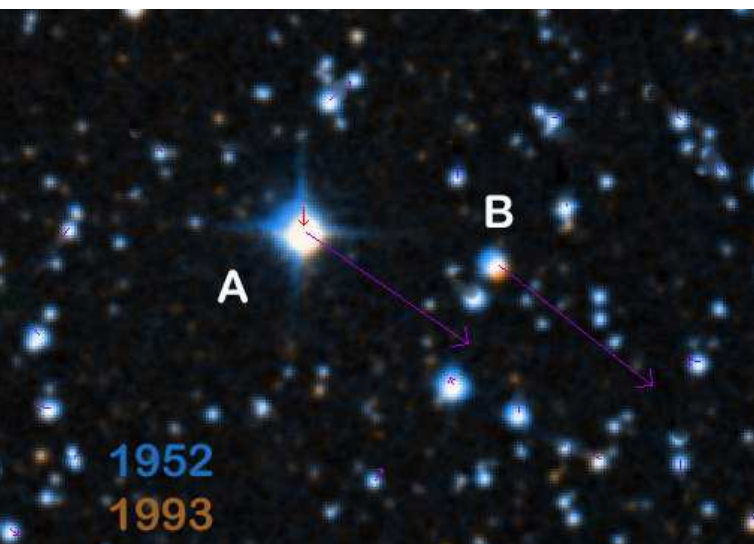


Figura 4. MRI 59. Nuevo sistema MPC descubierto en las cercanías de STI2612.

- 190.** STI2621. En Cep. Prácticamente fija. Movimientos propios similares. Interesante hacer seguimiento regular. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es claramente más brillante.
- 191.** STI2623AB. En Cep. Rápido incremento en Theta. Alto movimiento propio de la secundaria. Óptica. STI2623AC: Relativamente estable desde 2003. Movimientos propios incompatibles. Seguramente óptica.
- 192.** STI2624. En Cep. Theta disminuye con rapidez y se alejan a buen ritmo. Sin datos sobre el movimiento propio de la secundaria.
- 193.** STI2625. En Cep. Theta disminuye y se alejan. Movimientos propios incompatibles.
- 194.** STI2626. En Cep. Theta disminuye y se alejan. Movimientos propios incompatibles.
- 195.** STI2629. En Cep. Parámetros fijos desde los años 90. Movimientos propios similares. Interesante realizar seguimiento regular.
- 196.** STI2635. En Cep. Theta y Rho disminuyen con rapidez por alto movimiento propio de la principal. Seguramente óptica.
- 197.** STI2636. En Cep. Theta disminuye. Se alejan. Movimientos propios incompatibles.
- 198.** STI2637. En Cep. Estable en los últimos años. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.
- 199.** STI2655. En Cep. Theta disminuye. Muy lento alejamiento. Movimientos propios pequeños y similares.

200. STI2657. En Cep. Theta y Rho disminuyen lentamente. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es claramente más brillante.

201. STI2664. En Cep. Solo dos medidas oficiales. Theta aumenta con rapidez y hay lento alejamiento. Movimientos propios incompatibles. Medición con SURFACE sobre una sola imagen. Identificación incorrecta en WDS como Tycho-2 3986-02030-1. Coordenadas precisas (J2000): 22 15 03,182 +55 54 54,70. Movimientos propios actualizados desde UCAC4: 3,4 12,9 -8,8 -6,5. Se notificó al USNO previamente a esta publicación.

202. STI2707. En Cep. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

203. STI2711. En Cep. Theta disminuye. Rho relativamente estable. Movimientos propios perpendiculares.

204. STI2843. En Cep. Theta aumenta. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrado fotométrico B es más brillante.

205. STI2866. En Cep. El par se mantiene relativamente fijo. Movimientos propios pequeños pero similares. Interesante realizar seguimiento regular.

Agradecimientos

Nuestro muy especial agradecimiento al Dr. Brian D. Mason, administrador del catálogo WDS, por suministrarnos los archivos históricos de medidas de todos y cada uno de los sistemas estudiados en esta campaña.

En este trabajo se ha hecho uso del Washington Double Star Catalog (WDS) y del UCAC4, 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* (Roeser et al., 2010): <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=PPMXL>.

Esta investigación ha hecho uso de los datos ofrecidos por el catálogo Two Micron All Sky Survey (2MASS).

Esta publicación ha hecho uso de los datos ofrecidos por el *Wide-field Infrared Survey Explorer*, que es un proyecto conjunto de la Universidad de California, Los Ángeles y el Jet Propulsion Laboratory/California Institute of Technology, fundado por la National Aeronautics and Space Administration.

Esta investigación ha hecho uso del Digitized Sky Survey (DSS). Sitio Web: <http://stdatu.stsci.edu/dss/>

En este trabajo se hizo uso del software Aladin, un Atlas Celeste interactivo que permite al usuario visualizar imágenes digitalizadas de cualquier parte del cielo, superponer entradas de catálogos astronómi-

cos 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/>

Esta publicación hizo uso del software astronómico *Guide 8.0* de Project Pluto. Sitio Internet: <http://www.projectpluto.com/>

En este trabajo se hizo uso del software *Reduc v4.73* de Florent Losse: <http://www.astrosurf.com/hfosaf/>

También se utilizó el algoritmo de medición *Surface*, creado en 1996 por Maurice Salaman y Guy Morlet y que se basa en el ajuste de una superficie tridimensional. Desde 2006 está implementado en *Reduc*.

En este trabajo se usó el software de búsqueda *WDS.jar* de Alicia Mireya Daza Castillo, Jorge González López, Rosa Rodríguez Navarro y Rafael Caballero Roldán. <http://gpd.sip.ucm.es/rafa/astro/wds/wds.jar>

En este trabajo se usó la herramienta de búsqueda on-line *WDSTOOL*. http://tetesenlair.net/wds_index.php

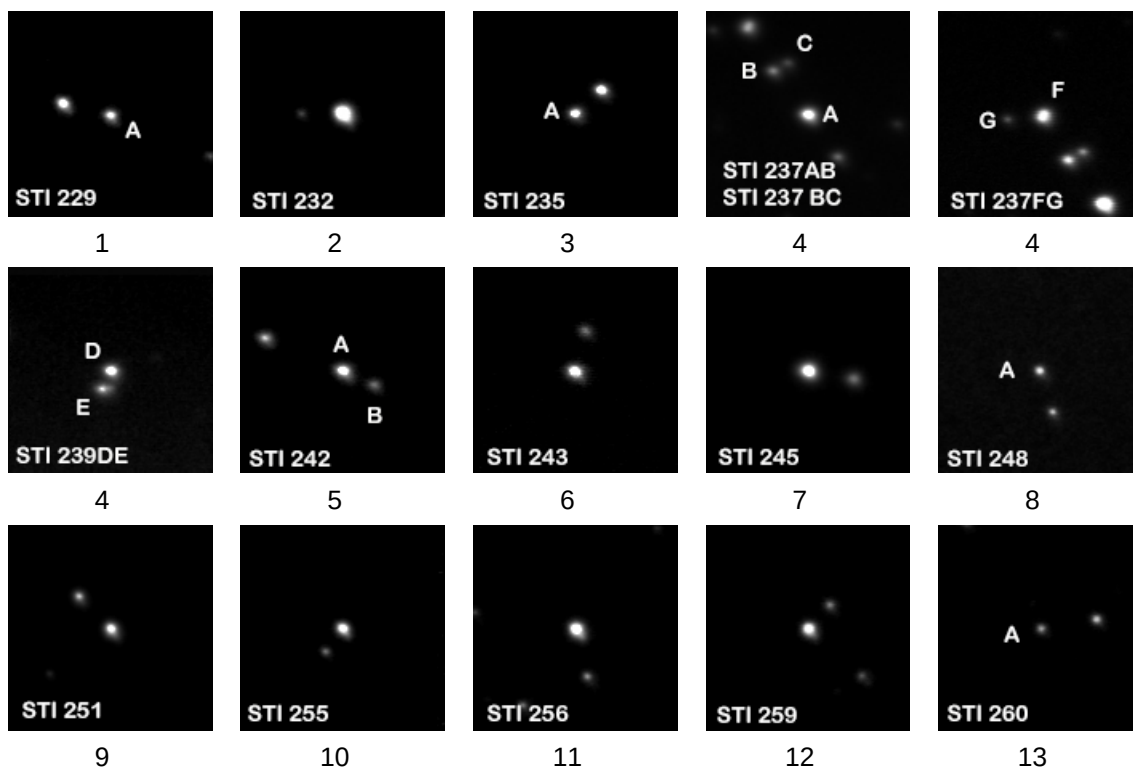
En este trabajo se usó el software de cálculo de astrometría relativa *RhoThetaRAA*, escrito por Alejandro Garro, Red de Aficionados a la Astronomía, Córdoba, Argentina. <http://>

observatoriokappa-cis.blogspot.com.es/2011/02/rhothetaraa-software-para-astrometrias.html 

Referencias

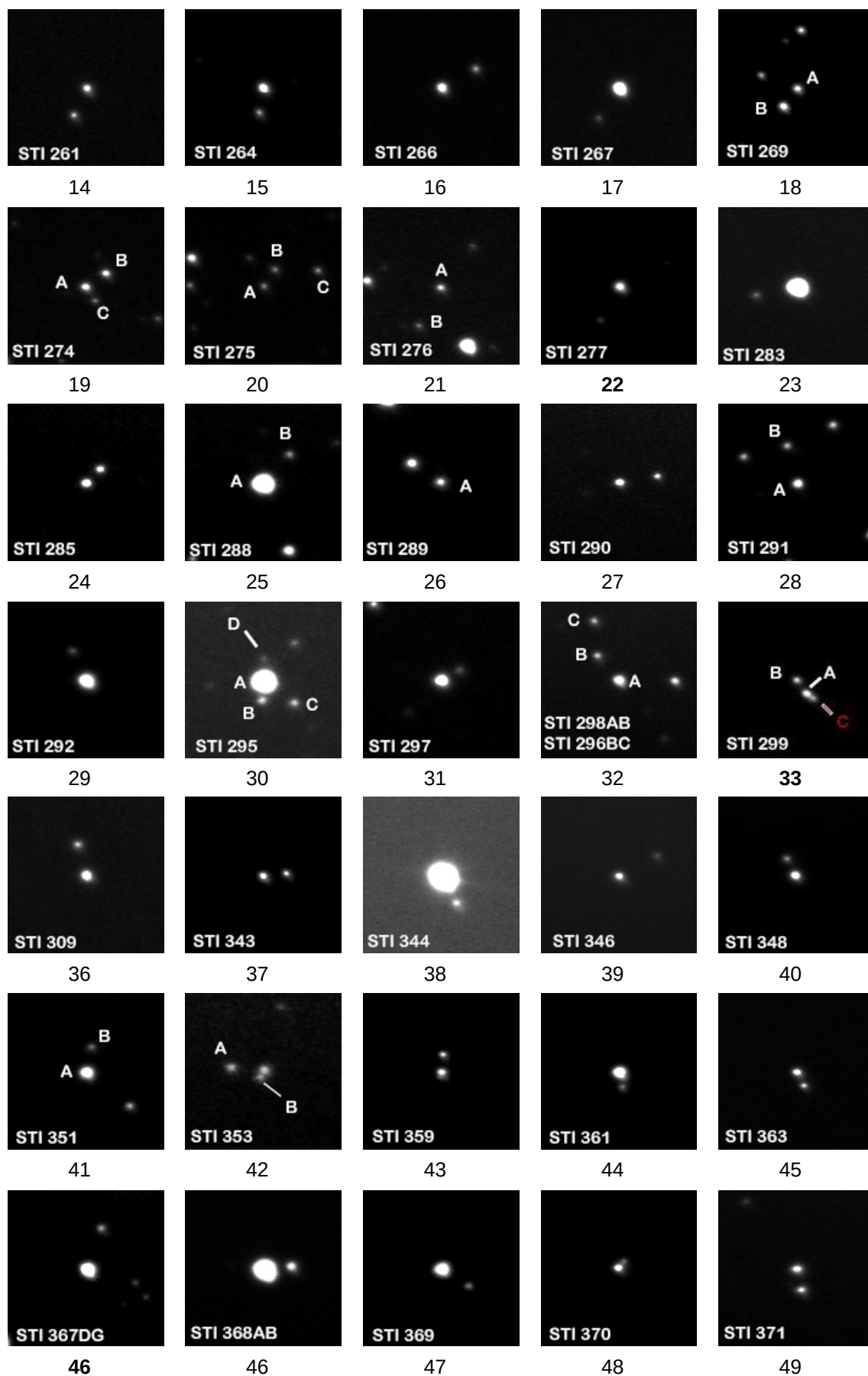
Warner, B. D., 2007, *Initial Results of a Dedicated H-G Project*, The Minor Planet Bulletin (ISSN 1052-8091). Bulletin of the Minor Planets Section of the Association of Lunar and Planetary Observers, Vol. 34, N° 4, 113-119.

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO DE LOS PARES OBSERVADOS.



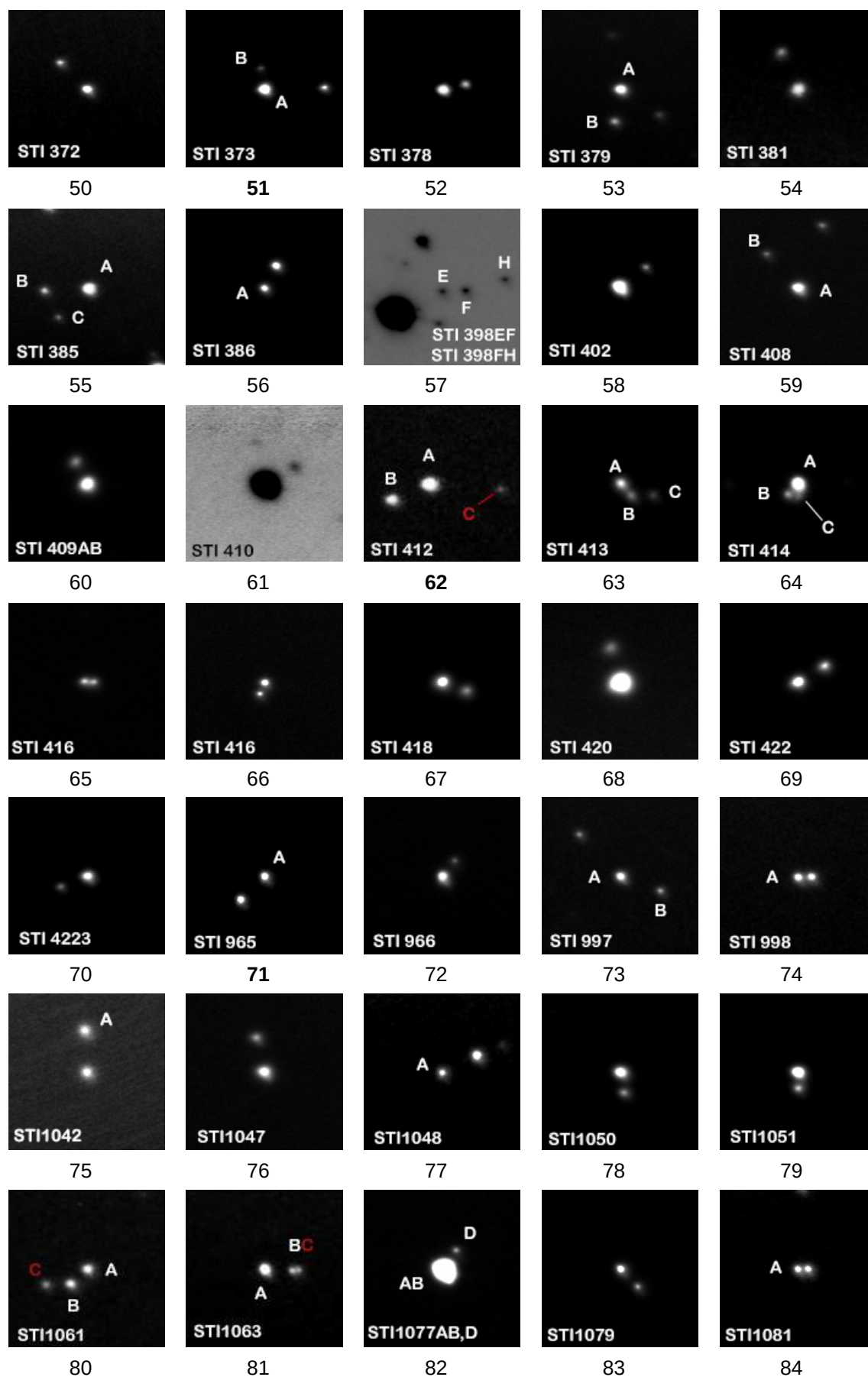
(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).



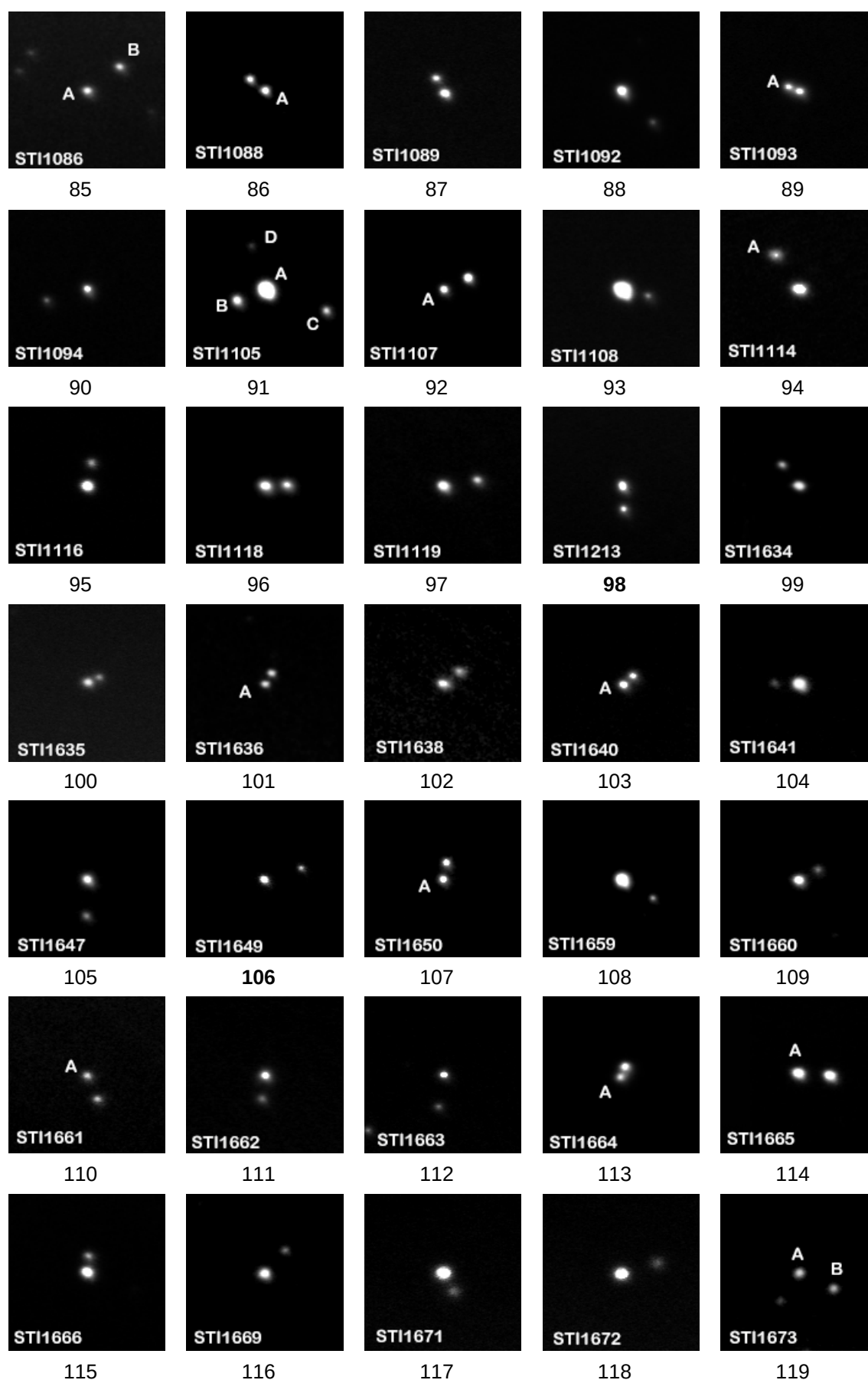
(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).



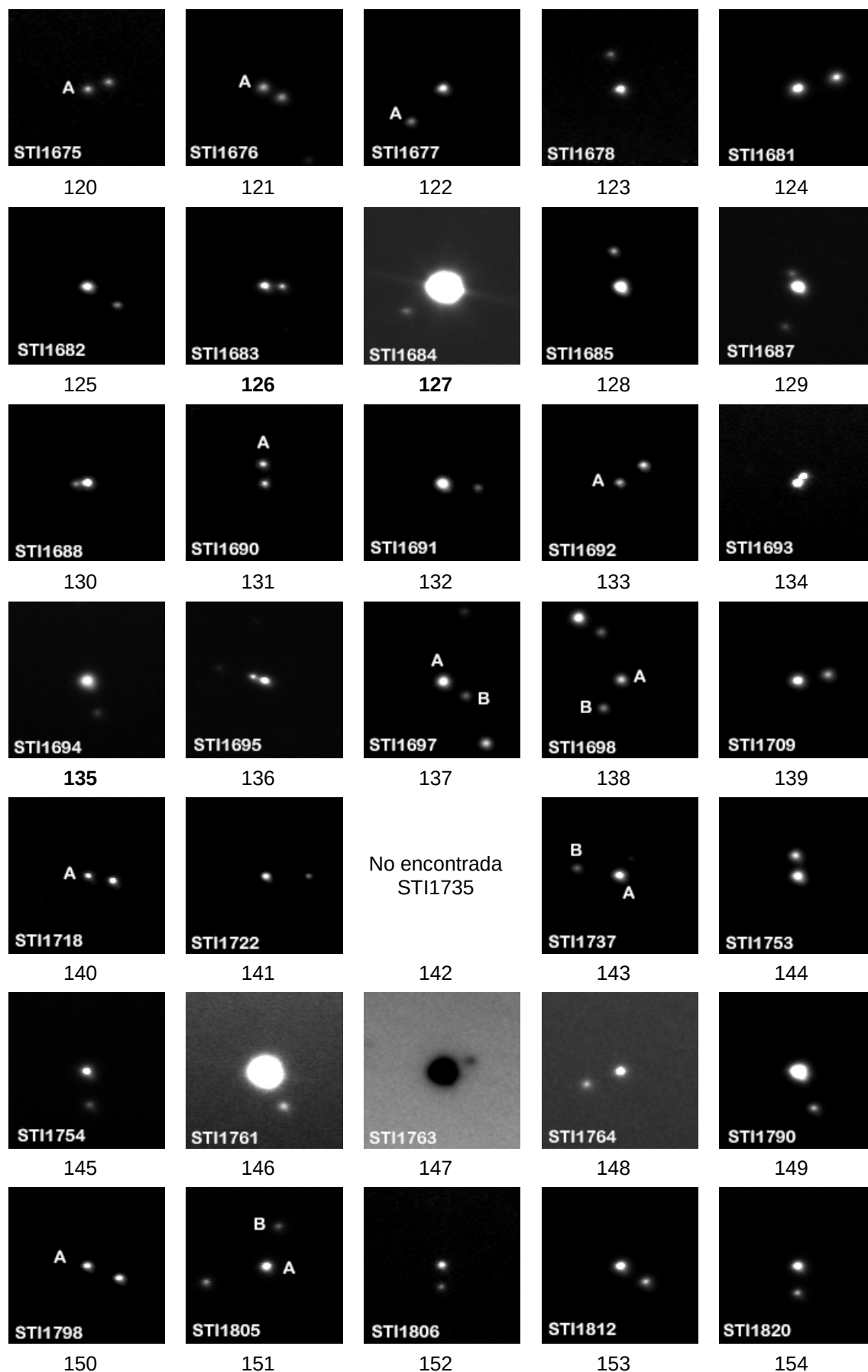
(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).



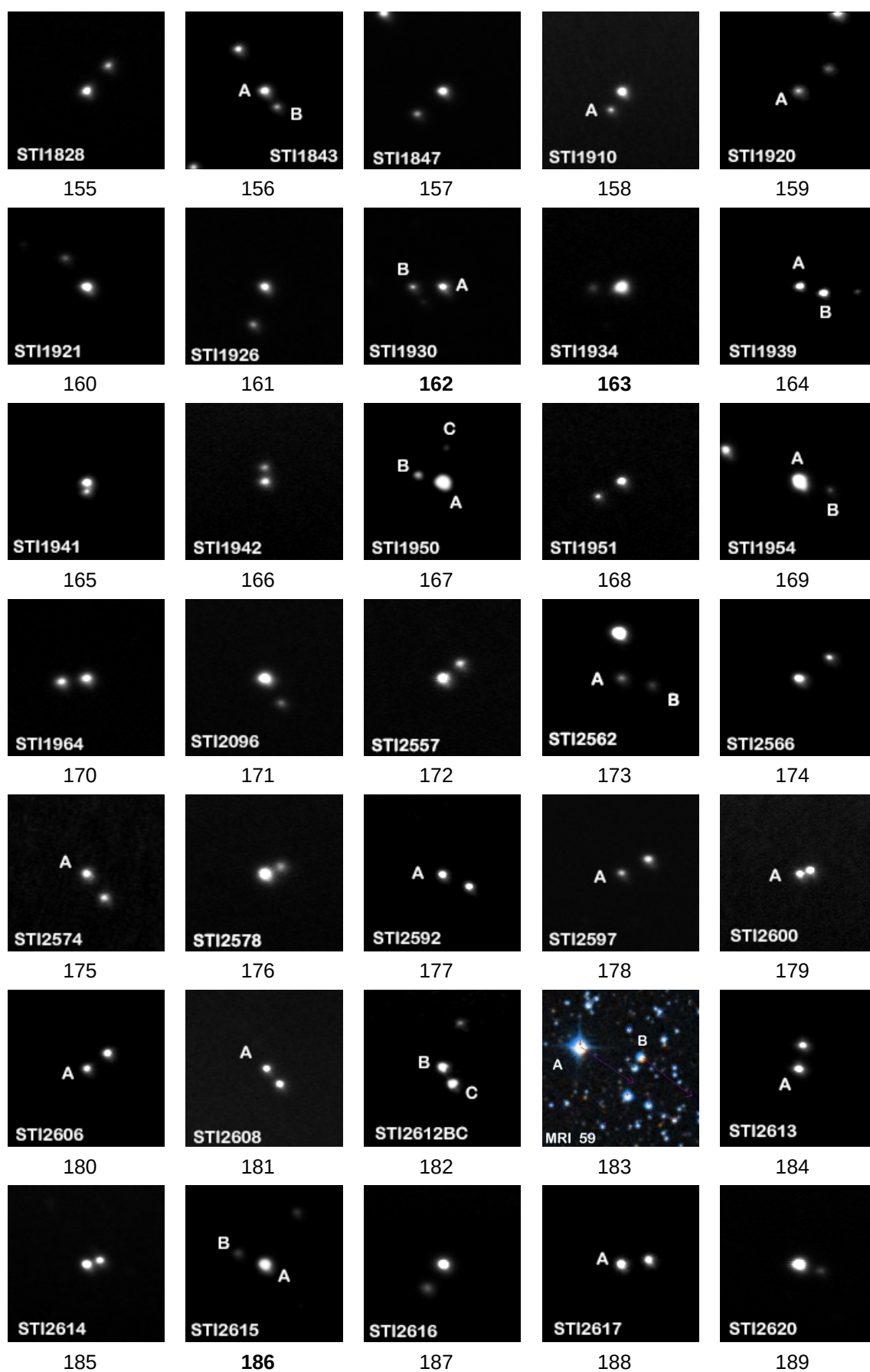
(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).



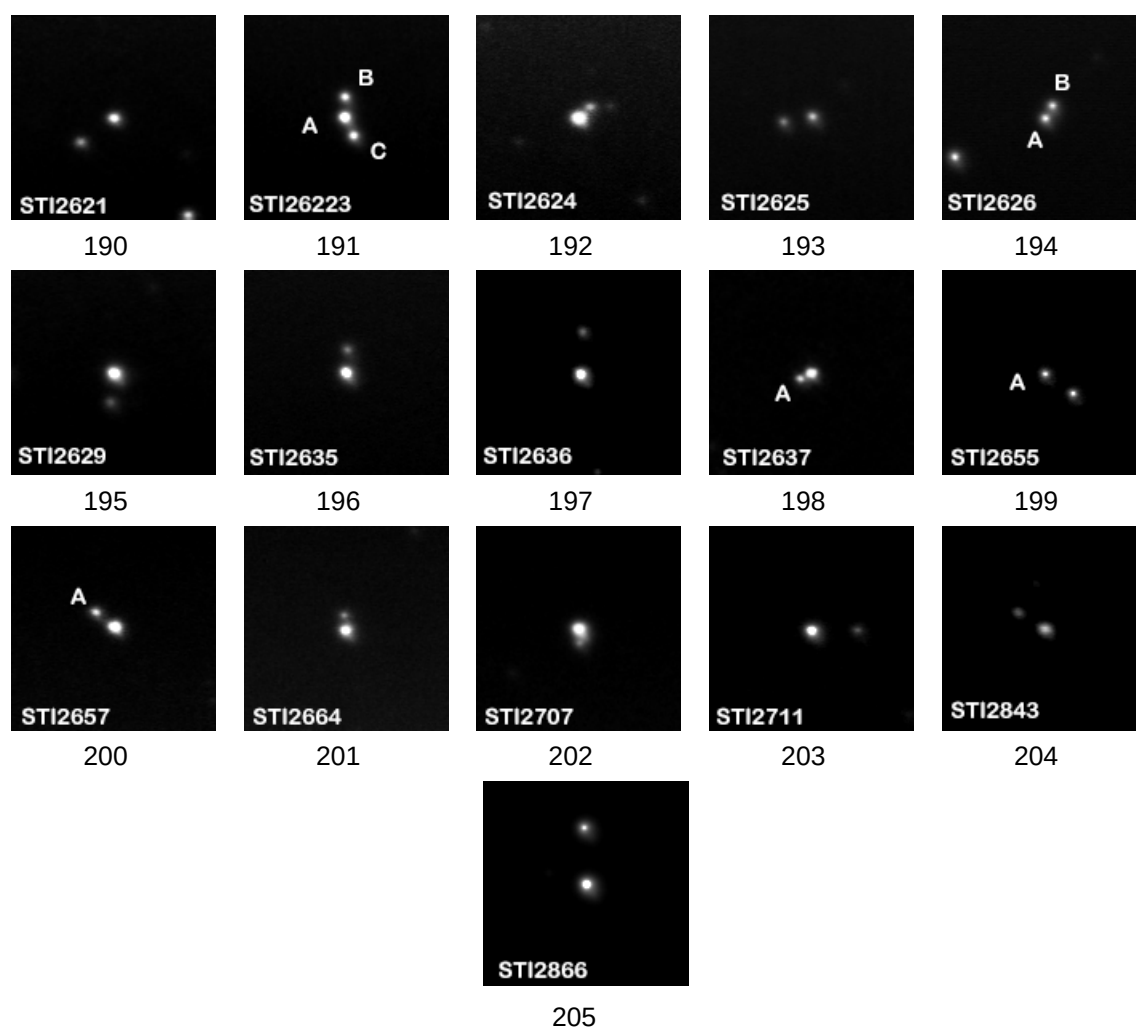
(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).



(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).



Medidas astrométricas de estrellas dobles. Reporte de septiembre de 2014.

Astrometrical measurements of Double Stars: September 2014 Report.

Joseph M. Carro

■ Cuesta College, San Luis Obispo (California, EE.UU.)

■ Correo-e: jcarro@charter.net

Se determinaron los ángulos de posición y las separaciones angulares de 30 estrellas dobles utilizando fotografías tomadas desde un observatorio remoto. Se enumeran las estrellas dobles del Washington Double Star Catalog, publicado por el Observatorio Naval de los Estados Unidos. Cuando fue posible, se realizaron comparaciones con los datos publicados. Se tomaron las fotografías desde el Observatorio SLOOH ubicado en las Islas Canarias, cerca de África Occidental. Los análisis de datos fueron realizados por el autor.

The position angles and separations of 30 double stars were determined using photographs taken at a remote site. The double stars were selected from the Washington Double Star Catalog, which is published by the United States Naval Observatory. When it was possible, comparisons were made with published data. The photographs were taken at the SLOOH Observatory located on the Canary Islands, which are near the west coast of Africa. The analyses were done by the author.

Datos del Observatorio SLOOH

EL OBSERVATORIO SLOOH está en las Islas Canarias, España (28° 6' 12" N, 15° 24' 44" O, altitud: 2.300 m). Perteneció al Instituto de Astrofísica de Canarias, situado en el alto del Teide en la isla de Tenerife. Este observatorio alberga los telescopios principales. La cúpula 1 tiene una unidad de 0,5 metros a f/6,8 y es un diseño de Dall-Kirkham corregido. La cúpula 2 tiene un telescopio de 0,35 metros a f/11 y es un diseño Schmidt-Cassegrain.

La cámara CCD es un modelo ST10MXE, un producto del Santa Barbara Instrument Group (SBIG). Tiene un sensor Kodak KAF-0402ME, con una matriz de 765x510 píxeles, un tamaño de CCD de 6,9 x 4,3 mm, un tamaño de píxel de 9x9 mm, y una matriz total de 390.000 píxeles. No se utilizaron filtros, encontrándose todos los ajustes por defecto.

Metodología

Las fotografías fueron reducidas por el autor utilizando CCD Soft versión 5.00.195 y Sky 6 versión 6.0.0.65. Ambos programas son productos de Software Bisque. Los observatorios no reportaron varios factores, como la temperatura ambiente, la humedad, el viento ni la visibilidad. No todas las fotografías llegaron a ser útiles, el número de las que nos sirvieron está reportado para cada estrella. Se realizó una búsqueda en la literatura para cada estrella y se reportaron los datos encontrados.

Reporte

La información incluida en la tabla 1 (páginas siguientes) consiste en el identificador del WDS, las componentes, el código de descubridor, el ángulo de posición, la separación, el número de medidas, la constelación, y la fecha de observación.

Agradecimientos:

Mi más sincero agradecimiento a Russell Genet Ph. D., profesor de Astronomía en Cuesta College, por su formación en la metodología, el uso de la cámara CCD y los programas, y a Tom Smith por las versiones actualizadas de los programas usados.

Esta investigación hizo uso de la base de datos de SIMBAD mantenida por el CDS, en Estrasburgo, Francia, y el Catálogo de Estrellas Dobles de Washington mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos. ©

Referencias

Anton, R., "Double and Multiple Star Measurements", *Journal of Double Star Observations* 2010

Arnold, D., "Divinus Lux Observatory Bulletin: Report 11", *Journal of Double Star Observations* 2007

Arnold, D., "Divinus Lux Observatory Bulletin: Report 12", *Journal of Double Star Observations* 2008

Arnold, D., "Divinus Lux Observatory Bulletin

#20", *Journal of Double Star Observations* 2010

Arnold, D., "Divinus Lux Observatory Bulletin: Report 23", *Journal of Double Star Observations* 2010

Bertoglio, A., "Capella Observatory CCD Double Star Measurements - Report 1", *Journal of Double Star Observations* 2010

Buchheim, R., "CCD Double star Measurements at Altamira Observatory in 2007", *Journal of Double Star Observations* 2008

Carro, J., "Astrometric Measurements of Seven Double stars", *Journal of Double Star Observations* 2011

Curelaru, L., + , "Measuring Neglected Double Stars with two Alt-az Telescopes", *Journal of Double Star Observations* 2011

Frey, T., "Visual Double Star Measurements using an Alt-azimuth Telescope", *Journal of Double Star Observations* 2008

Harshaw, R., "Visual Measurements of Double Stars", *Journal of Double Star Observations* 2011

Harshaw, R., "A New Tool to Study Double Stars", Webb 1989

Hipparcos and Tycho Catalogue, 2011

Jones, J., "CCD Double Star Measures: Jack Jones Memorial Observatory Report #3", *Journal of Double Star Observations* 2010

López, A., Caleyá, F., Muro, M., "Astrometric Measurements of Double Stars in 2009", *Journal of Double Star Observations* 2011

Mason, B.,+, *Washington Double Star Catalog* 2012

Malwald, M., "Double Star Measurements Using a

Small Refractor", *Journal of Double Star Observations* 2013

Nugent, R., Iverson, E., "Double Star Measures Using the Video Drift Method II", *Journal of Double Star Observations* 2012

Nugent, R., Iverson, E., "Double Star Measures Using the Video Drift Method II", *Journal of Double Star Observations* 2013

OAG catalog 2003, as reported by the WDS; original list and all 26 supplements

Seim, C., "Double Star Observations Conducted at Fernbank Observatory", *Journal of Double Star Observations* 2010

Schlimmer, J., "Double Star Measurements Using a Webcam", *Journal of Double Star Observations* 2007

Smith, F., "Neglected Double Star Observations at Kitt Peak", *Journal of Double Star Observations* 2011

Soon, A., "Double Star Measurements for the First Half of the Year 2006", *Journal of Double Star Observations* 2006

Spangle, M., "2007 Observations with a CCD and Various Telescopes", *Journal of Double Star Observations* 2008

Vollmann, W., "Double Star Astrometry with a Simple CCD Camera", *Journal of Double Star Observations* 2008

Warner, D., "CCD Measurements of Double Stars at the Palmer Divide Observatory", Webb 2006

Wiley, E., "Neglected Double Star Observations for 2006 No. 3:17th and 18th Hour Doubles", *Journal of Double Star Observations* 2008

TABLA 1. MEDIDAS DE LOS SISTEMAS OBSERVADOS POR EL AUTOR Y ALGUNAS OBSERVACIONES HISTÓRICAS.

WDS Y COMPONENTES	SISTEMA	AP (°)	SEP (")	N	CONST.	FECHA
00395+6002 AB	HJ 1042	63,4	15,3	4	CAS	2014 08 22
TYCHO-2		63,4	14,9			1991
WDS		58	9,0			1828
WDS		63	15,1	9		2003
00444+7343 AB	HJ 1994	273,1	16,80	4	CAS	2014 08 22
TYCHO-2		272,8	16,0			1991
Webb		268,0	13,0			1908
WDS		268	6,0			1831
WDS		273	16,4	8		2003
00480+5127 AC	STF 59	125,4	32,8	4	CAS	2014 08 23
Webb		126,0	37,9			1905
Webb (Harshaw)		125,0	33,8			1989
WDS		125	37,7			1900
WDS		125	33,0	6		2002

(Continúa en la página siguiente)

WDS Y COMPONENTES	SISTEMA	AP (°)	SEP (")	N	CONST.	FECHA
00480+5127 CD	ES 2737	151,5	10,5	4	CAS	2014 08 23
WDS		160	10,4			1900
WDS		152	10,5	3		2002
00505+7538 AB	HJ 1997	47,3	17,6	4	CAS	2014 08 23
OAG (Tob)		49,3	18,09			1983
WDS		47	12,0			1831
WDS		47	17,7	10		2006
01106+5101 AB	BU 235	282,0	44,7	4	CAS	2014 08 24
JDSO (Arnold)		281,8	42,46			2012
O A G (Comellas)		285	43			1985
TYCHO-2		283,8	43,77			1991
WDS		288	43,8			1868
WDS		282	42,5	26		2011
10545+2046 AB	STT 230	40,0	9,0	2	LEO	2014 06 07
TYCHO-2		35,9	8,92			1991
WDS		5	9,6			1843
WDS		38	9,1	30		2005
14171+0103 AB	HJ 1250	4,3	18,7	4	VIR	2014 05 28
O A G (Comellas)		5	19,3			1980
TYCHO-2		4,3	18,7			1991
Webb (Warner)		4,50	18,72			2006
WDS		12	15,0			1828
WDS		4	18,7	19		2012
15303+2739 AB	STF 1951	293,5	17,3	4	CRB	2014 05 28
TYCHO-2		296,2	16,25			1991
WDS		310	11,8			1892
WDS		294	17	21		2010
15440+3526 AB	HJ 572	275,8	21,5	4	CRB	2014 05 28
WDS		280	10			1827
WDS		275	21,6	5		2006
16254+1402 AC	BU 625	88,8	25,8	3	HER	2014 07 22
JDSO (Curelaru)		87,6	25,6			2011
WDS		103	33,8			1878
WDS		88	25,6	21		2010
16364+3349 AB	STF 2069	82,2	35,9	4	HER	2014 07 22
JDSO (Vollmann)		81,6	35,24			2008
WDS		72	26,6			1895
WDS		82	35,2	13		2006

(Continúa en la página siguiente)

WDS Y COMPONENTES	SISTEMA	AP (°)	SEP (")	N	CONST.	FECHA
16399+3731 AB	HJ 587	283,2	19,9	4	HER	2014 07 22
WDS		280	10			1827
WDS		284	21,6	12		2006
17044+3314 AC	HO 555	30,4	49,2	4	HER	2014 07 22
WDS		31	53,5			1897
WDS		30	49,7	11		2002
17046+3900 AB	HJ 2804	238,7	6,4	4	HER	2014 08 09
JDSO (Spangle)		243,6	6,84			2008
Webb (Wiley)		244,3	6,43			2007
WDS		284	20,0			1831
WDS		241	6,6	18		2012
17178+2844 AB	S 686	3,9	51,0	4	HER	2014 08 09
TYCHO-2		3,9	50,6			1991
WDS		4	55,0			1825
WDS		4	50,0	18		2012
17344+2520 AB	HJ 1300	192,9	6,2	3	HER	2014 08 10
WDS		190	2,0			1828
WDS		193	6,3	10		2013
17344+2520 AC	HJ 1300	241,4	15,5	3	HER	2014 08 10
WDS		264	13,9			1897
WDS		241	15,4	5		2013
17465+2743 A,BC	STF 2220	249,6	35,4	3	HER	2014 06 05
JDSO (Anton)		248,1	35,1			2010
JDSO (Anton)		248,8	34,88			2011
JDSO (Arnold)		249,3	35,06			2010
JDSO (Nugent)		247,0	35,2			2013
JDSO (Schlimmer)		249,1	34,58			2007
O A G (Comellas)		248	35			1973
O A G (Comellas)		249	35			1980
O A G (Schnabel)		247	32			1987
WDS		240	18,0			1781
WDS		247	35,2	115		2012
18031+4828 AB	STF 2277	127,8	26,8	4	HER	2014 08 09
JDSO (Arnold)		127,7	26,66			2010
TYCHO-2		126,5	26,81			1991
WDS		118	27,6			1830
WDS		130	26,4	62		2010

(Continúa en la página siguiente)

WDS Y COMPONENTES	SISTEMA	AP (°)	SEP (")	N	CONST.	FECHA
18031+4828 AC	STF 2277	297,4	100,1	4	HER	2014 08 09
WDS		284	88,4			1895
WDS		299	99,7	18		2010
18031+4828 BC	STF 2277	299,6	126,6	4	HER	2014 08 09
WDS		288	114,7			1895
WDS		299	123,6	18		2003
18230+2742 AB	HJ 1322	239,4	21,7	4	HER	2014 08 09
JDSO (Wiley)		239,3	21,57			2007
WDS		248	13,5			1828
WDS		239	21,8	10		2008
18278+2415 AB	POU 3412	35,0	10,0	2	HER	2014 08 09
WDS		63	9,9			1895
WDS		35	9,9	13		2006
18489+1615 AB	STF 2400	159,2	9,7	2	HER	2014 08 11
WDS		246	0,8			1855
WDS		161	10,5	40		2007
19091+3436 AB	STF 2474	262,7	15,9	4	LYR	2014 05 28
WDS		260	17,1			1823
WDS		262	16,1	73		2013
21377+0637 AB	STFA 56	348,3	39,0	4	PEG	2014 06 10
JDSO (Bartoglio)		348,0	39,05			2014
JDSO (Nugent)		348,6	38,6			2014
O A G (Comellas)		348	39			1973
WDS		353	34,7			1782
WDS		347	39,1	67		2012
22112+5049 AB	HJ 1741	284,6	36,8	4	LAC	2014 06 17
KDSO (Arnold)		285,6	36,04			2009
TYCHO-2		271,3	73,53			1991
WDS		329	19,0			1828
WDS		286	36,0	17		2008
22373+1601 AB	J 293	234,6	9,5	4	PEG	2014 06 08
WDS		250	5,0			1910
WDS		236	9,5	11		2005
22282+2332 AB	STF 2910	333,8	5,6	4	PEG	2014 06 08
Hipparcos		334	5,50			1991
JDSO (Arnold)		332,3	5,43			2008
JDSO (Bartoglio)		332,9	5,53			2010
TYCHO-2		333,3	5,54			1991
WDS		347	5,3			1832
WDS		333	5,6	102		2012

Astrometría de estrellas dobles desde cielos urbanos: 4ª serie

Double Star Astrometry from urban skies: 4th series

Margarita Granado Sánchez-Toscano

- Observatorio Pico del Tejo, IAU MPC G29 (Requena, Valencia)
- Correo-e: mgranados41@enfermerafacultativa.com

En este trabajo se dan a conocer 40 nuevas mediciones de sistemas estelares dobles y múltiples, utilizando la técnica habitual empleada por la autora, realizadas en los primeros 6 meses del año 2013. Igualmente se ha procedido a hacer un pequeño estudio de las causas que han hecho que algunos sistemas no presenten medidas actualizadas desde hace varias décadas, no siendo posible, sin embargo, llegar a una conclusión satisfactoria.

This article discloses 40 new measurements of double and multiple star systems, using the standard technique used by the author, made during the first six months of 2013. Also we have proceeded to do a little study of the causes which have derived in some systems do not show updated measures for decades, not being possible, however, to reach a satisfactory conclusion.

Introducción

PRESENTAMOS NUEVAS MEDIDAS de sistemas dobles y múltiples realizadas con nuestra técnica habitual sobre imágenes CCD tomadas durante los primeros 6 meses del año 2013. El lugar de observación fue nuestro acostumbrado observatorio MPC-IAU G29, denominado Pico del Tejo, situado en la ciudad de Requena (Valencia, España).

Algunos de los sistemas escogidos para su astrometría presentaban muchos años de olvido desde su última medida, de forma que entran en la categoría de “olvidados” según el criterio del *Washington Double Star Catalog* (WDS). Por desgracia, la mayoría de ellos presentan componentes no identificables en la actualidad, por lo que se les ha agrupado en un apartado distinto en este trabajo.

Configuración óptica y metodología

El telescopio usado para la obtención de imágenes CCD fue un catadióptrico Cassegrain modificado de 200 mm. Se trata de un modelo Vixen Visac VC200L a f9, unido a nuestra habitual y veterana cámara SBIG ST-7E con 9x9 μm . de tamaño de píxel, todo ello 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, flats y darks para los flats correspondientes.

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

Para el enfoque se empleó el conocido software FocusMax 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 UCAC 4, sobre las 10 primeras imágenes de cada serie a medir. Para la obtención de los valores astrométricos se usó el excelente software Reduc del francés 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.

TABLA 1. SISTEMAS MEDIDOS.

ID. WDS.	DESIGN.	COM.	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	THETA (°)	ERROR THETA (°)	RHO (")	ERROR RHO (")	N.º MED.	NOTAS
05244+4237	ES 576	AB	8,1	13,8	2013,254	349	1,23	8,898	0,182	19	
05244+4237	ES 576	AC	8,1	8,9	2013,254	236,8	0,16	42,584	0,13	24	
05357+4118	ES 63		8,59	11,9	2013,2538	175,31	0,8	7,686	0,076	18	
05546+4103	ES 1728		10,6	10,7	2013,2537	265,91	0,31	5,847	0,026	19	
08530+1141	CHE 131	AB	10,23	12,25	2013,2649	314,69	1,36	6,793	0,091	17	
08530+1141	CHE 131	AC	10,23	12,31	2013,2649	217,38	0,23	23,647	0,088	21	
09150+2816	SLE 481	AC	12,67	14,1	2013,2542	165,22	0,42	18,346	0,091	5	4
10082+2648	ES 431	AB	8,34	10,8	2013,2814	353,07	0,13	41,129	0,21	39	
10082+2648	ES 431	AC	8,34	11,17	2013,2814	350,36	0,19	36,283	0,122	35	
13444+6913	STF1784		8,12	10,82	2013,2547	204,08	0,57	8,98	0,139	10	
14152+4658	STF1826	AC	8,94	12,6	2013,2954	173,2	0,01	43,653	0,014	20	
14152+4658	STF1826	AB	8,94	9,69	2013,2954	309,11	0,6	4,303	0,027	46	1
14325+4911	STT 283	A,BC	8,08	12,62	2013,309	129,51	0,4	6,024	0,048	35	1
14336+3535	STF1858	AC	8,13	14,3	2013,3088	332,71	0,32	19,478	0,101	43	5
14336+3535	STF1858	AD	8,13	14,7	2013,3088	324,47	0,28	39,214	0,21	42	5
14336+3535	STF1858	AB	8,13	8,98	2013,3088	38,9	0,98	2,833	0,047	22	1
14493+4950	TOK 298	AC	8,23	13,9	2013,3086	221,01	0,09	48,842	0,086	24	8
15576+3225	TOK 304		8,72	14,33	2013,2951	218,71	0,03	256,374	0,081	43	
17121+4540	KUI 79	AB,C	9,52	13,3	2013,4843	342,94	0,05	157,396	0,104	40	
18139+6424	STT 586		5,03	9	2013,3967	262,66	0,02	331,444	0,107	41	6
18193+4724	ES 1158		8,74	12,2	2013,4653	200,21	1,37	5,72	0,123	6	
18330+3136	STF2340	AB	9,21	10,24	2013,446	104,27	0,15	24,979	0,111	44	
18330+3136	STF2340	AC	9,21	10,8	2013,446	149,97	0,02	223,125	0,097	46	
18330+3136	STF2340	BC	10,24	10,8	2013,446	154,93	0,03	206,452	0,061	46	
18366+3328	STF2349	AB	5,39	9,4	2013,2817	200,5	0,86	6,847	0,216	42	1
18416+6047	STI 857		10,44	11,9	2013,4155	177,7	0,49	5,247	0,056	3	1
18417+6051	STI 858		13,9	13,9	2013,4155	11,55	0,92	4,073	0,096	9	2
18535+7036	A 1172		9,16	12	2013,4183	261,39	0,22	6,907	0,053	18	
18549+4136	HO 270	AC	5,44	11,5	2013,4649	39,68	0,09	23,442	0,017	8	
18570+3254	BU 648	AF	5,34	12,6	2013,446	78,45	0,09	86,403	0,154	38	
19027+5055	ES 977		9,96	13,3	2013,3939	177,84	0,51	15,445	0,092	49	
19132+3908	HLM 19		11,3	11,87	2013,2136	329,97	0,55	12,421	0,102	45	
19135+3902	SHJ 289		8,01	8,71	2013,214	56,39	0,11	39,215	0,097	37	
19138+3909	STF2487	AB	4,38	8,58	2013,2136	80,61	0,24	28,349	0,141	44	
19138+3909	STF2487	AC	4,38	11,42	2013,2136	150,95	0,04	162,106	0,108	41	
19364+5013	STT 591	AC	4,5	11,7	2013,3937	180,33	0,07	73,277	0,061	38	7
19364+5013	STG 8	AD	4,5	12,5	2013,3937	53,36	0,1	67,003	0,078	40	7
19364+5013	SKF1976	AE	4,54	12,88	2013,3937	266,9	0,05	116,695	0,082	31	7
19368+5012	BLL 40		10,33	9,91	2013,3937	13,29	0,07	91,83	0,077	39	3
19479+6145	STI 925		11,74	12,1	2013,4157	2,03	0,93	4,205	0,086	29	

Notas

1. Medida con el algoritmo *Surface*. Se incluye una imagen matemática en la galería de imágenes.
2. Medida con el algoritmo *Surface*. Se incluye una imagen matemática en la galería de imágenes. Componente secundaria más brillante que la principal
3. Componente secundaria más brillante que la principal
4. No se pudo localizar la componente B. Se ofrece en la galería de imágenes una representación en RGB compuesta por POSSI.O-DSS2.313 (rojo, 1955), POSSI.N-DSS2.433 (verde, 1998) y una imagen de la autora (azul, 2013) donde no se puede visualizar dicha componente en ningún momento. Se marca su supuesta posición en 1984 según una única medida realizada en 1984 y que consta en el WDS.
5. Alto movimiento propio común de las componentes A y B, que se desmarcan en el tiempo de las C y D. Se ofrece en la galería de imágenes una representación en RGB compuesta por POSSI.O-DSS2.271 (rojo, 1950), POSSI.N-DSS2.385 (verde, 1992) y una imagen de la autora (azul, 2013) donde se evidencia tal movimiento.
6. Componentes muy separadas. La componente A tiene un alto movimiento propio que parece no compartir con su compañera. Se ofrece en la galería de imágenes una representación en RB compuesta por POSSI.O-DSS2.071 (rojo, 1952) y una imagen de la autora (blanco, 2013) donde se aprecia tal movimiento.
7. Sistema múltiple con varias denominaciones según la componente secundaria que se considere: BU 1131 para las componentes A y B (no separables en la imagen); STT 591 para las componentes A y C; STG 8 para las componentes A y D; SKF1976 para las componentes A y E.
8. Sistema triple con varias denominaciones según la componente secundaria que se considere: HDS2091 para las componentes A y B (no separables en la imagen); TOK 298 para las componentes A y C.

Sistemas no resueltos

Hemos querido dirigir nuestro telescopio a algunos sistemas que llevan mucho tiempo sin ser estudiados, lo que denota que tienen alguna singularidad que dificulta o imposibilita su medición. En este trabajo sólo se examina de qué singularidad se trata, sin pretender en ningún momento dar una solución.

— LDS2406 (WDS 18089+6040)

Este sistema, situado en 18:08:48,95 +60:40:41,5 (J2000), tiene una única medida realizada en 1952, y según ella presenta un ángulo de posición de 121° y una separación de $30,0''$. Hemos analizado la placa POSSI.O-DSS2.103 tomada también en 1952, y hemos dibujado sobre ella la posición que refleja la misma (marcada con flecha verde) no encontrando ninguna estrella (figura 1). Si tenemos en cuenta la

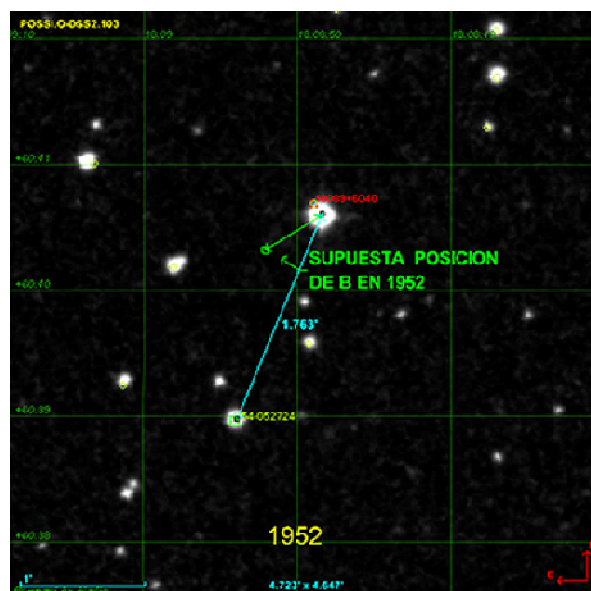


Figura 1. Imagen del POSSI-DSS2 de LDS2406 tomada en 1952.

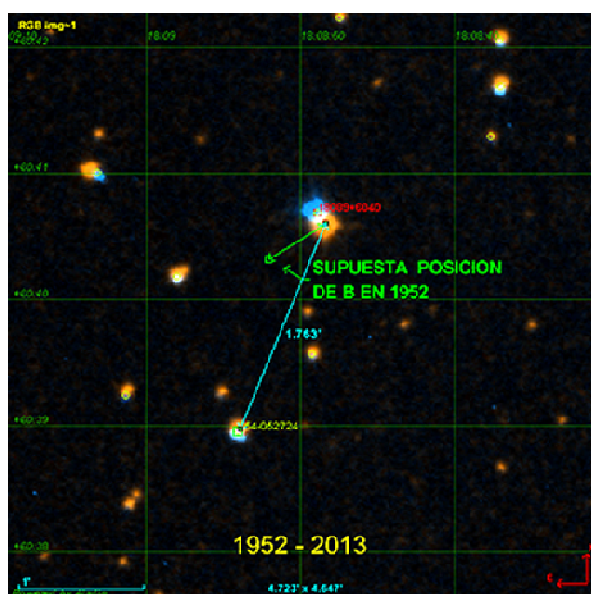


Figura 2. Composición RGB del sistema LDS2406 con la placa del POSSI de 1952 y una imagen de la autora del año 2013.

magnitud V de la secundaria especificada en el WDS (13,40), la única estrella dentro de un radio de $5'$ de arco que se asemeja a esa magnitud es UCAC4 754-052724 con una magnitud V de 13,507, pero este objeto se encuentra a una distancia de $105,78''$ con un ángulo de posición de $157,3^\circ$ (marcado con flecha azul), que se aleja bastante de lo referido en el WDS. Lo único que podemos afirmar es que la componente principal del sistema posee un elevado movimiento propio, que no comparte ninguna de sus compañeras cercanas. Se ha hecho una combinación RGB que muestra lo anterior con la placa anteriormente citada (rojo) y una foto de la autora fechada en 2013 (azul) (figura 2).

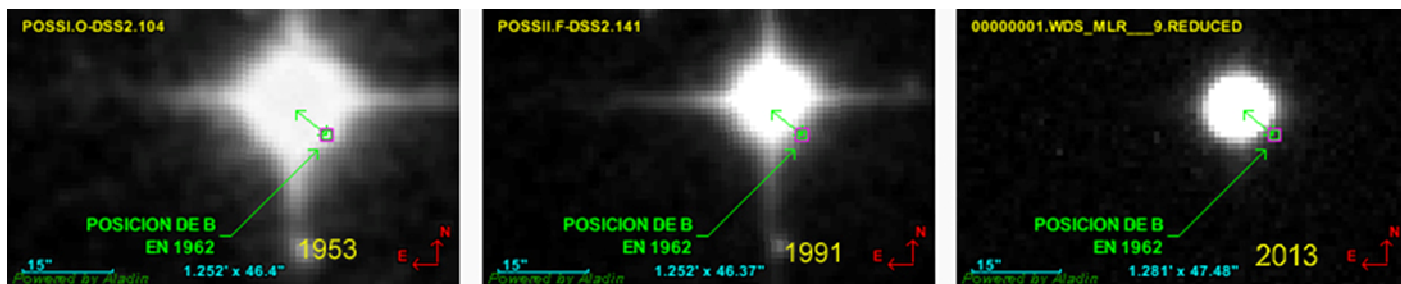


Figura 3. El sistema MLR 9.

— MLR 9 (WDS 19055+6028)

La única medida de este par situado en 19:05:31,79 +60:28:05,8 (J2000) fue tomada en 1962, con un ángulo de posición de 235° y una separación de 6,40'', lo que en principio suponía que estaba al alcance de la resolución de nuestro instrumento. Pero al fotografiar el sistema, nos encontramos con que el par es irresoluble. Buscando en Aladin imágenes del pasado hicimos una comparativa de las placas POSSI.O-DSS2.104 (1953), POSSII.F-DSS2.141 (1991) y una imagen de la autora (2013) no encontrándose ninguna solución al problema. Tan sólo parecen sugerir que la componente B ha ido acercándose a la principal a lo largo de los años hasta ocultarse en su brillo, pero sin ninguna evidencia demostrable, por lo que se queda en el ámbito de la especulación. Sólo futuras observaciones podrán resolver la cuestión (figura 3).

— STI 843 (WDS 18184+6144)

Poco podemos aportar a este sistema que no se mide desde 1902. Situado en 20:34:38,18 +63:41:01,6 (J2000), tan sólo hemos podido comprobar que el escenario ha cambiado muy poco o nada en 47 años, intervalo de tiempo que separa a las dos imágenes utilizadas para la elaboración de la composición RGB de la figura 4, compuesta por POSSI.O-DSS2.074 tomada en 1953 (Rojo) y 2MASS.H.991128N_HI0300115 DE 1999 (Azul).

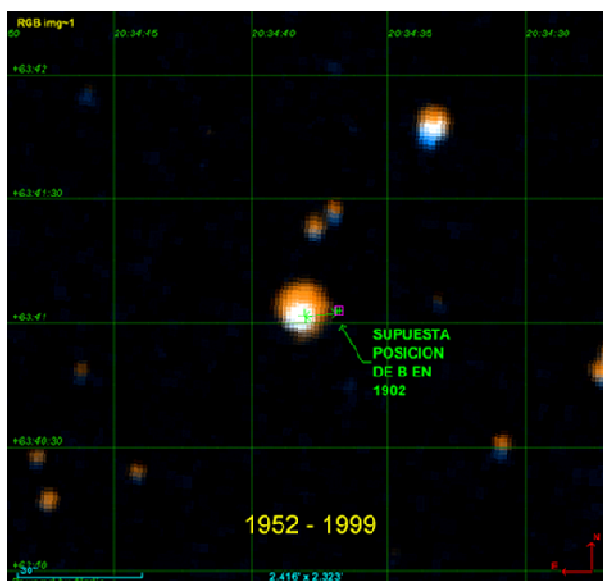


Figura 4. Composición RGB del sistema STI 843 con una placa del POSSI fechada en 1953 y otra del proyecto 2MASS correspondiente a 1999.

Como en los casos anteriores, se ha señalado con una flecha verde la hipotética posición de la componente secundaria en el año de su medición (figura 4).

— STI 933 (WDS 19526+6037)

Este sistema situado en 19:52:37,63 +60:36:49,4 (J2000) no ha sido medido desde 1904, teniendo como parámetros 215° de ángulo de posición y 6,0'' de separación. De nuevo pudimos observar en nuestras imágenes que no se podía desdoblar con la óptica de nuestro instrumento, por lo que recurrimos a imágenes anteriores para averiguar qué había pasado. Por desgracia, la definición de la placa más antigua que pudimos encontrar en Aladin, la POSSI.O-DSS2.105 de 1952 no es muy alta y tampoco las puede separar, pero sí sugiere que el objeto está compuesto por dos estrellas por su forma alargada, coincidiendo esta forma con el ángulo de posición medido. La mejor forma de visualizarlo es mediante la comparativa de la figura 5 (página siguiente), donde hemos empleado la mencionada placa, además de la POSSII.J-DSS2.142 de 1989, la 2MASS.J.990603N_JI0860244 de 1999 y la tomada por la autora en 2013. En ellas podemos comprobar que el par va alineándose en la línea visual del observador hasta convertirse en una sola estrella. De nuevo, futuras mediciones con mejor instrumentación que la nuestra serán capaces de desdoblar el sistema y aportar más medidas del mismo.

— ALI 862 (WDS 15386+3826)

Situado en 15:38:33,46 +38:26:10,4 (J2000) y propuesto para su estudio en la 6ª campaña del Proyecto SEDA-WDS (<https://sites.google.com/site/sedawds>), no obtuvo sin embargo ningún resultado dada la imposibilidad de localizar a la componente secundaria. Recurrimos por tanto a imágenes anteriores para intentar dar alguna explicación. Lo único que saltó rápidamente a la vista fue que la componente principal posee un elevado movimiento propio. Consultando el catálogo I/324 (The Initial Gaia Source List, Smart, 2013) se obtuvieron unos movimientos propios de -49,9 msa/año para AR y de -51,8 msa/año para DEC. Se ha reproducido en la figura 6 (página siguiente) el vector que representa dicho movimiento para darnos una idea de su magnitud y sentido. Lo siguiente fue realizar los cálculos subsiguientes para la ubicación de la componente principal en 1933, que dio como resultado 15 38 33,650 +38 26 13,29 (J2000). En la figura 7 (página siguiente) presentamos esta posición con un círculo rojo, en comparación con la que

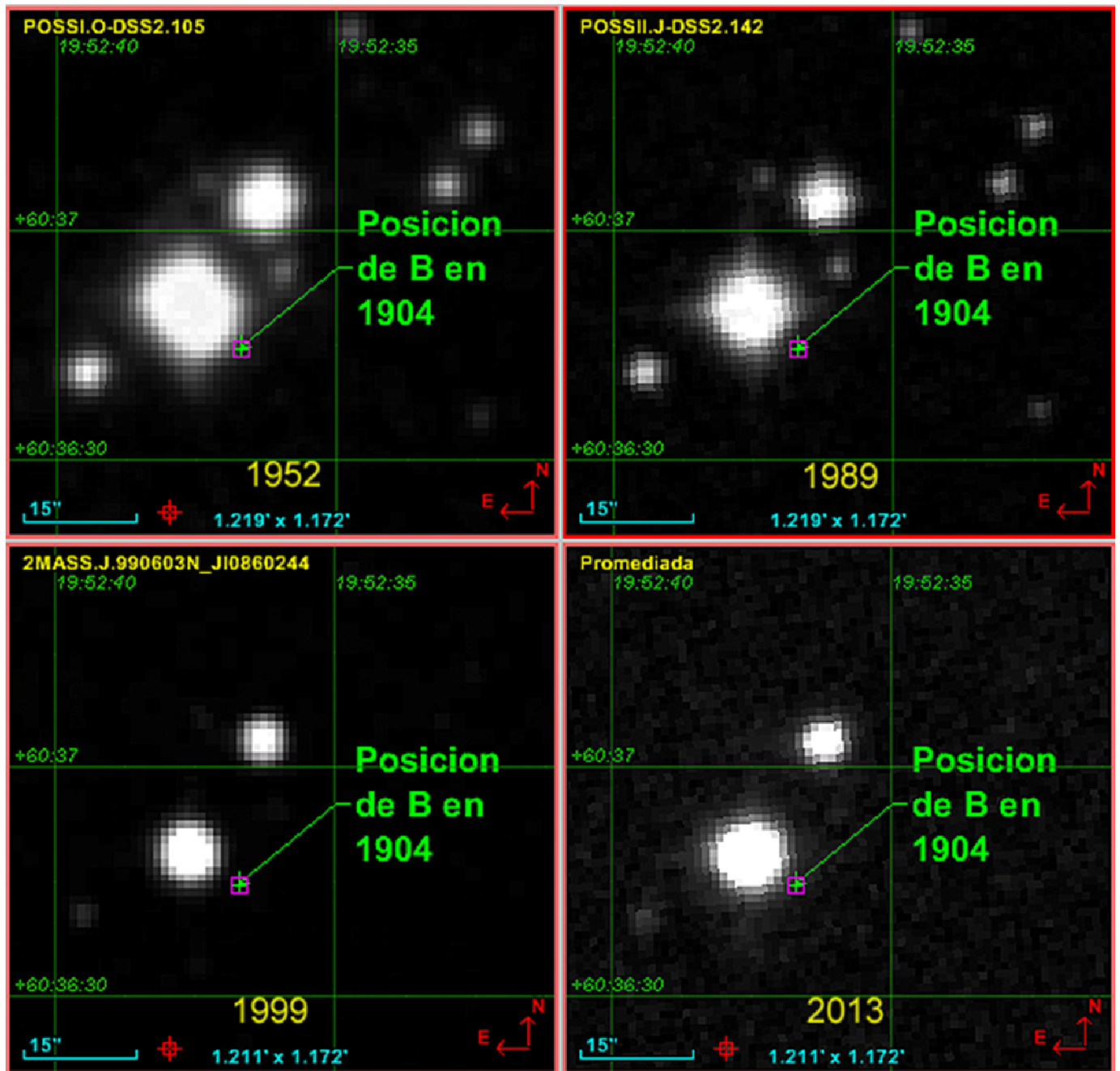


Figura 5. El sistema STI 933.

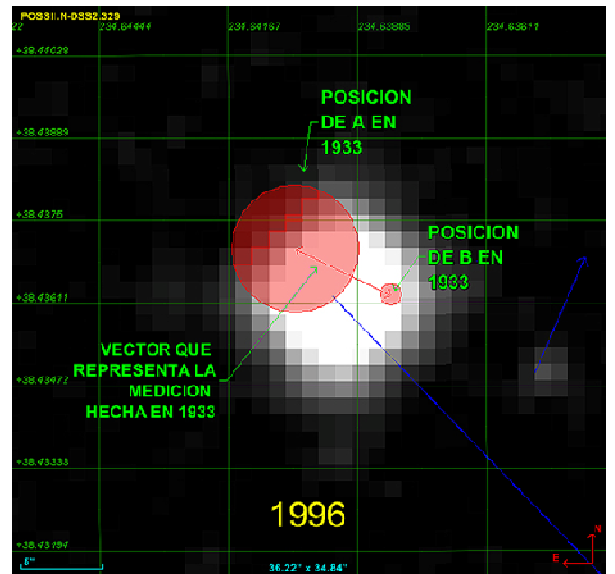
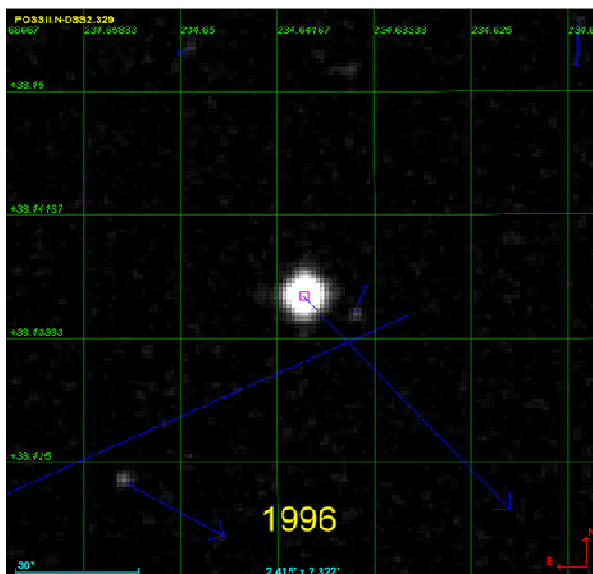


Figura 6 (izq.). Imagen de 1996 de ALI 862 donde se representa el vector de movimiento propio de la estrella principal. Figura 7 (dcha). Representación de la posición de las componentes del sistema ALI 862 en 1933 sobre la placa del POSSII de 1996.

tenía en 1996, fecha de la realización de la placa que se muestra, la POSSII.N-DSS2.329, junto con una representación en forma de flecha roja que representa el ángulo y separación medidas. Parece posible que en el supuesto de que la secundaria no participe del alto movimiento propio de la principal, el brillo de ésta última podría estar ocultando a aquella, lo que explicaría su ausencia en la actualidad. Como toda esta reflexión no deja de ser pura especulación y a falta de mejores datos, dejamos a observaciones futuras la confirmación o el desacierto de lo expuesto.

— STT 305AC (WDS 16117+3321)

También incluido en la misma campaña del Proyecto SEDA-WDS que el sistema anterior y situado en 16:11:39,60 +33:20:33,8, igualmente no obtuvo resultado alguno por la imposibilidad de reconocer a la componente C. Consultado el catálogo I/324 como en el caso anterior, nos dio como resultado que la componente principal tiene un escaso movimiento propio de tan sólo +5,1 y +14,2 msa/año para AR y DEC respectivamente, lo que supone un escaso desplazamiento de menos de 2'' de arco a lo largo de los 103 años que separan la medición de 1847 respecto de la primera imagen registrada de que disponemos en la zona, la POSSI.O-DSS2.274, realizada en 1950. Para confirmar lo expuesto presentamos la figura 8, que muestra una composición en RGB de la anterior placa (rojo) superpuesta a la POSSII.N-DSS2.390 realizada en 1997 (azul), confirmando un casi nulo cambio de escenario en los 47 años que median entre ellas, a la vez que la ausencia total de algún objeto en las cercanías de la posición referida en 1847. Se muestra con flecha verde el vector que representa la medida. Queda así sin posible explicación plausible la ausencia de la componente C, exceptuando, claro está, un posible error en el catálogo.

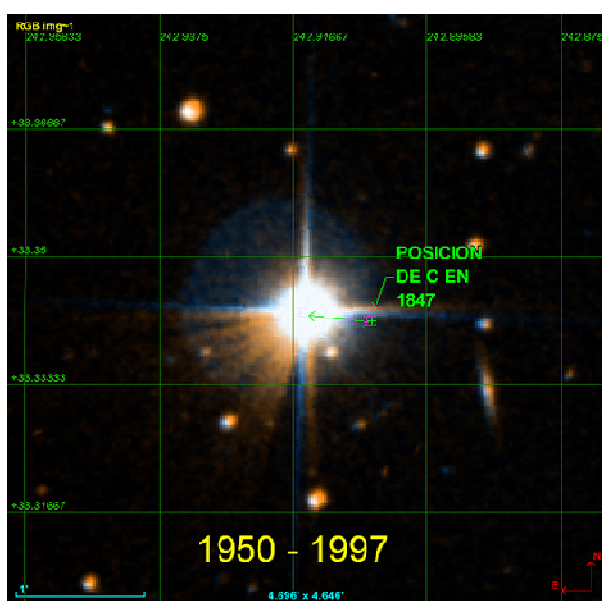


Figura 8. Composición RGB mediante placas del POSSI de 1950 y POSSII de 1997 del sistema STT 305AC.

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>.

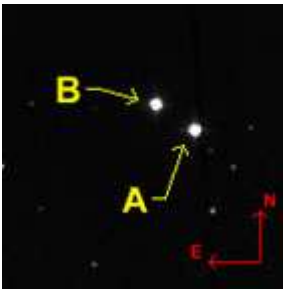
En este trabajo se utilizó *Astrometrica*, software interactivo para la reducción astrométrica de datos sobre imágenes CCD. Autor: Herbert Raab, <http://www.astrometrica.at>.

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

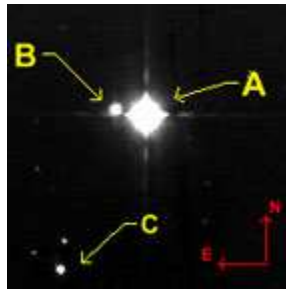
Referencias

Proyecto SEDA-WDS (<https://sites.google.com/site/sedawds>), coordinado por Rafael Benavides Palencia (rafaelbenpal@gmail.com), Juan-Luis González Carballo (struve1@gmail.com) y Edgardo Rubén Masa Martín (ermasa.dsa@gmail.com). 

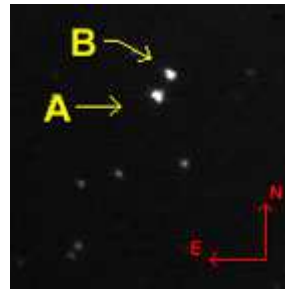
ÁLBUM FOTOGRÁFICO DE LOS SISTEMAS MEDIDOS.



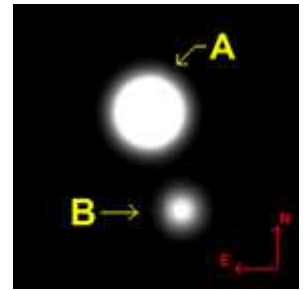
SHJ 289



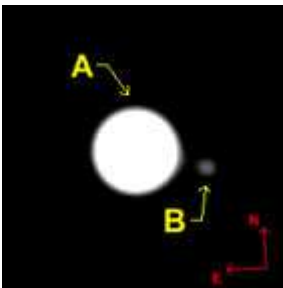
STF2487



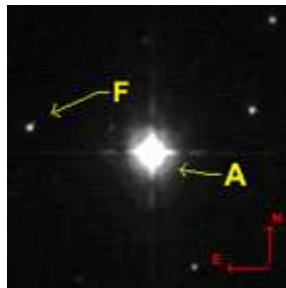
HLM 19



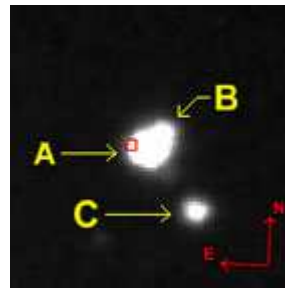
STF1784 (Surface)



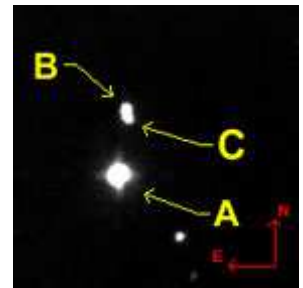
A 1172 (Surface)



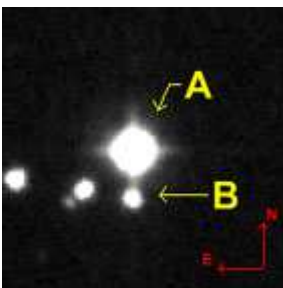
BU 648



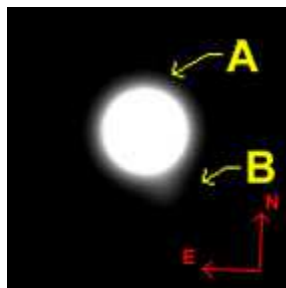
CHE 131



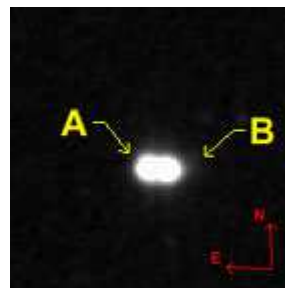
ES 431



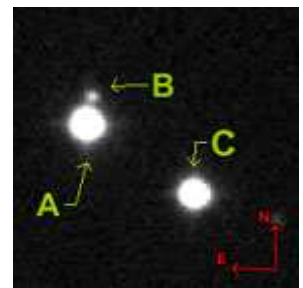
ES 977



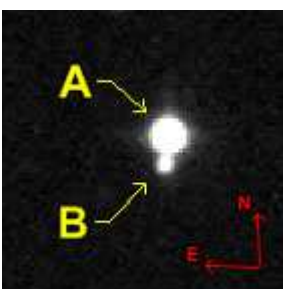
ES 1158 (Surface)



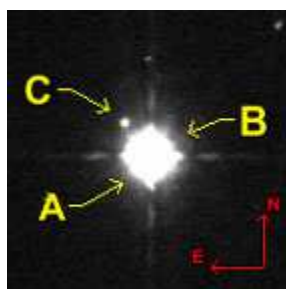
ES 1728



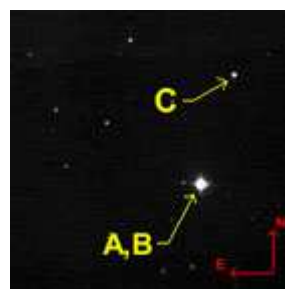
ES 576



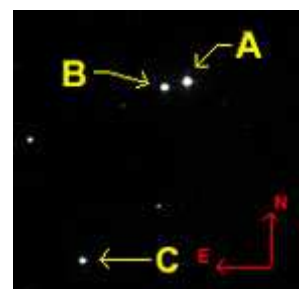
ES 63



HO 270



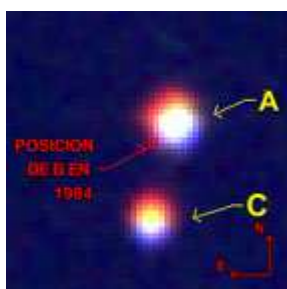
KUI 79



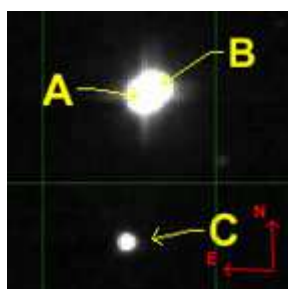
STF2340

(Continúa en la página siguiente)

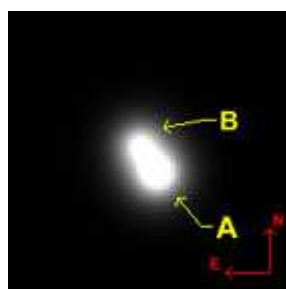
ÁLBUM FOTOGRÁFICO DE LOS SISTEMAS MEDIDOS (CONT.).



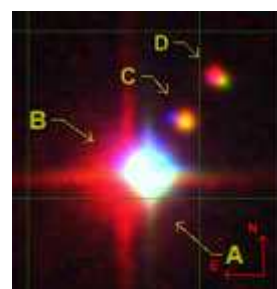
SLE 481 RGB



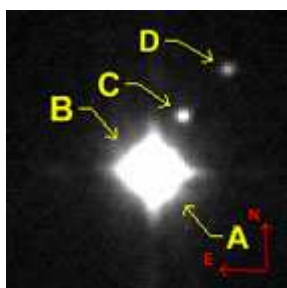
STF1826



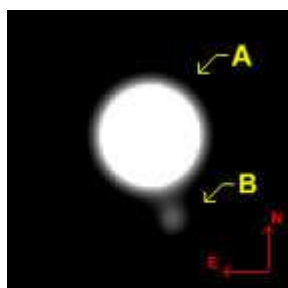
STF1858 AB (*Surface*)



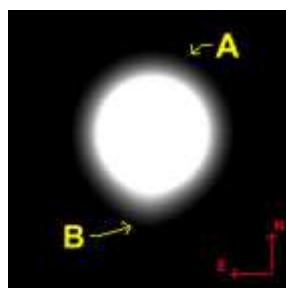
STF1858 RGB



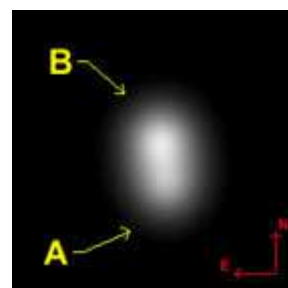
STF1858



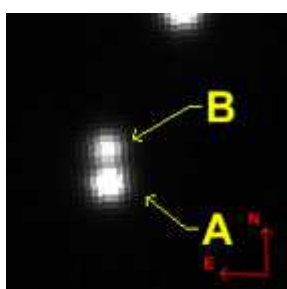
STF2349 (*Surface*)



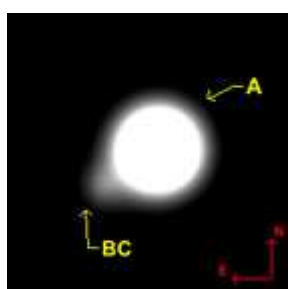
STI 857 (*Surface*)



STI 858 (*Surface*)



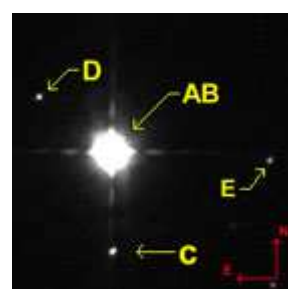
STI 925



STT 283 (*Surface*)



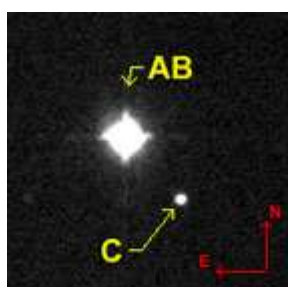
STT 586 RGB



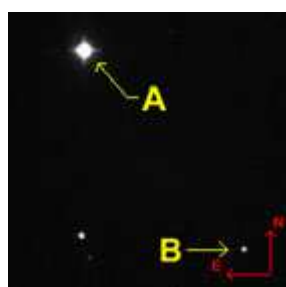
STT 591



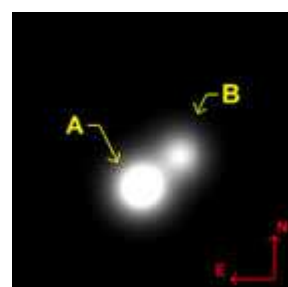
BLL 40



TOK 298



TOK 304



STF1826 AB (*Surface*)

Medidas astrométricas de 140 estrellas dobles visuales

Astrometrical measurements of 140 Visual Double Stars

Marcel Fay

■ 731 A, route de Dax – F-40230 Benesse Maremme (Francia)

■ Correo-e: fay.marcel@orange.fr

Este artículo presenta los resultados de las mediciones de 140 estrellas dobles visuales realizadas en la campaña de 2014. Se utilizó un telescopio reflector de 283 mm de abertura y una cámara con sensor CCD. Las medidas se realizaron con el método astrométrico.

This paper presents the results of the measurements for 140 visual double stars carried out in 2014. An 11 inch Schmidt-Cassegrain telescope and a CCD camera in remote control were used. The measures were realized by the astrometric method.

Introducción

EL PRESENTE TRABAJO publica las medidas de 140 estrellas dobles visuales realizadas durante el año 2014, las cuales fueron efectuadas con un telescopio dotado de apuntado automático (GoTo) controlado a distancia y una cámara CCD a foco primario (detalles: ver el apartado *Instrumentos y Programas*).

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 fue 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 abertura.

En esta campaña, las mediciones se hicieron en parte con una lente Barlow 2x. Las dobles solitarias, es decir, no pertenecientes a sistemas múltiples, fueron registradas con un F/D teórico igual a 20.

La campaña de medición de 2014

Como novedad, la campaña de medición de 2014 se ha realizado desde mi nuevo observatorio (ver figuras 1 y 2) situado cerca de mi residencia en Benesse Maremne. Su nombre es **O.A.B.M.** (Observatoire Astronomique de Benesse Maremne) y las coordena-



Figura 1. Observatorio O.A.B.M.

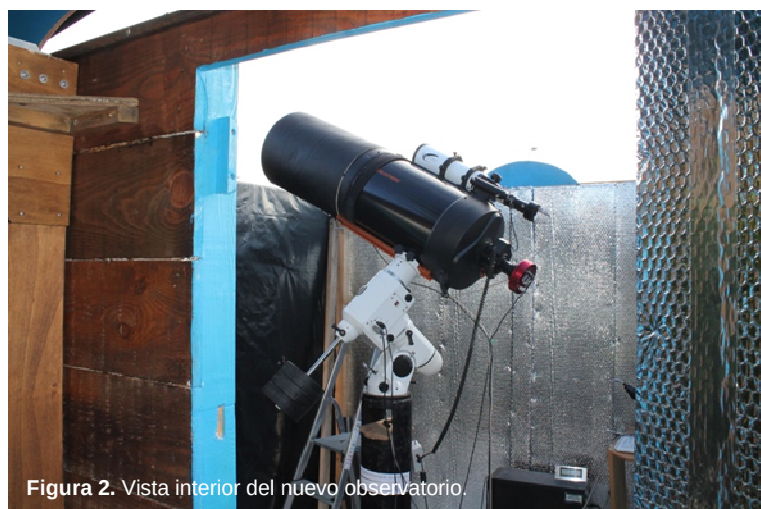


Figura 2. Vista interior del nuevo observatorio.

das en el centro del edificio son Latitud: 43° 38' 16"644 N, Longitud: 1° 21' 10"43 O.

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 = 20— han sido medidas con las opciones siguientes de Reduc: Centrado manual, QuadPx y Surface.

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:

- 1) Estudiar sistemas que no han sido medidos desde hace un siglo.
- 2) Confirmar parejas no medidas desde el descubrimiento.
- 3) 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 píxel, denotado como *E* en Reduc).

Por lo general, el par de calibración es medido al comienzo de la sesión de medición. La misma pare-

ja 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 $0,19898 \pm 0,005$ "/píxel con una F/D = 20. 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 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.

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

N.º **	Valor (%)	Rho mínimo/máximo (")
18	12,85	1 < Rho <= 5
41	29,28	5 > Rho <=10
51	36,40	10 > Rho <= 20
30	21,40	20 > Rho <= 40

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

N.º **	Valor (%)	DeltaM	Comentarios
1	0,70	<= 0	1 con un Delta-M negativo cuando mB > mA
49	35,00	0 > Delta-M <= 1	
32	22,85	1 >= Delta-M < 2	
51	36,42	2 >= Delta-M < 5	
7	5,00	5 >= Delta-M < 8	La componente A es de tipo espectral B, A o F

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

N.º **	Valor (%)	Número obs. WDS	Comentarios
4	2,85	0	Todas las nuevas dobles FYM* al no estar catalogadas tienen 0 observaciones
28	20,00	1 ÷ 2	Segunda observación desde el descubrimiento
74	52,85	3 ÷ 10	
29	20,70	11 ÷ 50	
5	3,57	51 ÷ 200	

* He añadido 4 nuevas dobles con magnitudes entre la 13 y la 14,5 (valor del catálogo UCAC4). 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 de observaciones registradas en el WDS.

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ID. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	DELTA-M	RHO (")	THETA (°)	ÉPOCA	NOCHES
00108+5846	ARY 8 AB	8,13	8,63	0,5	39,3	100	2014,76	1
00266+5227	ES 1052	8,74	12,21	3,47	5	126,8	2014,83	1
00272+4959	STF 30 AB	6,96	8,92	1,96	13,2	314,2	2014,83	1
00275+5335	HEI 914	10,5	11	0,5	5,7	218,6	2014,83	1
00295+5323	ES 613	8,8	12,3	3,5	5,2	236,42	2014,83	1
00315+4904	FOX 110 AC	9,6	12,5	2,9	17,2	192	2014,83	1
00315+4904	FOX 110 AD	9,6	12	2,4	35,9	142	2014,83	1
00321+5449	STI 1371	11,2	11,8	0,6	6,14	19	2014,83	1
00332+5528	STI 1377	11,03	14,1	3,07	14,3	90,65	2014,83	1
00333+5837	ES 1769	9,6	10,6	1	2,4	88,87	2014,76	1
00339+5816	ES 1770 AB	11,08	11,48	0,4	2,95	341,27	2014,76	1
00343+5543	ES 117	9,72	12	2,28	6	56	2014,83	1
00348+5611	STI 1383	10,65	12,4	1,75	7,48	227	2014,83	1
00358+5756	STI 1385 AB	10,85	10,96	0,11	4,68	341	2014,76	1
00358+5756	STI 1385 BC	10,96	13,2	2,24	13,5	92,4	2014,82	1
00359+5710	STI 1386	12,6	12,6	0	11,9	53,7	2014,79	1
00362+5753	STI 1388	12	12,6	0,6	8,32	102	2014,76	1
00367+5736	MLB 40 AB	11,18	11,3	0,12	2,7	333,8	2014,82	1
00368+6031	STF 43	9	9,45	0,45	4,7	165,2	2014,76	1
00369+4530	ES 444	10	10,5	0,5	3	198	2014,83	1
00378+5735	STI 1399	11,26	11,9	0,64	6,6	346,45	2014,82	1
00379+4819	DAM 624 AC	11,51	13,7	2,19	7,58	244	2014,83	1
00380+5740	STI 1402	10,41	13,6	3,19	8,8	45,5	2014,82	1
00386+5818	STI 1403	11,12	13,6	2,48	13,2	26,22	2014,76	1
00387+4657	STF 45 AB	6,9	9,9	3	19,2	90,4	2014,83	1
No cat	FYM 212 AB	6,74	12,74	6	24	144,34	2014,76	1
00391+5949	STI 108	10,9	12,2	1,3	2,5	217,2	2014,76	1
00392+4921	STT 16	5,7	10,2	4,5	12,18	21,7	2014,83	1
00395+6002	HJ 1042	10,77	11,77	1	15,34	63,39	2014,76	1
00412+5539	STI 1412	12,7	13,3	0,6	11,8	251,34	2014,79	1
00412+5912	STI 1413	10,66	14,1	3,44	13,9	102,81	2014,76	1
00426+5736	ES 1806	7,8	12,1	4,3	6,1	237,35	2014,82	1
00486+5701	STI 1432	13,1	13,53	0,43	7,109	18,45	2014,76	1
00514+5705	ES 1868	11,19	12,76	1,57	6,42	184	2014,76	1
00514+5705 No cat	FYM 210 AC	11,19	11,63	0,44	23,83	104	2014,76	1
00568+5724	TOB 11 AC	10,67	11,53	0,86	37,7	115	2014,76	1
00570+5729	ES 44	7,98	10	2,02	4,72	265,06	2014,76	1
02424+3837	AG 49	8,84	10,38	1,54	14,6	343	2014,84	1
02425+4016	STF 292	7,56	8,23	0,67	23,1	212	2014,84	1
02426+3838	ALI 759	11,85	12,4	0,55	14	136	2014,84	1
02428+3826	ES 231	9,54	10,62	1,08	4,4	83	2014,84	1
02473+3835	ES 2083 AB	9,79	11,9	2,11	6,5	333	2014,84	1

(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	NOCHES
02473+3835	ES 2083 AC	9,79	13,7	3,91	30,4	281,7	2014,84	1
02499+3824	ES 2454	10,75	12,2	1,45	7,7	180,4	2014,84	1
02517+3854	ROE 67 AB	8,92	10,57	1,65	27,17	129,6	2014,84	1
02529+3901	ROE 68	10,79	11,3	0,51	10,34	257	2014,84	1
02596+3849	MLB 1002	10,8	12,4	1,6	6,6	90	2014,84	1
03001+3911	ALI 765	9,63	11,99	2,36	12,2	10,8	2014,84	1
03344+2428	STF412 AB,C	5,94	9,92	3,98	22,4	53	2014,86	1
03381+2503	POU 299	11,44	13,3	1,86	6,7	70,15	2014,86	1
03444+2446	LDS 6100 AB	11,3	13,3	2	24,95	130	2014,86	1
03474+2440	STF 449	8,78	11,3	2,52	6,9	329	2014,86	1
04456+4157	ES 1619 AC	11,22	12,5	1,28	38,9	359,5	2014,89	1
04509+4300	ES 1524	8,95	14,1	5,15	5,8	87,9	2014,89	1
04526+0114	BAL 1279	10,85	11,74	0,89	14,2	264	2014,89	1
04543+0722	STF 612 AB	8,33	8,41	0,08	16,1	200	2014,89	1
04544+0813	AOT 16	10,97	13,4	2,43	15	338	2014,89	1
04588+4408	STF 613 AB	8,59	9,58	0,99	11,55	99,5	2014,89	1
04588+4408	STF 613 AC	8,59	10,8	2,21	21,05	51,9	2014,89	1
04588+4408	STF 613 BC	9,58	10,8	1,22	15,95	18	2014,89	1
05104+3910	ALI 1049	9,66	11,7	2,04	9,1	61	2014,83	1
05111+3845	ALI 787	10,54	13,1	2,56	11	210	2014,83	1
05110+3917	STF 646 AB	8,36	9,53	1,17	15,5	75	2014,83	1
05110+3917	WAL 35 AC	8,36	11,12	2,76	39	246,8	2014,83	1
05123+3839	MLB 823	12,29	11	-1,29	8,58	148	2014,83	1
05124+3807	SEI 96	10,5	11	0,5	16,3	98,2	2014,83	1
05136+3749	SEI 110	10,7	11	0,3	11	350	2014,83	1
05137+3755	SEI 111	9,29	11,3	2,01	20,56	106	2014,83	1
05143+3928	ALI 1051	12,3	12,9	0,6	5,2	289	2014,83	1
05145+3142	A 211	9,05	13,1	4,05	4,65	135	2014,83	1
05154+3020	AG 92 AB	10,14	10,81	0,67	25,2	334	2014,83	1
05154+3241	STF 653 AB	5,03	9	3,97	9,75	10,86	2014,83	1
05154+3241	STF 653 AC	5,03	7,33	2,3	13,9	223,25	2014,83	1
05154+3241	STF 653 BC	9	7,33	-1,67	22,65	209,95	2014,83	1
05157+3228	SEI 129	10,4	12,2	1,8	8,2	96,3	2014,83	1
05158+2928	A 212 AC	9,23	10,75	1,52	22,03	14,9	2014,83	1
05167+4600	HEL 1 LO	13,7	12,12	-1,58	14	44	2014,89	1
05167+4600	HEL 1 HO	10,16	12,12	1,96	9,65	42	2014,89	1
05167+4600	HEL 1 HP	10,16	17,7	7,54	11,42	110	2014,89	1
05167+4600	HEL 1 OP	12,12	17,7	5,58	18,8	176,41	2014,89	1
05174+3500	SEI 155	10,85	11,2	0,35	4,1	95	2014,83	1
05180+2437	POU 647	12,05	12,2	0,15	3,33	354	2014,83	1
05186+4020	SMA 50	11,35	11,74	0,39	8,5	259,4	2014,89	1
05187+3331	ES 59 AB	8,46	9,59	1,13	13,9	9,5	2014,83	1
05187+3331	ES 2611 BC	9,59	15,2	5,61	10,4	330	2014,83	1
05199+3928	ALI 1054	11,42	13,5	2,08	10,6	339,5	2014,83	1
No cat	FYM 214 AB	12,22	12,85	0,63	14	267,5	2014,89	1
05206+3939	SMA 54	9,86	10,61	0,75	16	267,4	2014,83	1
05207+3946	J 2392	11,4	12,3	0,9	7,1	124,3	2014,89	1
05232+4701	STT 104	7,1	11,1	4	21,4	190	2014,85	1
05234+4934	ES 2614	9,09	9,78	0,69	12	180	2014,86	1
05239+5028	STF 685 AC	9,13	13,5	4,37	20,6	189,7	2014,85	1
05242+4108	ES 62 AC	11,26	13,8	2,54	13,82	306,73	2014,83	1
05244+4005	SLE 72	11,29	12,4	1,11	10	206	2014,83	1

(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	NOCHES
05246+4822	ES 575	8,13	10,7	2,57	32,7	342	2014,85	1
05278+5009	ES 1071	9,22	12,2	2,98	5,9	359	2014,85	1
05308+4755	HJ 2264	8,51	9,6	1,09	6,8	129,6	2014,85	1
05323+4924	STF 718 AB	7,47	7,54	0,07	7,7	73	2014,85	1
05329+4912	ES 1072	10,3	11,4	1,1	3,6	358,8	2014,85	1
05372+4814	ES 1141	10	10,5	0,5	3,3	270,8	2014,85	1
05413+2929	STF 764	6,38	7,08	0,7	25,56	13,82	2014,86	1
05456+3010	HDS 774	8,57	10,49	1,92	7	248,7	2014,86	1
05482+3032	STT 117	7,11	10,01	2,9	11,4	31	2014,86	1
05503+0417	BAL 2643	10,1	10,94	0,84	16,55	355,5	2014,89	1
05503+0417 No Cat	FYM 213 AC	10,1	13,04	2,94	27,6	121	2014,89	1
05524+4649	ES 1321 AB	7,84	9,6	1,76	4,5	345	2014,85	1
05524+4649	ES 1321 AC	7,84	14,8	6,96	25,2	182,4	2014,85	1
05524+4649	ES 1321 AD	7,84	14,8	6,96	32,8	315,7	2014,85	1
05549+0702	STF 817	8,68	8,93	0,25	18,7	73	2014,89	1
06031+4100	ES 1729	10,27	12,1	1,83	6,8	311,8	2014,86	1
06071+4146	MLB 1065 AB	8,77	9,1	0,33	10	238	2014,85	1
06111+4444	ES 580 AB	9,88	10,94	1,06	6,31	227	2014,85	1
06111+4444	ES 580 AC	9,88	12,9	3,02	23	118	2014,85	1
06115+4310	ES 2616	7,1	10,8	3,7	18,1	202,3	2014,85	1
06127+4339	ES 1532	10,92	13,4	2,48	8,3	234	2014,86	1
05174+2605	STF 671	9,6	10,33	0,73	18	124,4	2014,83	1
09071+1533	HJ 118	10,79	11,3	0,51	12,6	320,5	2014,75	1
09088+1625	HDS 1328	9,54	11,78	2,24	4,7	145	2014,75	1
09092+1514	STF 1317	8,46	9,91	1,45	7,8	63	2014,75	1
09144+1608	STF 1325	9,36	11,7	2,34	17,2	77	2014,75	1
09147+1526	SLE 483	11,2	11,4	0,2	14,4	214	2014,75	1
09359+1423	H 5 58	6,31	9,39	3,08	41	90,3	2014,86	1
09364+1359	HJ 2500	11,7	11,9	0,2	16,8	89	2014,86	1
09431+1407	HJ 2504	9,02	11,8	2,78	6	172,4	2014,86	1
09434+1300	HJ 2505	11,1	12,1	1	19,2	122	2014,86	1
09465+1534	HJ 142	9,69	11,6	1,91	18,3	124,3	2014,86	1
09499+1620	STF 1384 AB	9,76	10,02	0,26	11,9	182	2014,86	1
09521+1628	SE 5 AC	9,31	11,2	1,89	10,7	40	2014,86	1
19294+2748	OL 217	10,56	11,05	0,49	7,4	252,61	2014,72	1
19339+2723	ES 487	10,07	12,5	2,43	5,3	335	2014,72	1
19383+2542	ES 492	10,66	11,02	0,36	5	215,8	2014,67	1
19398+2449	BKO 429 AC	10,6	14	3,4	12,7	31	2014,67	1
19398+2449	POU 3995 AB	10,62	13,6	2,98	14,3	132	2014,67	1
19399+2447	BKO 430	13	13,2	0,2	9,1	323,7	2014,67	1
19400+2317	AHD 3	10,05	10,36	0,31	21,2	295,32	2014,67	1
19524+0354	GRV 289	10,4	12,7	2,3	37,7	194,3	2014,68	1
20407+4321	STF 2719	9,18	11,02	1,84	14,1	141	2014,76	1
20416+4350	ES 1445	8,34	11,9	3,56	6,25	180,7	2014,76	1
20433+4456	ES 2699	8,64	9,51	0,87	40,4	296,65	2014,75	1
20434+4501	ES 668 AC	8,56	12,8	4,24	23,5	268	2014,75	1

Notas

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

TABLA 5. NOTAS RELATIVAS A LOS PARES MEDIDOS Y OBSERVADOS.

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS	RHO (ua)
00108+5846	ARY 8 AB	A es TYC 3664-1059-1 * B es TYC 3664-1459-1 * Calibración cámara	
00266+5227	ES 1052	A es HIP 2097 / TYC 3260-367-1 * B es TYC 3260-367-12	867,733
00272+4959	STF 30 AB	A es HIP 2151 * B9III * B es HIP 2149 / BD+49 89	1915
00275+5335	HEI 914	A es UCAC4-719-004121 / TYC 3654-1158-1 * B es UCAC4-719-004119	
00295+5323	ES 613	A es HIP 2308 / TYC3654-1323-1 * B BD+52 79B	
00315+4904	FOX 110 AC	A es UCAC4-696-003807 / TYC 3256-1520-1 * C es UCAC4-696-003805 V 13,68	
00315+4904	FOX 110 AD	A es UCAC4-696-003807 / TYC 3256-1520-1 * D es UCAC4-696-003812	
00321+5449	STI 1371	A es UCAC4-725-005174 / TYC 3658-931-1 * B es UCAC4-725-005175	
00332+5528	STI 1377	A es UCAC4-728-005778 / TYC 3658-2066-1 * B es UCAC4-728-005785	
00333+5837	ES 1769	A es UCAC4-744-004630 / TYC 3666-1709-1 * B es UCAC4-744-004631	
00339+5816	ES 1770 AB	A es UCAC4-742-005359 / TYC 3666-1568-1 * B es UCAC4-742-005358 / TYC 3666-1568-2	
00343+5543	ES 117	A es UCAC4-729-005918 / TYC 3658-1874-1 * B es UCAC4-729-005921	
00348+5611	STI 1383	A es UCAC4-731-005925 / TYC 3658-378-1 * B es UCAC4-731-005923	
00358+5756	STI 1385 AB	A es UCAC4-740-006298 / TYC 3662-2085-2 * B es TYC 3662-2085-1	
00358+5756	STI 1385 BC	B es UCAC4-740-006296 * C es UCAC4-740-006301 V 13,14	
00359+5710	STI 1386	A es UCAC4-736-006320 * B es UCAC4-736-006323 V 12,63	
00362+5753	STI 1388	A es UCAC4-740-006358 * B es UCAC4-740-006362 V 13,33	
00367+5736	MLB 40 AB	A es UCAC4-738-006757 / TYC 3662-1942-1 * B es UCAC4-738-006758	
00368+6031	STF 43	A es HIP 2905 * B5 * B es UCAC4-753-007260 / TYC 4016-1064-1	
00369+4530	ES 444	A es UCAC4-678-003490 * B es UCAC4-678-003489	
00378+5735	STI 1399	A es UCAC4-738-006910 * B es UCAC4-738-006909 V10,94	
00379+4819	DAM 624 AC	A es UCAC4-692-003859 (confirmada) * C es UCAC4-692-003857	
00380+5740	STI 1402	A es UCAC4-739-006648 / TYC 3662-1915-1 * B es UCAC4-739-006651	
00386+5818	STI 1403	A es UCAC4-742-006324 * B es UCAC4-742-006328	
00387+4657	STF 45 AB	A es HIP 3045 * B es UCAC4-685-003950	1533
No Cat	FYM 212 AB	A es HIP 3058 * B es UCAC4-750-006098 * V 12,74 * Nuevo par	7814
00391+5949	STI 108	A es UCAC4-750-006136 * B es UCAC4-750-006135	
00392+4921	STT 16	A es HIP 3083 * K4III * B es UCAC4-697-004763 * V 10,48 * b-v 0,62	5932
00395+6002	HJ 1042	A es TYC 4016-9-1 / UCAC4-751-006453 * B es TYC 4016-33-1 / UCAC4-751-006460	
00412+5539	STI 1412	A es UCAC4-729-006770 * B es UCAC4-729-006766	
00412+5912	STI 1413	A es UCAC4-747-005840 / TYC3667-661-1 * B es UCAC4-747-005846	
00426+5736	ES 1806	A es HIP 3347 * B8 V * B es BD+56 112B * V 12,1	8919
00486+5701	STI 1432	A es UCAC4-736-008670 * B es UCAC4-736-008672	
00514+5705	ES 1868	A es UCAC4-736-009293 * B es UCAC4-736-009292 V 9,72	
00514+5705 No cat	FYM 210 AC	A es UCAC4-736-009292 * C es UCAC4-736-009303 * V 11,63 * Nuevo par	
00568+5724	TOB 11 AC	A es UCAC4-737-010178 / TYC 3676-2098-1 * C es UCAC4-737-010199	
00570+5729	ES 44	A es UCAC4-738-010312 * G8IV * B es UCAC4-738-010311	
02424+3837	AG 49	A es HIP 12 638 * G5 * B es UCAC4-644-010540	737
02425+4016	STF 292	A es HIP 12 648 / TYC 2849-1271-1 * B9 * B es TYC 2849-481-1	
02426+3838	ALI 759	A es UCAC4-644-010547 * B es UCAC4-644-010549 * V13,11	
02428+3826	ES 231	A es UCAC4-643-010754 / TYC 2845-212-1 * B es TYC 2845-212-2	
02473+3835	ES 2083 AB	A es UCAC4-643-011147 * B es UCAC4-643-011145	
02473+3835	ES 2083 AC	A es UCAC4-643-011147 * C es UCAC4-643-011140 * V 14,12	
02499+3824	ES 2454	A es UCAC4-643-011384 / TYC 2845-1570-1 * B es UCAC4-642-011009	
02517+3854	ROE 67 AB	A es HIP 13340 * B es HIP 13344	4590
02529+3901	ROE 68	A es UCAC4-646-011461 * B es UCAC4-646-011459 * V 11,39	
02596+3849	MLB 1002	A es UCAC4-645-012147 * B es UCAC4-645-012148	
03001+3911	ALI 765	A es HIP 13983 / UCAC4-646-012187 * B es UCAC4-646-012188	
03344+2428	STF 412 AB,C	A es HIP 16664 / 7 Tau * C es UCAC4-573-008122	0
03381+2503	POU 299	A es TYC 1803-896-1 / Nota: UCAC4 576-008453 V 12,71 y UCAC4-576-008455 * V 16,41 forman una doble (7" y 70")	0

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 5. NOTAS RELATIVAS A LOS PARES MEDIDOS Y OBSERVADOS (CONT.).

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS	RHO (ua)
03444+2446	LDS 6100 AB	A es UCAC4-574-008406 * B es UCAC4-574-008407 * V 13,10	0
03474+2440	STF 449	A es UCAC4-574-008605 * B es UCAC4-574-008604 * mpc	0
04456+4157	ES 1619 AC	A es UCAC4-660-026489 * B es UCAC4-660-026490 * mpc, confirmada	0
04509+4300	ES 1524	A es UCAC4-665-029688 * B es UCAC4-665-029684 * V 13,48	0
04526+0114	BAL 1279	A es UCAC4-457-007711 * B es UCAC4-457-007708 * V 11,17	0
04543+0722	STF 612 AB	A es UCAC4-487-008892 * B es UCAC4-487-008890 * Nota: 71 observaciones para una doble óptica	0
04544+0813	AOT 16	A es UCAC4-492-008898 * B es UCAC4-492-008895 * V 12,89	440
04588+4408	STF 613 AB	A es UCAC4-671-032682 * B es UCAC4-671-032690 * V 9,58	0
04588+4408	STF 613 AC	A es UCAC4-671-032682 * C es UCAC4-671-032691 * V 11,32	0
04588+4408	STF 613 BC	B es UCAC4-671-032690 * C es UCAC4-671-032691 * V 11,32	0
05104+3910	ALI 1049	A es UCAC4-646-025312 / TYC 2896-30-1 * B es UCAC4-646-025316	
05111+3845	ALI 787	A es UCAC4-644-024475 / TYC 2896-1621-1 * B es UCAC4-644-024473	
05110+3917	STF 646 AB	A es HIP 24137 / UCAC4-647-025487 * B es HIP 24141	1912
05110+3917	WAL 35 AC	A es HIP 24137 / UCAC4-647-025487 * C es TYC 2896-140-1	
05123+3839	MLB 823	A es UCAC4-644-024753 * B es UCAC4-644-024754	
05124+3807	SEI 96	A es UCAC4-641-023560 * B es UCAC4-641-023563	
05136+3749	SEI 110	A es UCAC4-640-023415 * B es UCAC4-640-023414	
05137+3755	SEI 111	A es UCAC4-640-023432 * B es UCAC4-640-023436	
05143+3928	ALI 1051	A es UCAC4-648-027431 * B es UCAC4-648-027435	
05145+3142	A 211	A es UCAC4-609-017915 / TYC 2389-1509-1 * B: no se encontró identificador	
05154+3020	AG 92 AB	A es HIP 24501 * B es HIP 24497	
05154+3241	STF 653 AB	A es HIP 24 504 * A9IV * B es la variable 14 Aur (binaria de rayos X) V 11,1 (tipo delta Sct)	922,52
05154+3241	STF 653 AC	A es HIP 24 502 / 14 Aur * F3V * C es UCAC4-614-019191	0
05154+3241	STF 653 BC	B es la variable 14 Aur (binaria de rayos X) V 11,1 (tipo delta Sct) * C es UCAC4-614-019191	
05157+3228	SEI 129	A es UCAC4-613-020049 / TYC 2394-951-1 * B es UCAC4-613-020050	
05158+2928	A 212 AC	A es UCAC4-598-018104 / TYC 1858-686-1 * C es UCAC4-598-018107	
05167+4600	HEL 1 LO	O es UCAC4-680-0355699 * V 10,70	0
05167+4600	HEL 1 HO	H es UCAC4-680-0355693 * Espectro M1	0
05167+4600	HEL 1 HP	H es UCAC4-680-0355693 * Espectro M1	0
05167+4600	HEL 1 OP	O es UCAC4-680-035699 * 10,70 * P es UCAC4-680-035698 * V 15,80	0
05174+3500	SEI 155	A es UCAC4-626-023090 * B es UCAC4-626-023093	
05180+2437	POU 647	A es UCAC4-574-015382 * B es UCAC4-574-015383	
05186+4020	SMA 50	A es UCAC4-652-029991 * B es UCAC4-652-029987 * V 11,34	
05187+3331	ES 59 AB	A es UCAC4-618-021743 / TYC 2394-2006-1 * B es UCAC4-618-021746	
05187+3331	ES 2611 BC	B es UCAC4-618-021746 * C es UCAC4-618-021741	
05199+3928	ALI 1054	A es UCAC4-648-028700 / TYC 2900-1956-1 * B es UCAC4-648-028698	
No cat	FYM 214 AB	A es UCAC4-677-034874 * B es UCAC4-677-034872, nuevo par	
05206+3939	SMA 54	A es UCAC4-649-028504 * B es UCAC4-649-028500	
05207+3946	J 2392	A es UCAC4-649-028521 * B es UCAC4-649-028522 * V 11,39 * b-v 1,57	0
05232+4701	STT 104	A es HIP 25184 * K5 * B es UCAC4-686-037584	
05234+4934	ES 2614	A es UCAC4-698-039335 * B es UCAC4-698-039336	
05239+5028	STF 685 AC	A es UCAC4-703-037477 * K5 * C es UCAC4-703-037475 * V 13,76	
05242+4108	ES 62 AC	A es UCAC4-656-033611 / TYC 2913-232-1 * B es UCAC4-656-033606	
05244+4005	SLE 72	A es UCAC4-651-030440 / TYC 2913-951-1 * B es UCAC4-651-030437	
05246+4822	ES 575	A es UCAC4-692-035789 * B es UCAC4-692-035786 * V 12,09	
05278+5009	ES 1071	A es UCAC4-701-039527 * B es UCAC4-701-039526	4,702
05308+4755	HJ 2264	A es UCAC4-690-038605	2944
05323+4924	STF 718 AB	A es HIP 25 964 * F5 * B es UCAC4-697-038607	1443,65
05329+4912	ES 1072	A es TYC 3367-1562-1 * B es UCAC4-697-038676	6962
05372+4814	ES 1141	A es UCAC4-692-037384 * B es UCAC4-692-037382	19726
05413+2929	STF 764	A es HIP 88 415 * B8IV	4377
05456+3010	HDS 774	A es HIP 27179 * B es UCAC4-601-024095	22247
05482+3032	STT 117	A es HIP 27404 * B es UCAC4-603-025816	5460
05503+0417	BAL 2643	A es UCAC4-472-013661 / TYC 124-82-1	0
05503+0417 No cat	FYM 213 AC	A es UCAC4-472-013661 * C es UCAC4-472-013664 * V 13,04 * b-v 0,65 * Nuevo par	
05524+4649	ES 1321 AB	A es TYC 3361-105-1 * K0	206,51
05524+4649	ES 1321 AC	A es TYC 3361-105-1 * C es UCAC4-685-040235 * V 13,13	3985,6
05524+4649	ES 1321 AD	A es TYC 3361-105-1 * D es UCAC4-685-040230 * V 11,71	742,716
05549+0702	STF 817	A es UCAC4-486-015323 * B es UCAC4-486-015326 * V 8,93	0
06031+4100	ES 1729	A es UCAC4-655-040507 * B es UCAC4-655-040506	42138
06071+4146	MLB 1065 AB	A es UCAC4-659-041363 * B es UCAC4-659-041364	17392,3
06111+4444	ES 580 AB	A es UCAC4-674-043927 * C es UCAC4-674-043932	6986,15

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 5. NOTAS RELATIVAS A LOS PARES MEDIDOS Y OBSERVADOS (CONT.).

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS	RHO (ua)
06111+4444	ES 580 AC	A es UCAC4-674-043927 * B es UCAC4-674-043925	106783
06115+4310	ES 2616	A es HIP 29373 / TYC 2938-1736-1 * B es UCAC4-666-044949 * V 12,97	3083
06127+4339	ES 1532	A es UCAC4-669-044801 / TYC 2938-1270-1 * B es UCAC4-669-044779	9444
05174+2605	STF 671	A es HIP 24654 * F5 * B es HIP 24655 a 139 años luz	
09071+1533	HJ 118	A es UCAC4-528-049732 / TYC 1401-972-1 * B es UCAC4-528-049731	
09088+1625	HDS 1328	A es HIP 44894 / TYC 1401-1473-1 * B es TYC 1401-1473-2	
09092+1514	STF 1317	A es HIP 44942 / TYC1401-301-1 * B es UCAC4-527-048922	759,738
09144+1608	STF 1325	A es UCAC4-531-048442 * B es UCAC4-531-048444	
09147+1526	SLE 483	A es UCAC4-528-050016 * B es UCAC4-528-050015	
09359+1423	H 5 58	A es HIP 47096 * B es TYC 827-871-1 / UCAC4-522-048677	0
09364+1359	HJ 2500	A es UCAC4-522-050060 * B es UCAC4-520-050061	0
09431+1407	HJ 2504	A es TYC 834-1011-1 / ADS 7497 A * B es ADS 7497 B / BD+14 2133B	0
09434+1300	HJ 2505	A es UCAC4-515-050795 * B es UCAC4-515-050796	0
09465+1534	HJ 142	A es UCAC4-528-051051 * B es UCAC4-528-051053 * V 11,64	0
09499+1620	STF 1384 AB	HIP 95447 / 31 Aql * G0 * B es UCAC4-532-049-092	179,428
09521+1628	SE 5 AC	A es HIP 48406 * B es UCAC4-533-50195	
19294+2748	OL 217	A es TYC 2133-842-2 * B es TYC 2133-842-1	
19339+2723	ES 487	A es UCAC4-587-086436 * F8 * B no encontrada en UC4 – Puede ser UCAC4-578-086422, posición imprecisa	
19383+2542	ES 492	A es UCAC4-579-086699 * B es UCAC4-579-086697	10757
19398+2449	BKO 429 AC	A es UCAC4-575-095380 / Doble espectroscópica C es UCAC4-575-095388	105,9
19398+2449	POU 3995 AB	A es UCAC4-575-095380 * B es UCAC4-575-095390	
19399+2447	BKO 430	A es UCAC4-574-093448 * B es UCAC4-574-093462	
19400+2317	AHD 3	A es TYC 2138-2207-1* A7 * B es TYC 2138-2198-1	17,589
19524+0354	GRV 289	A es TYC 488-851-1 * B es TYC 489-4-1 / UCAC4-470-114685	
20407+4321	STF 2719	A es UCAC4-667-088268 * B es UCAC4-667-088270	
20416+4350	ES 1445	A es HIP 102113 / UCAC4-670-088824 * B es UCAC4-670-088823	
20433+4456	ES 2699	A es UCAC4-675-089024 * B es UCAC4-675-089013 V 9,51	
20434+4501	ES 668 AC	A es UCAC4-676-087374 * C es UCAC4-676-087369 V 12,04	

Instrumentos y programas

— Instrumentos

2 PC bajo Windows XP Pro Pack 3 (son indispensables para la conexión remota).

Un telescopio Schmidt Cassegrain de 283 mm de abertura a F/D 20. Marca: Celestron C11 XLT GoTo.

Un telescopio refractor KEPLER 80 x 400 (grandes campos de visión, alrededor de cuatro lunas llenas).

Un controlador de focal: MEADE tipo USB-Focuser Z. I. S. (Zéro Image-Shift).

Cámara CCD principal: Marca ATIK 314L+, píxeles cuadrados de 6,45 micras.

Cámara secundaria: PL1-M con sensor CMOS montada sobre el telescopio KEPLER.

— Programas

Conexión a distancia: **TeamViewer**, v. 8: enlace entre los PC, vía Internet y control de seguridad mediante palabra clave.

Cartografiado celeste: **Ciel.exe** de Patrick CHE-VALLEY para la búsqueda de las dobles a medir (1).

Para el apuntado y el seguimiento del telescopio: **Eq-Mod** con su plataforma de programas de comunicación, como ASCOM versión 5.5 (2), sin omitir todos los drivers requeridos para el "control remoto".

Para la toma de imágenes: **Artemis** (3), software

específico suministrado con la cámara ATIK 314L+ (cámara principal) y **PHD.exe** (PHD Guiding) de Craig STARK y Sean PRANGE (cámara de gran campo).

Para la reducción: **REDUC** (4).

Informaciones complementarias, programas de concepción personal

DoublesVers2.exe: información (5) sobre las diferentes componentes de las dobles (6), extraída del WDS y de otras bases de datos disponibles en el CD-ROM del USNO.

WDS.exe: comprende los siguientes catálogos:

TDS_Tycho2.

USNO Double Star Catalogue y notas relativas al catálogo principal.

WDSnewref, con el nombre de los autores, su Ref-Code y referencia.

WDS Astrometry, con el nombre de los autores, su RefCode y referencia.

WDS2001notes_main.

HDS vs Hipparcos referencia cruzada.

WDS_synonymus.

6Orb_cat2006.

Todas estas bases de datos son instaladas desde el CD-ROM original enviado amablemente por Brian D. Mason y William I. Hartkopf desde el USNO (Observatorio Naval de los Estados Unidos), a quienes

agradezco su gesto.

Nota 1: Mediante una función ASCOM compatible integrada en el programa.

Nota 2: Esta versión 5.5 asegura la compatibilidad entre los diferentes drivers y sistemas instalados para llevar a cabo la toma de imágenes.

Nota 3: A menudo, algunos píxeles más o menos bien agrupados son suficientes para hacer un "centroide" reproducible y por tanto fiable para llevar a cabo los cálculos de Theta y Rho.

Nota 4: Programa creado por Florent Losse, renombrado doblista.

Nota 5: En el programa *Ciel.exe* encontramos información procedente de otros catálogos de estrellas: Hiparcos (HIP...), Henry Draper (HD...), Tycho2 (TYC...), BSC (HR...), LTT, Gliese (Gl), (Gliese-Jahreiss (Gj)). Para las dobles, creé un programa bautizado modestamente como *WDS.exe*, con el WDS como catálogo principal, más todos sus catálogos asociados.

Nota 6: Utilizado principalmente para ajustar el tiempo de exposición de acuerdo al tipo espectral y/o la diferencia de magnitudes aparentes de las componentes.

Referencias y bibliografía

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

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

Fay, M., 2013, *Misure di 110 stelle doppie eseguite con un telescopio Go-To in controllo remoto – Campagna osservativa 2012, 2ª parte*, Il Bollettino Delle Estelle Doppie, nº 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, nº 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, nº 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, nº 13, 19-36

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).

Les conséquences d'une mise en station imprécise et l'évaluation des erreurs systématiques affectant les mesures d'angle de position à l'aide d'un logiciel de calcul de la rotation du champ, Jean-Louis AGATI (Grenoble) y Pierre DURAND (Bourges). Presentaciones de los días 27 y 28 de octubre de 2014 en el Observatorio de Dax, durante la reunión de la Comisión de Estrellas Dobles organizada por la Sociedad Astronómica de Francia.

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

Observación de estrellas dobles olvidadas: 6ª serie

Neglected Double Stars Observations: 6th series

Lluís Ribé de Pont

■ Agrupación Astronómica de Sabadell, AAS

■ Correo-e: lluisribedepont@gmail.com

En este artículo presentamos las medidas de 20 estrellas dobles abandonadas, extraídas del WDS, realizadas desde una zona urbana cercana a Barcelona.

We present measurements of 20 neglected stars, extracted from the WDS. They are made from an urban area near Barcelona.

Introducción

EN CINCO ANTERIORES ARTÍCULOS (Ribé, 2012) [1], (Ribé, 2013a) [2], (Ribé, 2013b) [3], (Ribé, 2014a) [4] y (Ribé, 2014b) [5] 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 20 estrellas dobles abandonadas a partir de imágenes CCD tomadas el mes de septiembre de 2014. Se trata de estrellas pocas veces observadas, recogidas en el elenco de *neglecteds* del WDS [6].

En primer lugar se ha realizado un filtrado con la base de datos de estrellas abandonadas, siguiendo los criterios de que la última medida fuera anterior a 1975, 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 [7] 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 16IC-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 [8]. También hemos tomado 5 imágenes de 30" para hacer la reducción con *Astrometrica* [9]. Para gobernar el telescopio se ha hecho uso del programa The Sky6 Pro [10].

La reducción astrométrica ha sido realizada con el software *Astrometrica* desarrollado por Herbert Rabin y el catálogo UCAC3, 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 [11].

Astrometría relativa

En la tabla 1 se listan los resultados obtenidos para cada uno de los 20 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 nor-

ma habitual (A, B). 

Referencias

1. Ribé de Pont, L., *Observación de 33 estrellas dobles olvidadas*, OED 9, 2012, 51-52.
2. Ribé de Pont, L., *Observación de estrellas dobles olvidadas: 2ª serie*, OED 10, 2013, 64-69.
3. Ribé de Pont, L., *Observación de estrellas dobles olvidadas: 3ª serie*, OED 11, 2013, 66-70.
4. Ribé de Pont, L., *Observación de estrellas dobles olvidadas: 4ª serie*, OED 12, 2014, 35-42.
5. Ribé de Pont, L., *Observación de estrellas dobles olvidadas: 5ª serie*, OED 13, 2014, 37-43.

6. Mason, B. D., Wycoff, G. L., Hartkopf, W. I., Douglas, G. G., Worley, C. E., *The Washington Visual Double Star Catalog (WDS)*. <http://ad.usno.navy.mil/wds>
7. Aladin. Centre de Données astronomiques de Strasbourg, <http://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml>.
8. Astroart, <http://www.msb-astroart.com/>
9. Raab H., 1993-2011, Software *Astrometrica*. Disponible en: <http://www.astrometrica.at>
10. Software Bisque, Inc. 912 12th Street Golden, Colorado, 80401-11141 USA <http://www.bisque.com>
11. Reduc. Florent Losse. <http://astrosurf.com/hfosaf/>

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ID. WDS	DESC	COMP	MAG. A	MAG. B	THETA	E THETA	RHO	E RHO	ÉPOCA	NOTAS
19408+1126	J 2991		10,4	11,5	84,66	0,42	9,418	0,081	2014,707	
19421+2418	POU 4016		12,3	12,7	26,44	0,5	15,398	0,05	2014,707	
19445+1931	HJ 2894		9,4	11,9	318,51	0,27	10,134	0,06	2014,707	
19455+2432	POU 4051		12	12,4	116,97	0,43	8,891	0,04	2014,707	
19466+2502	POU 4071		11,7	12,7	13,78	0,45	16,326	0,053	2014,707	
19470+1232	HJ 1435		11	11	117,41	0,48	13,027	0,069	2014,707	1
19479+3526	ALI 163		11,1	12,8	173,11	0,32	9,375	0,083	2014,707	
19485+2309	CHE 149		11,1	12,5	262,5	0,41	16,436	0,082	2014,707	
19490+2227	CHE 150		10,1	11,9	88,41	0,26	30,821	0,048	2014,707	
19491+2259	CHE 151		11,7	12,1	277,59	0,42	20,753	0,361	2014,707	
19506+3843	HJ 603	AC	5,38	12,6	318,01	0,08	96,792	0,088	2014,712	
19506+3843	HJ 603	BC	10,54	12,6	309,39	0,02	150,309	0,052	2014,712	2
19509+4444	SMA 101		12	12,5	49,76	0,49	9,26	0,04	2014,712	
19512+3800	SMA 103		10,5	10,8	302,08	0,25	10,671	0,063	2014,712	3
19515+3726	ALI 640		12,1	12,1	82,3	0,29	6,372	0,023	2014,712	
19520+1018	WEB 8		10,5	11,5	43,14	0,47	15,731	0,071	2014,712	
19521+3148	ES 2428	AB	8,6	11,1	90,15	0,06	89,106	0,055	2014,712	
19523+2428	POU 4125		12,4	12,4	309,48	0,44	10,415	0,064	2014,712	4
19527+3924	ALI 1126		12,4	12,5	166,66	0,43	19,013	0,04	2014,712	5
19530+3856	MLB 767		10,2	10,5	126,18	0,6	8,049	0,064	2014,712	

Notas

1. **HJ 1435:** En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria.
2. **HJ 603 BC:** Está invertido respecto a la medida anterior.

3. **SMA 103:** En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria.
4. **POU 4125:** En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria.
5. **ALI 1126:** En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria.

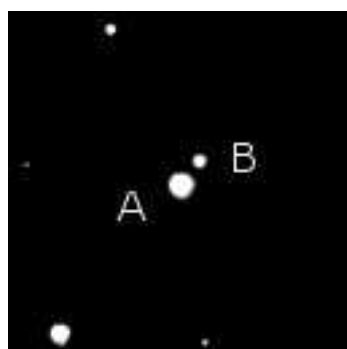
TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



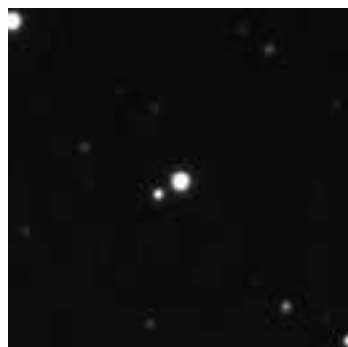
J 2991



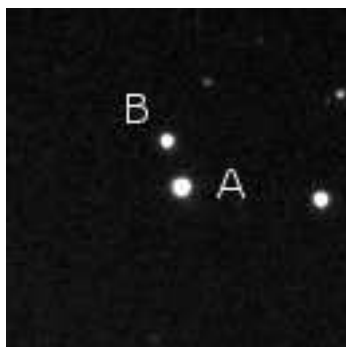
POU 4016



HJ 2894



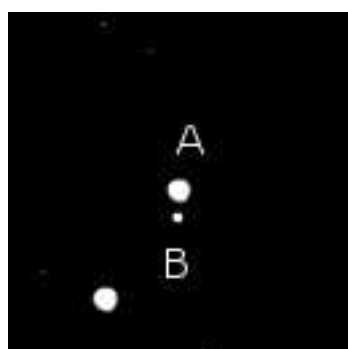
POU 4051



POU 4071



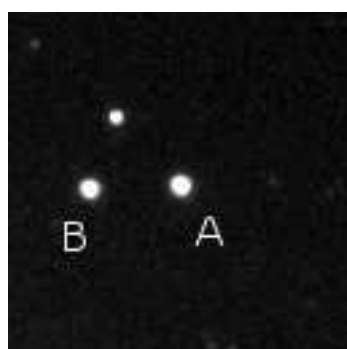
HJ 1435



ALI 163



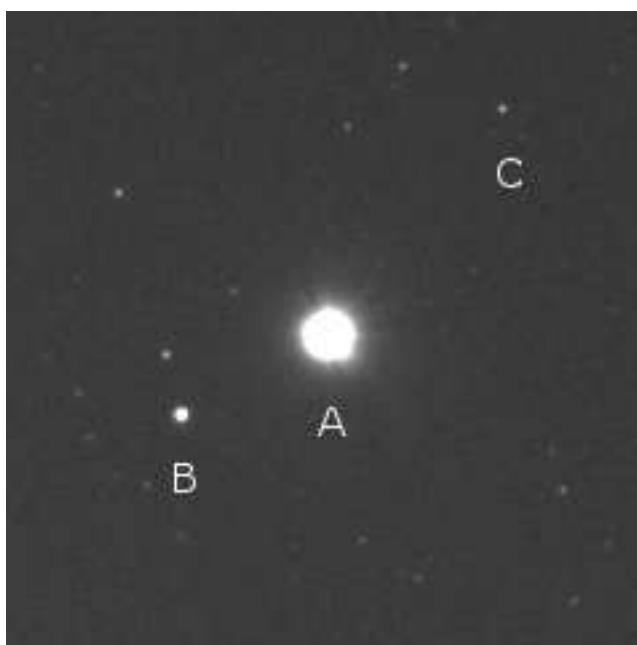
CHE 149



CHE 150

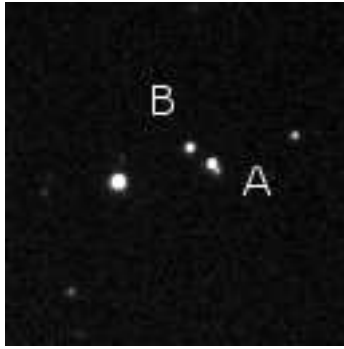


CHE 151

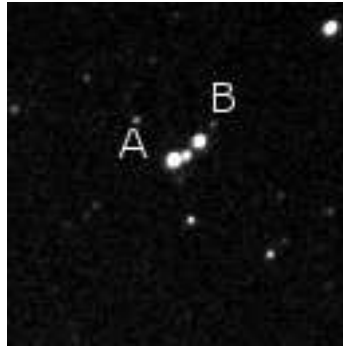


HJ 603 AC y BC

TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



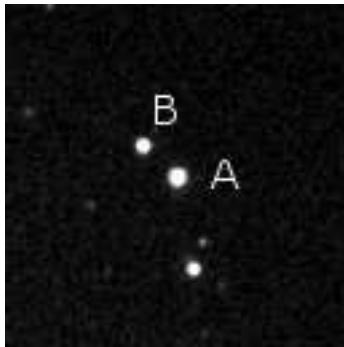
SMA 101



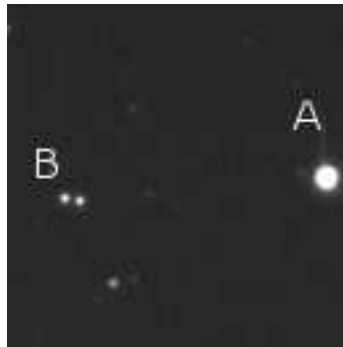
SMA 103



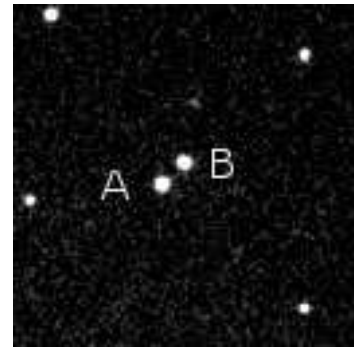
ALI 640



WEB 8



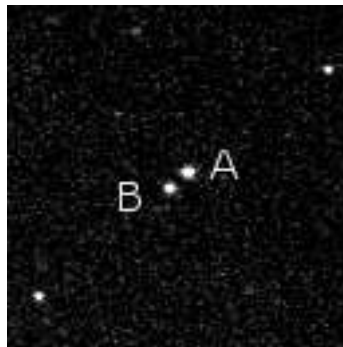
ES 2428 AB



POU 4125



ALI 1126



MLB 767

Relative Motion Calculator v5.18: herramienta Excel para el estudio dinámico de estrellas dobles

Relative Motion Calculator v5.18: Excel tool for the dynamic study of Double Stars

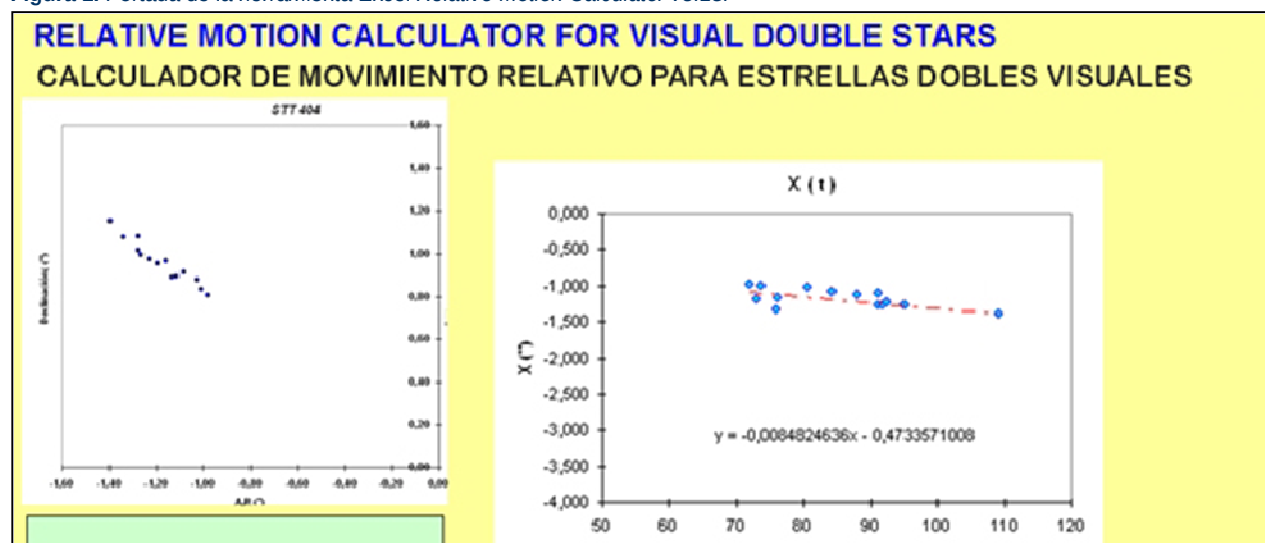
Francisco M. Rica Romero

■ Agrupación Astronómica de Mérida, AAM
■ Correo-e: frica0@gmail.com

En este artículo incluimos una guía para el manejo de la herramienta Excel *Relative_Motion_Calculator*, diseñada y construida por el autor. Esta herramienta permite realizar estudios dinámicos de estrellas dobles, asignando previamente pesos a cada una de las medidas. Para ello grafica cada medida contra el tiempo y ajusta matemáticamente las observaciones a una recta o a una parábola. Estos cálculos permiten obtener el movimiento relativo del sistema para posteriormente calcular la velocidad relativa y su posible naturaleza (física, óptica) mediante comparación con la velocidad de escape.

This article is a user guide for the Excel tool *Relative_Motion_Calculator*, designed and built by the author. This tool allows dynamical study of double stars, assigning previously weights to the measures. The tool plots all the measures against time and fits all points to a line or to a parable. This calculations yields the relative motion of the stars and then, if distance is known, the relative velocity of the system and the possible nature (optical or physical) comparing it with the escape velocity.

Figura 1. Portada de la herramienta Excel *Relative Motion Calculator* v5.18.



Introducción

EN EL CAMPO DE LAS ESTRELLAS DOBLES una de las tareas más importantes es conocer la naturaleza (óptica o física) del objeto en estudio. Para ello uno de los métodos más fiables y serios es el estudio de la dinámica del sistema mediante representación gráfica de las mediciones astrométricas históricas (ángulo de posición, θ , y distancia angular, ρ) y su ajuste a una línea o parábola. Con ello podemos determinar la variación temporal de las posiciones relativas (ángulo de posición y distancia angular) de las estrellas (movimiento relativo). Conocida la distancia que separa al sistema de nosotros, es posible transformar ese

movimiento relativo en velocidad relativa (km/s). La comparación de este dato con la velocidad de escape nos puede dar mucha información sobre qué posibilidades tiene el sistema de ser un sistema gravitacionalmente unido. Toda esta tarea es realizada de forma semiautomática por una herramienta Excel que ha sido diseñada y construida por el autor de este artículo hace ya un tiempo. Esta herramienta se llama *Relative Motion Calculator* (versión 5.18 en el momento de redactar este artículo).

En este trabajo incluimos una guía de uso para esta herramienta Excel ya que creemos que es importante para los astrónomos que trabajan en este campo.

Figura 2. Fragmento de la Hoja “Astrometric Measures”.

TABLA DE MEDICIONES HISTÓRICAS																		
Epoch	θ ["]	ρ ["]	x ["]	y ["]	mg. A	mg. B	n	Author	Aperture	Method	Weight	Weight Group	Weight θ	Weight ρ	Skill	Dawes	Rayleigh	
1826.4	114.40	5.42	4.94	-2.24	2	8.5	2	Dun1829	0.1	Ma	0.3	V	0.3	0.08	1.00	1.16	1.36	
1835.19	117.80	4.30	3.80	-2.01	2.5	2.5	3	HJ_1847a	0.5	Mb	1.3	W	1.3	0.33	1.00	0.23	0.27	
1835.33	120.60	5.65	4.85	-2.88	2	2.4	17	HJ_1847b	0.1	Ma	1.0	V	1.0	0.24	1.00	1.16	1.36	
1847.31	120.40	5.74	4.95	-2.90	2	2.4	1	Jc_1847	0.1	Ma	0.2	V	0.2	0.06	1.00	1.16	1.36	
1850.131	118.48	5.57	4.90	-2.66			10	Mac1850	0.2	Ma	1.2	V	1.2	0.30	1.00	0.58	0.68	

Asumo que el usuario tiene conocimientos básicos en el uso de la herramienta Microsoft Excel 2007-2010.

Organización de la herramienta

Las celdas con fondo de color violeta son celdas calculadas y no deberíamos modificar su valor. Las celdas con fondo amarillo son celdas de entrada y debemos rellenarlas con algún valor. La herramienta *Relative Motion Calculator* está compuesta de varias hojas de Excel:

— **Hoja “Home”:** es la portada de la herramienta y donde se incluye una breve guía de uso (figura 1).

— **Hoja “Anexos”:** Incluye una explicación detallada de cómo funcionan las celdas vectoriales en la herramienta Microsoft Excel. Leer si el número de mediciones de la doble a estudiar es superior al número de mediciones que incluye inicialmente la herramienta Excel.

— **Hoja “Astrometric Measures” (medidas astrométricas):** Lista las mediciones históricas además de otras informaciones procedentes de los informes históricos del Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO), pesos calculados para las mediciones (columnas “weight”, “weight theta” y “weight rho”), el grupo de peso asignado (columna “weight group”), destreza del observador (“Skill”), límites de resoluciones en función de la abertura del telescopio (columnas “Dawes” y “Rayleigh”), y finalmente los pesos de las coordenadas rectangulares (x e y). Los datos de las columnas desde la T a W no son usadas para el cálculo (figura 2).

— **Hoja “Fitting” (Ajustes):** Aquí se componen los sistemas de ecuaciones cuya resolución nos proporcionará los ajustes lineales o parabólicos. Estos ajustes determinan el movimiento relativo con respecto al tiempo (variación de theta con el tiempo, $d\theta/dt$; así como dx/dt y dy/dt). También se calculan las efemérides en función de estos ajustes. En esta hoja podemos reajustar los pesos de las medidas en función de sus residuos O-C (valor observado menos valor calculado).

— **Hoja “Plotting”:** Se muestran gráficamente las observaciones astrométricas y su ajuste (lineal o parabólico). Además también se muestra la variación anual de la posición astrométrica de la componente secundaria con respecto a la primaria, o sea, su movimiento relativo. Un listado de mediciones astrométricas separados por grupo de métodos de observación aparece en la parte inferior.

— **Hoja “Ephemerids”:** Calcula efemérides en base a los ajustes, con el objetivo de mostrar las curvas de los

movimientos relativos con respecto al tiempo.

— **Hoja “Dynamical Param.”:** Muestra en una tabla de datos un resumen de los elementos dinámicos del sistema. Más explicaciones tenemos justo al lado de dicha tabla.

— **Hoja “AMP Method”:** Contiene cálculos relacionados con el método de cálculo orbital AMP (“*Apparent Motion Parameters*”) diseñado por los astrónomos rusos Kisselev y Kiyayeva en 1980. Estos cálculos aún están validándose por lo que se aconseja no usarlos aún.

— **Hoja “Control Panel”:** Es de uso interno por la herramienta y muestra básicamente una relación de todos los métodos observacionales usados en el catálogo WDS y su codificación antigua. Se usa básicamente para determinar el grado de destreza de los observadores de las medidas históricas.

— **Hoja “Panel New Format”:** Es de uso interno por la herramienta y muestra una relación de todos los métodos observacionales usados en el catálogo WDS, así como su relación entre la codificación antigua y la nueva.

PASO 1: introduciendo las mediciones astrométricas

Lo primero que debemos hacer es solicitar a los astrónomos del USNO, mediante correo electrónico, un informe histórico para la doble a estudiar. En esta guía hemos solicitado el informe para el sistema WDS12266-6306, más conocido como α Crucis. Nos interesan las componentes A y B, dos estrellas visibles a simple vista que tienen magnitud 1,3 y 1,6 y que se encuentran separadas por unos 3,9 arcosegundos. No os asustéis porque no es necesario introducir todos estos datos uno a uno. Es posible importarlo a Excel de forma casi automática. En el año 2012 publiqué un artículo en OED, Vol. 8, donde explicaba el proceso de petición e importación al software Microsoft Excel. La mala fortuna hizo que los astrónomos del USNO modificaran radicalmente el formato de los informes históricos, quedando ese artículo parcialmente obsoleto. No obstante os sugiero que lo leáis, ya que os aclarará algunas dudas. Para realizar la importación necesitamos conocer el formato de estos informes del USNO, debidamente explicado en los archivos que proporcionan. Con experiencia, no lleva más de 5 minutos incluir todas las mediciones de una doble en la herramienta Excel. Para más información sobre cómo importar datos a Excel podéis consultar la web <http://office.microsoft.com/es-es/excel-help/importar-o-exportar-archivos-de-texto-HP010099725.aspx>.

Instrucciones rápidas de la importación: una vez aisladas del informe USNO, las líneas de detalle de las mediciones para el par AB, debemos guardarlas

en otro fichero de texto y sustituir los “.” por “;”. Luego ejecutar el Excel y abrir el fichero de texto. El asistente de importación aparecerá y nos ayudará para importar todas las medidas, dejando en un documento Excel el resultado de la importación. Posteriormente habrá que copiar cada columna de datos importados a su columna correspondiente de la hoja “Astrometric Measures”.

El formato de la parte del informe que contiene las mediciones es:

- Época de observación.
- Ángulo de posición y su error.
- Distancia angular y su error.
- Magnitud de la estrella primaria (y su error) y magnitud de la secundaria (y su error).
- Longitud de onda central (en nanómetros) del dispositivo digital usado en la observación (obviamente en las mediciones visuales no aparece relleno).
- Ancho de banda del dispositivo (en nanómetros) digital usado en la medición.
- Abertura del telescopio, en metros.
- Número de observaciones individuales realizadas en la observación. Suele corresponder con el número de noches usadas.
- Código del observador.
- Método de observación.
- Códigos diversos.

Las mediciones que no tengan valor, bien en el ángulo de posición o en la distancia angular, deberán ser borradas del fichero de texto ANTES de realizar la importación. Una vez importadas las mediciones, borramos las líneas de datos que sobran en la hoja de Excel.

PASO 2: asignando pesos a las mediciones

— ¿Qué son los pesos?

Un importante paso previo al estudio dinámico o cálculo orbital es el asignar un peso a cada una de las medidas (por separado para theta y rho). Este peso no es más que un número que indica la fiabilidad de la medida en el cálculo. Todos entendemos que no es igual de precisa ni de fiable una medida realizada por un astrónomo amateur principiante usando un micrómetro casero acoplado a un pequeño telescopio, que una medida realizada por un experto astrofísico usando una técnica de alta resolución y un telescopio profesional. Obviamente, en el cálculo ésta última medida tendrá mucho mayor peso que la primera. Una medida con peso 0 no se tendrá en cuenta en el cálculo. Lo ideal sería conocer con precisión el error de cada medida y utilizar la fórmula:

$$\text{Peso} = 1/\text{error}^2$$

Pero en la mayoría de los casos no se indican los errores observacionales en el artículo de investiga-

ción que publica las mediciones. Para solucionar este problema, los astrónomos del USNO analizaron miles de diferentes mediciones de muchos observadores y asignaron unos pesos relativos en función de la técnica observacional, telescopio y experiencia del observador. Por otra parte los astrónomos de Observatorio Ramón María Aller obtuvieron una fórmula analítica para determinar los pesos de las medidas visuales (o sea, micrométricas).

— Relación de pesos entre theta y rho para medida visuales

W. D. Heintz aconsejó para medidas micrométricas asignar 4-5 veces más peso a los ángulos de posición que a las distancias. El mayor error de las distancias angulares fue apoyado por evidencias observacionales (y más que confirmadas posteriormente). La herramienta *Relative Motion Calculator* utiliza estos conocimientos como base para asignar pesos iniciales.

Esta relación de pesos entre medidas θ y ρ para observaciones visuales puede configurarse modificando su valor en la celda N3 de la hoja “Astrometric Measures”. Por defecto aparece el valor 4 y no debemos modificar este valor a no ser que estemos ante una doble separada ($\rho > 7-8$ arcosegundos aproximadamente) donde la precisión de las medidas de theta y rho apenas revisten diferencia. En este caso, un valor inicial de 2 podría ser un buen comienzo.

— Cálculo de los pesos usando la herramienta Excel

Estamos en la hoja “Astrometric Measures”. Pulsemos el botón “Calculate Weights” (Calcular pesos). Automáticamente se rellenarán las columnas de la L a la O (columnas “weight”, “weight group”, “weight theta”, “weight rho”) para las mediciones de la doble. En la columna “Weight group” (columna M) las medidas son divididas en grupos de acuerdo con su precisión, que generalmente está relacionada con el método de observación. Esta clasificación es importante para analizar los errores observacionales de cada grupo y reasignar pesos en función de estos errores. Además, también permite graficar estos grupos con diferentes símbolos gráficos. A grosso modo, la clasificación de las medidas es:

TABLA 1. GRUPOS DE MEDIDAS.	
Grupo	Método observacional
V	Observaciones micrométricas con pequeños telescopios
IV	Observaciones micrométricas con grandes telescopios
III	Medidas CCD y fotográficas, medidas interferométricas y otras
II	Medidas procedentes del satélite Hipparcos; medidas speckle y de óptica adaptativa con telescopios de apertura pequeña o media.
I	Medidas speckle y de óptica adaptativa con telescopios de apertura grande o precisión muy alta.

Figura 3. Tabla de mediciones históricas.

Estrella doble					Alpha Crucis AB					Calculate Weights								
PASO 1: Introducir las mediciones para esta doble. PASO 2: Calcular los pesos para las mediciones pulsando el botón "Calcular Pesos".												Relación w0/wp:		4	λ (V):	5,5E-07	metros	
TABLA DE MEDICIONES HISTÓRICAS																		
Epoch	θ ["]	ρ ["]	x ["]	y ["]	mg. A	mg. B	n	Author	Aperture	Method	Weight	Weight Group	Weight θ	Weight ρ	Skill	Dawes	Rayleigh	
1826,4	114,40	5,42	4,94	-2,24	2	8,5	2	Dun1829	0,1	Ma	0,3	V	0,3	0,08	1,00	1,16	1,36	
1835,19	117,80	4,30	3,80	-2,01	2,5	2,5	3	HJ_1847a	0,5	Mb	1,3	IV	1,3	0,33	1,00	0,23	0,27	
1835,33	120,50	5,65	4,86	-2,88	2	2,4	17	HJ_1847b	0,1	Ma	1,0	V	1,0	0,24	1,00	1,16	1,36	
1847,31	120,40	5,74	4,95	-2,90	2	2,4	1	Jc_1847	0,1	Ma	0,2	V	0,2	0,06	1,00	1,16	1,36	
1850,131	118,48	5,57	4,90	-2,66			10	Mac1850	0,2	Ma	1,2	V	1,2	0,30	1,00	0,58	0,68	
1850,14	119,10	5,59	4,88	-2,72			2	Mac1905	0,2	Ma	0,5	V	0,5	0,13	1,00	0,58	0,68	
1850,35	126,80	6,40	5,12	-3,83			7	Gli1858	0,1	T	0,6	V	0,6	0,51	1,00	1,16	1,36	
1858	117,50	4,77	4,23	-2,21	1,5	2	2	Jc_1860	0,2	Ma	0,5	V	0,5	0,13	1,00	0,58	0,68	
1861,19	118,50	4,98	4,38	-2,38	2	2,3	8	Pw1864	0,1	Ma	0,7	V	0,7	0,16	1,00	1,16	1,36	
1871,61	119,80	5,37	4,66	-2,67	2	2,5	5	R_1871a	0,2	Ma	0,8	V	0,8	0,21	1,00	0,58	0,68	
1873,1	113,70	5,20	4,76	-2,09			5	MIO1881	0,1	T	0,5	V	0,5	0,52	1,00	1,16	1,36	
1875	117,90	5,21	4,61	-2,44			7	WFD1889	0,1	T	0,6	V	0,6	0,51	1,00	1,16	1,36	
1876,17	117,40	5,34	4,74	-2,46			1	R_1871a	0,3	Ma	0,5	V	0,5	0,13	1,00	0,39	0,45	
1879,43	117,40	4,75	4,22	-2,19	2	2,5	1	Hrg1871	0,2	Ma	0,4	V	0,4	0,09	1,00	0,58	0,68	
1880,18	120,70	4,93	4,24	-2,52			2	Tb_1885	0,1	Ma	0,3	V	0,3	0,08	1,00	1,16	1,36	
1880,56	116,30	5,65	5,07	-2,50	2	2,5	2	Cru1884	0,3	Ma	0,7	V	0,7	0,18	1,00	0,39	0,45	
1887,3	123,30	6,02	5,03	-3,31			1	WFD1917b	0,2	T	0,4	V	0,4	0,37	1,00	0,58	0,68	
1887,71	118,10	4,96	4,38	-2,34	1,5	1,5	2	Tb_1889	0,2	Ma	0,5	V	0,5	0,13	1,00	0,58	0,68	
1890,56	115,80	5,23	4,71	-2,28	2	3	2	Str1893b	0,3	Ma	0,7	V	0,7	0,18	1,00	0,39	0,45	
1891,54	135,00	6,00	4,24	-4,24	1	1	1	Pic1900	0,3	Ma	0,5	V	0,5	0,13	1,00	0,39	0,45	
1892,51	118,30	4,87	4,29	-2,31			2	Tb_1893a	0,2	Ma	0,5	V	0,5	0,13	1,00	0,58	0,68	
1895,73	117,80	4,90	4,33	-2,29			2	Tb_1896	0,2	Ma	0,5	V	0,5	0,13	1,00	0,58	0,68	
1897,13	115,90	4,96	4,46	-2,17	2,6	2,6	1	See1898c	0,6	Ma	0,9	IV	0,9	0,22	1,00	0,19	0,23	
1900,07	117,50	4,43	3,93	-2,05			1	Lun1908	0,5	Ma	0,8	IV	0,8	0,19	1,00	0,23	0,27	
1900,41	118,80	6,03	4,44	-3,43			3	Tb_1901	0,3	Ma	0,6	V	0,6	0,13	1,00	0,58	0,68	

Una vez calculados los pesos, es conveniente revisar las mediciones por si debemos retocarlos. Una de las cosas a analizar es la columna "Dawes" (columna R) que nos indica el límite de resolución según el criterio de Dawes. Existen observadores visuales, incluso experimentados, que son capaces de medir con cierta fiabilidad separaciones angulares bastante más pequeñas que el límite de resolución. Estas medidas se marcan con un fondo rojo en la celda "Dawes". Hay evidencias empíricas que indican que estas medidas suelen incorporar errores sistemáticos importantes (se suelen observar distancias mayores a las reales) y por tanto en ocasiones debemos reducir los pesos calculados. Para ello debemos modificar el valor del peso de la columna "Weight" (columna L) y reducir su valor dividiendo por ejemplo por 2 o por 4. En el caso de la doble que estamos usando no hay ninguna medida con este problema.

Por otro lado, un vistazo a las mediciones astrométricas puede sacar a la luz alguna medida con un claro error, desviándose de forma clara del resto de medidas próximas en el tiempo. Ante estos casos tan claros, podemos asignar peso cero a esta medida (columna L).

PASO 3: ajuste lineal o parabólico

Abramos la hoja "Fitting" (Ajuste). En la parte superior vemos los siguientes datos (figura 4):

- El identificador del catálogo WDS (a introducir por el usuario). Este dato se usa para calcular las coordenadas AR y DEC.
- Las coordenadas AR y DEC del sistema estelar, que permite corregir los valores de theta por precesión de los equinoccios. Es un dato calculado.
- El número de mediciones realizada sobre la doble ("N", celda E6)
- Arco cubierto por las mediciones ("Dθ") que se calcula como el valor de theta más moderno menos el valor de theta más antiguo.
- Base temporal de las mediciones históricas ("DT

[years]”) que se calcula como la última época observacional menos la primera.

En la línea 11, columnas de la B a la F, se muestra la posición media (época, theta, rho, x e y) para la binaria.

AJUSTES LINEALES Y PARABÓLICOS LINEAL AND PARABOLIC FITTINGS										Fitting Type (L/P)	
WDS	12266-6306	N	94	AR ["]	186,65	Δθ°	-2,23	DEC ["]	-63,1	ΔT [years]	187
		To	1920,05								
lag.	1920,05	116,53	4,676	4,23	-2,09						
session	Epoch	θobs_2000	ρobs	Xobs	Yobs	adjust	We				
	1826,4	114,40	5,42	4,94	-2,24						

Figura 4. Porción de la hoja "Fitting" donde vemos los datos básicos.

A partir de la fila 13 aparecen las mediciones de la doble. Si nos fijamos en la columna que muestra la época, vemos un dato que nos puede resultar extraño (ya que no corresponde con el año de observación). Realmente en esta hoja se muestra la época observacional (mostrada en la hoja "Astrometric Measures") menos la época media, mostrada en la celda B11 de la hoja "Fitting").

En esta hoja tenemos que hacer lo siguiente:

- Introduzcamos en la celda C6 el identificador WDS. Este dato es necesario para determinar el valor aproximado de la ascensión recta (AR) y la declinación (DEC) que se calcula en las celdas C7 y C8. Y que a su vez son necesarios para corregir los ángulos de posición por el efecto de precesión de los equinoccios. Si el par de estrellas no tiene identificador WDS (es una doble nueva) podemos componerlo en base a sus coordenadas AR y DEC.
- Eliminemos las filas que sobran. ¿Cómo identificarlas? Pues son aquellas en las que sus valores empieza a repetirse. En la figura 5 se muestra una porción de la hoja "Fitting" donde vemos que las últimas líneas de datos repiten sus valores (época con valor -1920,050,

Figura 5. Porción de la hoja "Fitting" donde vemos las filas con época -1920,050, las cuales debemos borrar.

105	x	91.965	110.52	3.570	3.34	-1.25	1.0	1.0	112.06	-1.54	1.0	1.00	3.931	-0.36	1.0	3.6322	-0.29	1.0	1.00	
106	x	93.650	111.92	3.850	3.57	-1.44	1.0	3.0	111.96	-0.04	1.0	3.00	3.919	-0.07	1.0	3.00	3.6212	-0.05	1.0	3.00
107	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
108	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
109	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
110	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
111	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
112	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
113	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
114	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
115	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
116	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
117	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
118	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
119	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
120	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
121	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
122	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00
123	x	-1920.050	-2.87	0.000	0.00	0.00	1.0	0.0	-213.87	211.00	1.0	0.00	125.725	-125.73	1.0	0.00	19.944	-19.94	1.0	0.00

etc.). Debemos tener precaución al borrarlas, ya que los sistemas de ecuaciones de esta hoja Excel se construyen con celdas matriciales y podríamos dejarlas corruptas. La forma correcta de eliminar estas filas sobrantes es :

- seleccionar las filas enteras,
- pulsar el botón derecho del ratón para mostrar su menú contextual,
- seleccionar del menú la opción Eliminar.

En las celdas H6:H9 podemos configurar el tipo de ajuste a realizar. Una "P" indica ajuste parabólico y una "L" un ajuste lineal. Por ahora dejemos el valor "P" en estas celdas.

— Corrección de theta por la precesión

Seguimos en la hoja "Fitting". En la columna A, fila 13 en adelante ("*flag. precession*"), podemos marcar con una "x" aquellas medidas cuyo ángulo de posición queremos corregir por la precesión de los equinoccios. Por defecto, la herramienta Excel muestra con "x" todas las medidas, pero en ocasiones debemos eliminar la "x" en algunas mediciones si queremos hacer un cálculo más preciso. Si bien el cambio será poco perceptible. Estas mediciones que no necesitan corrección de θ son aquellas cuyo valor viene ya expresado para el equinoccio 2000 y suelen ser aquellas realizadas con CCD y cuya calibración del ángulo de la imagen se realiza en base a algún catálogo astrométrico (usando un software tipo Astromerica o AstroArt) o bien mediante binarias de calibración. Si se utilizan binarias de calibración, se necesita la efeméride de θ para calibrar la orientación de la imagen. Estas efemérides se expresan por defecto para el equinoccio 2000 por lo que en este caso los valores θ vendrán expresados para el equinoccio 2000 y no necesitará corregirse antes de los cálculos.

Cuando se usa una cámara CCD, si se calibra la orientación usando el trazo estelar, entonces los valores de θ obtenidos se expresan ya en el equinoccio de la época. Esto es así porque el trazo estelar refleja la rotación de la Tierra en el momento de la observación. En este caso sí tenemos que corregir el valor de theta.

He dedicado algo de tiempo a leer los artículos de investigación donde publican las medidas más recientes de Alfa Crucis. Por ejemplo, el experto amateur alemán Rainer Anton emplea una CCD mediante el método *lucky imaging* y calibra la orientación mediante el trazo de la estrella, por lo que sus valores θ

necesitan corregirse (debe tener una "x"). Las medidas procedentes del Hipparcos y Tycho no necesitan dicha corrección.

— Reajustando los pesos

Seguimos en la hoja "Fitting". Introducir el ajuste para los pesos de θ y ρ (columnas G y L; cabecera "*ajust*"). Estos ajustes deben realizarse en función de los residuos O-C. Si una medida tiene un O-C elevado, deberíamos reducir el valor del ajuste, o incluso introducir ajuste 0 (para no usar la medida en los cálculos). Los valores de la columna "*Adjust*" permiten "sancionar" una medida en función de si se ajusta bien o mal al ajuste lineal/parabólico. ¿Cómo saber si se ajusta bien o mal? Mirando el valor de la columna O-C. Imagínate que tienes 10 mediciones de θ y sus valores se ajustan bien a una recta (digamos O-C en torno a 0,3 grados por ejemplo), excepto una medida que tiene un O-C muy superior al resto (por ejemplo 2 grados). Lo que podemos hacer en su correspondiente valor "*adjust*" es reducir su valor (poniendo por ejemplo 0,3 para reducir el peso inicial por 3) o incluso puedo decir: elimino este valor θ de mis cálculos y para ello lo que hago es poner "*adjust*" a cero. Los pesos de las coordenadas rectangulares X e Y se recalculan en función de los pesos de θ y ρ .

Para el ejemplo que estamos llevando a cabo, veo que hay dos medidas que destacan con sus O-C para θ . Son las medidas de Pic1900 y WFD1906a. A estas dos medidas le asigno ajuste 0 para eliminarlas del cálculo (ver figura 6 resaltado en rojo negrita). Otros ajustes realizados fueron el asignar ajuste = 0,1 para aquellas medidas con O-C superior a 5 grados. En las mediciones de las distancias angulares veo que hay varias mediciones que destacan por tener un O-C superior a 1 arcosegundo. A estas medidas de distancia se las eliminé del cálculo (ajuste = 0). Hay un par de valores de distancia con O-C superior a 0,5". Sus pesos fueron reducidos (ajuste = 0,25 y 0,5).

x	-29.510	134.84	6.000	4.25	-4.23	0.0	0.0	117.57	17.27	1.0
x	-27.540	118.15	4.870	4.29	-2.30	1.0	0.5	117.54	0.61	1.0
x	-24.320	117.65	4.900	4.34	-2.27	1.0	0.5	117.44	0.21	1.0
x	-22.920	115.75	4.960	4.47	-2.16	1.0	0.9	117.39	-1.64	1.0
x	-19.980	117.46	4.430	3.93	-2.04	1.0	0.8	117.29	0.17	1.0
x	-19.640	118.66	5.030	4.41	-2.41	1.0	0.5	117.28	1.38	1.0
x	-13.380	118.06	4.640	4.09	-2.18	1.0	1.1	117.24	0.82	1.0
x	-13.050	107.06	4.443	4.25	-1.30	0.0	0.0	117.22	-10.16	1.0
x	-17.610	110.28	4.050	4.37	-0.35	1.0	0.7	117.21	4.65	1.0

Figura 6. Fragmento de la hoja "Fitting" donde se asigna ajuste 0 a dos medidas de θ .

Una vez reajustados los pesos, volvamos al tipo de ajuste realizado (lineal o parabólico) y comprobemos si tienen alguna preferencia por una opción u otra.

Figura 7. Elección del tipo de ajuste y RMS.

Fitting Type (L/P)		RMS Calculation	
θ	P	θ	L
P	L	P	0.114
x	L	x	0.127
y	L	y	0.073

Para ello es importante consultar los residuos RMS (Root Mean Square). Cuanto menor sea su valor, mejor es el ajuste. El ajuste de θ parece que se ajusta un poquito mejor a una parábola que a una línea recta, por lo que dejo este ajuste como “P”. El resto de ajustes no parece mostrar diferencias significativas entre un ajuste parabólico o lineal, por lo que es preferible dejarlo ahora como “L” (Lineal) (figura 7).

— **Una lectura más profunda:** vemos como el residuo RMS para la coordenada “x” es casi el doble que el de “y”. Si vemos el ángulo de posición histórico para la binaria Alfa Crucis (entre 112° y 119°) comprobamos que la componente secundaria está bastante orientada al Este. Por tanto, la componente de separación en dirección Este es muy similar al valor de la separación (ρ). Como dijimos anteriormente, las distancias angulares obtenidas visualmente tienen menor precisión que los ángulos de posición. Y en esta binaria se refleja con un residuo “x” casi el doble que el residuo “y”, y que nos indica que a nivel global los pesos de las medidas “x” deben ser casi 4 veces inferiores al peso medio de las medidas “y”.

PASO 4: los gráficos mostrando los movimientos relativos

En la hoja “Plotting” se muestran diversas gráficas con la evolución temporal de theta ($\theta(t)$), rho ($\rho(t)$), x ($x(t)$) e y ($y(t)$). Además se muestra otro gráfico donde aparece la trayectoria relativa de la estrella secundaria con respecto a la primaria. Si observamos una clara curvatura en los gráficos $x(t)$, $y(t)$ y por supuesto, en el último gráfico (x frente a y) entonces no hay duda de que estamos ante una binaria gravitacionalmente unida.

Esta hoja Excel será de utilidad si las mediciones pueden ajustarse a una línea o a una parábola. Esto será así si la doble tiene un arco observacional relativamente corto. En caso de estar ante una binaria con un importante arco orbital, sus observaciones no suelen ajustarse ni a una línea recta ni a una parábola. En otras ocasiones puede que el gráfico de $q(t)$ no se ajuste bien, pero el $x(t)$ e $y(t)$ sí. Y en otras ocasiones puede que θ pase de 360 a 0 o viceversa, por lo que tampoco se ajustará correctamente. Lo que debemos tener en mente es que en los casos donde tenemos gráficas que no se ajustan bien a los datos, entonces no debemos tener en cuenta los datos de su ajuste y sólo usar los pesos para otros cálculos.

Al igual que en la hoja “Fitting”, en la hoja “Plotting” debemos eliminar las filas que sobran.

¿Cómo identificarlas? Son aquellas en las que sus valores muestran un error de referencia “#REF!”. En la figura 8 se muestra un fragmento de la hoja “Plotting” donde vemos que las últimas líneas deben ser eliminadas. En esta hoja el borrado de líneas sobrantes puede realizarse simplemente seleccionando todas las filas y pulsando la tecla Suprimir.

A partir de la fila 39 aparecen las mediciones de la doble. Si nos fijamos en la columna que muestra

128	87,325	113,51	3,96	3,63	-1,58	C	III
129	90,0157	112,11	3,956	3,66	-1,49	Su	I
130	90,226	111,91	3,92	3,64	-1,46	Cl	III
131	91,965	110,50	3,57	3,34	-1,25	C	III
132	93,65	111,92	3,85	3,57	-1,44	Cl	III
133	#REF!	#REF!	0	#REF!	#REF!	0	0
134	#REF!	#REF!	0	#REF!	#REF!	0	0
135	#REF!	#REF!	0	#REF!	#REF!	0	0
136	#REF!	#REF!	0	#REF!	#REF!	0	0
137	#REF!	#REF!	0	#REF!	#REF!	0	0
138	#REF!	#REF!	0	#REF!	#REF!	0	0
139	#REF!	#REF!	0	#REF!	#REF!	0	0
140	#REF!	#REF!	0	#REF!	#REF!	0	0

Figura 8. Fragmento de la hoja “Plotting” donde aparecen las líneas sobrantes que deben ser borradas.

la época, al igual que pasaba en la hoja “Fitting”, se muestra la época observacional (mostrada en la hoja “Astrometric Measures”) menos la época media, mostrada en la celda B11 de la hoja “Fitting”).

Conviene revisar visualmente los gráficos y adaptarlos para que sean más agradables. Los gráficos muestran las observaciones con diferentes símbolos dependiendo del método de observación. Las leyendas de los gráficos son auto explicativas. La adaptación de los gráficos puede consistir en modificar los límites de los ejes verticales (los que corresponde a los valores theta, rho, x e y). También tendremos que mover el cuadro de leyendas a una zona que no invada ninguna medición, aunque a veces no es posible. Está fuera del alcance de esta guía dar explicaciones detallada sobre cómo personalizar los gráficos de Excel. Os aconsejamos buscar en internet algún pequeño manual.

Bajo los gráficos se indican los movimientos relativos anuales para θ , ρ , x e y junto con sus errores (ver figuras 9 y 10 de la página siguiente).

Vemos por ejemplo como para Alfa Crucis, θ y ρ decrecen $0,046 \pm 0,002$ grados/año y $8,17 \pm 0,25$ msa/año (1 msa = 0,001 segundos de arco). Los errores son del 5% y 3% para la variación anual de θ y ρ , sin duda unos errores pequeños.

— Calculando las efemérides

En la hoja “Ephemerids” no es necesario realizar ninguna acción. En ella podemos calcular las efemérides para la doble (junto con sus errores) para una época determinada. En las columnas entre O y R, filas 7 a 9 (figura 11) introduciremos la época para la que queremos calcular dichas efemérides. En Alfa Crucis obtenemos el siguiente resultado (figura 11):

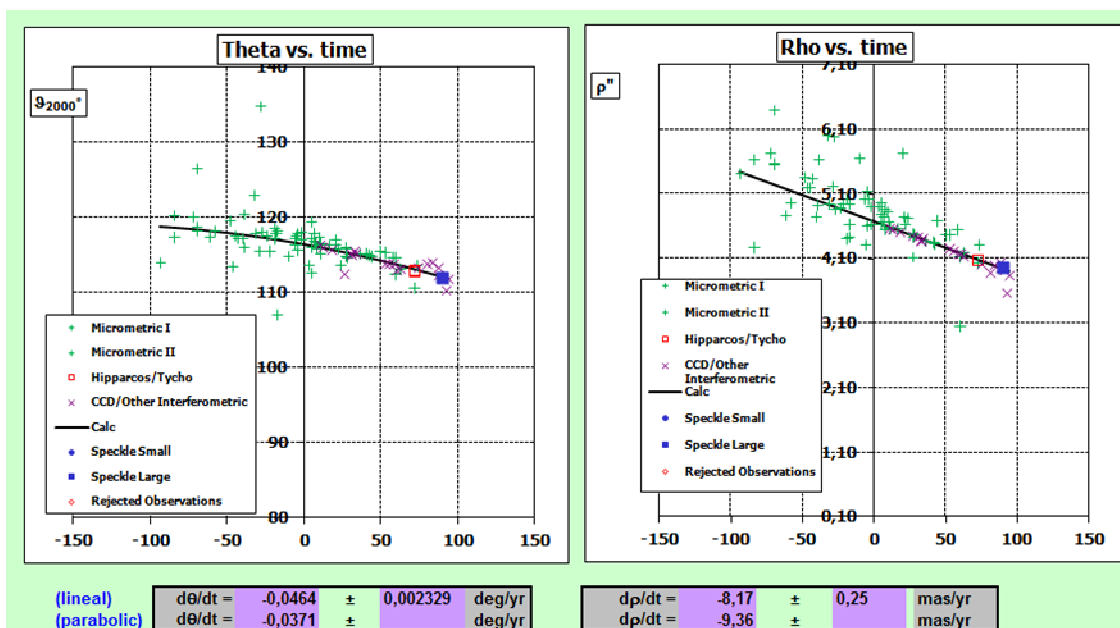


Figura 9: Gráficos que representan Theta y Rho frente al tiempo.

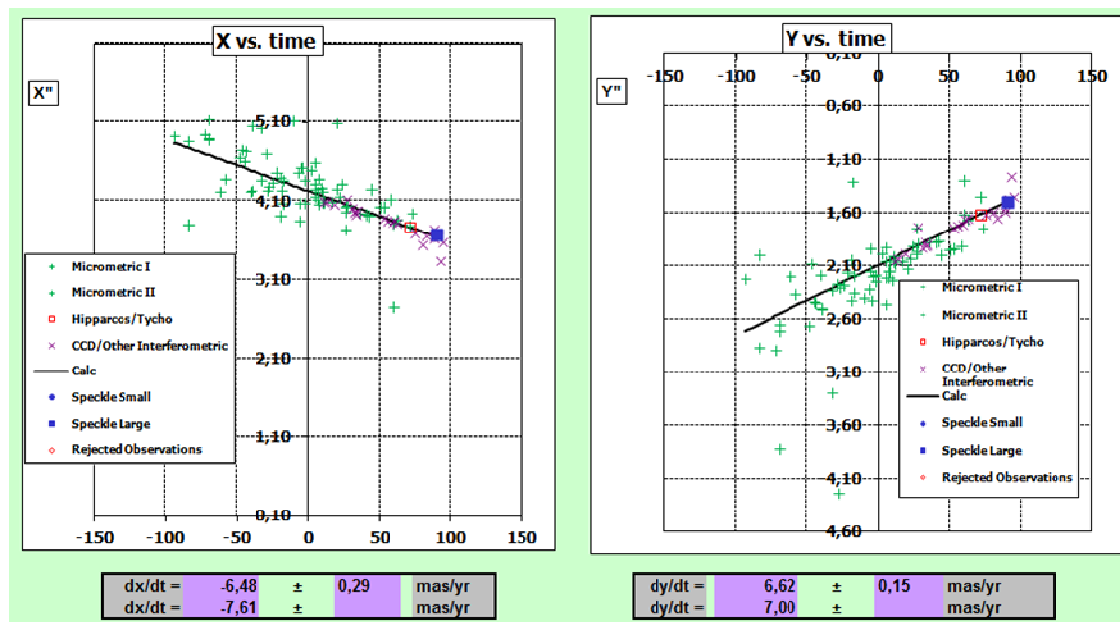


Figura 10: Gráficos que representa “x” e “y” frente al tiempo.

Epoca / Epoch	2014,9		
$\theta [^\circ]$	111,9	$\pm$	0,6
$\rho ["]$	3,90	$\pm$	0,05

Figura 11. Cálculo de las efemérides.

PASO 5: los parámetros dinámicos

En la hoja “*Dynamical Param.*” se resumen todos los parámetros dinámicos calculados por la herramienta Excel. Mostramos un pantallazo de los parámetros obtenidos para el sistema Alfa Crucis (figura 12, página siguiente):

En la figura 13 (página siguiente) vemos las explicaciones de estos parámetros.

En la tabla de parámetros dinámicos vemos que casi todos los datos mostrados son calculados (celdas con fondo morado), pero que hay que introducir otros (celdas con fondo amarillo). Los datos que debemos introducir son las masas de las estrellas (y sus errores) y la distancia a nosotros en pársecs (junto con sus errores). Automáticamente se calcularán diversos parámetros que previamente aparecían en blanco. Otro de los datos que hay que introducir (aunque es opcional) es Vz, o sea, la velocidad radial relativa del sistema. En la inmensa mayoría de los casos este valor no es conocido (sólo se conocen velocidades radiales de varios miles de estrellas) por lo que podemos dejarlo sin re-

Figura 12. Parámetros dinámicos de Alfa Crucis.

Data	Alpha Crucis AB
Epoch.....	1920,050
θ (deg).....	116,53
ρ (arcsec).....	4,68
x (AU) . [E-W].....	413 $\pm$ 21
y (AU) . [N-S].....	-206 $\pm$ 10
dp/dt (mas yr ⁻¹).....	-8,17 $\pm$ 0,25
d θ /dt (deg yr ⁻¹).....	-0,0464 $\pm$ 0,0023
dx/dt (mas yr ⁻¹) . [E-W].....	-6,48 $\pm$ 0,29
dy/dt (mas yr ⁻¹) . [N-S].....	6,62 $\pm$ 0,15
Vx (km s ⁻¹) . [E-W].....	-3,03 $\pm$ 0,13
Vy (km s ⁻¹) . [N-S].....	3,10 $\pm$ 0,07
Vz (km s ⁻¹).....	$\pm$
Vtot (km s ⁻¹).....	4,34 $\pm$ 0,15
Vesc_max (km s ⁻¹).....	12,30 $\pm$
Mass A (Msun).....	23,85 $\pm$ 2,39
Mass B (Msun).....	15,52 $\pm$ 1,55
Distance (pc).....	98,7 $\pm$ 4,9
Expected max.Vz (km/s) .	12,3
	11,5

llenar. Para Alfa Crucis el valor de Vz no está claro. La componente primaria es una binaria espectroscópica cuya órbita nos permite conocer la velocidad radial del centro de masas de la binaria espectroscópica. En

cuanto a la secundaria no está claro si es una binaria espectroscópica o no, ya que existen numerosas observaciones de su velocidad radial que aún no son concluyentes. En las dos últimas filas (“Expected max.Vz (km/s)”.) aparece la velocidad Vz máxima permitida en caso de que Alfa Crucis sea un sistema gravitacionalmente unido. Este valor es inusualmente importante (en torno a 12 km/s). La gran masa total del sistema favorece este valor. Se ofrecen dos diferentes valores para este valor máximo, empleando dos diferentes formulaciones.

El análisis de los datos dinámicos nos indica que la velocidad relativa proyectada ($V_{tot} = 4,34 \pm 0,15$ km/s) es claramente menor que la velocidad de escape máxima ($V_{esc_max} = 12,3$ km/s). Por lo tanto podemos concluir diciendo que el sistema Alfa Crucis AB seguramente es un sistema gravitacionalmente unido.

El autor complementa estos resultados con una simulación Monte Carlo que define mejor los errores observacionales y la probabilidad de que el sistema esté gravitacionalmente unido. Para ello emplea otra herramienta Excel. [©](#)

Explicaciones de los datos

Epoch	Época media de las observaciones
θ (deg)	Ángulo de posición para la época media (en grados)
ρ (arcsec)	Distancia Angular para la época media (en arcosegundos)
x (AU) . [E-W]	= $\rho * \text{seno}(\theta)$. Separación angular de las estrellas en dirección Este/Oeste
y (AU) . [N-S]	= $\rho * \text{coseno}(\theta)$. Separación angular de las estrellas en dirección Norte/Sur
dp/dt (mas yr ⁻¹)	Variación de ρ con el tiempo, en mas/año (1 mas = 0,001 arcosegundos)
d θ /dt (deg yr ⁻¹)	Variación de θ con el tiempo, en grados/año
dx/dt (mas yr ⁻¹)	Variación de x con el tiempo, en mas/año
dy/dt (mas yr ⁻¹)	Variación de y con el tiempo, en mas/año
Vx (km s ⁻¹) . [E-W]	Velocidad relativa de la componente B con respecto a A en dirección Este/Oeste
Vy (km s ⁻¹) . [N-S]	Velocidad relativa de la componente B con respecto a A en dirección Norte/Sur
Vz (km s ⁻¹)	Velocidad relativa de la componente B con respecto a A en la línea de visión (acercamiento/alejamiento). Coincide con la diferencia de velocidad radial entre las componente B y A ($V_{rad}(B) - V_{rad}(A)$)
Vtot (km s ⁻¹)	Velocidad relativa total = Raíz($V_x^2 + V_y^2 + V_z^2$)
Vesc_max (km s ⁻¹)	Velocidad de escape máxima del sistema
Mass A (Msun)	Masa de la componente primaria (en masas solares)
Mass B (Msun)	Masa de la componente secundaria (en masas solares)
Distance (pc)	Distancia del sistema en pársecs

Figura 13. Explicaciones de los datos de los parámetros dinámicos.

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



“*Recuerdo la noche en la que, como un caballero velaba sus armas, velé el telescopio y estuve hasta el amanecer observando*”

Lluís Ribé de Pont

Observatorio Viamar, IAU-MPC C84

MI AFICIÓN A LA ASTRONOMÍA no viene desde siempre, sino que ha nacido y la he ido cultivando poco a poco. Sí que me he sentido atraído por la ciencia desde una corta edad, ya de pequeño andaba trasteando con un microscopio. Estudié medicina y después hice otros estudios.

En 1990, a los 30 años, pedí a los Reyes Magos un libro de pájaros y una carta del cielo. Los pájaros no progresaron, pero lentamente fui localizando algunas de las estrellas que salían en el planisferio. Me fui emocionando y aprovechando momentos en que podía disfrutar de cielos más oscuros. Fui reconociendo las constelaciones. Después llegaron los prismáticos que fueron un buen compañero de camino para ir descubriendo las maravillas del firmamento. Mientras tanto, iba leyendo para conocer mejor lo que veía y no veía. Constituyeron una gran ayuda los libros de José Luis Comellas. Más adelante llegó el momento de poder disfrutar ocasionalmente de algún pequeño telescopio con el que hice mis primeras observaciones de la Luna y los planetas. Era fascinante. Finalmente en 1996 compré mi primer y único telescopio: un catadióptrico de 8 pulgadas con montura de horquilla y motor en

AR. Recuerdo la noche en la que, como un caballero velaba sus armas, velé el telescopio y estuve hasta el amanecer observando. Fui conociendo los objetos Messier, observé algunos eclipses solares y de Luna. En 2009 di un paso importante en la afición y me hice con una montura automatizada CGEM y una sencilla CCD. Ya podía empezar a hacer cosas más en serio. Picoteé un poco las distintas disciplinas: cielo profundo, variables, astrometría de asteroides, planetaria, pero veía que las condiciones de que disponía no me permitían hacer nada en serio en estos campos: demasiada contaminación lumínica y pocos días para observar y con horarios poco flexibles. De modo que decidí probar suerte con las estrellas dobles. Fueron todo un descubrimiento: todos los días y horas eran adecuados, no importaba si había Luna llena o el cielo estaba muy contaminado, y me ofrecía la oportunidad de hacer un trabajo científico, serio y aprovechable por otros.

Muchas satisfacciones me está aportando esta parcela de la astronomía. Recuerdo la ilusión por la publicación del primer artículo con observaciones mías y la emoción ante las primeras estrellas incluidas en el catálogo WDS: PNT 1 y PNT 2. También el



placer de observar por el ocular esos pares tan cerrados.

Desde principios de los 90 soy socio de la Agrupación Astronómica de Sabadell. Allí se constituyó un grupo de estrellas dobles y me incorporé al mismo. Con la ayuda de Ignacio Novalbos fui aprendiendo la técnica para observarlas, recoger imágenes y reducirlas con Reduc. Colaboré en algunas ediciones del proyecto SEDA-WDS de observación de estrellas abandonadas y me pareció que podía aportar algo en este campo. Empecé a hacer mis observaciones y con la ayuda de Ignacio publiqué un primer artículo en *El Observador de Estrellas Dobles*. Posteriormente hice el curso de la LIADA sobre estos astros y aprendí de

la mano de Carlos Krawczenko y Francisco Rica a realizar estudios sobre la naturaleza de estas estrellas. También, desde hace algunos años estoy colaborando con el proyecto del Observatorio Astronómico del Garraf sobre estrellas dobles de movimiento propio común, que estamos a punto de concluir.

Poco hubiera podido hacer sin la ayuda que ha supuesto la Agrupación Astronómica de Sabadell. Allí he aprendido lo que sé a través de diferentes cursos monográficos, talleres y sesiones de trabajo. Es importante tener con quien compartir esta afición y obtener ayuda cuando resulte necesario. Siempre encuentro a alguien dispuesto a atenderme. ☺



Una estrella con (mal) carácter

por

INÉS RODRÍGUEZ HIDALGO

Portland: "Please cut off your battery, and let us see if we cannot work with the auroral current alone."

Boston: "I have already done so. We are working with the aid of the aurora alone. How do you receive my writing?"

Portland: "Very well indeed - much better than when the batteries were on; the current is steadier and more reliable. Suppose we continue to work so until the aurora subsides?"

Boston: "Agreed. Are you ready for business?"

Portland: "Yes, go ahead."

ESTA ES LA TRANSCRIPCIÓN de la conversación telefónica entre Portland y Boston que se produjo en la mañana del 2 de septiembre de 1859 a través de los cables de la Compañía de Telégrafos Americana.

¿Cómo pudieron los operadores comunicarse con las baterías desconectadas? La *corriente auroral*, inducida por intensas fluctuaciones de la magnetosfera terrestre, sirvió para transmitir y recibir la señal de telégrafo, según parece con asombrosa eficacia.

Desde finales de agosto de 1859, el Sol presentaba numerosas manchas, y justo antes del mediodía del 1 de septiembre los astrónomos aficionados ingleses Richard Carrington y Richard Hodgson realizaron independientemente las primeras observaciones de una *fulguración* solar en luz blanca, visible en la fotosfera. Ésta se asoció con una gran *CME* (*Coronal Mass Ejection*, expulsión o eyección de masa coronal) que viajó directamente hacia la Tierra en menos de 18 horas. Los días 1 y 2 tuvo lugar una de las más grandes tormentas geomagnéticas nunca registradas por magnetómetros terrestres. Se observaron auroras polares en lugares muy diversos del mundo, y las del hemisferio norte fueron visibles incluso tan al sur como Cuba o Hawái. Este ejemplo de la ira del Sol ha merecido un nombre propio: el *evento de Carrington*.

Y es que la nuestra es una estrella activa (es decir, magnética) y variable. El número y la intensidad de sus estructuras y fenómenos magnéticos cambian a lo largo del **ciclo solar** con una periodicidad de unos once años. Y es, además, una estrella con carácter que a veces presenta auténticos estallidos de cólera, en forma de fulguraciones muy intensas, CMEs o protuberancias eruptivas. (Por cierto: con frecuencia estas manifestaciones de actividad son denominadas "llamaradas", especialmente en titulares y artículos periodísticos. Se trata de una mala traducción del inglés que conviene evitar, ya que no existe ningún fenómeno solar con este

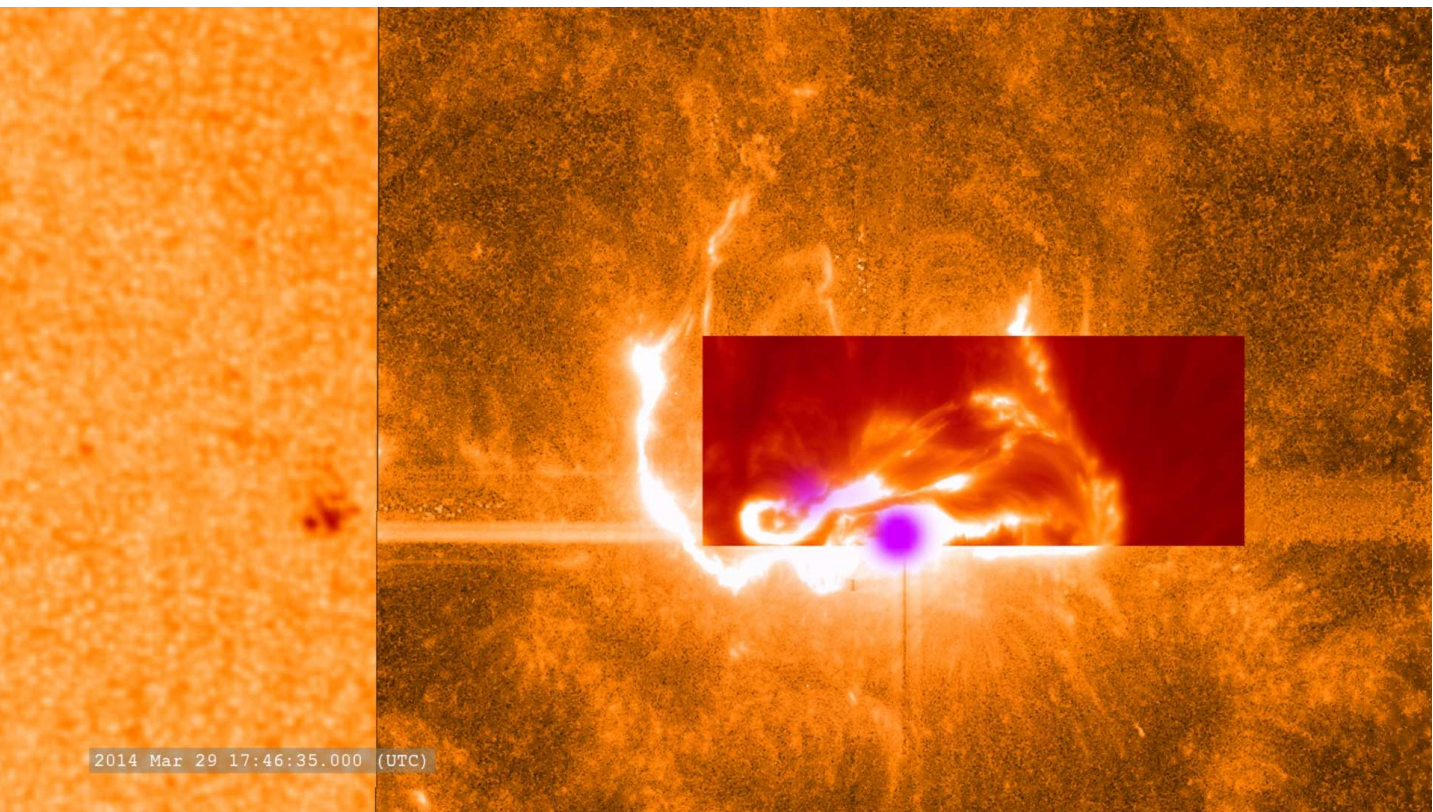
nombre en español). Veamos brevemente en qué consisten.

Una **fulguración** (*flare*) es un incremento súbito e intenso del brillo observado en una

zona de la superficie solar, que dura entre unos pocos y algunas decenas de minutos. Tiene lugar en regiones activas alrededor de manchas, en las que el campo magnético penetra conectando todos los niveles de la atmósfera solar (fotosfera, cromosfera y corona). Va asociada a la súbita liberación de enormes cantidades de energía que calienta el plasma solar hasta decenas de millones de K, acelerando electrones, protones e iones más pesados a velocidades altísimas. A menudo, pero no necesariamente, a la fulguración sigue una CME, probablemente inducida por esa misma liberación de energía. En una fulguración se emite radiación en todo el espectro electromagnético simultáneamente, desde ondas de radio a rayos gamma, aunque la mayor parte está fuera del espectro visible, por lo que no siempre se observan en luz blanca. Pueden impulsar chorros de partículas muy energéticas en el viento solar, que impactan en la magnetosfera terrestre produciendo tormentas geomagnéticas, con un serio riesgo para naves y astronautas.

Una **CME** es una enorme burbuja de gas que es expulsada del Sol, junto con las líneas de campo magnético congelado en el plasma. Las primeras observaciones de CMEs se hicieron de 1971 a 1973 con un coronógrafo (un telescopio que produce un eclipse artificial interponiendo un disco metálico ante el disco solar) a bordo del 7th Orbiting Solar Observatory (OSO 7). Las CMEs interrumpen el flujo del viento solar y producen perturbaciones de la magnetosfera terrestre con resultados espectaculares... y a veces catastróficos. Gracias a coronógrafos e instrumentos sensibles al ultravioleta a bordo de satélites de observación, se han conocido las llamadas CME "en halo", envolviendo totalmente a nuestra estrella, que pueden venir dirigidas hacia la Tierra, o viajar en sentido opuesto desde la parte posterior del Sol. Con frecuencia las CMEs van asociadas a fulguraciones o protuberancias eruptivas, pero también pueden ocurrir solas.

Una **protuberancia** (*prominence*) es una estructura de plasma brillante, anclada en la fotosfera solar, que se extiende hacia la corona, a menudo en forma de bucle o de arcadas, con cientos de miles de kilómetros de longitud. El material de una protuberancia, con una composición similar a la de la cromosfera, es típicamente unas cien veces más frío y más denso que el gas caliente e ionizado de la corona. Observada sobre el



▲ Fulguración de clase X, 29 de marzo de 2014

Imagen combinada de la fulguración a través de los “ojos” de distintos observatorios.

Abajo a la izquierda, SDO (Solar Dynamics Observatory) indica la situación de la fulguración sobre el Sol. El cuadrado color naranja oscuro corresponde a los datos de IRIS (Interface Region Imaging Spectrograph). El rectángulo interior rojo es del Solar Dunn Telescope (Sacramento Peak Observatory). La mancha violeta muestra los puntos de anclaje de la fulguración observados por RHESSI (Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager).

En las observaciones participó también el satélite Hinode (Japanese Aerospace Exploration Agency).

¡No se pierdan este espectacular video!

<http://www.nasa.gov/content/goddard/nasa-telescopes-coordinate-best-ever-flare-observations/#lowerAccordion-set1-slide6>

disco solar (en lugar de en el limbo), una protuberancia se ve oscura y se denomina *filamento*. Hay protuberancias *quiescentes*, que persisten durante semanas o meses y otras *eruptivas*, que se rompen expulsando material solar al espacio a velocidades que pueden superar los 1000 km/s. Algunas de estas erupciones particularmente intensas dan lugar a CMEs.

La causa de estos violentos episodios parece estar en los fenómenos de *reconexión magnética* que se producen continuamente en la corona solar. Se trata de una reconfiguración de la estructura del campo magnético hacia una situación más estable, de menor energía, con la liberación brusca de grandes cantidades de la energía magnética almacenada.

Como hemos visto, eventos como el de Carrington serán recordados por su extraordinaria intensidad. Sin embargo, la fulguración de clase X que tuvo lugar el pasado 29 de marzo de 2014 pasará a la historia como la mejor observada de todos los tiempos,

nada más y nada menos que por cuatro satélites y un observatorio en tierra, simultáneamente.

Disponer de registros de una fulguración bastante intensa desde varios observatorios es algo sin precedentes, que ayudará a comprender mejor el mecanismo que dispara estas grandes explosiones. Quizá en el futuro logremos incluso predecirlas y pronosticar sus efectos, como los apagones en radio que pueden interferir con las comunicaciones de aviones y barcos.

¡Esto no ha hecho más que empezar! ☺

Inés Rodríguez Hidalgo es Doctora en Astrofísica, ha sido profesora del Dpto. de Astrofísica de la ULL, investigadora en Física Solar del IAC, Directora del Museo de la Ciencia y el Cosmos de La Laguna, y desde febrero de 2009 dirige el Museo de la Ciencia de Valladolid. Es una activa divulgadora de la ciencia y el pensamiento crítico.