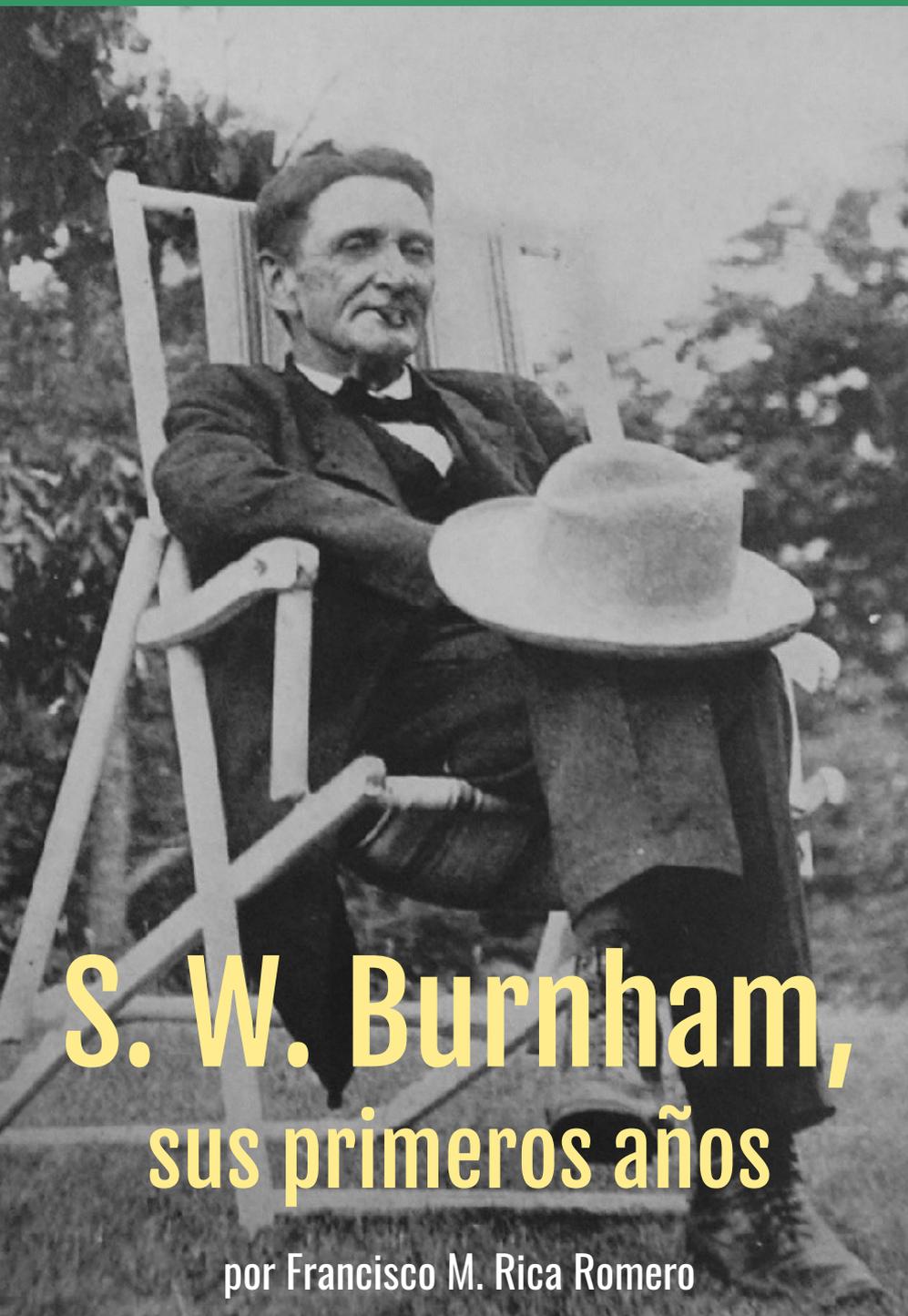


el observador de estrellas dobles



S. W. Burnham, sus primeros años

por Francisco M. Rica Romero

19

julio · diciembre de 2017

Nuevas medidas y descubrimientos de estrellas dobles visuales

Marcel Fay

Sistemas binarios de Luyten

Gianpiero Locatelli

Medidas de estrellas dobles con Lucky Imaging

Rafael Benavides
Lluís Ribé

Howe 13

Enzo de Bernardini

**GeoGebra,
una potente
herramienta para el
cálculo orbital**

Giuseppe Micello



ISSN 1989-3582



SECCIÓN
**¿por qué observo
estrellas dobles?**
CON
Óscar Lleixà

FUERA DE FOCO

**Carme
Jordi**

escribe
en OED



ICEDDA por G. Jordi

índice

	Editorial | 3
ACTUALIDAD	Noticias de actualidad | 4 <i>por Francisco M. Rica</i>
	Noticias Comisión G1 de la UAI | 8 <i>por Edgardo R. Masa Martín</i>
	XVIII Congreso Internacional Pro-AM LIADA 2017 | 9
OBSERVACIÓN	Medidas de sistemas cerrados mediante la técnica de <i>Lucky Imaging</i> | 10 <i>por Rafael Benavides Palencia</i>
	Medidas de sistemas cerrados con la técnica de <i>Lucky Imaging</i> | 19 <i>por Luís Ribé de Pont</i>
	Medición y estudio de estrellas dobles LDS | 34 <i>por Gianpiero Locatelli</i>
	Medidas de 240 estrellas dobles visuales incluyendo 72 nuevos pares. Campaña de 2017. | 71 <i>por Marcel Fay</i>
INVESTIGACIÓN	Howe 13 | 90 <i>por Enzo de Bernardini</i>
SOFTWARE	GeoGebra: una potente herramienta de cálculo aplicada al estudio orbital de estrellas dobles | 95 <i>por Giuseppe Micello</i>
¿POR QUÉ...?	¿Por qué observo estrellas dobles? | 103 <i>Firma invitada: Óscar Lleixà</i>
HISTORIAS	S. W. Burnham. Parte I: sus primeros años | 106 <i>por Francisco M. Rica Romero</i>
FUERA DE FOCO	La misión Gaia y la revolución en la astrofísica de las próximas décadas | 115 <i>Firma invitada: Carme Jordi</i>

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 vengán corregidos ortografía y sintácticamente. No hay que dar formato al texto (sin columnas ni tipografía especial).
- Se deberán adjuntar las imágenes o dibujos que se desean publicar, preferentemente insertados en el texto.
- En la cabecera del artículo deberán figurar los siguientes datos: nombre y apellidos del autor, agrupación o asociación astronómica a la que pertenezca y dirección de correo electrónico.
- Los artículos deberán venir precedidos por un breve resumen del contenido del mismo (4 líneas) en inglés y en español.
- OED tendrá una periodicidad semestral. La fecha límite de recepción de trabajos para el próximo número será el 1 de noviembre de 2017.
- En la web de OED se puede encontrar una guía con las instrucciones de formato y estilo para publicar en la revista (<http://elobservadordeestrellasdobles.wordpress.com>), rogamos a los interesados leerlas con atención.

PRESENTAMOS EN TIEMPO Y FORMA el número 19 de **el observador de estrellas dobles**. Los editores de **OED** nos sentimos muy orgullosos de esta nueva entrega, pues se vuelve a demostrar el gran interés y la enorme calidad de los trabajos recibidos en la redacción. En este número predomina y destaca el aspecto observacional. Efectivamente, las páginas que ahora tienes en tus manos contienen 445 medidas de estrellas dobles.

Muy interesante es también el hecho de que cada vez con más frecuencia las medidas que recibimos provengan de técnicas observacionales de alta resolución, Lucky Imaging, en el caso de **OED 19**. Gracias al incremento de la sensibilidad en los dispositivos CCD muchos observadores se están acercando con gran aprovechamiento a la captura y medición de sistemas cerrados de gran interés astrofísico. Basten como ejemplo a estas valoraciones los trabajos que publicamos en esta ocasión llevados a cabo por **Rafael Benavides** y **Lluís Ribé**.

Gianpiero Locatelli, por su parte, presenta un magnífico trabajo sobre estrellas dobles de Luyten haciendo gala de una presentación de datos impecable.

Es remarcable, asimismo, el hecho de que el sector amateur está empezando –aun tímidamente– a utilizar los datos del catálogo Gaia DR1. Tal es el caso del artículo presentado por **Marcel Fay**.

Para finalizar lo tocante a la observación destacamos el estudio de **Enzo de Bernardini** acerca de la estrella doble Howe 13, el cual desentraña todos los errores históricos identificativos de este sistema.

La sección Historias presenta la primera parte de una biografía de Burnham muy especial firmada por **Francisco Rica**. Exquisito el relato de este destacado amante de las estrellas dobles y uno de los principales protagonistas de la historia. Excelente la exhaustiva y rigurosa labor de investigación llevada a cabo por Rica, en cuyo trabajo se aporta gran cantidad de material inédito, tanto gráfico como biográfico.

En el apartado de análisis de software, **Giuseppe Micello** desentraña los secretos del software GeoGebra aplicado al cálculo orbital de estrellas binarias. Un potente programa que tiene el éxito asegurado y que tendrá una gran acogida.

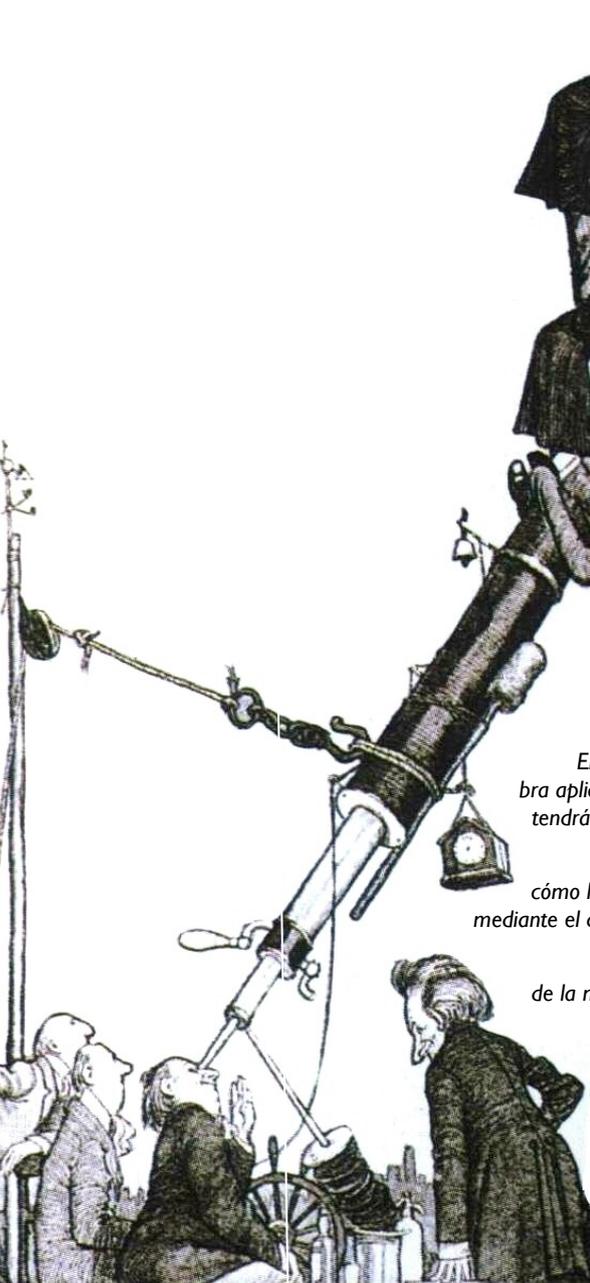
Muy emotivo el texto de **Oscar Lleixà** en el espacio ¿Por qué observo...? donde nos confiesa cómo llegó a apasionarse por la observación visual de estrellas dobles y posteriormente su registro gráfico mediante el dibujo astronómico.

En Fuera de Foco nos complace presentar un riguroso repaso a la situación actual de la misión Gaia, de la mano magistral de la astrofísica **Carme Jordi**.

Finalmente, indicar que esta tu revista continúa abriendo fronteras e internacionalizándose: Francia, Italia y Argentina están presentes en **OED19**.

A todos, gracias. Os deseamos un fructífero verano de observación. ©

¡Gracias a todos!
LOS EDITORES



director honorífico

editores

sitio web
colaboradores

Sr. D. José Luis Comellas García-Llera

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

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

www.elobservadordeestrellasdobles.wordpress.com

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

con el apoyo de

2MASS 0213+3648: una nueva compañera separada de tipo T3

■ Un grupo internacional de astrónomos ha presentado el descubrimiento de una nueva compañera estelar de tipo T3 situada a unos 360 UA de la binaria cerrada (3,1 UA y M4,5+M6,5) catalogada como 2MASS J02132062+3648506. Esta compañera fue identificada usando los datos del proyecto Pan-STARRS 1. A pesar de su cercanía al Sol (unos 22 pc) y brillo (mag. J = 15,3) parece haber pasado inadvertida por estudios anteriores debido a que se encontraba cerca de un pico de difracción en las imágenes del 2MASS. La binaria cerrada de enanas M es activa en rayos X y tiene emisiones en H α mostrando evidencias de flashes en el ultravioleta. La edad de esta binaria se estima entre 1 y 10 giga-años. Aplicando este rango de edad en los modelos evolucionarios, implica que la nueva compañera separada tiene una masa de 0,06 masas solares. [Deacon, N. R. et al, mayo 2017, MNRAS, 467, 1126D] ©

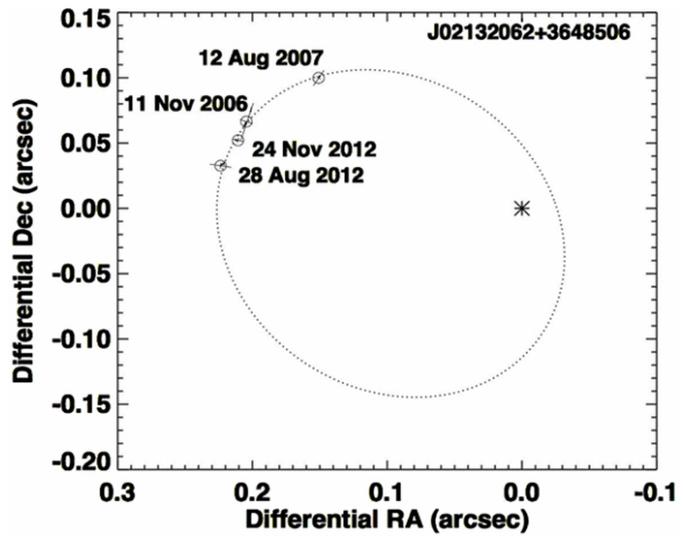


Figura 1. Binaria cerrada 2MASS J0213+3648. Recientemente un equipo de astrónomos ha descubierto que posee una compañera física separada de tipo espectral T3. Crédito: http://cdn.iopscience.com/images/0067-0049/214/2/17/Full/apjs501193f3_lr.jpg

Estudio de multiplicidad de estrellas con exoplanetas mediante Lucky Imaging

■ Los astrónomos Lewis Roberts (Jet Propulsion Laboratory), Andrei Tokovinin (Cerro Tololo Inter-American Observatory), Brian Mason (U.S. Naval Observatory), entre otros, observaron 15 binarias de tipo solar a menos de 67 pc del Sol previamente observadas con los instrumentos Robo-AO, con la cámara infrarroja PHARO y el sistema de óptica adaptativa PALM-3000 sobre el

telescopio Hale de 5 metros. El carácter físico de las binarias es confirmado a través del movimiento propio común y la detección del movimiento orbital. Los astrónomos detectaron una nueva compañera de HIP 95309 y también resolvieron en una binaria cerrada la componente primaria de HIP 110626. Combinando sus observaciones de HIP 103455 con medidas astrométricas de archivo y medidas de velocidad radial, los astrónomos fueron capaces de calcular la primera órbita de HIP 103455, mostrando que la binaria tiene un periodo de 68 años. [Roberts, L. C. et al., marzo 2017, AJ, 153, 100R] ©

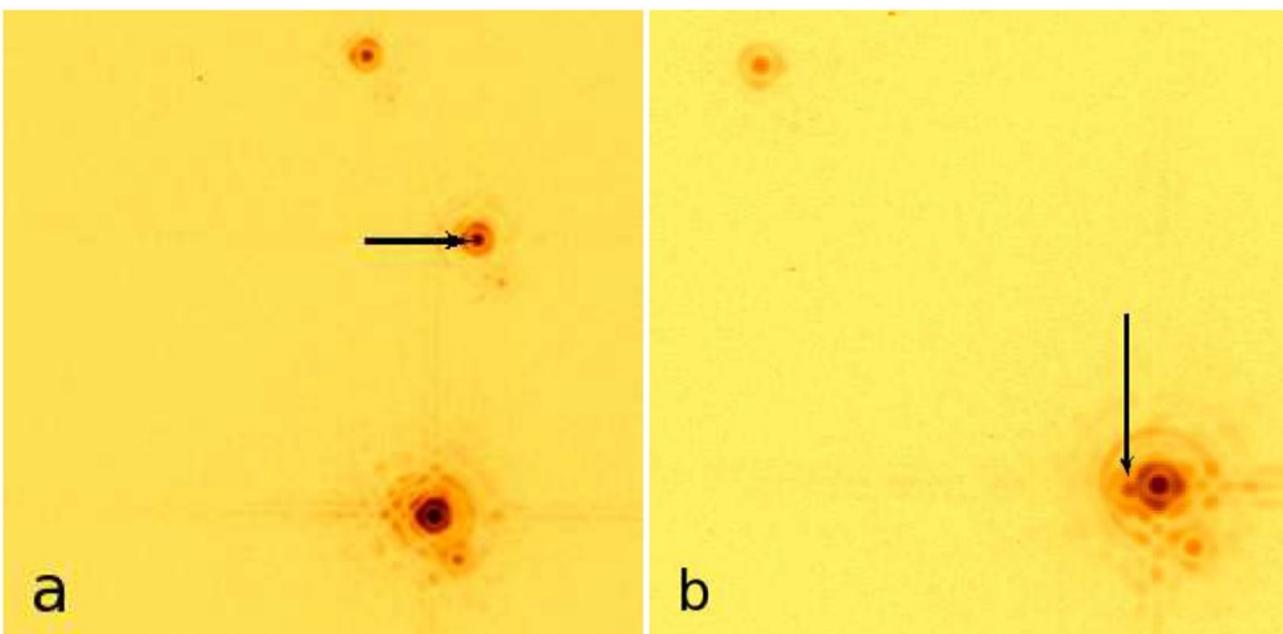


Figura 2. Imágenes en banda Ks de las nuevas componentes de HIP 95309 (imagen a) y de HIP 110626 (imagen b) descubiertas por el equipo de astrónomos liderado por Lewis Roberts. (Imagen reproducida con permiso del autor)

Observación de estrellas binarias con un instrumento de Interferometría Speckle diferencial. Medidas del 2010 al 2012.

■ Un equipo de astrónomos liderado por Elliot Horch reportó observaciones speckle de estrellas binarias realizadas desde el telescopio WIYN entre septiembre de 2010 y febrero de 2012. En total obtuvieron 2521 observaciones de 883 objetos. El rango de separaciones medidas oscila entre los 0,01 y los 1,75 segundos de arco. Se utilizaron longitudes de onda de 562, 692 y 880 nanómetros para obtener la fotometría diferencial en la mayoría de los objetivos. Fueron resueltas por primera vez 66 componentes. Analizando la precisión de las medidas realizadas, los astrónomos calcularon incertidumbres lineales en las medidas astrométricas de aproximadamente 0,002" y de 0,1 magnitud en la fotometría. Los astrónomos presentaron 3 órbitas estimando las masas totales de sistemas cercanos de enanas K. [Horch E. P. et al., marzo 2017, arXiv170306253H] ©

12485–1543 WSI 74Aa,Ab

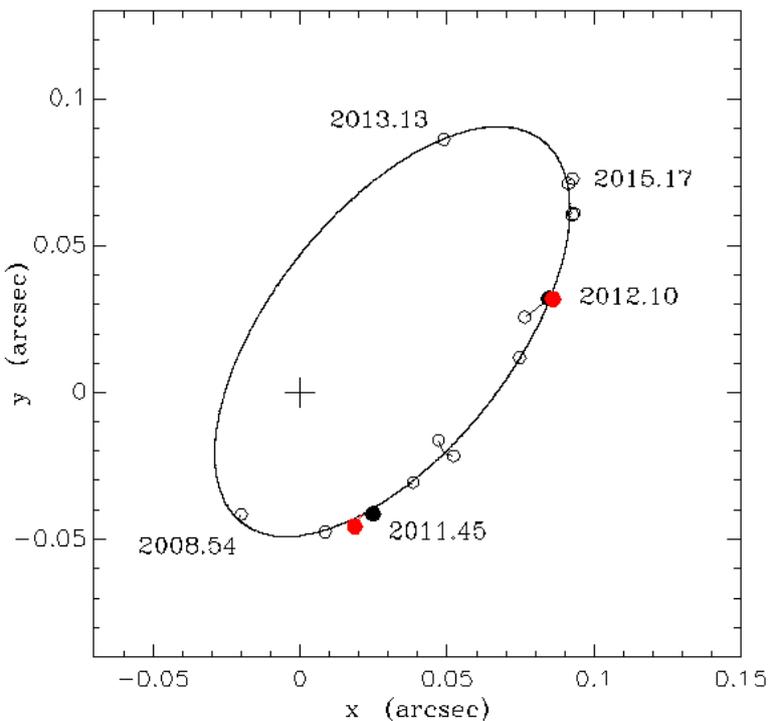


Figura 3. Una de las órbitas calculadas recientemente por un equipo de astrónomos liderado por Elliot Horch. Permiso de reproducción otorgado por el mismo Elliot Horch.

Interferometría Speckle desde el Observatorio Naval de Washington en el año 2015

■ Un equipo liderado por los conocidos astrónomos Brian Mason y William Hartkopf (USNO) presenta 2408 nuevas observaciones de estrellas dobles realizadas con el refractor de 26 pulgadas del Observatorio Naval de los Estados Unidos [USNO]. Cada observación representa una combinación de 2000 imágenes de corta exposición. Estas observaciones son promediadas en 1602 posiciones medias cuyas separaciones angulares oscilan entre los 1,94" y los 107,41" con una separación media de 11,96". [Mason, B. et al., enero 2017, AJ, 153, 20M] ©



Figura 4. Refractor de 26 pulgadas del Observatorio Naval de los Estados Unidos. Créditos: <https://www.flickr.com/photos/photophiend/4793028536>

Estrellas dobles separadas en el AGK3. II.

■ Un equipo de astrónomos liderado por J. L. Halbwachs (Observatorio Astronómico de Estrasburgo) ha presentado un gran programa observacional para medir velocidades radiales de componentes estelares de una selección de pares de estrellas de movimiento propio común con el objetivo de seleccionar binarias físicas. Se detectaron en total 80 binarias separadas y 39 pares ópticos. Añadiendo una muestra de otras binarias físicas, se estudió la distribución de separaciones entre los 100 y los 30.000 UA. [Halbwachs, J. L., et a., febrero 2017, MNRAS, 464, 4966H] ©

Binarias separadas en TGAS del GAIA-DR1

■ Un equipo de astrónomos liderado por J. J. Andrews (Foundation for Research and Technology - Hellas, IESL) ha realizado un trabajo de minería de datos usando el catálogo Tycho-Gaia Astrometric Solution (TGAS) perteneciente al GAIA-DR1 buscando binarias separadas mediante correspondencia de posiciones, movimientos propios y paralajes trigonométricas. Para diferenciar auténticos sistemas binarios de pares no asociados, utilizaron formulación estadística Bayesiana que incluye las incertidumbres de los movimientos propios y paralajes. Los astrónomos calibraron su método usando medidas de velocidad radial y obtuvieron 6196 candida-

tas a binarias separadas (con separaciones proyectadas, s , menores de 1 parsec) con muy alta fiabilidad. En este trabajo se demostró que la precisión de la astrometría del catálogo TGAS es suficiente como para detectar movimiento orbital proyectado en binarias separadas con periodos orbitales tan grandes como 1 millón de años. Para pares con $s \leq 40.000$ UA existe una contaminación de estrellas de fondo del 5%. Para separaciones tan grandes como $s = 1$ parsec los resultados indican que no es posible distinguir con facilidad una binaria real de una que no lo es. [Andrews, J. J. et al., abril 2017, 2017arXiv170407829A] ©

Un estudio dinámico del sistema múltiple 17 Cygni

■ El astrónomo Romanenko (Central Astronomical Observatory of the Russian Academy of Sciences) ha presentado el estudio de los movimientos relativos de las componentes de los pares AB y FG del sistema jerárquico cuádruple 17 Cygni, así como su análisis del movimiento del par externo AB-FG. El estudio está basado en observaciones CCD obtenidas con el telescopio refractor de 26 pulgadas, situado en el Observatorio de Pulkovo (2003-2013), posiciones del catálogo WDS, paralaje del Hipparcos y velocidades radiales de las componentes procedentes de la literatura. Una familia de órbitas para 16 Cygni AB fue obtenida por primera vez y tiene un periodo probable de 6200 años. El método orbital AMP fue utilizado aunque la órbita cubierta por las observaciones entre 1832 y 2013 es de sólo 4° . El método AMP también fue utilizado para determinar la órbita de 17 Cyg FG, el cual tiene un periodo de 238 años, similar a los resultados de otros trabajos. Los astrónomos utilizaron simulaciones Monte Carlo para determinar una probabilidad de que el par externo esté gravitacionalmente unido del 47%. [marzo 2017, Romanenko, L. G., ARep, 61, 206R] ©

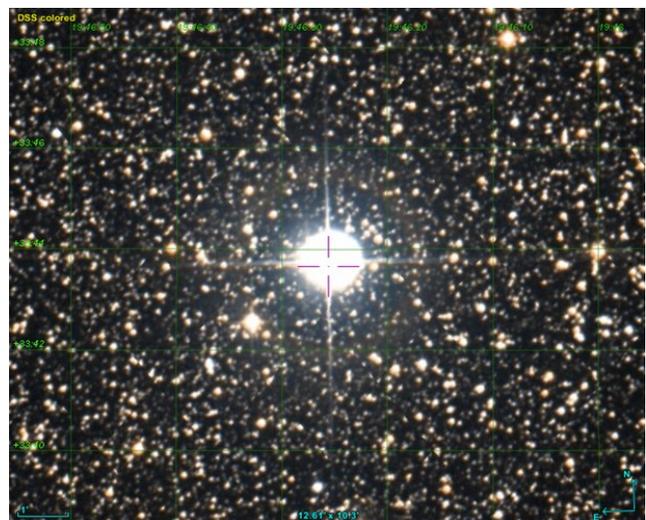


Figura 5. La estrella brillante es el sistema múltiple 17 Cygni, estudiado por el astrónomo Romanenko. Crédito: Aladin.

Sobre la evolución dinámica del Trapecio de Orión

■ Un equipo de astrónomos mexicanos liderado por Christine Allen, ha discutido sobre los datos observacionales obtenidos recientemente relativos a las velocidades radiales y transversales, así como las masas de las componentes principales del Trapecio de Orión. En base a los valores más probables de estas cantidades, los astrónomos estudiaron la evolución dinámica de un conjunto de sistemas múltiples que imitan al Trapecio de Orión. Al final los astrónomos ejecutaron simulaciones numéricas de N-cuerpos usando las masas

observadas, las posiciones y velocidades proyectadas, y las velocidades radiales compatibles con los errores observacionales. Los astrónomos encontraron que la vida dinámica de estos sistemas es muy corta, siendo del orden de 10.000 a 50.000 años. El resultado final de las simulaciones es normalmente una binaria cerrada y a veces un sistema jerárquico. [Allen, C. et al., abril 2017, MNRAS, 466, 4937A] ©

Herramientas del Observatorio Virtual: descubrimiento de binarias separadas de muy baja masa

■ La frecuencia de los sistemas múltiples y sus propiedades son clave para limitar la formación y evolución. Aún están debatiéndose los mecanismos de formación de los objetos de muy baja masa. Por tanto una información precisa de su multiplicidad y propiedades orbitales es esencial para limitar los modelos teóricos actuales.

Un grupo de astrónomos españoles compuesto por Enrique Solano Gálvez-Ortiz, N. Lodieu y M. Aberasturi (algunos de los centros a los que pertenecen: Centro de Astrobiología del CSIC-INTA, Instituto de Astrofísica de Canarias) aprovechó las capacidades del observatorio virtual para buscar sistemas binarios de comovimiento y con baja o muy baja masa (MBM) usando el Large Area Survey de los catálogos UKIDSS LAS DR10, SDSS DR9 y de 2MASS. Se usaron también otros catálogos (WISE, GLIMP-

SE, SuperCosmos, etc.) para derivar los parámetros físicos de los sistemas. Los astrónomos identificaron 36 candidatas de baja o MBM (tipos espectrales ~M0-L0) de sistemas binarios/múltiples (separaciones entre 200 y 92.000 UA). Sus asociaciones físicas han sido confirmadas por medio del movimiento propio y distancia común, así como la baja probabilidad de alineamiento ocasional. Esta nueva lista de sistemas incrementa de forma importante la muestra previamente conocida, con parámetros similares. Los astrónomos también encontraron 50 objetos de tipo entre L0 y T2. Sólo uno de ellos tiene una compañera de alto movimiento propio común. Se cree que algunos de estos sistemas están débilmente unidos y podrían disiparse en pocos gigaños. [Gálvez-Ortiz, M. et al., abril 2017, MNRAS, 466, 2983] ©

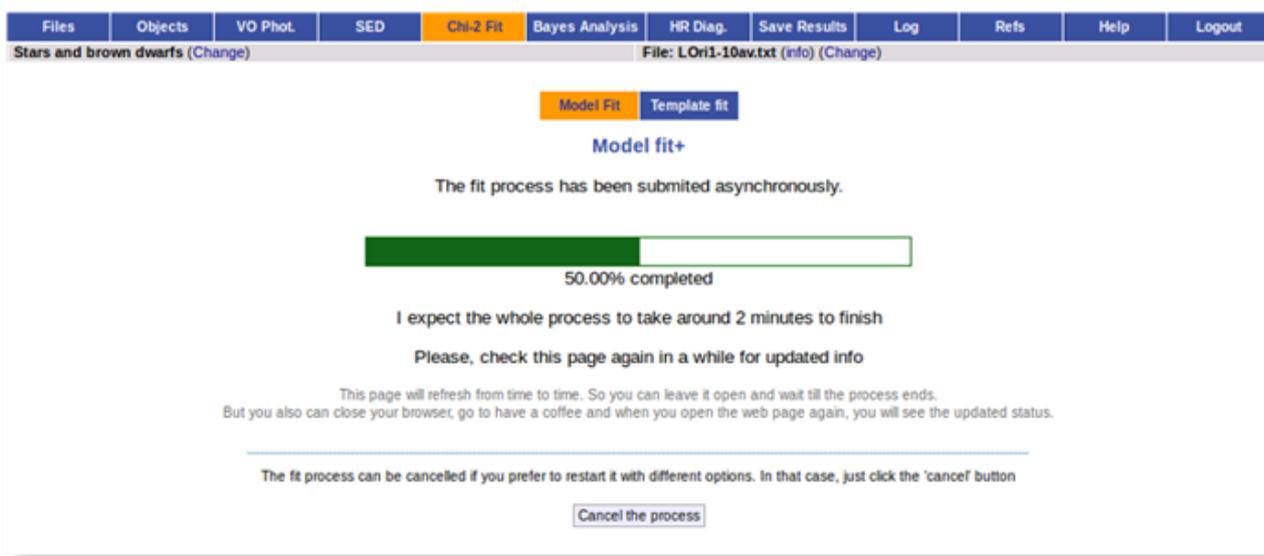


Figura 6. La herramienta VOSA, del Observatorio Virtual Español, usada en un reciente estudio para buscar binarias separadas de muy baja masa. Créditos: <http://svo2.cab.inta-csic.es/theory/vosa/helpw4.php?otype=star&action=help&what=fit>

Noticias de la Comisión G1 de la Unión Astronómica Internacional

Sistemas Estelares Binarios y Múltiples



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

El pasado mes de febrero se publicó la Circular número 191 de la Comisión G1. En esta ocasión se presentan 32 nuevas órbitas calculadas por los habituales expertos en este tipo de trabajos, los equipos del USNO y del Observatorio de Santiago de Compostela.

Asimismo, como en anteriores ediciones de la Circular, se anuncian nuevos descubrimientos de estrellas dobles. Marco Scardia, usando la cámara Speckle PISCO, montada en el telescopio Epsilon del Calern Observatory, presenta tres nuevos pares cerrados que incorpora a su

catálogo personal. Por su parte A. Debackère, usando tres telescopios de la red LCOGT localizados en Estados Unidos (Hawaii y Texas) y Australia (Siding Spring), ha descubierto 47 pares, la mayoría de ellos por debajo de los 5" de arco, numerados del DBR 199 hasta DBR 243.

Finalmente, como en cada edición del mes de febrero, se muestra la lista completa de artículos sobre estrellas dobles publicados a lo largo del año anterior por astrónomos profesionales. En concreto en 2016 fueron 89 trabajos. ☺



El enlace para descargar la circular 191 en pdf:

<http://www.usc.es/astro/circulares/cir191.pdf>

Página de web oficial de la Comisión G1:

<http://ad.usno.navy.mil/wds/bs1/>

ASTRONOMÍA

Desde 1985 acercándote el mundo de la Astronomía

la revista esencial de
Astronomía en español



Astronomía ahora disponible en todos tus dispositivos

Disponible para Android, Windows 8, iOS



astronomia-mag.com

XVIII CONGRESO INTERNACIONAL PRO-AM LIADA 2017

“EDUCACIÓN EN ASTRONOMÍA” - SIMPOSIO 60º

Aniversario de la Era Espacial



<https://sites.google.com/site/congresoentigre2017/>



La LIGA IBEROAMERICANA DE ASTRONOMÍA (LIADA) convoca a astrónomos amateur, profesionales y al público en general con interés en las ciencias astronómicas y espaciales, a participar del "XVIII Congreso Internacional Pro-Am LIADA 2017. Educación en Astronomía" a celebrarse en el Museo de la Reconquista de Avenida Liniers 818 en la ciudad de Tigre, Provincia de Buenos Aires, los días **7 y 8 de octubre de 2017**.

Coincidente con el histórico lanzamiento del primer satélite artificial "Sputnik I", en el Congreso se desarrollará el "Simposio 60º Aniversario de la Era Espacial".

La temática propuesta abarca todos los tópicos de la enseñanza y divulgación de las ciencias astronómicas y espaciales, las actividades de las asociaciones, en las escuelas, en los medios de comunicación y en el dictado de cursos y talleres.

Además de las disertaciones, en la noche del sábado si las condiciones del cielo lo permiten, se realizarán observaciones con telescopios de Saturno, estrellas y algunos objetos exóticos de la Vía Láctea.



Liga Iberoamericana de Astronomía
Ejecutora del Congreso



Instituto de Ciencias y Tecnología del Ateneo del Encuentro
Comité Local Organizador



Municipalidad de Tigre
Auspiciante oficial



Grupo Astronómico Don Torcuato
Auspiciante



Centro Observadores del Espacio
Auspiciante

Medidas de sistemas cerrados mediante la técnica de Lucky Imaging con filtro IR Pass (3ª serie)

Close Double Star measurements using Lucky Imaging technique with IR Pass Filter (3rd Series)

Rafael Benavides Palencia

- Agrupación Astronómica de Córdoba (AAC, España), Co-editor de OED
- Correo-e: rafaelbenpal@gmail.com

Se presentan las medidas obtenidas durante los años 2015 y 2016 mediante la técnica de *Lucky Imaging* en el proyecto personal iniciado hace algunos años.

We present the measurements obtained during the years 2015 and 2016 using the technique of Lucky Imaging Technique in the personal project initiated a few years ago.

1. Introducción.

DESDOBLAR PARES CERRADOS, ya sean clásicos como los descubiertos por Struve, o aquellos menos conocidos como los catalogados por Aitken o Cousteau, produce siempre una sensación especial que nos conecta de algún modo con estos grandes astrónomos apasionados de las estrellas dobles y nos hace partícipes de esa emoción que sintieron en su descubrimiento. Pocas facetas dentro de la astronomía, y en particular dentro de las estrellas dobles, me han causado más impresión que resolver estas parejas llegando al límite resolutivo de nuestro instrumental.

Esta faceta se puede abordar con unos resultados únicos en la observación visual alargando la focal de nuestro telescopio mediante lentes de Barlow y consiguiendo la mayor amplificación posible aplicable a nuestro instrumental, aunque sin lugar a dudas son las técnicas digitales las más recomendables para este trabajo, con las que conseguiremos medidas de altísima calidad y de un incuestionable valor científico.

2. El programa observacional.

Para elaborar el programa observacional trabajo con Excel. Una vez abierta en dicha aplicación una versión actualizada del *WDS Catalog*, realizo un filtrado de todos los pares con una separación entre 0,5"-5,0" donde la secundaria sea más brillante de la magnitud 12. Una vez que tenemos el catálogo filtrado, escojo aquellos sistemas que son más interesantes y se encuentran mejor situados en el momento de la observación. Por regla general siempre selecciono parejas que se encuentran a una altura mayor de 50° sobre el

horizonte para paliar mejor los efectos de la turbulencia.

3. El equipo.

El telescopio principal ha sido el habitual de los últimos años: un Celestron Schmidt Cassegrain de 280 mm de diámetro y distancia focal de 2800 mm. Se encuentra montado en una montura ecuatorial Losmandy motorizada y computerizada con el sistema Gemini I.

El telescopio secundario es el EZG-60, el versátil tubo guía comercializado por Lunático. Tiene 60 mm de diámetro y solo 230 mm de distancia focal que lo hacen perfecto para facilitarnos todas las búsquedas de nuestras estrellas dobles.

La cámara principal fue la DMK 21AU618.AS, monocroma y equipada con el chip Sony ICX618ALA que presenta un tamaño de píxel de 5,6 µm x 5,6 µm. Es una de las más sensibles y rápidas del mercado, siendo sus principales ventajas para la técnica de *lucky imaging*. La cámara secundaria fue la veterana Luna-QHY 5 Mono.

Se han usado indistintamente lentes de Barlow 2x y 2,5x para aprovechar en algunos casos mejor la resolución del equipo. Esto ha hecho que la resolución/píxel a la que se ha trabajado haya oscilado entre 0,180"/píxel y 0,123"/píxel.

Quizás uno de los elementos fundamentales haya sido el filtro *IR Pass* de *Baader Planetarium* que, presentando una transmisión a partir de 650 nm, se

WDS DESIG	SISTEMA	ÉPOCA	O-C (THETA)	O-C (RHO)	GRADO
00063+5826	STF3062	2016,8706	-0,72	-0,002	2
00550+2338	STF 73AB	2016,8243	0,15	0,008	2
01106+5101	BU 235Aa,Ab	2016,8762	1,50	0,035	4
01532+1526	BU 260	2015,9753	0,19	0,038	5
02140+4729	STF 228	2015,9727	1,32	-0,009	2
02140+4729	STF 228	2016,8735	-2,42	0,002	2
02592+2120	STF 333AB	2015,9727	0,74	-0,032	4
02592+2120	STF 333AB	2016,8750	-0,18	0,042	4
03122+3713	STF 360	2015,9727	0,08	-0,113	5
03130+4417	STT 51	2015,9727	-4,09	0,044	5
03196+6714	HU 1056	2015,9754	-0,09	-0,054	5
03344+2428	STF 412AB	2016,8764	0,91	0,001	3
04422+3731	STF 577	2015,9756	0,80	0,028	4
05079+0830	STT 98	2015,9728	0,24	-0,099	2
05371+2655	STF 749AB	2015,9757	0,2	-0,043	4
22514+6142	STF2950AB	2015,9286	-1,08	-0,056	5
23340+3120	BU 720	2016,7777	0,06	0,011	4
23487+6453	STT 507AB	2016,7778	1,04	0,021	5
23595+3343	STF3050AB	2016,7778	1,33	-0,028	4

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

muestra como una herramienta imprescindible para paliar en la medida de lo posible los desagradables efectos de la turbulencia atmosférica.

4. Obtención de imágenes.

Se ha usado la misma técnica que en campañas anteriores. A pesar de aprovecharnos de la función GoTo del sistema Gemini, para facilitarnos la localización y centrado de todos los pares objetos de estudio nos ayudamos de la cámara secundaria acoplada al pequeño telescopio de 60 mm mediante el programa PHD Guiding que se usó exclusivamente como visor de campo amplio, tal como se hace en visual con el buscador, y no como sistema de guiado. De este modo, una vez centrada nuestra estrella en el telescopio secundario, debería aparecer fácilmente en el campo de nuestra cámara principal.

La obtención de imágenes se realizó con la cámara principal mediante el programa FireCapture v2.5. Se tomaron 3000 imágenes en formato FITS por cada sistema con un tamaño de 100 píxeles por cada lado, al pesar tan poco nos aseguramos la máxima velocidad de descarga posible con nuestro equipo sin necesidad de grabar imágenes mayores carentes de información adicional. En este caso grabamos únicamente lo que nos interesa que no es otra cosa que

nuestras estrellas dobles. La justificación para grabar tal cantidad de imágenes es únicamente debido a la turbulencia atmosférica que siempre nos acompañará, ya que en algunos casos solo podremos aprovechar el 1% de las mismas (o incluso menos). En noches más estables o desde lugares de observación privilegiados, podremos reducir la cantidad de imágenes al número que creamos más conveniente.

Una vez guardadas todas nuestras imágenes en el disco duro de nuestro ordenador, el programa para reducir y medir cada una de ellas fue Reduc V5, desarrollado por Florent Losse y específico para este tipo de trabajo. Presenta algunas funciones muy útiles que son auténticamente imprescindibles, como por ejemplo la ordenación en función de la calidad de cada una de las imágenes, una herramienta fundamental y muy valiosa que nos facilitará muchísimo todo el trabajo para seleccionar las mejores entre la muestra original de tres mil. También posee una función llamada ELI (Easy Lucky Imaging) específica para esta técnica que en este trabajo solo se ha usado para apilar y procesar las mejores, obteniendo de este modo una imagen final mucho más limpia y con mayor relación señal/ruido. En este trabajo, casi en su totalidad al tratarse de sistemas cerrados, he medido las mejores imágenes mediante la función *QuadPx* (que duplica el tamaño haciendo más precisa la medida) y *Surface* (el

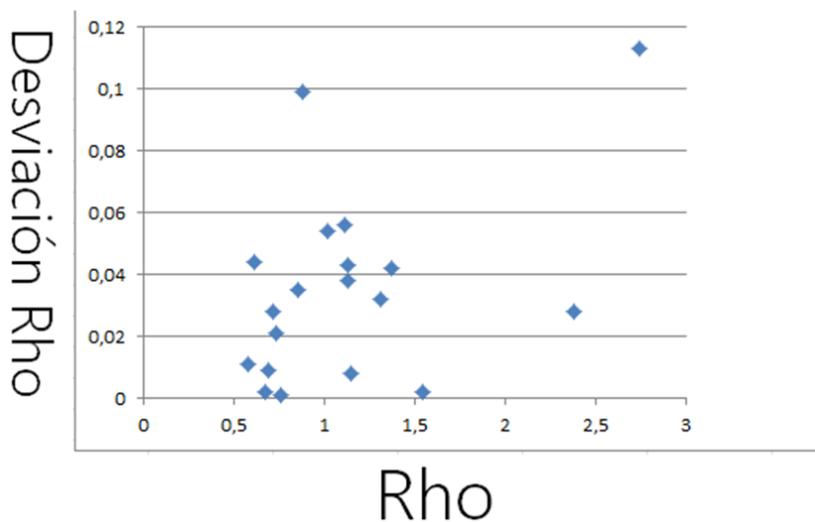


Figura 1. Gráfico que representa la desviación de rho frente a la distancia angular. A medida que aumentamos la distancia angular, se incrementa exponencialmente la desviación.

potente algoritmo desarrollado por Morlet y Bacchus para medir este tipo de sistemas).

5. Calibración.

Todas las noches de observación, tanto al principio como al final de la misma, se grabaron sistemas de calibración que nos sirvieron para calibrar nuestras imágenes. Lo ideal es siempre disponer de algún sistema orbital de grado 1, aunque para equipos de aficionado solo tenemos disponible STF 1523 (Xi UMa). Estos sistemas con órbita definida y totalmente definitiva son los mejores si disponemos de unas efemérides precisas para la fecha de nuestra observación. Para obtener dichas efemérides fue fundamental disponer de la tabla *Binaries_6th_Excel2000* desarrollada por Brian Workman. Presenta una base de datos de todos los sistemas orbitales publicados en el *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars (ORB6)*, aunque en algunos casos están desfasados. Afortunadamente tiene la posibilidad de introducir manualmente los elementos de los modelos orbitales más actuales y calcular unas efemérides para cualquier fecha que necesitemos.

En su defecto pueden ser igualmente útiles elegir sistemas fijos o de movimiento relativo casi inapreciable y escoger alguna medida reciente realizada mediante interferometría *speckle* y publicada en el *Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars (INT4)*. En realidad serán estos sistemas los que más podremos escoger por su mayor número.

Muy pocas han sido las estrellas dobles que se han quedado sin medir por su dificultad ya que no ofrecían buenos resultados. En su gran mayoría el acuerdo en los resultados medidos frente a los valores esperados en base a las efemérides de los sistemas orbitales es bastante bueno (tabla 1, página anterior). A medida que aumenta la distancia angular (*rho*) au-

menta el valor de la diferencia O-C tal como podemos comprobar en la figura 1.

6. Resultados.

Los resultados se adjuntan en la tabla 2 (página siguiente). La muestra total son 39 estrellas dobles, la mayoría de ellas sistemas orbitales. TDS2549 es el único sistema confirmado de la serie, ya que la información disponible hasta ahora eran solo las observaciones realizadas por el satélite *Hipparcos* en 1991.

Aquellos sistemas que fueron medidos en varias noches diferentes en la misma campaña se han agrupado en la misma medida calculando la media de los datos obtenidos, indicando el número de noches en los que se han observado. No así en aquellos otros observados en diferentes campañas donde se ha respetado el valor obtenido para cada año. Las magnitudes han sido extraídas del *WDS Catalog*. Al trabajar en la banda IR las estrellas con más emisión en esta franja del espectro aparecían más brillantes de lo esperado, por eso no es extraño encontrarnos con estrellas secundarias que aparecen con mayor brillo que la principal. Por este motivo siempre he intentado respetar la evolución histórica del par escogiendo como principal a la que en realidad aparece como tal en todos los catálogos, independientemente del aspecto que pueda presentar en las imágenes obtenidas. De este modo evitamos crear confusión cuando nuestras medidas pasen al archivo histórico de cada pareja.

Para la realización de este trabajo se ha hecho uso de los siguientes programas informáticos:

- Firecapture v2.5: captura de imágenes. <http://www.firecapture.de/>
- PHD Guiding versión 1.14.0: localización y centrado de las estrellas dobles. <http://www.starklabs.com/phdguiding.html>
- TeamViewer 11.0: Conectar con el ordenador en el observatorio para poder controlarlo remotamente. <http://www.teamviewer.com/es/Index.aspx>
- Astroart v 3.0: tratamiento de imágenes. <http://www.msb-astroart.com/>
- Reduc versión v5.0: medida y apilado de los sistemas dobles. <http://www.astrosurf.com/hfosaf/>
- Guide 9.0. <http://www.projectpluto.com/>
- “Binaries_6th_Excel2000”, Excel creado por Brian Workman para el cálculo de efemérides y representación de modelos orbitales.

Este trabajo ha hecho uso del *Washington Double Star Catalog*, *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars* y del *Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars*, todos ellos mantenidos

por el Observatorio Naval de los Estados Unidos. ©

— Referencias

Argyle, R. W., Observing and measuring Visual Double Stars, 2004.

Benavides Palencia, R., 2011, Obtención de imágenes mediante Lucky Imaging, *Astronomía*, n°145-146, II Época, 68-69.

Benavides Palencia, R., 2012, Medición de 28 sistemas dobles usando Lucky Imaging, *El Observador de Estrellas Dobles*, n° 9, 91-98.

Benavides Palencia, R., 2013, Técnica de Lucky Imaging con filtro infrarrojo, *Astronomía*, n° 172, II Época, 64-65.

Benavides Palencia, R., 2014, Medidas de estrellas dobles mediante la técnica de lucky imaging con filtro IR, *El Observador de Estrellas Dobles*, n° 12, 21-30.

Benavides Palencia, R., 2016, Medidas de sistemas

cerrados mediante la técnica de lucky imaging con filtro IR Pass (Segunda serie), *El Observador de Estrellas Dobles*, n° 16, 50-71.

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

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

Losse, F., 2011, Alta resolución con interferometría speckle, trabajo disponible en <http://www.astrosurf.com/hfosaf/sp/speckle10.htm>

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

Ribé de Pont, L., 2017, Medidas de sistemas cerrados mediante la técnica de lucky imaging, *El Observador de Estrellas Dobles*, n° 18, 25-31.

Rica, F., 2008, Observación Imágenes Speckle, *Astronomía*, n°109-110, II Época, 68-69.

TABLA 2. MEDIDAS DE LAS ESTRELLAS DOBLES OBSERVADAS.

WDS DESIG	SISTEMA	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	THETA	RHO	N	NOTAS
00063+5826	STF3062	6,42	7,32	2016,8706	358,74	1,548	1	1
00455+4324	BU 865AB	8,69	9,17	2015,9287	193,14	1,241	1	
00499+2743	STF 61	6,33	6,34	2015,9287	114,94	4,263	1	
00550+2338	STF 73AB	6,12	6,54	2016,8243	331,36	1,148	2	2
01001+4443	STF 79	6,04	6,77	2016,8762	193,69	7,784	1	
01106+5101	BU 235Aa,Ab	7,54	7,82	2016,8762	140,75	0,855	1	3
01493+4754	STF 162AB	6,47	7,22	2016,8735	197,19	1,918	2	
01532+1526	BU 260	8,75	8,97	2015,9753	261,10	1,128	1	4
01535+1918	STF 180AB	4,52	4,58	2016,8735	0,68	7,365	1	
01546+5956	A 953	9,07	9,17	2015,9753	62,34	0,798	1	
02140+4729	STF 228	6,56	7,21	2015,9727	301,92	0,691	1	5
02140+4729	STF 228	6,56	7,21	2016,8735	299,77	0,672	1	
02218+3830	STT 40	8,68	9,05	2016,8763	48,09	0,692	1	
02331+5828	STF 272	8,33	8,36	2016,8736	36,22	1,910	1	
02388+3325	STF 285	7,48	8,14	2015,9289	162,09	1,709	1	
02529+5300	STF 314AB,C	6,95	7,26	2016,8736	315,26	1,586	1	
02592+2120	STF 333AB	5,17	5,57	2015,9727	210,52	1,308	1	6
02592+2120	STF 333AB	5,17	5,57	2016,8750	209,67	1,372	2	
03122+3713	STF 360	8,02	8,29	2015,9727	125,68	2,747	1	7
03130+4417	STT 51	8,51	8,74	2015,9727	342,77	0,614	1	8
03196+6714	HU 1056	8,72	8,89	2015,9754	79,80	1,016	1	9
03206+1911	STF 377AB	8,78	9,31	2015,9727	110,21	1,091	1	
03250+4013	HU 1058	8,22	8,83	2015,9741	114,26	0,842	2	

(Continúa en la página siguiente)

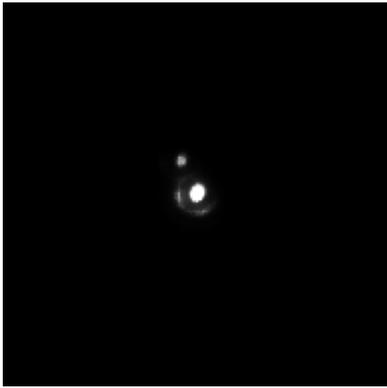
TABLA 2. MEDIDAS DE LAS ESTRELLAS DOBLES OBSERVADAS (CONT.).

WDS DESIG	SISTEMA	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	THETA	RHO	N	NOTAS
03265+6128	TDS2549	10,53	10,71	2015,9755	141,33	0,778	1	10
03344+2428	STF 412AB	6,60	6,86	2016,8764	351,95	0,761	1	11
03521+4048	STT 66	8,11	8,54	2015,9728	145,09	0,991	1	
04089+2306	STF 494	7,53	7,65	2015,9728	188,58	4,99	1	
04315+6232	HU 1079	9,26	9,55	2015,9755	162,92	0,627	1	
04422+3731	STF 577	8,38	8,45	2015,9756	330,59	0,718	1	12
04574+4204	COU1716	9,94	9,88	2015,9756	151,85	0,704	1	
05044+2938	A 1024	8,85	9,92	2015,9729	333,42	0,768	1	
05079+5459	STF 635	8,56	8,82	2015,9729	303,66	0,991	1	
05079+0830	STT 98	5,76	6,67	2015,9728	290,26	0,881	1	13
05238+5334	A 1560	9,55	9,85	2015,9756	219,05	1,142	1	
05371+2655	STF 749AB	6,54	6,55	2015,9757	319,96	1,127	1	14
22490+6834	STF2947AB	6,91	7,02	2016,7776	56,56	4,547	1	
22514+6142	STF2950AB	6,03	7,08	2015,9286	273,14	1,114	1	15
22565+6252	STF2961	8,48	8,61	2015,9286	346,18	1,882	1	
23340+3120	BU 720	5,67	6,11	2016,7777	105,15	0,581	1	16
23487+6453	STT 507AB	6,76	7,76	2016,7778	319,64	0,731	1	17
23595+3343	STF3050AB	6,46	6,72	2016,7778	341,88	2,382	1	18

— Notas

- 1.STF3062. V 640 Cas. Sistema orbital con un periodo de 106,7 años (Sod1999).
- 2.STF 73AB. 36 And. Sistema orbital con un periodo orbital de 167,5 años (Mut2010b).
- 3.BU 235Aa,Ab. Sistema orbital con un periodo estimado de 278 años (USN2002).
- 4.BU 260. Sistema orbital con un periodo orbital estimado de 931,05 años (Cve2006e).
- 5.STF 228. Sistema orbital con un periodo de 145,41 años (Sca2015c). Observada en dos años consecutivos.
- 6.STF 333AB. Sistema orbital con un periodo estimado de 1215,9 años (FMR2012g). Observada en dos años consecutivos.
- 7.STF 360. Sistema orbital con un periodo estimado de 871 años (WSI2004a).
- 8.STT 51. Sistema orbital con un periodo estimado de 598 años (Lin2012a).
- 9.HU 1056. Sistema orbital con un periodo estimado de 603 años (Zir2015a).
- 10.TDS2549. Sistema confirmado. La única observación disponible en el *WDS Catalog* pertenece a 1991.
- 11.STF 412AB. Sistema orbital con un periodo calculado de 522,16 años (Sca2002a).
- 12.STF 577. Sistema orbital con un periodo estimado de 564 años (RAO2015).
- 13.STT 98. Sistema orbital con un periodo de 197,45 años (Sca2008d).
- 14.STF 749AB. Sistema orbital con un periodo estimado de 986,6 años (Sca2007a). Se ha escogido el AP con mayor peso histórico, aunque muchas medidas actuales ofrecen su valor inverso.
- 15.STF2950AB. Sistema orbital con un periodo estimado de 804 años (Zir2015a).
- 16.BU 720. Sistema orbital con un periodo estimado de 492,31 años (Mut2010e).
- 17.STT 507AB. Sistema orbital con un periodo estimado de 565,77 años (Zul1977b).
- 18.STF3050AB. Sistema orbital con un periodo estimado de 717 años (Hrt2011a).

TABLA 3. ÁLBUM DE IMÁGENES.



STF3062



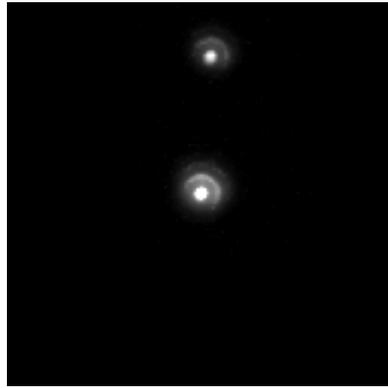
BU 865AB



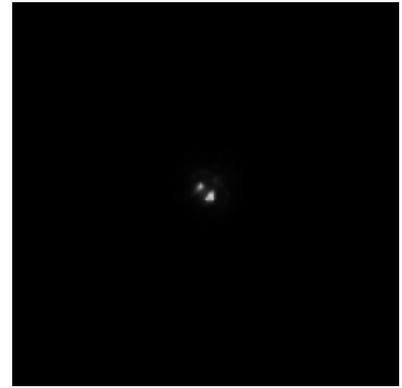
STF 61



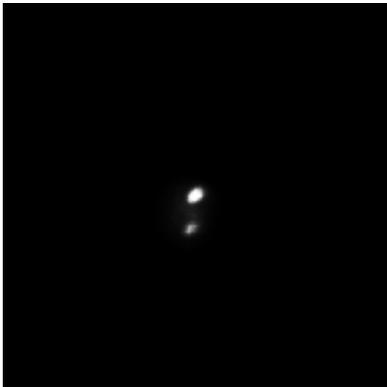
STF 73AB



STF 79



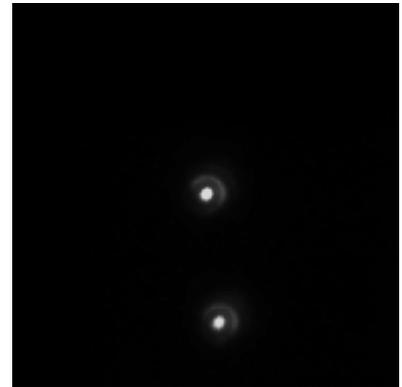
BU 235Aa,Ab



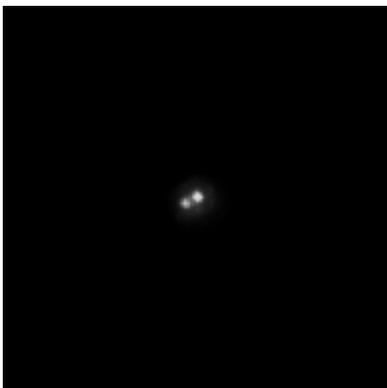
STF 162AB



BU 260



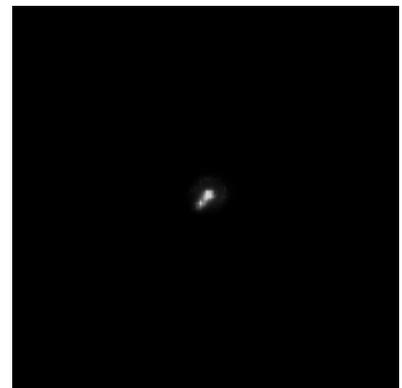
STF 180AB



A 953



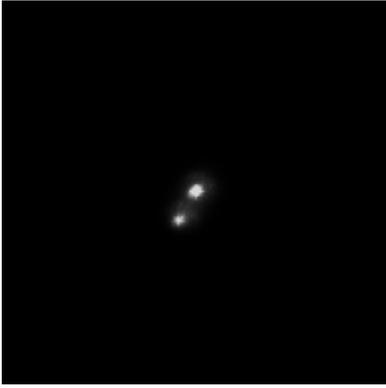
STF 228



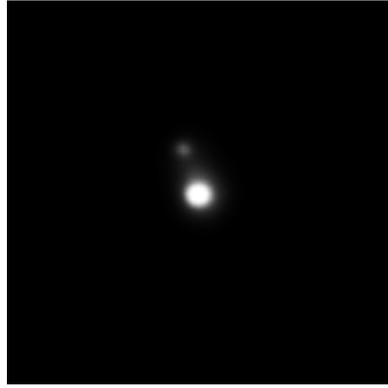
STT 40

(Continúa en la página siguiente)

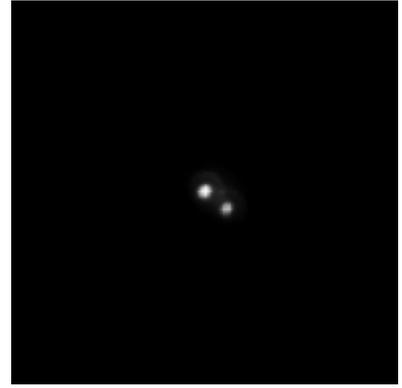
TABLA 3. ÁLBUM DE IMÁGENES (CONT.).



STF 272



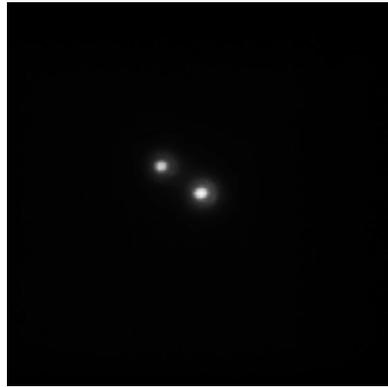
STF 285



STF 314AB,C



STF 333AB



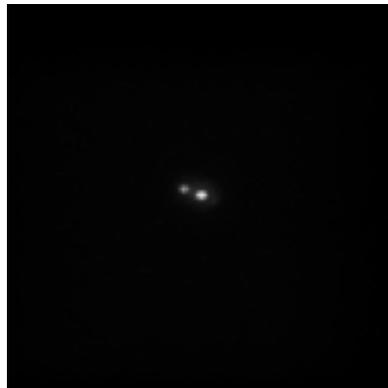
STF 360



STT 51



HU 1056



STF 377AB



HU 1058



TDS2549



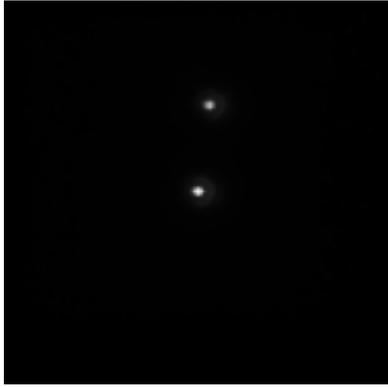
STF 412AB



STT 66

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM DE IMÁGENES (CONT.).



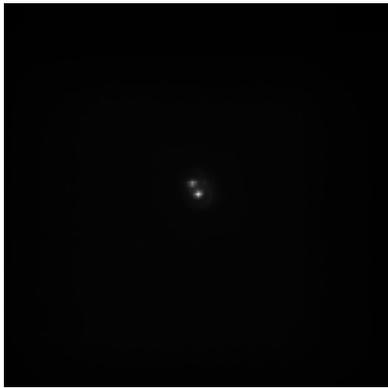
STF 494



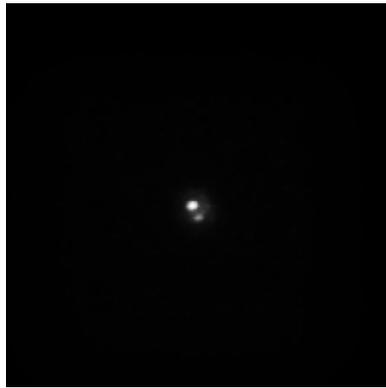
HU 1079



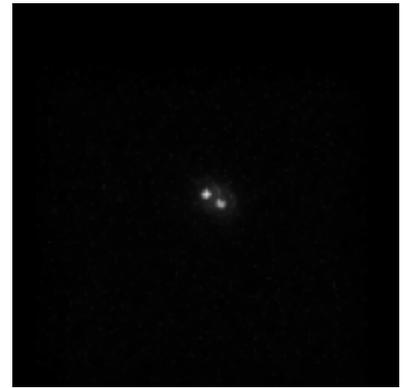
STF 577



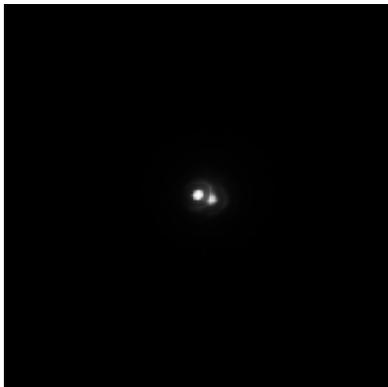
COU1716



A 1024



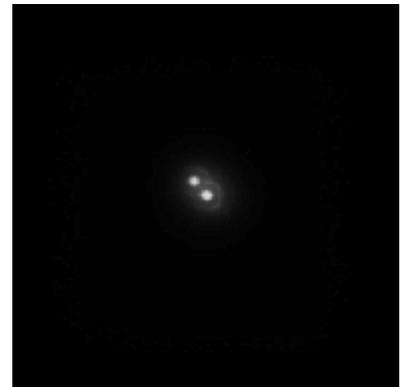
STF 635



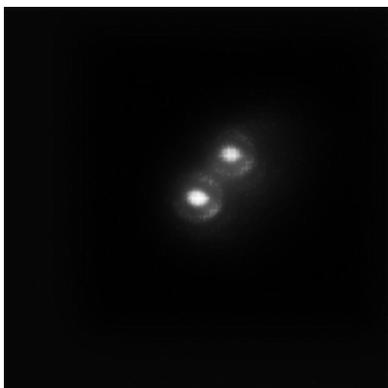
STT 98



A 1560



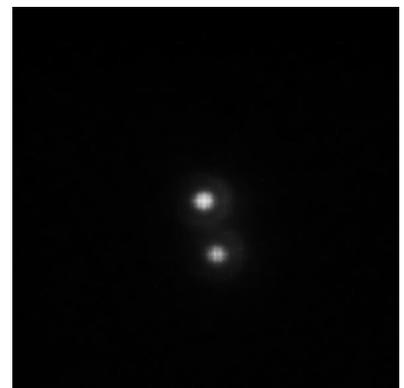
STF 749AB



STF2909AB



STF2947AB



STF2961

(Continúa en la página siguiente)

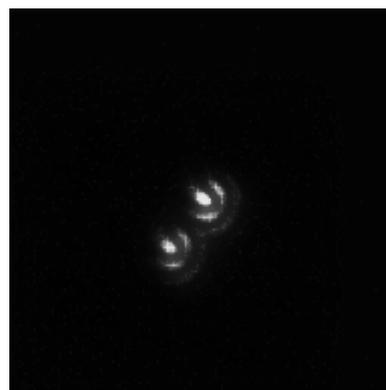
TABLA 3. ÁLBUM DE IMÁGENES (CONT.).



BU 720



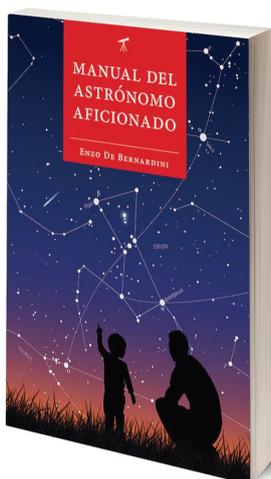
STT 507AB



STF3050AB

MANUAL DEL ASTRÓNOMO AFICIONADO

SEGUNDA
EDICIÓN
2017



€ 22

+gastos de envío

ENZO DE BERNARDINI

Conozca el cielo nocturno, sepa donde encontrar los planetas, identifique las principales constelaciones y sus estrellas, sepa cómo utilizar sus binoculares y su telescopio, cuando ver las lluvias de meteoros, como buscar y observar cúmulos estelares, nebulosas y galaxias. La guía esencial para los amantes de la astronomía. *

EXÓTICO CIELO PROFUNDO

OCTAVA
EDICIÓN
2017



€ 22

+gastos de envío

RODOLFO FERRAIUOLO & ENZO DE BERNARDINI

Un libro dedicado a la observación visual de objetos de cielo profundo en un recorrido por 17 áreas selectas del firmamento, estudiando los objetos más destacados, su impresión visual, características astrofísicas y aspectos históricos. Más de 200 objetos al alcance de diferentes instrumentos. *

Pagos por PayPal y envíos express a todo el mundo por DHL. Más información: info@surastronomico.com

Medidas de sistemas cerrados con la técnica de *Lucky Imaging* (2ª serie)

Close Double Star measurements using Lucky Imaging technique with IR Pass Filter (3rd Series)

Lluís Ribé de Pont

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

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

We present close stars measurements with *Lucky Imaging* technique.

1. Introducción.

TRAS INICIARME EN ESTA NUEVA TÉCNICA para observar sistemas dobles cerrados he seguido haciendo observaciones y adquiriendo más experiencia.

He procurado hacer más de una observación por cada par, aunque no siempre ha sido posible. Me ha llamado la atención la importancia que tiene el *seeing* a la hora de obtener una buena medida, de tal modo, que si éste no es bueno, mejor dejarlo para otro día.

2. Equipo.

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

Las imágenes han sido tomadas con una DMK 21AU618. Esta cámara contiene el sensor Sony ICX618ALA, con un tamaño de píxel de 5,6 µm x 5,6 µm. He trabajado a foco primario con una resolución de 0,21"/píxel.

Para paliar la turbulencia he utilizado un filtro IR.

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

3. Obtención de imágenes.

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

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

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

4. Calibración y reducción.

Para medir las estrellas abro las 3000 imágenes con *Reduc* y las ordeno en función de su calidad. Después, según su separación las mido de dos maneras. Para las menos cerradas utilizo la función "*AutoReduc*", seleccionando las 50 mejores imágenes, aunque puede variar según las condiciones atmosféricas de turbulencia. Para los pares más cerrados los hago manualmente: Primero amplio la imagen median-

te la función *QuadPx* y a continuación la mido con Surface.

5. Resultados.

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

En la tabla 2 de las medidas hago referencia al número de noches observadas.

6. Álbum fotográfico.

En la tabla 3 se muestran las imágenes de los pares observados. No hemos incluido los más abiertos. Se han obtenido con la función “ELI” del programa *Reduc*. Son recortes de 128 x128 píxeles. Todas las imágenes están orientadas con el norte arriba y el este a la izquierda.

— Agradecimientos

A Rafael Benavides por su estímulo y orientación en todo este trabajo y en animarme a trabajar con sistemas dobles más cerrados.

— Referencias

Para realizar este trabajo he usado los siguientes programas:

—*Firecapture* versión 2.5.11: captura de imágenes. <http://www.firecapture.de/>

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

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

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

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

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

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

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

WDS	NOMBRE	ÉPOCA	O-C RHO	O-C THETA	GRADO	NOTAS
00491+5749	STF 60 AB	2016,836	0,069	-0,33	3	
00550+2338	STF 73 AB	2016,836	0,014	-0,02	2	
02291+6724	STF 262 AB	2016,827	0,059	-0,05	5	
05371+2655	STF 749 AB	2017,132	-0,06	-1,09	4	
06462+5927	STF 948 AB	2017,132	0,05	-0,58	4	
06546+1311	STF 982	2017,132	0,015	0,05	4	
07128+2713	STF 1037 AB	2017,132	0,0003	0,17	2	
07346+3153	STF 1110 AB	2017,268	-0,6	0,045	3	
08095+3213	STF 1187 AB	2017,132	0,011	-0,14	5	
09210+3811	STF 1338 AB	2017,268	0,893	-3,17	3	72
09273+0614	STF 1355	2017,268	-0,12	-0,59	4	
09379+7305	STF 1362	2017,268	0,294	-0,41	9	
10163+1744	STT 215	2017,268	-0,071	-1,72	4	77
10200+1950	STF 1424 AB	2017,268	-0,013	0,17	4	
11182+3132	STF 1523 AB	2017,268	-0,019	-0,16	1	
13120+3205	STT 261	2017,268	0,069	0,55	4	
14135+5147	STF 1821 AB	2017,268	-0,125	0,01	5	
22038+6438	STF 2863 AB	2016,86	0,404	0,4	5	
22288+4521	STF 2909 AB	2016,836	0,064	3,49	3	95
23186+6807	STF 3001 AB	2016,836	-0,053	-1,05	4	
23595+3343	STF 3050 AB	2016,86	0,041	0,15	4	

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

Benavides, R., González, J. L., Masa, E. R, *Observación de estrellas dobles*, MARCOMBO S. A., 2017.

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

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

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

Ribé de Pont, Ll.; 2017, Medidas de sistemas cerrados con la técnica de Lucky Imaging, *El Observador de Estrellas Dobles*, nº 18, 25-31.

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

TABLA 2. MEDIDAS DE LAS ESTRELLAS DOBLES OBSERVADAS.

WDS	DESC	M1	M2	RHO	σ RHO	THETA	σ THETA	ÉPOCA	Nº	NOTAS
00150+0849	STF 12	6,3	7,9	11,332	0,087	147,62	0,4	2016,827	3	1
00174+0853	STF 22 AB, C	7,7	7,8	3,944	0,069	234,44	0,51	2016,836	3	2
00491+5749	STF 60 AB	4,1	7,3	13,364	0,101	324,27	0,31	2016,836	3	3
00550+2338	STF 73 AB	6,1	6,6	1,157	0,05	331,38	0,54	2016,836	3	4
01001+4443	STF 79	6,08	6,9	7,857	0,099	193,6	0,47	2016,827	3	5
01057+2128	STF 88 AB	5,43	5,51	29,65	0,116	159,38	0,46	2016,86	3	6
01058+0455	STF 90 AB	6,35	7,26	32,87	0,095	83,62	0,33	2016,836	3	7
01137+0735	STF 100 A,BC	5,5	6,6	22,704	0,076	62,93	0,42	2016,836	3	8
01198-0031	STF 113 AB	6,4	7,4	1,658	0,067	22,86	0,92	2016,836	1	9
01371+4029	STF 369	6,7	7,7	3,573	0,056	29,27	0,66	2016,836	3	10
01493+4745	STF 162 AB	5,8	6,8	1,92	0,052	197,346	0,44	2016,836	3	11
02039+4220	STF 205 A,BC	2,3	5,02	9,365	0,104	62,79	0,49	2016,827	3	12
02109+3902	STF 222	6,06	6,9	16,389	0,089	35,75	0,46	2016,827	3	13
02124+3018	STF 227	5,2	6,6	3,882	0,077	68,2	0,53	2016,836	3	14
02147+3024	STF 232	7,8	7,9	6,527	0,106	65,9	0,36	2016,836	2	15
02291+6724	STF 262 AB	4,6	6,9	2,677	0,095	228,15	0,6	2016,827	2	16
02411+1848	STF 291 AB	7,5	7,8	3,439	0,102	117,58	0,58	2016,836	2	17
02529+5300	STF 314 AB,C	7	7,3	1,592	0,087	316,54	0,31	2016,827	2	18
03009+5221	STF 331	5,2	6,6	11,853	0,084	84,88	0,41	2016,836	2	19
03313+2734	STF 401	6,6	6,9	11,402	0,102	269,33	0,44	2016,836	2	20
03335+5849	STF 396 AB	6,5	7,9	20,375	0,095	243,83	0,37	2016,836	2	21
03406+2846	STF 427	7,5	7,9	6,979	0,089	207,15	0,64	2016,836	1	22
04078+6226	STF 485 AE	7,31	7,32	17,882	0,083	304,39	0,31	2016,836	2	23
04089+2306	STF 494 AB	7,8	7,9	5,151	0,063	187,23	0,36	2016,836	1	24
04320+5355	STF 550 AB	5,9	6,9	10,249	0,077	307,27	0,44	2017,132	1	25
04335+1801	STF 559 AB	6,3	6,8	3,07	0,077	276,32	0,45	2017,132	1	26
04352-0944	STF 570	6,7	7,8	12,74	0,088	260,05	0,46	2017,132	1	27
04380-1302	STF 576	7,3	8	12,256	0,096	171,75	0,46	2017,132	1	28
05103+3718	STF 644 AB	6,7	6,9	1,605	0,069	222,06	0,4	2017,132	1	29
05172+3320	STF 666	7,8	7,8	3,016	0,083	74,44	0,5	2017,132	1	30
05228+0333	STF 696	4,77	6,76	31,523	0,085	28,53	0,37	2017,132	1	31
05231+0103	STF 700	7,73	7,96	4,7	0,057	4,05	0,54	2017,132	1	32
05293+2509	STF 716 AB	5,7	6,7	4,659	0,091	208,72	0,54	2017,132	1	33
05322+1703	STF 730 AB	6,09	6,34	9,554	0,094	140,98	0,48	2017,132	1	34
05353-0523	STF 748 AB	6,5	7,4	8,672	0,201	30,91	0,61	2017,132	1	35
05353-0523	STF 748 AC	6,5	5,01	12,688	0,087	131,03	0,42	2017,132	1	36

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 2. MEDIDAS DE LAS ESTRELLAS DOBLES OBSERVADAS (CONT.).

WDS	DESC	M1	M2	RHO	σ RHO	THETA	σ THETA	ÉPOCA	Nº	NOTAS
05353-0523	STF 748 AD	6,5	6,3	21,197	0,085	95,59	0,39	2017,132	1	37
05364+2200	STF 742	7,6	8	4,124	0,088	273,89	0,53	2017,132	1	38
05371+2655	STF 749 AB	6,5	6,6	1,113	0,052	318,51	0,45	2017,132	1	39
05387-0236	STF 762 AB,D	3,5	6,3	12,719	0,102	83,59	0,5	2017,132	1	40
05413+2929	STF 764	6,2	7,03	25,61	0,094	13,62	0,29	2017,132	1	41
06090+0230	STF 855 AB	5,7	6,7	28,715	0,095	113,61	0,4	2017,132	1	42
06116+4843	STF 845 AB	6,2	7	7,446	0,091	356,55	0,5	2017,132	1	43
06156+3609	STF 872 AB	7,3	7,8	11,275	0,089	215,15	0,37	2017,132	1	44
06228+1734	STF 899	7,4	8,04	2,159	0,065	17,75	0,46	2017,132	1	45
06238+0436	STF 900 AB	4,5	6,9	11,994	0,098	28,8	0,45	2017,132	1	46
06288-0702	STF 919 AB	4,6	4,8	7,026	0,089	132,68	0,42	2017,132	1	47
06288-0702	STF 919 AC	4,6	5,2	9,718	0,099	125,42	0,41	2017,132	1	48
06288-0702	STF 919 BC	5,6	6,2	2,926	0,157	108,34	0,61	2017,132	1	49
06323+1747	STF 924 AB	6,4	7,3	19,653	0,098	210,5	0,42	2017,132	1	50
06387+4135	STF 941 AB	7,2	8,2	1,923	0,076	83,3	0,61	2017,132	1	51
06412+0859	STF 953	7,1	7,6	7,063	0,049	329,41	0,47	2017,132	1	52
06462+5927	STF 948 AB	5,5	6,1	1,955	0,143	65,42	0,32	2017,132	1	53
06482+5542	STF 958 AB	6,7	6,8	4,505	0,049	254,99	0,4	2017,132	1	54
06546+1311	STF 982	5	7	7,331	0,079	142,65	0,46	2017,132	1	55
07057+5245	STF 1009 AB	6,9	7,1	4,36	0,095	146,62	0,59	2017,132	1	56
07128+2713	STF 1037 AB	7,2	7,2	0,903	0,022	304,53	1,5	2017,132	1	57
07346+3153	STF 1110 AB	1,9	2,9	5,172	0,1	53,645	0,545	2017,268	2	58
08056+2732	STF 1177 AB	6,6	7,4	3,478	0,08	348,79	0,51	2017,132	1	59
08095+3213	STF 1187 AB	7,1	8	2,975	0,076	19,86	0,48	2017,132	1	60
08122+1739	STF 1196 AC	4,6	5,15	6,172	0,11	60,74	0,64	2017,268	2	61
08267+2432	STF 1224 A, BC	7,2	8,02	5,681	0,086	51,3	0,47	2017,132	1	62
08268+2656	STF 1223 AB	6,2	6,3	5,204	0,082	217,42	0,54	2017,132	1	63
08358+0637	STF 1245 AB	6	7	9,858	0,097	24,4	0,49	2017,132	1	64
08435+4852	STF 1258	7,7	7,8	9,998	0,099	329,54	0,46	2017,132	1	65
08453-0236	STF 1270	6,4	7,08	4,71	0,084	264,01	0,45	2017,132	1	66
08508+3504	STF 1282 AB	7,6	7,7	3,484	0,085	277,51	0,59	2017,132	1	67
08542+3035	STF 1291 AB	6,1	6,4	1,455	0,074	309,69	0,56	2017,132	1	68
08555+0758	STF 1295	6,7	7,1	3,978	0,256	3,97	0,43	2017,132	2	69
09074+2259	STF 1311 AB	7,3	7,3	7,602	0,101	198,45	0,47	2017,132	1	70
09184+3022	STF 1333	6,6	6,8	1,916	0,088	50,42	0,49	2017,268	2	71
09188+3648	STF 1334 AB	4	6,2	2,576	0,077	224,09	0,6	2017,268	2	72
09210+3811	STF 1338 AB	6,8	7	1,163	0,067	311,68	0,55	2017,268	2	73
09245+0621	STF 1348 AB	7,6	7,6	1,895	0,128	313,03	0,78	2017,268	2	74
09273+0614	STF 1355	7,5	7,5	1,783	0,126	354,21	1,1	2017,268	2	75
09379+7305	STF 1362	7,3	7,5	4,929	0,078	124,79	0,44	2017,268	2	76
10163+1744	STT 215	7,25	7,46	1,496	0,08	176,38	0,69	2017,268	2	77
10178+7104	STF 1415 AB	6,7	7,6	16,687	0,104	166,92	0,05	2017,268	2	78
10200+1950	STF 1424 AB	3,7	4,7	4,726	0,103	127,37	0,56	2017,268	2	79
10433+0445	STF 1466 AB	6,2	7,1	6,737	0,068	239,13	0,57	2017,132	1	80
10556+2445	STF 1487 AB	4,4	6,3	6,438	0,073	111,73	0,56	2017,132	1	81
11182+3132	STF 1523 AB	4,3	4,5	1,931	0,077	164,39	0,49	2017,268	2	82

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 2. MEDIDAS DE LAS ESTRELLAS DOBLES OBSERVADAS (CONT.).

WDS	DESC	M1	M2	RHO	σ RHO	THETA	σ THETA	ÉPOCA	Nº	NOTAS
11194-0139	STF 1529	7,6	7,8	9,307	0,104	253,8	0,38	2017,132	1	83
11347+1648	STF 1552 AB	6,2	7,1	3,524	0,079	208,18	0,58	2017,268	2	84
11388+6421	STF 1559	6,8	7,8	1,976	0,071	322,98	0,43	2017,268	1	85
12043+2128	STF 1596 AB	6,2	7,5	3,701	0,081	235,61	0,56	2017,268	2	86
12162+8008	STF 1625	7,2	7,8	14,496	0,09	216,85	0,33	2017,268	2	87
12207+2703	STF 1633 AB	7,4	7,5	8,885	0,075	245,39	0,52	2017,268	2	88
13120+3205	STT 261	7,4	7,6	2,664	0,076	338,95	0,49	2017,268	1	89
14135+5147	STF 1821 AB	4,5	6,8	13,664	0,077	235,31	0,32	2017,268	1	90
14241+1115	STF 1838	7,4	7,5	9,339	0,072	335,45	0,54	2017,268	1	91
14286+2817	STF 1850 AB	7,1	7,6	25,391	0,09	261,7	0,46	2017,268	1	92
22038+6438	STF 2863 AB	4,8	6,9	8,017	0,074	273,6	0,45	2016,86	3	93
22218+6642	STF 2903	7,1	7,8	4,093	0,095	96,81	0,5	2016,836	2	94
22288+4521	STF 2909 AB	4,7	4,8	2,278	0,083	160,89	0,52	2016,836	3	95
22359+3938	STF 2922 AB	5,4	6,1	22,306	0,098	185,15	0,45	2016,86	3	96
22490+6834	STF 2947 AB	6,9	7,1	4,65	0,079	55,17	0,5	2016,827	3	97
23075+3250	STF 2978	6,3	7,4	8,343	0,078	144,5	0,48	2016,836	3	98
23186+6807	STF 3001 AB	6	7,2	3,317	0,085	221,95	0,42	2016,836	3	99
23191-1328	STF 2998 AB	5,2	6,9	12,238	0,101	352,46	0,4	2016,836	2	100
23238-0828	STF 3008	7,2	7,6	6,898	0,093	147,64	0,44	2016,836	3	101
23519+3753	STF 3042	7,6	7,7	5,785	0,087	86,35	0,45	2016,86	3	102
23590+5545	STF 3049 AB	4,8	7,2	3,11	0,077	326,37	0,39	2016,836	2	103
23595+3343	STF 3050 AB	7	7,3	2,455	0,089	340,85	0,4	2016,86	3	104

— Notas

1. STF 12. 35 Psc. Las clases espectrales son A9V y F3V. Está a 253 años-luz.

2. STF 22 AB, C. Clase espectral F2V. Está a 49 años –luz.

3. STF 60 AB. Achird. Sistema orbital con un período de 479 años y grado 3. Está a 19 años-luz. Los espectros son G1V y M.

4. STF 73 AB. 36 And. Sistema orbital con un período de 167 años y grado 2. Está a 124 años-luz. Clase espectral K1IV.

5. STF 79. 164 And. Los espectros son B9,5V y A2V. Está a 388 años-luz.

6. STF 88 AB. Psi1 Psc. Clases espectrales B9,5V y A0V. Está a 275 años-luz.

7. STF 90 AB. 77 Psc. Clases espectrales F3V y F5V, Está a 132 años-luz.

8. STF 100 A,BC. Zet Psc. Clases espectrales A7IV y F7V. Está a 174 años-luz.

9. STF 113 AB. 42 Cet. Está a 328 años-luz y sus clases espectrales son A2V y G4III.

10. STF 369. Clases espectrales A7IV y F7V. Está a 174 años-luz.

11. STF 162 AB. Clase espectral A3V. Está a 416 años-luz.

12. STF 205 A,BC. Gam1 And. Clase espectral

K3Iib. Está a 393 años-luz.

13. STF 222. 59 And. Clases espectrales B9V y A1Vn. Está a 455 años-luz.

14. STF 227. 6 Tri. Clase espectral G0III. Está a 291 años-luz.

15. STF 232. Clase espectral A0V. Está a 275 años-luz.

16. STF 262 AB. Iot Cas. Sistema orbital con un periodo de 620 años y grado 5. Clase espectral A5pSr. Está a 133 años-luz.

17. STF 291 AB. Clase espectral B9,5V. Está a 2398 años-luz.

18. STF 314 AB,C. Clase espectral B8III. Está a 1004 años-luz.

19. STF 331. Clases espectrales B7V y B9V. Está a 459 años-luz.

20. STF 401. Clase espectral A2V. Está a 318 años-luz.

21. STF 396 AB. Clase espectral A4III. Está a 504 años-luz.

22. STF 427. V1268 Tau. Clases espectrales A1V y A2V. Está a 369 años-luz.

23. STF 485 AE. Clases espectrales B0II y B0II. Está a 519 años-luz.

24. STF 494 AB. Clases espectrales A8IV y A8IV. Está a 341 años-luz.

25. STF 550 AB. 1 Cam. Clase espectral B0III.

Está a 709 años-luz.

26. STF 559 AB. Clase espectral B9IVn. Está a 438 años-luz.

27. STF 570. Clase espectral A1m. Está a 645 años-luz.

28. STF 576. Clase espectral B9,5IV. Está a 385 años-luz.

29. STF 644 AB. Clases espectrales B2IIIy K3. Está a 1583 años-luz.

30. STF 666. Clase espectral A3V.

31. STF 696. 23 Ori. Clase espectral B1V. Está a 1553 años-luz.

32. STF 700. V1804 Ori. Clases espectrales B9V y B9,5V. Está a 757 años-luz.

33. STF 716 AB. 118 Tau. Clases espectrales B8,5V y A1V. Está a 425 años-luz.

34. STF 730 AB. Clase espectral B7IIIe. Está a 2993 años-luz.

35. STF 748 AB. The1 Ori. Clases espectrales O7 y B1V. Está a 62 años-luz.

36. STF 748 AC. Clase espectral O7. Está a 62 años-luz.

37. STF 748 AD. Clases espectrales O7 y B0,5V. Está a 62 años-luz.

38. STF 742. Sistema orbital con período de 2959 años y grado 5. Clase espectral F8 y está a 220 años-luz.

39. STF 749 AB. Sistema orbital con un período de 986 años y grado 4. Está a 505 años-luz. Clase espectral B9IV-V.

40. STF 762 AB,D. Clases espectrales O9,5V y B2V. Está a 1073 años-luz.

41. STF 764. Clase espectral B8IV. Está a 607 años-luz.

42. STF 855 AB. Clase espectral B8. Está a 1279 años-luz.

43. STF 845 AB. 41 Aur. Clases espectrales A1V y A6V. Está a 334 años-luz.

44. STF 872 AB. Clase espectral F4IV. Está a 175 años-luz.

45. STF 899. Clase espectral A0V. Está a 1062 años-luz.

46. STF 900 AB. Eps Mon. Clases espectrales A5IV y F5V. Está a 122 años-luz.

47. STF 919 AB. Bet Mon. Clases espectrales B3Ve y B3ne. Está a 677 años-luz.

48. STF 919 AC. Clases espectrales B3Ve y B3e. Está a 677 años-luz.

49. STF 919 BC. Clases espectrales B3Ve y B3e. Está a 377 años-luz.

50. STF 924 AB. 20 Gem. Clase espectral F8III. Está a 262 años-luz.

51. STF 941 AB. Clase espectral B9. Está a 1225 años-luz.

52. STF 953. Clase espectral F5. Está a 1623 años-luz.

53. STF 948 AB. 12 Lyn. Sistema orbital con un período de 907 años y grado 4. Clase espectral A3V. Está a 215 años-luz.

54. STF 958 AB. Clases espectrales dF5 y dF6. Está a 144 años-luz.

55. STF 982. 38 Gem. Sistema orbital con un período de 1898 años y grado 4. Clase espectral F0Vp. Está a 84 años-luz.

56. STF 1009 AB. Clase espectral A3Vs. Está a 325 años-luz.

57. STF 1037 AB. Sistema orbital con un período de 118 años. Y grado 2. Clase espectral F8V. Está a 138 años-luz.

58. STF 1110 AB. Castor. Sistema orbital con un período de 460 años y grado 3. Clases espectrales A1V y A4Vm. Está a 51 años-luz.

59. STF 1177 AB. 17 Cnc. Clase espectral B9V. Está a 959 años-luz.

60. STF 1187 AB. Sistema orbital con un período de 1385 años y grado 5. Clase espectral F2. Está a 211 años-luz.

61. STF 1196 AC. Clase espectral F8V. Está a 82 años-luz.

62. STF 1224 A, BC. 25 Cnc. Clases espectrales F0V y F7V. Está a 260 años-luz.

63. STF 1223 AB. Phi2 Cnc. Clases espectrales A3V y A6V. Está a 276 años-luz.

64. STF 1245 AB. Clases espectrales F8V y G5V. Está a 82 años-luz.

65. STF 1258. Clase espectral F0. Está a 468 años-luz.

66. STF 1270. Clase espectral F2IV. Está a 201 años-luz.

67. STF 1282 AB. Clase espectral F8. Está a 168 años-luz.

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

69. STF 1295. 17 Hya. Clases espectrales A2m y A7m. Está a 289 años-luz.

70. STF 1311 AB. Clases espectrales F4V y F5V. Está a 190 años-luz.

71. STF 1333. Clase espectral A8V. Está a 284 años-luz.

72. STF 1338 AB. Sistema orbital con periodo de 302 años-luz y grado 3. Está a 139 años-luz. Clases espectrales F2V y F4V. Midiendo la evolución de los valores históricos en el *Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars*, sale una medida distante de la recogida en las efemérides, pero coherente con la registrada por nosotros.

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

74. STF 1334 AB. 38 Lyn. Clase espectral A1V.

Está a 125 años-luz.

75. STF 1355. Sistema orbital con un período de 591 años y grado 4. Clase espectral F7V. Está a 177 años-luz.

76. STF 1362. Sistema orbital con un período de 7,9 años y grado 9. Clases espectrales F1V y F2V. Está a 232 años-luz.

77. STT 215. Sistema orbital con un período de 670 años y grado 4. Clase espectral A9IV. Está a 374 años-luz. La medida es coherente con los valores históricos del *Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars*, que no coincide plenamente con las efemérides.

78. STF 1415 AB. Clase espectral A7m. Está a 1310 años-luz.

79. STF 1424 AB. Algieba. Sistema orbital con un período de 554 años y grado 4. Clase espectral K0III. Está a 130 años-luz.

80. STF 1466 AB. 33 Sex. Clase espectral K3III. Está a 553 años-luz.

81. STF 1487 AB. 54 Leo. Clase espectral A1V y A2Vn. Está a 287 años-luz.

82. STF 1523 AB. Sistema orbital con un período de 60 años y grado 1. Está a 40 años-luz. Clases espectrales F9V y G9V.

83. STF 1529. Clases espectrales F6IV y dG3. Está a 157 años-luz.

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

85. STF 1559. Clase espectral A5IV. Está a 688 años-luz.

86. STF 1596 AB. Clase espectral F0IV-V. Está a 329 años-luz.

87. STF 1625. Clases espectrales F1V y F3V. Está a 217 años-luz.

88. STF 1633 AB. Clases espectrales F3V y F3V. Está a 299 años-luz.

89. STT 261. Sistema orbital con un período de 861 años y grado 4. Clase espectral F6V. Está a 236 años-luz.

90. STF 1821 AB. Kap 2 Boo. Sistema orbital con un período de 6101 años y grado 5. Clases espectrales A7V y F1V. Está a 163 años-luz.

91. STF 1838. Clases espectrales F8V y G1V. Está a 121 años-luz.

92. STF 1850 AB. Clases espectrales A1V y A1V. Está a 1140 años-luz.

93. STF 2863 AB. Alkurhah. Sistema orbital con un período de 3800 años y grado 5. Está a 96,5 años-luz. El espectro es A3m.

94. STF 2903. Clase espectral A7V y G0III. Está a 877 años-luz.

95. STF 2909 AB. Zet1 Aqr. Sistema orbital con período de 540 +/- 15 años y grado 3. Está a 92 años-luz. Clase espectral F3IV-V. Siguiendo la evolución de los valores históricos del *Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars*, sale una medida coherente con la obtenida por nosotros. Hay una diferencia respecto a las efemérides.

96. STF 2922 AB. 8 Lac. Clase espectral B2Ve y B5. Está a 2160 años-luz.

97. STF 2947 AB. Está a 207 años-luz y la clase espectral es F4V.

98. STF 2978. V343 Peg. Clase espectral A3V. Está a 533 años-luz.

99. STF 3001 AB. Omi Cep. Sistema orbital con un período de 1505 años y grado 4. Está a 203 años-luz y su espectro es G8III.

100. STF 2998 AB. 94 Aqr. Clase espectral G5IV. Está a 69 años-luz.

101. STF 3008. Clase espectral K0III-IV. Está a 588 años-luz.

102. STF 3042. Clase espectral F5V. Está a 237 años-luz.

103. STF 3049 AB. Sig Cas. Clase espectral B1V. Está a 4530 años-luz.

104. STF 3050 AB. Sistema orbital con un período de 717 años y grado 4. Está a 94 años-luz y su espectro es F8V.

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



STF 12



STF 22 AB, C



STF 73 AB

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



STF 79



STF 113 AB



STF 369



STF 162



STF 205 A, BC



STF 222



STF 227



STF 232



STF 262 AB



STF 291 AB



STF 314 AB, C



STF 331

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



STF 401



STF 396



STF 427



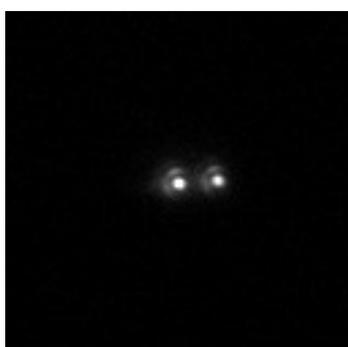
STF 485 AE



STF 494 AB



STF 550 AB



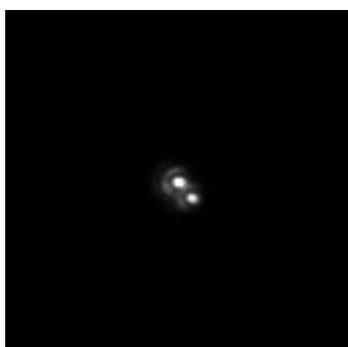
STF 559 AB



STF 570



STF 576



STF 644 AB



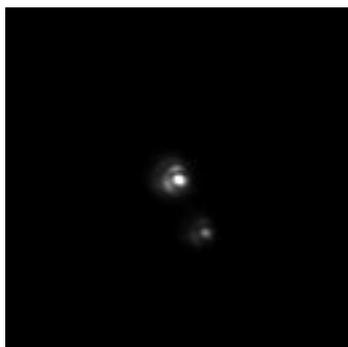
STF 666



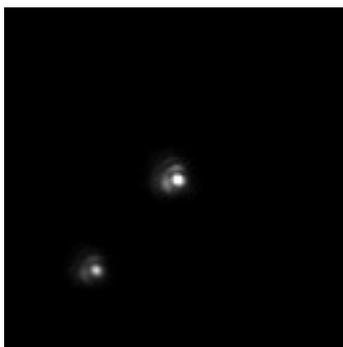
STF 700

(Continúa en la página siguiente)

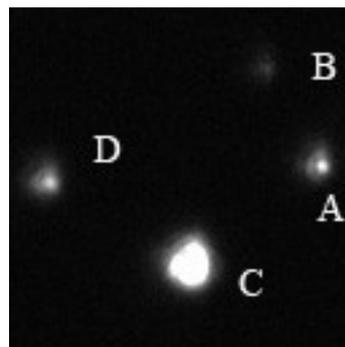
TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



STF 716 AB



STF 730



STF 748



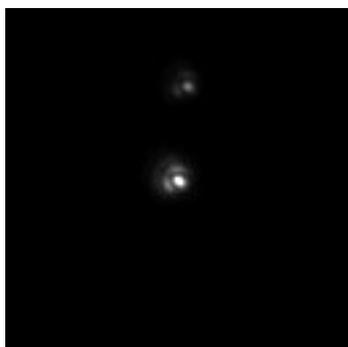
STF 742



STF 749 AB



STF 762 AB, D



STF 845 AB



STF 872 AB



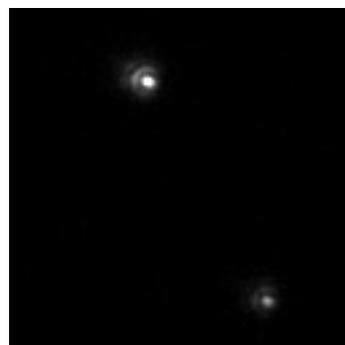
STF 899



STF 900 AB



STF 919



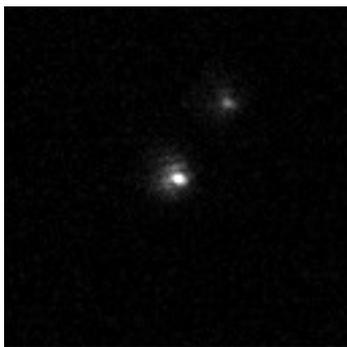
STF 924 AB

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



STF 941 AB



STF 953



STF 948 AB



STF 958 AB



STF 982



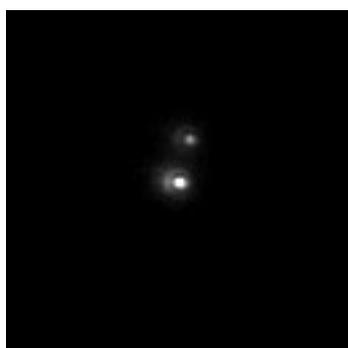
STF 1009 AB



STF 1037 AB



STF 1110 AB



STF 1177 AB



STF 1187 AB



STF 1196 AC



STF 1224 A, BC

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



STF 1223 AB



STF 1245 AB



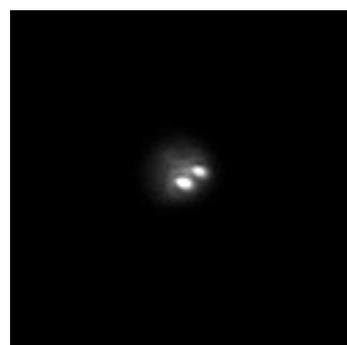
STF 1258



STF 1270



STF 1282 AB



STF 1291 AB



STF 1295



STF 1311 AB



STF 1333



STF 1334 AB



STF 1338 AB



STF 1348 AB

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



STF 1355



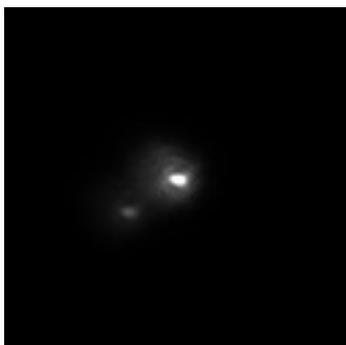
STF 1362



STT 215



STF 1415 AB



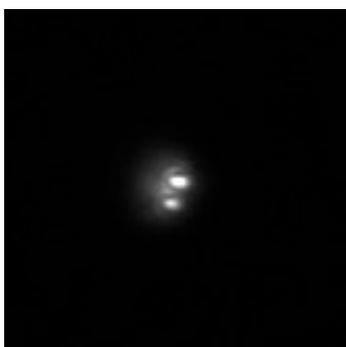
STF 1424 AB



STF 1466 AB



STF 1487 AB



STF 1523 AB



STF 1529



STF 1552 AB



STF 1559



STF 1596 AB

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



STF 1633 AB



STT 261



STF 1821 AB



STF 1838



STF 2863 AB



STF 2903



STF 2909 AB



STF 2947 AB



STF 2978



STF 3001 AB



STF 3008



STF 3042

(Continúa en la página siguiente)

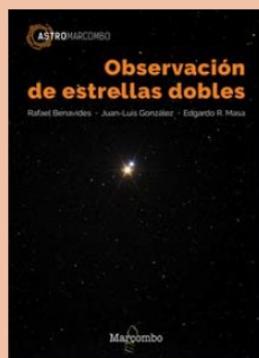
TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



STF 3049 AB

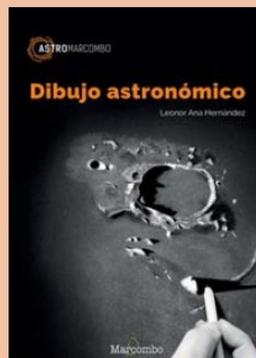


STF 3050 AB



OBSERVACIÓN DE ESTRELLAS DOBLES

Autores: R. Benavides, J. L. González, E. R. Masa
ISBN: 978-84-267-2382-6
Páginas: 202
PVP: 21,80 €
Edición: 1ª
Año de publicación: 2016



DIBUJO ASTRONÓMICO

Autora: Leonor Ana Hernández
ISBN: 978-84-267-2383-3
Páginas: 188
PVP: 21,80 €
Edición: 1ª
Año de publicación: 2016



NUEVO CATÁLOGO MESSIER

Autor: Joan Manuel Bullón
ISBN: 978-84-267-2404-5
Páginas: 296
PVP: 21,80 €
Edición: 1ª
Año de publicación: 2017



METEOROS Y METEORITOS

Autor: J.M. Madiedo
ISBN: 978-84-267-2439-7
Páginas: 250 aprox.
Edición: 1ª
Año de publicación: Mayo 2017

NOVEDAD



Tel.93 318 00 79 mail: comercial@marcombo.com
 Web: www.marcombo.com



Medición y estudio de estrellas dobles LDS

Measurement and study of LDS Double Stars

Gianpiero Locatelli

- Maritime Alps Observatory, IAU MPC K32 (Cuneo, Italia)
- Correo-e: locatellivet@inode.it

Presento en este artículo medidas astrométricas de 60 pares procedentes del catálogo LDS - Luyten Double Stars. Las medidas fueron obtenidas desde el 1 de enero de 2017 hasta el 21 de abril de 2017 en el observatorio privado "Maritime Alps Observatory" situado en Cuneo (Italia). El movimiento propio generalmente alto, una de las características más destacadas de las estrellas LDS, ha sido también investigado.

I present in this article astrometric measures of 60 pairs from LDS - Luyten Double Stars - catalog. The measures were obtained from January first 2017 to April 21 2017 at the private observatory "Maritime Alps Observatory" located in Cuneo - Italy. The proper motion, often high and one of the most outstanding feature of LDS stars, has also been investigated.

I. Introducción.

HACE AÑO Y MEDIO, más o menos, mi interés de aficionado se dirigió hasta las dobles formadas por enanas rojas. Las enanas rojas componen la mayoría de las estrellas cercanas al Sistema Solar (hasta el 80 %, según varios autores), muchas de entre ellas tienen movimientos propios muy altos y por lo tanto representan una categoría interesante para el doblista. Por otro lado suponen un reto para el observador, debido al hecho de que a menudo se trata de estrellas muy débiles (ninguna enana roja puede verse a simple vista). Yo acepté el desafío y durante el año 2016 observé y medí unas doscientas estrellas dobles cuyos datos se han publicado en la revista italiana *Il Bollettino delle Stelle Doppie* (Locatelli, 2016).

En el curso de la selección de las dobles a observar encontré muchos pares clasificados con el código LDS, Luyten Double Stars. Todas estas estrellas tienen un alto movimiento propio y muchas veces común, hecho que no puede pasar desapercibido para el aficionado a las binarias.

Tengo que abrir un paréntesis. Al mover mis primeros pasos en el mundo de las dobles no tenía ningún esquema de observación, aunque mi entusiasmo era tan grande que cualquier par merecía mi atención. Tras leer muchos artículos, participar en congresos, hablar con amigos expertos en la materia, por fin llegué a la conclusión de que solo las dobles verdaderas, las binarias, deben ser objeto de nuestro trabajo. Esto no solo en lo que concierne a los descubrimientos (lamentablemente hay muchos nuevos pares publicados que no tienen ninguna característica de binariedad)

sino también en lo que se refiere a las medidas: creo que no es útil la medición de un par claramente óptico, aunque pueda ser interesante bajo un punto de vista estético. Al mantener esta línea de trabajo es imposible no toparse con las estrellas LDS.

La decisión de desarrollar un programa de observación sobre las LDS la tomé después de leer un artículo de los primeros números del OED: el artículo de Juan-Luis González Carballo sobre las dobles LDS. ¡Con espíritu de alumno continuaré el trabajo del maestro Juan-Luis!

En este mismo artículo se puede encontrar más información sobre las dobles LDS y sobre el mismo Luyten (González Carballo, 2009).

2. Instrumentación.

El observatorio, cuyo nombre es Maritime Alps Observatory, está situado en las afueras de la ciudad de Cuneo en el noroeste de Italia. Es un observatorio absolutamente privado. La instrumentación se compone de un telescopio Schmidt-Cassegrain con 25 centímetros de diámetro sobre una montura Skywatcher EQ8; acoplado al telescopio principal hay un refractor de 8 centímetros de diámetro con funciones de guía. La captura de imágenes se hace por medio de una cámara CCD con sensor KAF8300 que tiene píxeles cuadrados de 5,4 micras. El pequeño refractor está equipado con una cámara CCD Atik 314L+ con píxeles cuadrados de 6,45 micras.

Aunque la distancia focal del equipo tendría que ser 2500 milímetros, la realidad no es así. La

	Media	Max	Min
ρ Reduc	41,895	378,276	3,376
ρ Astrometrica	41,91	378,81	3,34
sigma ρ Reduc	0,069	0,240	0,008
sigma ρ Astrometrica	0,095	0,242	0,023
sigma θ Reduc	0,24	1,02	0,02
sig θ Astrometrica	0,29	1,48	0,01
Rc Mag A	12,07	16,16	8,84
Rc Mag B	13,36	16,56	10,16

Tabla 2. Datos estadísticos básicos en referencia a las medidas astrométricas y fotométricas.

presencia de un enfocador electrónico y de una rueda portafiltros hacen que la distancia real sea unos 2700 milímetros que, junto al tamaño de los píxeles de la cámara CCD, conducen a una escala de placa de las imágenes de 0,40 segundos de arco por píxel.

Como ya he mencionado, hay una rueda portafiltros que lleva varios filtros, el más utilizado de los cuales es un filtro rojo R Cousins con punto medio de longitud de onda a 645 nanómetros.

3. Selección de las dobles.

La creación de un listado personalizado de dobles utilizando el catálogo WDS (*Washington Double Star Catalog*) es un reto bastante difícil. En mi caso el recurso del sitio *Stelle Doppie* mantenido por el amateur Gianluca Sordiglioni facilita mucho la creación de un listado con mis necesidades. Suelo aplicar unos filtros para una selección de estrellas al norte del ecuador celeste, separación superior a los dos segundos de arco y magnitud de la secundaria inferior a la 17. En este trabajo he aplicado también el criterio del descubridor con el código LDS. Todo es muy rápido y sencillo.

4. Captura de imágenes y mediciones.

El programa utilizado para la captura de las imágenes es *Nebulosity 4.0*. El hecho de que la gran mayoría de las estrellas observadas tengan magnitudes bastante altas implica que el tiempo de exposición muchas veces sea de uno o dos minutos. Además, la presencia del filtro rojo contribuye al incremento de los tiempos. Estas condiciones aconsejan el guiado de la montura que se hace por medio del programa *PHD Guiding*. Antes de la medición, todas las imágenes suelen ser tratadas con *darks* y, si es necesario, también con *flats*.

Unas pocas palabras sobre la escala de placa y orientación de las imágenes. Para determinar la escala de placa utilizo una sencilla hoja de cálculo en la que

introduzco el valor de la distancia focal obtenido con el programa *Astrometrica*; hay que tener en cuenta que la distancia focal puede variar en el curso de la misma noche por efecto de un ajuste del enfoque, ya que el enfocador electrónico produce un alejamiento o un acercamiento de la cámara. Es importante detectar cualquier cambio de distancia focal en el curso de la sesión.

Utilizando *Astrometrica* también se puede calcular al ángulo de rotación de nuestra cámara, pero yo prefiero usar el método del *Trail Analysis* proporcionado por el programa *Reduc*. El ancho del sensor del dispositivo CCD me permite tomar una única imagen de un minuto y medio de una estrella bastante brillante y, por supuesto, con el motor en AR parado; unos pocos clics en *Reduc* conducen a un valor de rotación de la imagen muy preciso.

Las mediciones suelen hacerse de doble forma. Cinco medidas astrométricas con el programa *Astrometrica* sobre cinco imágenes diferentes van a producir coordenadas en ascensión recta y en declinación de ambas componentes por medio de las cuales puede calcularse el ángulo de posición y la separación de la doble. Un promedio de los cinco resultados constituye la medida final con su desviación estándar. Además, *Astrometrica* consigue medidas fotométricas de las estrellas, aunque no sea un programa especialmente concebido para este asunto.

Sin embargo, la medición de estrellas dobles no puede prescindir del programa *Reduc*. En mi caso hay un pequeño problema: *Reduc* sufre un poco al tratar una gran cantidad de imágenes debido al peso de todas ellas (unos 15 Mbytes) y al rendimiento del ordenador. El mismo programa permite el recorte de las imágenes reduciendo el tamaño, pero yo prefiero hacer el proceso con *Nebulosity* que es un poco más rápido. Pequeñas imágenes, centradas sobre la doble, aseguran una operación de medida muy rápida y precisa.

En mi experiencia las dos metodologías parecen equivalentes en el caso de dobles abiertas, aproxi-

	media	min	máx
pmRA—primaria (valor absoluto)	107,86	3,3	733,1
sigma pmRA primaria	4,24	0,150	10,8
pmDE—primaria (valor absoluto)	108,39	3,0	452,1
sigma pmDE primaria	4,43	0,110	12,5
pmRA—secundaria (valor absoluto)	110,44	1,3	802,7
sigma pmRA secundaria	4,97	0,6	14,6
pmDE—secundaria (valor absoluto)	116,88	3,0	443,8
sigma pmDE secundaria	5,18	0,4	15,0

Tabla 2. Datos estadísticos básicos en referencia a los movimientos propios procedentes de la literatura.

madamente sobre 10 segundos de arco bajo mi configuración, mientras que *Reduc* destaca por una mayor precisión en el caso de dobles más cerradas, sobre todo en lo que concierne el ángulo de posición.

5. Resultados.

El trabajo que aquí presento se desarrolló entre el 1 de enero y el 21 de abril de 2017. En total he tomado imágenes de 60 dobles sobre las cuales he medido ángulo de posición y separación. Estos resultados se muestran en la tabla 3. Tengo que llamar la atención en el hecho de que las medidas de astrometría relativa en esta tabla son las obtenidas con el programa *Reduc* y las medidas fotométricas, todas utilizando el filtro rojo R Cousins, con el programa *Astrometrica*.

En la tabla 1 (página anterior) se muestran algunos datos estadísticos relacionados con las medidas. Aunque no se ha llevado un verdadero análisis estadístico, podemos apreciar como los sigmas obtenidos con *Reduc* son menores que los obtenidos con *Astrometrica*.

Además el trabajo sobre estas 60 dobles no se limitó a las medidas clásicas. Quería hacer algo más con respecto a la más destacada característica de las dobles LDS: los movimientos propios.

Cada aficionado a las dobles sabe (o debería saber...) que los movimientos propios constituyen una de las primeras condiciones para que un par pueda ser considerado binario, en el sentido que movimientos propios muy similares son una condición necesaria, aunque no suficiente, para que dos estrellas tengan una relación gravitatoria.

Hay varias metodologías para investigar sobre los movimientos propios, pero yo tenía que hacerlo de

forma rápida sin pasar días en frente del ordenador. Al final conseguí incorporar en la hoja de cálculo que suelo utilizar para registrar las medidas unas operaciones que permiten la aplicación del criterio de Halbwachs (Halbwachs, 1986) y del criterio de Francisco Rica (Rica Romero, 2013). Por supuesto, esos cálculos necesitan la introducción de los movimientos propios, pero una rápida búsqueda por medio de Aladin (CDS - *Centre de Données astronomiques de Strasbourg*) sobre los principales catálogos que llevan esos datos permite elegir aquellos más precisos o más recientes. Lamentablemente en este trabajo encontré muy pocos datos de Gaia DR1, además solo aparecía para la componente principal; así que en la mayoría de los casos escogí datos procedentes de UCAC4 o PPMXL.

Esta búsqueda suelo hacerla mientras la cámara CCD está grabando imágenes de la doble objeto de mi estudio.

En lo que concierne a los criterios adoptados, creo que no es este el sitio más adecuado para explicarlos: hay muchos artículos que son piedras miliars en este asunto. Solo quiero decir que en la aplicación del criterio de Halbwachs utilicé la ecuación siguiente

$$(\mu_1 - \mu_2)^2 < -2 (\sigma_1^2 + \sigma_2^2) \text{Ln } 0,05$$

donde μ_1 y μ_2 son los movimientos propios totales de la primaria y de la secundaria y σ_1 y σ_2 sus errores medios; si los movimientos propios cumplen con esta condición la doble puede considerarse de movimiento propio común. Otro parámetro que aparece en el trabajo de Halbwachs es $T = p/\mu$. Se trata del tiempo que tarda un sistema a recorrer en el cielo una

distancia igual a su separación. Valores por debajo de 1.000 años son indicativos de binariedad.

El criterio de Francisco Rica no puede resumirse en pocas palabras y por lo tanto si alguien quiere saber más puede leer con mucha atención el artículo a su nombre en el número 10 de esta misma revista. Básicamente es un criterio probabilístico que busca la probabilidad de que movimientos en AR o DEC sean similares. Lo fascinante es que esta probabilidad puede expresarse en forma gráfica con una gaussiana. Utilizando el programa gratuito *GeoGebra* los movimientos propios de cada doble han estado expresados de esta forma.

Todos estos resultados no pueden resumirse en una tabla única, tal como comprobaréis en las siguientes páginas. Para cada doble está el nombre de cada componente tal como se encuentra en SIMBAD, con un resumen de los datos principales, los resultados de la aplicación de los criterios, otras informaciones útiles, imágenes de las curvas de probabilidad de los movimientos propios y la imagen de la doble tomada por el autor.

Un análisis estadístico sobre una muestra de solo sesenta elementos no es muy significativo, pero puede ofrecer una idea de los datos que estamos manejando. En la tabla 3 se pueden encontrar los datos estadísticos básicos relativos a los movimientos propios. Podemos apreciar que la media en ambos sentidos (ascensión recta y declinación) es bastante alta, aunque hay situaciones en las cuales los movimientos son muy pequeños; esto se explica porque es un movimiento propio pequeño en un solo eje, digamos por ejemplo en ascensión recta, pero que se suma a un movimiento propio alto en el otro sentido, la declinación, de manera que el movimiento propio total va a resultar alto.

Unas palabras sobre el sigma, el error, de los datos de movimiento propio. Este es un dato que puede afectar considerablemente a nuestras conclusiones sobre la naturaleza de una estrella doble; un sigma muy alto, por ejemplo sobre el 25 por ciento del valor de movimiento propio, nos aconseja ser muy cuidadosos en considerar un par de movimiento propio común. En este trabajo los datos de sigma resultaron bastante bajos, como se puede apreciar de sus medias, aunque en algunos casos se encontraron valores inquietantemente altos. Los valores bajo 1 son procedentes del catálogo *Gaia DR1*.

La aplicación de los criterios de Halbwachs y de Rica dieron grandes sorpresas. Estaba convencido que la casi totalidad de las estrellas LDS cumplirían estos requisitos. En esta pequeña muestra es posible ver que no es así. Los pares analizados cumplen el criterio de Halbwachs en el 74,1 % de los casos, mientras que solo el 67,2 % de ellos tiene una probabilidad superior al 75 % de ser física aplicando el criterio de Rica.

6. Conclusiones.

Las dobles LDS constituyen, en mi opinión, un proyecto de observación muy satisfactorio para el aficionado. Además de ser en la mayoría de los casos objetos estéticamente agradables, se trata a veces de un desafío para el observador. Hay dobles cerradas, dobles abiertas pero muy débiles, dobles con alta diferencia de brillo, dobles perdidas, en definitiva muchísimos pares que estimulan nuestro deseo de hacer ciencia, ¡... amateur por supuesto!

El pequeño estudio sobre los movimientos propios nos sugiere algunas consideraciones. No hay duda de que estamos frente a estrellas con alto movimiento propio pero no siempre este movimiento es común, con evidente repercusión sobre la naturaleza del sistema. A veces los sigmas de los datos de movimiento propio no nos autorizan a sacar conclusiones definitivas. Los datos de *Gaia* parecen tan precisos que nos van a empujar (cuando estén disponibles) hasta una revisión total de este interesante catálogo.

En fin, ¡todavía hay mucho trabajo que hacer! 

— Agradecimientos

Esta investigación ha hecho uso del *Washington Double Star Catalog* mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos; la disponibilidad de su director, Dr. Brian Mason, es proverbial.

Este trabajo, como todos los míos, no puede prescindir del uso del sitio *Stelle Doppie*, sin él estaría perdido. Muchas gracias a Gianluca Sordiglioni.

No puedo cansarme en agradecer a Florent Losse por el programa *Reduc* que para un doblista es como la pluma para el escritor.

Agradecimientos especiales van a los editores de esta revista cuya paciencia en la corrección de este artículo ha sido infinita. Por otro lado tengo que agradecerles también por todos los conocimientos que he sacado de la revista que, en mi caso, ha sido y sigue siendo el “libro de texto”.

Por fin tengo que enviar un fuerte abrazo a todos los amigos españoles y hispanohablantes con los que estoy en contacto por sus consejos y sus estímulos.

— Referencias

a) Bibliografía

González Carballo, J.L., El Observador de Estrellas Dobles, n. 3, 2009, 53-58.

Halbwachs, J.L. (1986), “Common Proper Motion stars in the AGK 3” - *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* 66, 131 - 148 1.

Locatelli, G., Il Bollettino delle Stelle Doppie, n. 16, 2016, 9-25.

Rica Romero, F. M. (2013) - OED 10 - "El uso de los movimientos propios para determinar la naturaleza de una estrella doble". pp. 94 - 98.

b) Sitios WEB

Stelle Doppie: <http://stelledoppie.goaction.it/index2.php>, por Gianluca Sordiglioni

The Binary Star Database: <http://bdb.inasan.ru>

SIMBAD Astronomical Database: <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

CDS - Centre de Données astronomiques de Strasbourg: <http://cdsportal.u-strasbg.fr>

c) Programas utilizados

Nebulosity 4.0, C. Stark: <http://www.stark-labs.com>

PHD Guiding, C. Stark: <http://www.stark-labs.com>

Astrometrica, H. Raab: <http://www.astrometrica.at>
GeoGebra: <https://www.geogebra.org>

Reduc, F. Losse: <http://www.astrosurf.com/hfosaf/>

TABLA 3. MEDIDAS DE ASTROMETRIA RELATIVA Y FOTOMETRIA DE LAS ESTRELLAS LDS.

ID	WDS ID	DESC.	COMP.	θ (°)	SIGMA θ	ρ (")	SIGMA ρ	ÉPOCA BESSEL.	MAG A	MAG B
1	03170+3939	LDS 2840		321,19552	0,052505856	32,224	0,062	2017,0047	10,5	12,86
2	00043+2829	LDS 3117		5,4298087	0,045290372	68,017	0,065	2017,0233	13,44	13,56
3	00118+3919	LDS 3138		270,36155	0,074713947	45,966	0,157	2017,0236	12,48	13,68
4	04549+2057	LDS 1194		148,5258	0,626434472	7,631	0,047	2017,0238	9,32	11,26
5	02078+3340	LDS 3344		155,13055	0,062708513	57,499	0,070	2017,0373	10,42	12,36
6	02061+3027	LDS 3342		284,31361	0,053422285	35,966	0,162	2017,0425	12,5	16,56
7	04073+2300	LDS 5501		39,580766	0,054417943	127,329	0,105	2017,0429	11,62	13,3
8	02560+2432	LDS 1141		20,013104	0,044779912	108,611	0,120	2017,0590	12,92	16,1
9	04077+1519	LDS 5504		57,399004	0,125474757	24,046	0,051	2017,0647	12,8	13,22
10	04139+1033	LDS 5522		243,09151	0,302313726	6,191	0,075	2017,0649	11,48	13,6
11	02156+3308	LDS 3361		84,246766	0,265708254	22,987	0,223	2017,0673	13	14,14
12	02007+4906	LDS 3334		281,97716	0,011696617	199,417	0,049	2017,0808	13,76	13,56
13	03187+1527	LDS 9151		61,043703	0,122692083	8,807	0,049	2017,0811	10,52	11,32
14	02241+2041	LDS 3380		47,954739	0,523587105	14,962	0,144	2017,0947	12,42	13,58
15	02399+4010	LDS 3410		98,784714	0,283355214	30,068	0,144	2017,0949	12,1	13,96
16	02565+5526	LDS 5401		20,989977	0,105083771	16,578	0,026	2017,0975	9,4	10,66
17	03107+5231	LDS 5412		82,214092	0,328731854	7,620	0,074	2017,0976	13,8	14,24
18	01024+4102	LDS 3222		163,59371	0,116200876	26,712	0,089	2017,1192	11,32	13,48
19	03376+1751	LDS 3512		150,77439	0,173679451	16,148	0,072	2017,1194	11,32	12,04
20	06037+5642	LDS 3688		335,89705	0,218492819	12,530	0,045	2017,1195	14,56	15,7
21	06589+2843	LDS 3725		270,55784	0,007131561	153,449	0,057	2017,1222	10,24	11,18
22	06554+5451	LDS 3723		73,488666	0,204029744	26,142	0,146	2017,1222	13,16	13,32
23	04550+3026	LDS 5616		27,441377	0,513326061	5,546	0,035	2017,1276	13,42	14,7
24	05048+0958	LDS 6162		187,67802	1,480657649	5,498	0,218	2017,1277	12,94	16,4
25	06401+2828	LDS 5679		109,97566	0,408665083	8,805	0,099	2017,1278	11,5	14,02
26	06273+2123	LDS 896		218,97165	1,021031768	7,141	0,171	2017,1331	12,52	15

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. MEDIDAS DE ASTROMETRIA RELATIVA Y FOTOMETRIA DE LAS ESTRELLAS LDS.

ID	WDS ID	DESC.	COMP.	θ (°)	SIGMA θ	ρ (")	SIGMA ρ	ÉPOCA BESSEL.	MAG A	MAG B
27	08145+0212	LDS 3779		79,829846	0,176977043	38,342	0,062	2017,1333	13,2	14,8
28	04566+1235	LDS 5629		299,3248	0,266186217	16,694	0,095	2017,1359	13,66	14
29	07510+4231	LDS 901		137,21808	0,194061269	12,538	0,074	2017,1497	10,44	11,62
30	04563+2415	LDS 6148		181,79613	0,103175734	41,194	0,131	2017,1549	9,44	10,76
31	05329+5429	LDS 3663		53,818781	0,192610824	23,247	0,075	2017,1550	13,9	14,66
32	03405+2333	LDS 6093		93,471805	0,645702276	26,167	0,193	2017,1657	13,38	14,38
33	06335+2245	LDS 897		311,23022	0,044181372	33,409	0,037	2017,1659	10,68	13,38
34	07295+3911	LDS 3742		50,640322	0,149346436	44,664	0,079	2017,1660	16,16	14
35	08399+4500	LDS 907		182,42171	0,363843293	6,830	0,081	2017,1661	12,04	12,36
36	06320+4616	LDS 3708	AB	2,5417834	0,630720405	5,141	0,039	2017,1687	11,7	12,3
37	08106+2510	LDS 3775		300,1836	0,818642524	3,534	0,155	2017,1688	12,54	13,56
38	07319+3613	LDS 6206	AB	352,45748	0,05106803	37,504	0,045	2017,1769	8,84	10,16
39	08212+2254	LDS 903		141,65274	0,038272253	166,807	0,242	2017,1771	11,66	12,2
40	07476+4808	LDS 3762		163,24681	0,113039567	76,981	0,141	2017,1797	12,74	13,42
41	08317+1924	LDS 905	AB	348,18639	0,399892085	10,037	0,135	2017,1798	10,24	12,18
42	05019+1021	LDS 3635		162,00509	0,041410365	45,941	0,023	2017,1851	10,92	12,84
43	04289+4222	LDS 5189		240,27248	0,245300254	10,192	0,045	2017,2015	11,6	11,82
44	05280+5030	LDS 3659	AB	3,1908608	0,534181584	10,264	0,150	2017,2017	11,14	15,62
45	05342+1019	LDS 6189		187,72362	1,098307342	4,915	0,084	2017,2042	11,62	13,1
46	08559+4632	LDS 908		132,43398	0,549421453	9,892	0,091	2017,2100	11,58	11,24
47	09287+3055	LDS 3896		285,52934	1,178666602	3,861	0,126	2017,2127	12,42	12,92
48	09593+5704	LDS 1233		176,27626	0,09667827	52,874	0,080	2017,2128	11,42	13,02
49	07266+5341	LDS 3737		95,281974	0,010691258	378,807	0,038	2017,2152	11,56	12,76
50	07586+1530	LDS 3768		208,27721	0,145266589	16,104	0,037	2017,2153	13	13,88
51	07405+4136	LDS 6208		334,60373	0,732984314	3,335	0,182	2017,2398	11,24	12,2
52	09050+0226	LDS 6223		68,290777	0,248446015	10,062	0,052	2017,2400	11,82	12,52
53	06443+1021	LDS 5680		54,550398	0,335217144	14,397	0,088	2017,2453	15,6	16,22
54	08283+4903	LDS 3792		14,105073	0,205650967	27,377	0,101	2017,2454	14,22	15,88
55	06330+4240	LDS 3710		137,97727	0,113091831	29,927	0,086	2017,2644	11,36	14
56	09008+1731	LDS 3844		344,71269	0,096261467	30,201	0,062	2017,2646	13,24	13,34
57	06215+1618	LDS 894		66,403697	0,039119947	114,993	0,040	2017,2754	10,16	11,16
58	09176+2833	LDS 6225		290,8778	0,153352016	8,856	0,042	2017,2783	13,32	12,48
59	07215+1233	LDS 3733		152,62672	0,143265629	48,841	0,070	2017,2919	9,18	13,72
60	07180+4548	LDS 3731		85,580684	0,049504561	74,881	0,175	2017,3055	14,46	15,54

1. LDS 2840 - WDS 03170+3939

A - UCAC4 649-013484 - HD 275090

B - UCAC4 649-013478

Movimientos Propios

A - pmRA $65,6 \pm 0,9$ mas/yr pm DE $-29,2 \pm 1,2$ mas/yr (UCAC4)

B - pmRA $62,4 \pm 2,6$ mas/yr pmDE $-29,5 \pm 3,6$ mas/yr (UCAC4)

θ $321,4^\circ \pm 0,08$ (este trabajo)

ρ $32,134'' \pm 0,041$ (este trabajo)

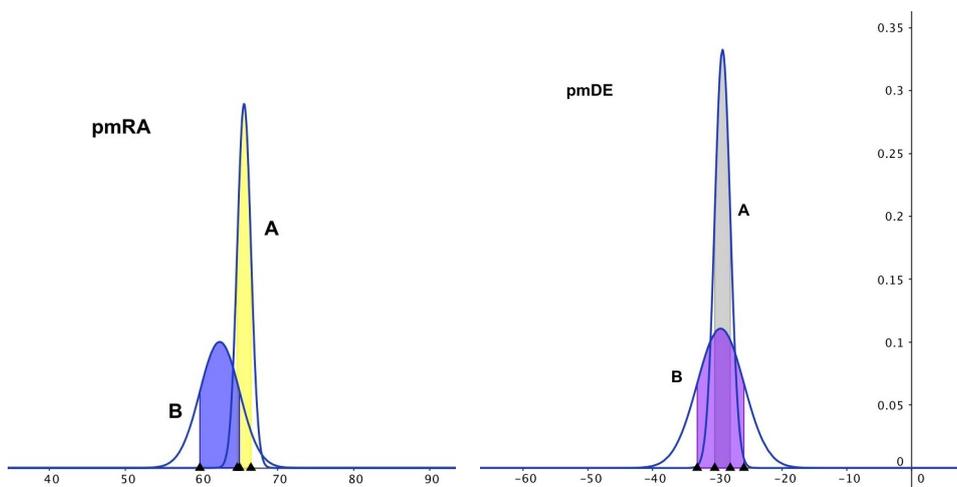
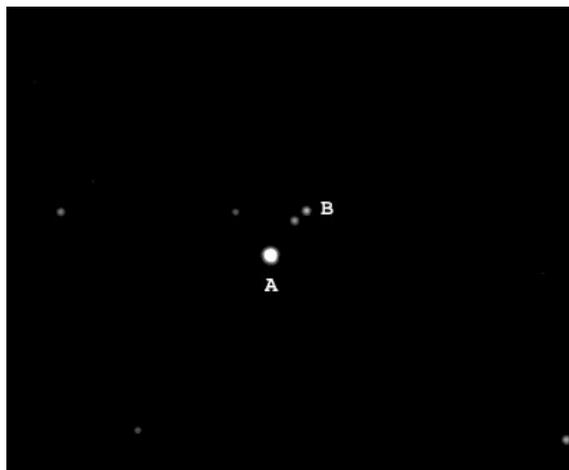
Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 456,4 años

Criterio de Rica - 77,0 % física

Clase espectral

A - F8



2. LDS 3117 - WDS 00043+2829

A - UCAC4 593-000215

B - UCAC4 593-000216

Movimientos Propios

A - pmRA $126,7 \pm 3,9$ mas/yr pm DE $15,8 \pm 3,9$ mas/yr (PPMXL)

B - pmRA $64,4 \pm 3,9$ mas/yr pmDE $51,8 \pm 3,9$ mas/yr (PPMXL)

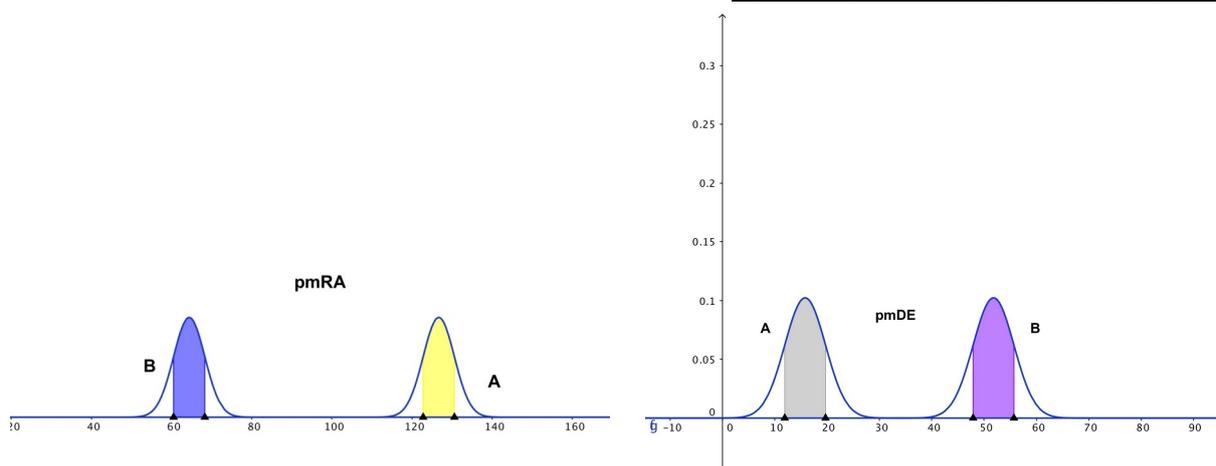
θ $5,43^\circ \pm 0,05$ (este trabajo)

ρ $68,02'' \pm 0,065$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO

$T = \rho/\mu$ 644,8 años

Criterio de Rica - 0% física



3. LDS 3138 - WDS 00118+3919

A - UCAC4 647-000702
B - UCAC4 647-000695

Movimientos Propios

A - pmRA $-79,3 \pm 1,6$ mas/yr pm DE $-70,2 \pm 2$ mas/yr (UCAC4)

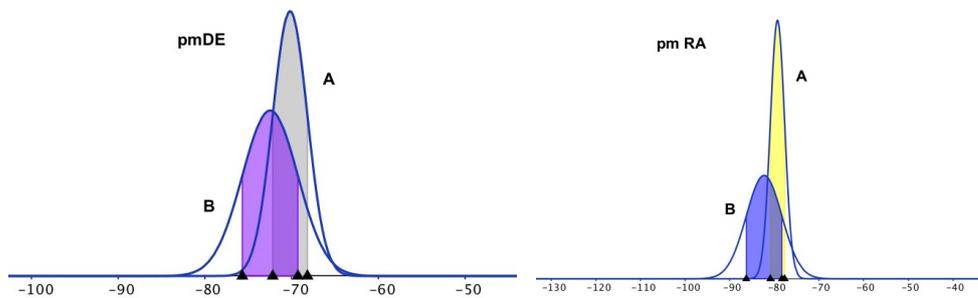
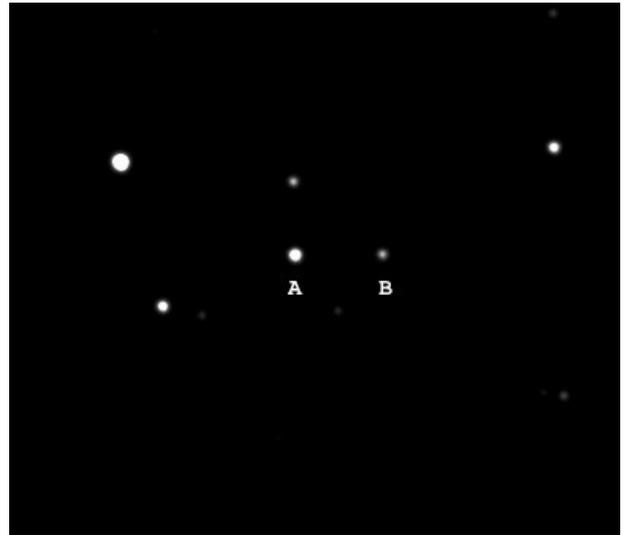
B - pmRA $-82,3 \pm 4$ mas/yr pmDE $-72,5 \pm 3,2$ mas/yr (UCAC4)

θ $270,47^\circ \pm 0,15$ (este trabajo)
 ρ $45,77'' \pm 0,072$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ 425 Años

Criterio de Rica - 90,5% física



4. LDS 1194 - WDS 04549+2057

A - TYC 1292-2300-1
B - UCAC4 555-011855

Movimientos Propios

A - pmRA $52,96 \pm 1,722$ mas/yr pm DE $-125,702 \pm 1,018$ mas/yr (Gaia DR1)

B - En ningún catálogo fue posible encontrar datos de movimiento propio de la componente secundaria.

La composición de imágenes POSSI (1955) y POSSII (1996) parece sugerir un movimiento común aunque la imagen resultante en doble color sea un poco confusa. Lo mismo puede apreciarse con la técnica de "blinking".

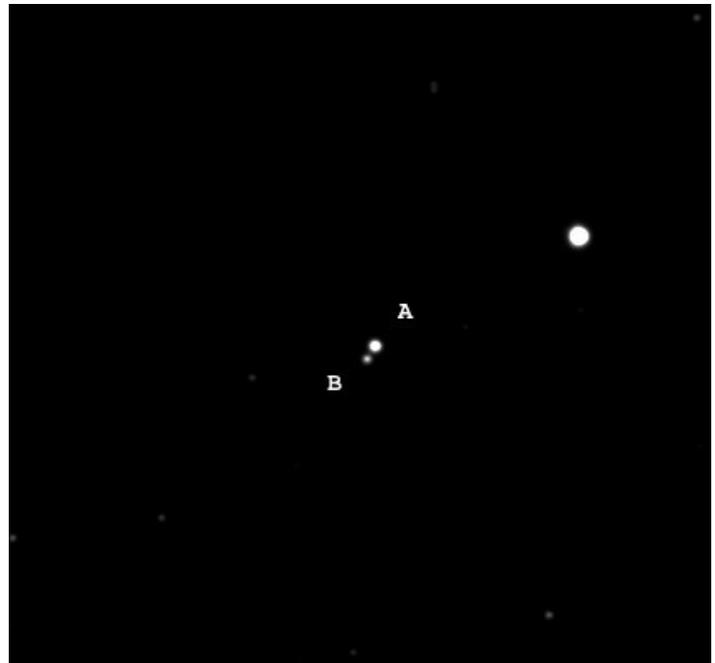
θ $148,43^\circ \pm 0,44$ (este trabajo)
 ρ $7,607'' \pm 0,056$ (este trabajo)

Paralaje y distancia

A - $9,28$ mas $\pm 0,24$ (Gaia DR1) - 107,8 psec

A - Clase espectral K0

No es posible hacer un análisis del movimiento propio por falta de datos de la componente B.



5. LDS 3344 - WDS 02078+3340

A - TYC 2313-1337-1
 B - UCAC4 619-005832

Movimientos Propios

A - pmRA $94,7 \pm 0,8$ mas/yr pm DE $-82,4 \pm 1,3$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $95,7 \pm 1,8$ mas/yr pm DE $-79,7 \pm 2,3$ mas/yr (UCAC4)

A - pmRA $96,377 \pm 1,370$ mas/yr pmDE $-80,514 \pm 0,398$ (Gaia DR1)
 B - no hay datos en Gaia DR1

θ $155,17^\circ \pm 0,404$ (este trabajo)
 ρ $57,544'' \pm 0,057$ (este trabajo)

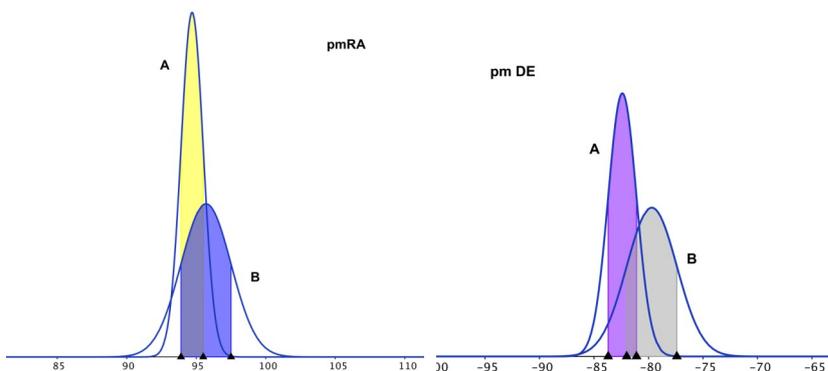
Paralaje y distancia

A - $5,91 \pm 0,35$ mas (Gaia DR1) - 169,2 psec

Halbwachs CPM - Sí

$T = \rho/\mu$ - 460,2 años

Criterio de Rica - 97,9 % física



6. LDS 3342 - WDS 02061+3027

A - UCAC4 603-005699
 B - UCAC4 603-005693

Movimientos Propios

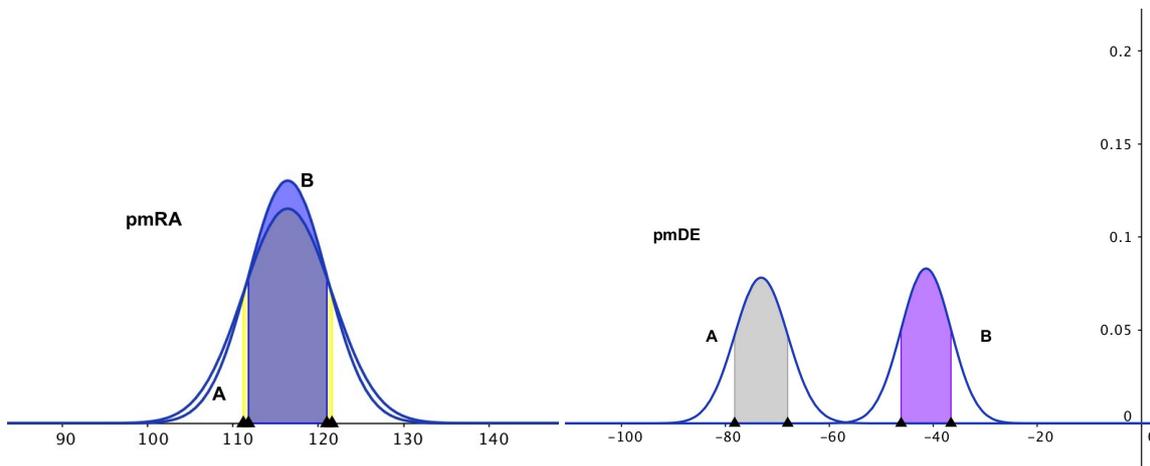
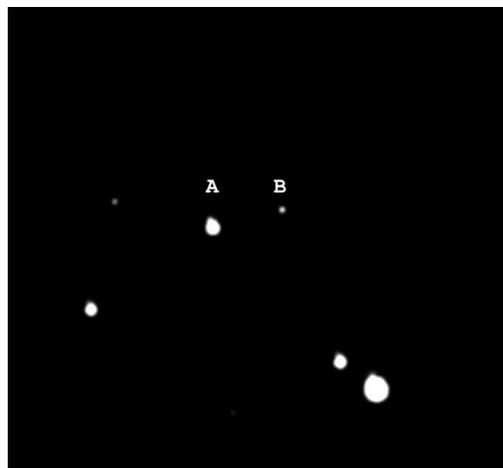
A - pmRA $116,4 \pm 5,2$ mas/yr pm DE $-73,1 \pm 5,1$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $116,4 \pm 4,6$ mas/yr pm DE $-41,4 \pm 4,8$ mas/yr (UCAC4)

θ $284,37^\circ \pm 0,19$ (este trabajo)
 ρ $36,118'' \pm 0,115$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO

$T = \rho/\mu$ - 276,8 años

Criterio de Rica - 0,0 % física



7. LDS 5501 - WDS 04073+2300

A - UCAC4 566-009251
 B - UCAC4 566-009258

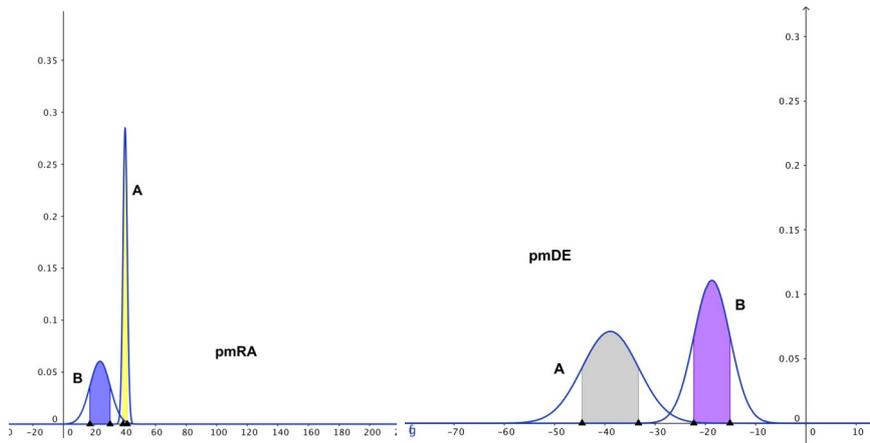
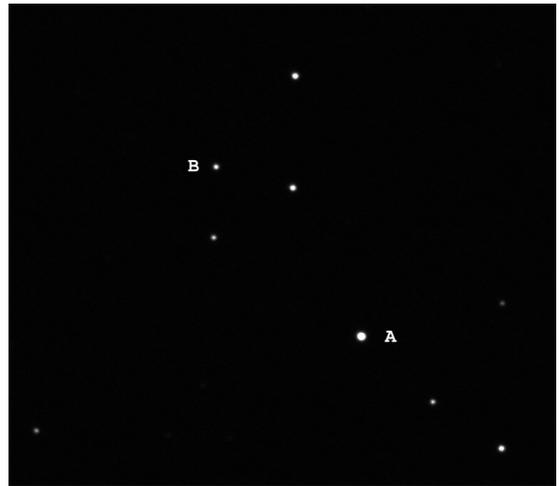
Movimientos Propios

A - pmRA $40,3 \pm 1,4$ mas/yr pm DE $-38,9 \pm 5,6$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $23,9 \pm 6,6$ mas/yr pm DE $-18,7 \pm 3,6$ mas/yr (UCAC4)

θ $39,53^\circ \pm 0,03$ (este trabajo)
 ρ $127,44'' \pm 0,052$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO
 $T = \rho/\mu$ - 2951,5 años
 Criterio de Rica - 0,1 % física

Nota WDS - I (Identification uncertain)



8. LDS 1141 - WDS 02560+2432

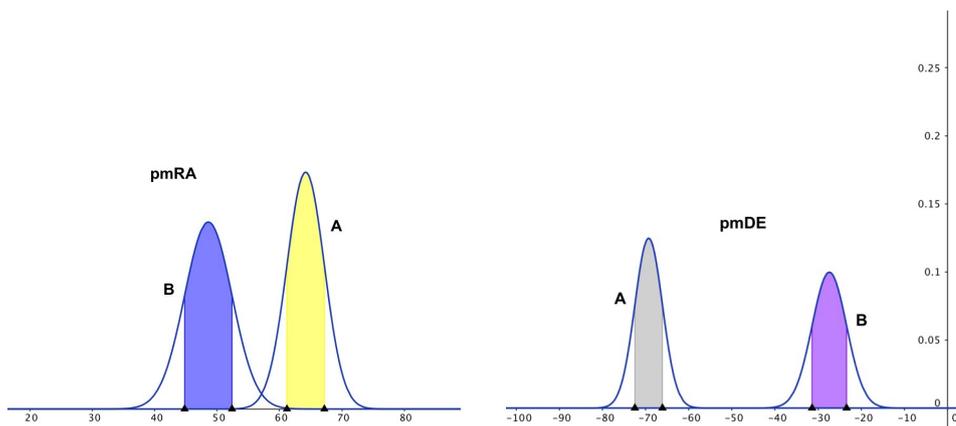
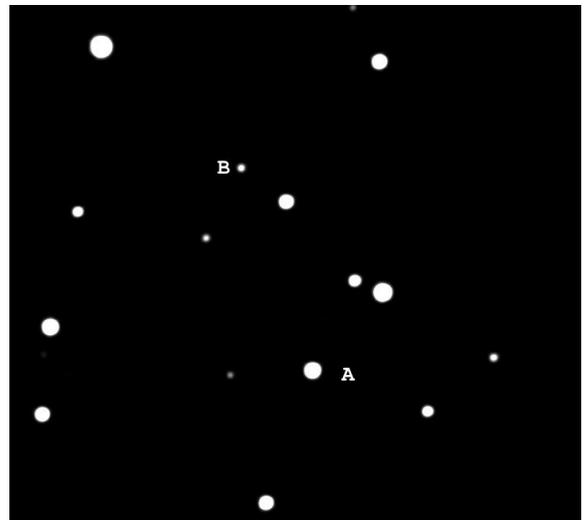
A - UCAC4 573-006394
 B - UCAC4 573-006398

Movimientos Propios

A - pmRA $64,2 \pm 3,0$ mas/yr pm DE $-69,3 \pm 3,2$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $48,6 \pm 3,8$ mas/yr pm DE $-27,4 \pm 4,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $20,01^\circ \pm 0,08$ (este trabajo)
 ρ $108,51'' \pm 0,121$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO
 $T = \rho/\mu$ - 1444,3 años
 Criterio de Rica - 0,0 % física



9. LDS 5504 - WDS 04077+1519

A - UCAC4 527-007792
B - UCAC4 527-007794

Movimientos Propios

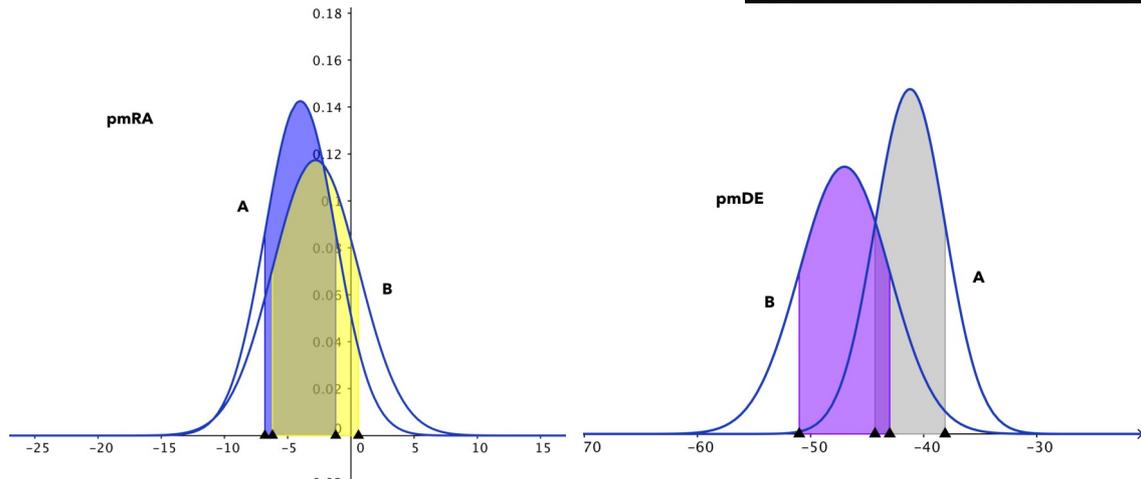
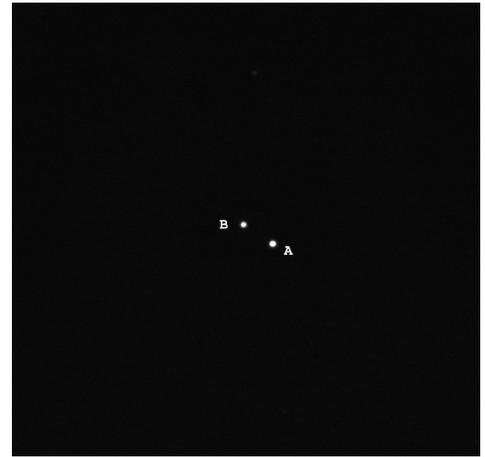
A - pmRA $-4,0 \pm 2,8$ mas/yr pm DE $-41,2 \pm 3,1$ mas/yr (UCAC4)
B - pmRA $-2,8 \pm 3,4$ mas/yr pm DE $-47,0 \pm 4,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $57,26^\circ \pm 0,15$ (este trabajo)
 ρ $24,06'' \pm 0,03$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 543,8 años

Criterio de Rica - 89,2 % física



10. LDS 5522 - WDS 04139+1033

A - UCAC4 503-006918
B - UCAC4 503-006917

Movimientos Propios

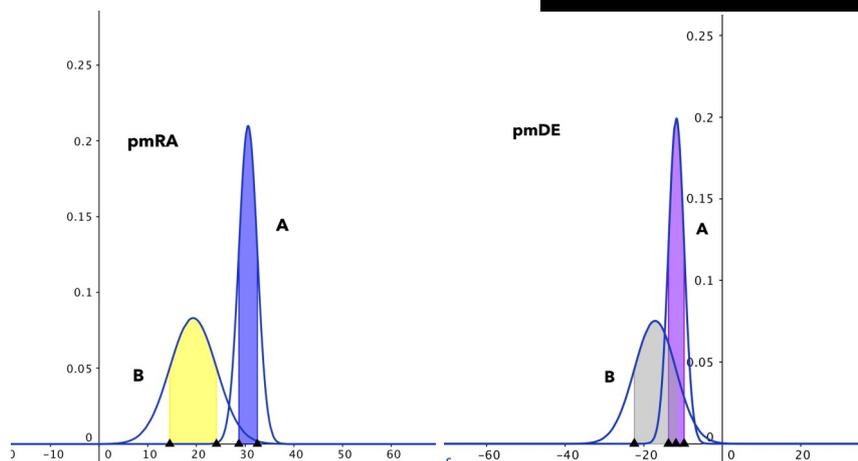
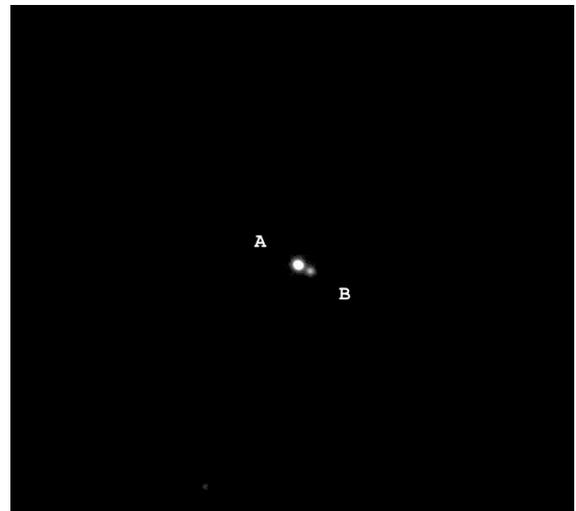
A - pmRA $30,6 \pm 1,9$ mas/yr pm DE $-11,7 \pm 2,0$ mas/yr (UCAC4)
B - pmRA $19,3 \pm 4,8$ mas/yr pm DE $-17,1 \pm 5,3$ mas/yr (UCAC4)

θ $244,17^\circ \pm 0,54$ (este trabajo)
 ρ $6,21'' \pm 0,098$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 212,1 años

Criterio de Rica - 11,4 % física



11. LDS 3361 - WDS 02156+3308

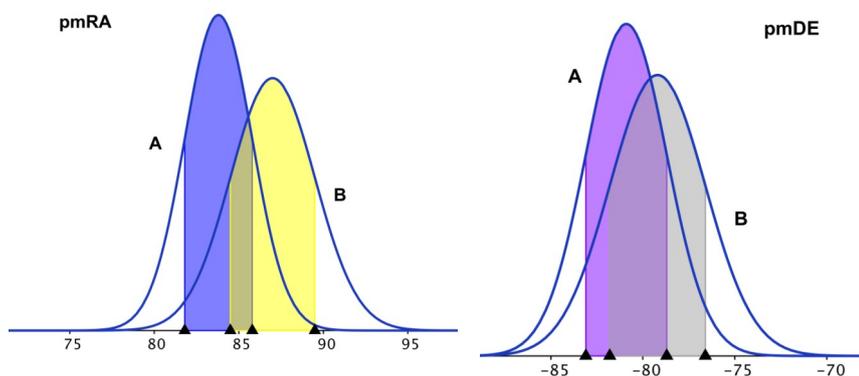
A - UCAC4 616-006099
 B - UCAC4 616-006102

Movimientos Propios

A - pmRA $83,8 \pm 2,0$ mas/yr pm DE $-80,9 \pm 2,2$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $87,0 \pm 2,5$ mas/yr pm DE $-79,2 \pm 2,6$ mas/yr (UCAC4)

θ $84,51^\circ \pm 0,46$ (este trabajo)
 ρ $22,84'' \pm 0,240$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 195,1 años
 Criterio de Rica - 98,7 % física



12. LDS 3334 - WDS 02007+4906

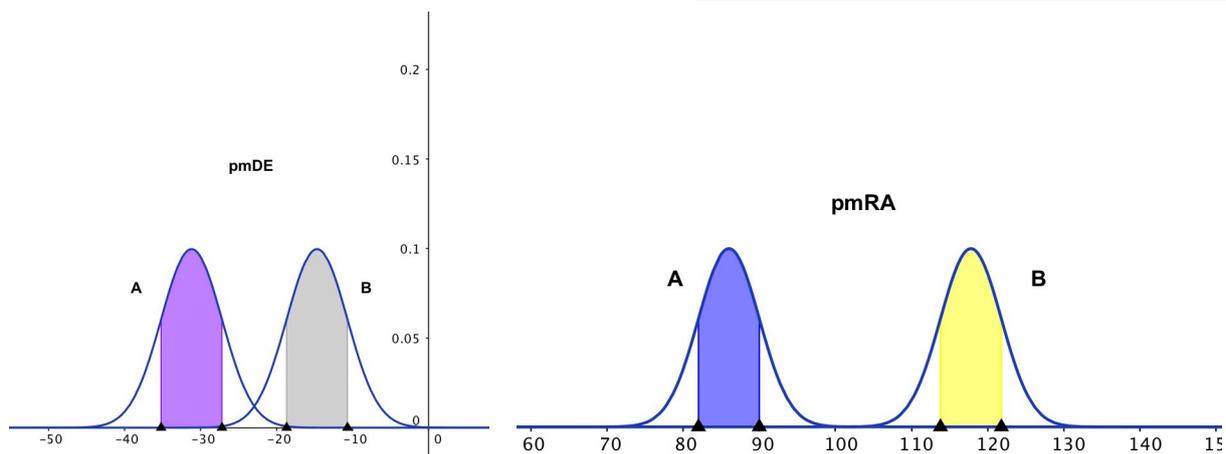
A - UCAC4 696-013359
 B - UCAC4 696-013330

Movimientos Propios

A - pmRA $86,0 \pm 4,0$ mas/yr pm DE $-31,2 \pm 4,0$ mas/yr (PPMXL)
 B - pmRA $117,8 \pm 4,0$ mas/yr pm DE $-14,7 \pm 4,0$ mas/yr (PPMXL)

θ $282,07^\circ \pm 0,05$ (este trabajo)
 ρ $199,102'' \pm 0,048$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO
 $T = \rho/\mu$ - 1894,4 años
 Criterio de Rica - 0 % física



13. LDS 9151 - WDS 03187+1527

A - NLTT 10525 - UCAC4 528-005933
 B - NLTT 10526 - UCAC4 528-005934

Movimientos Propios

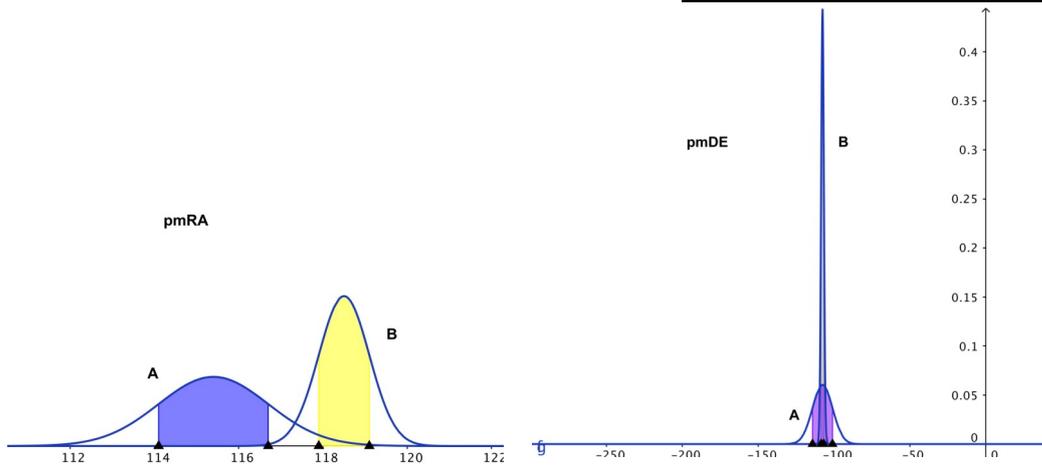
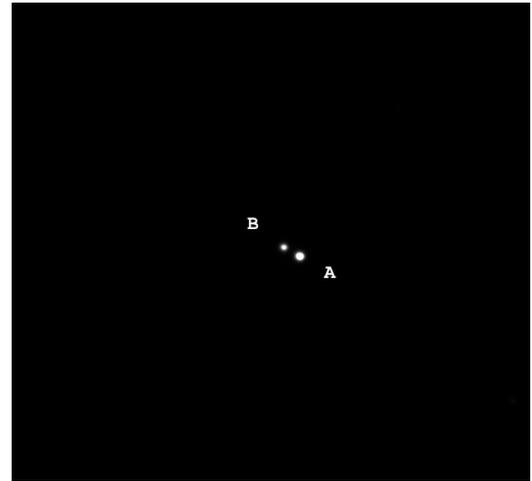
A - pmRA $115,4 \pm 1,3$ mas/yr pm DE $-107,6 \pm 0,9$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $118,5 \pm 0,6$ mas/yr pm DE $-107,6 \pm 6,6$ mas/yr (UCAC4)

θ $61,12^\circ \pm 0,22$ (este trabajo)
 ρ $8,828'' \pm 0,034$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 55,5 años

Criterio de Rica - 88,1 % física



14. LDS 3380 - WDS 02241+2041

A - UCAC4 554-004356
 B - UCAC4 554-004357

Movimientos Propios

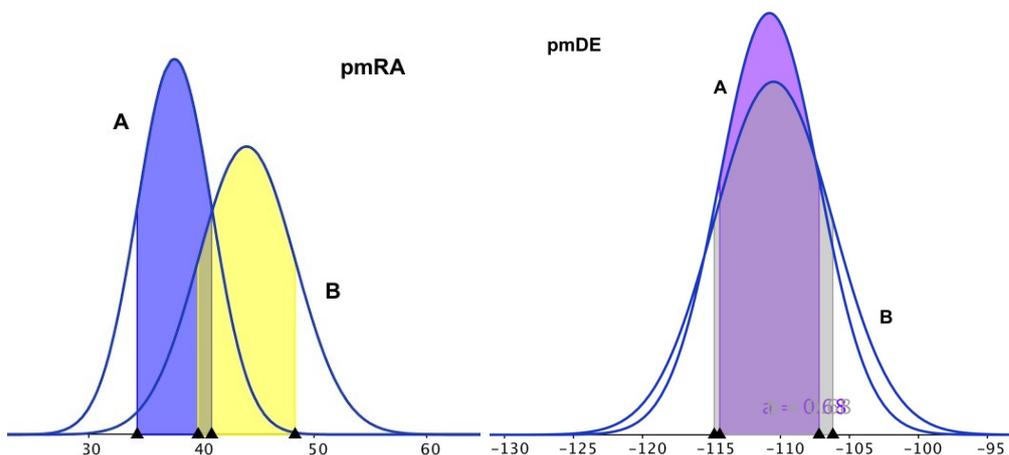
A - pmRA $37,6 \pm 3,3$ mas/yr pm DE $-110,8 \pm 3,6$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $44,0 \pm 4,3$ mas/yr pm DE $-100,5 \pm 4,3$ mas/yr (UCAC4)

θ $48,18^\circ \pm 0,29$ (este trabajo)
 ρ $14,911'' \pm 0,067$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 131,6 años

Criterio de Rica - 79,7 % física



15. LDS 3410 - WDS 02399+4010

A - UCAC3 261-23437
B - UCAC3 261-23449

Movimientos Propios

A - pmRA $135,9 \pm 3,5$ mas/yr pm DE $-128,7 \pm 1,7$ mas/yr (UCAC4)

B - pmRA $131,9 \pm 1,5$ mas/yr pm DE $-133,6 \pm 3,4$ mas/yr (UCAC4)

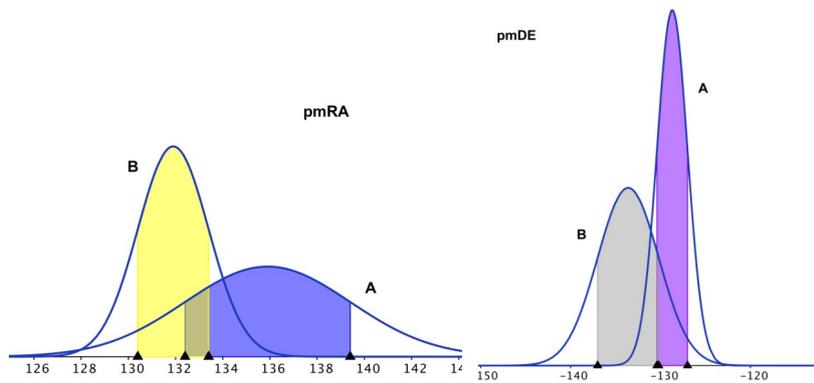
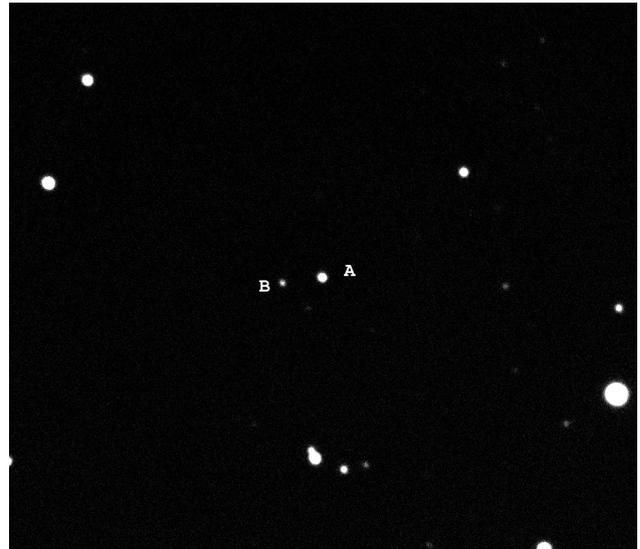
θ $98,71^\circ \pm 0,32$ (este trabajo)

ρ $30,1071'' \pm 0,085$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 160,6 años

Criterio de Rica - 94,4 % física



16. LDS 5401 - WDS 02565+5526

A - Ross 364
B - Ross 365

Movimientos Propios

A - pmRA $733,1 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-452,1 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

B - pmRA $802,7 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-443,8 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

Velocidad radial

A - $78,4 \pm 2,1$ Km/s

B - $70,50 \pm 10$ Km/s

Paralaje

A - $22,16 \pm 10,5$ mas (HIP2)

B - $-41,30 \pm 32,53$ mas (HIP2)

Hay algo raro en estos paralajes; es difícil estimar la distancia confiando en estos valores.

Clase espectral

A - M1V

B - M2,5V

θ $21,19^\circ \pm 0,10$ (este trabajo)

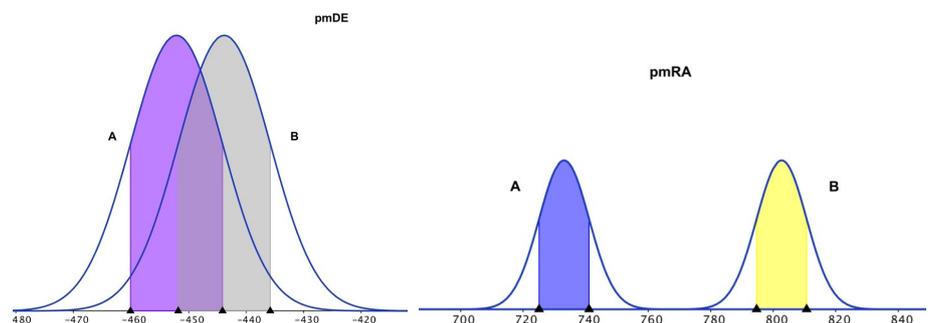
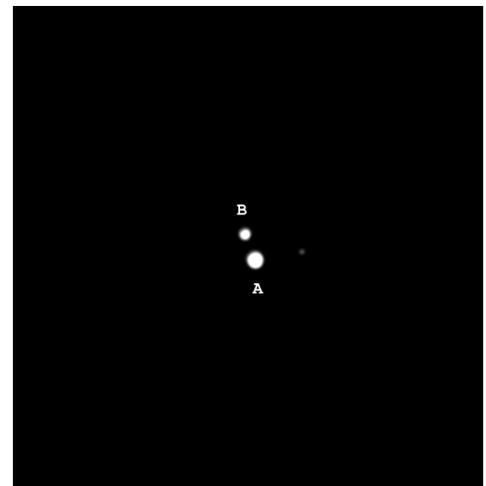
ρ $16,56'' \pm 0,033$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO

$T = \rho/\mu$ - 18,6 años

Criterio de Rica - 3,2 % física

Nota WDS - V Proper motion indicates physical



17. LDS 5412 - WDS 03107+5231

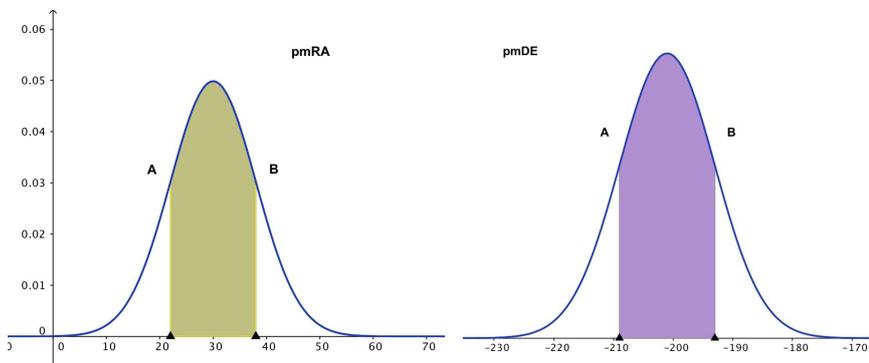
A - 2MASS J03104529+5231241
 B - 2MASS J03104611+5231252

Movimientos Propios

A - pmRA $30,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-201,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $30,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-201,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $82,53^\circ \pm 0,56$ (este trabajo)
 ρ $7,623'' \pm 0,066$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 37,51 años
 Criterio de Rica - 98,9 % física



18. LDS 3222 - WDS 01024+4102

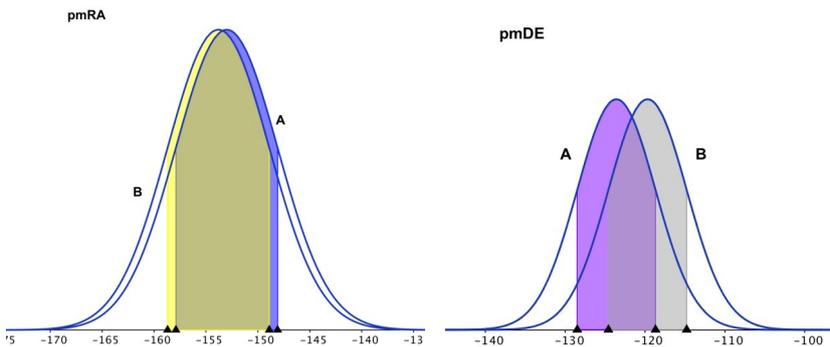
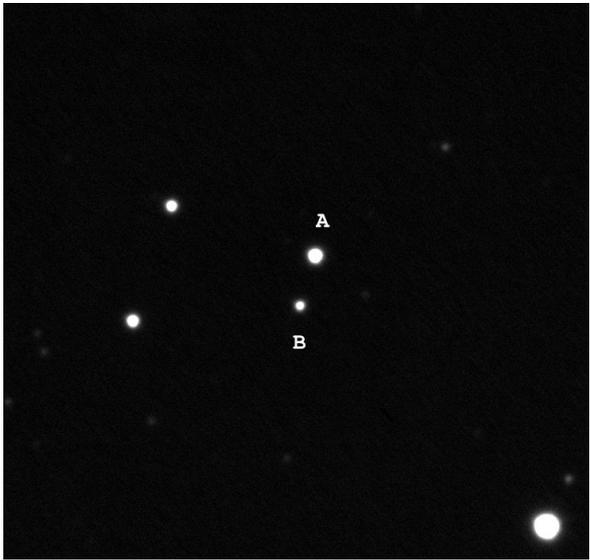
A - LP 194-15 A
 B - 2MASS J01022695+4101442

Movimientos Propios

A - pmRA $-153,0 \pm 4,9$ mas/yr pm DE $-123,6 \pm 4,9$ mas/yr (PPMXL)
 B - pmRA $-153,8 \pm 4,9$ mas/yr pm DE $-119,7 \pm 4,9$ mas/yr (PPMXL)

θ $163,88^\circ \pm 0,11$ (este trabajo)
 ρ $27,567'' \pm 0,054$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 135,7 años
 Criterio de Rica - 98,9 % física



19. LDS 3512 - WDS 03376+1751

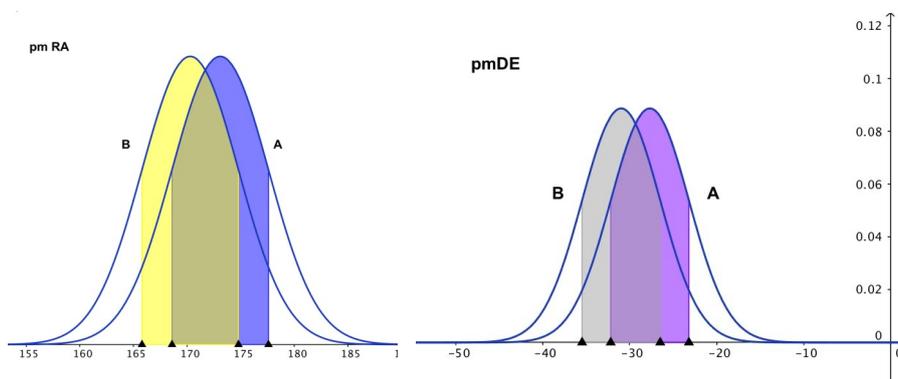
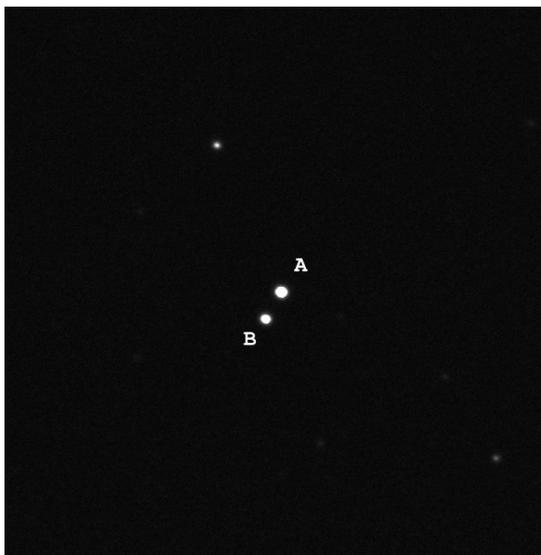
A - GJ 3239
B - GJ 3240

Movimientos Propios

A - pmRA $-173,1 \pm 4,5$ mas/yr pm DE $-27,7 \pm 4,5$ mas/yr (PPMXL)
B - pmRA $-170,3 \pm 4,5$ mas/yr pm DE $-131,0 \pm 4,5$ mas/yr (PPMXL)

θ $163,88^\circ \pm 0,11$ (este trabajo)
 ρ $27,567'' \pm 0,054$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho / \mu$ - 92,4 años
Criterio de Rica - 98,1 % física



20. LDS 3688 - WDS 06037+5642

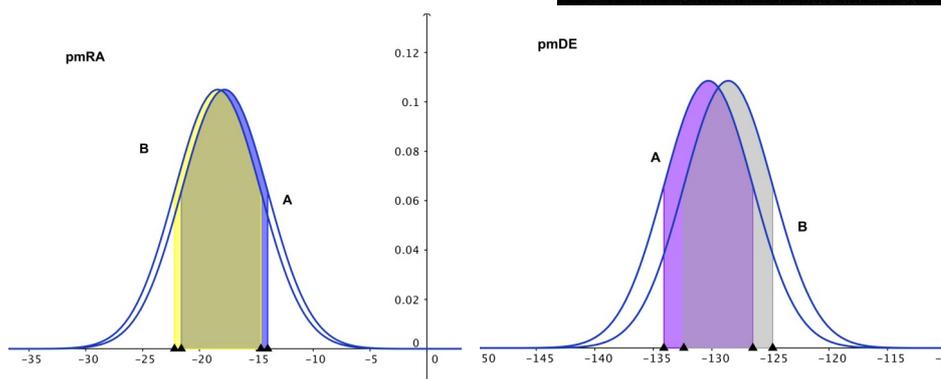
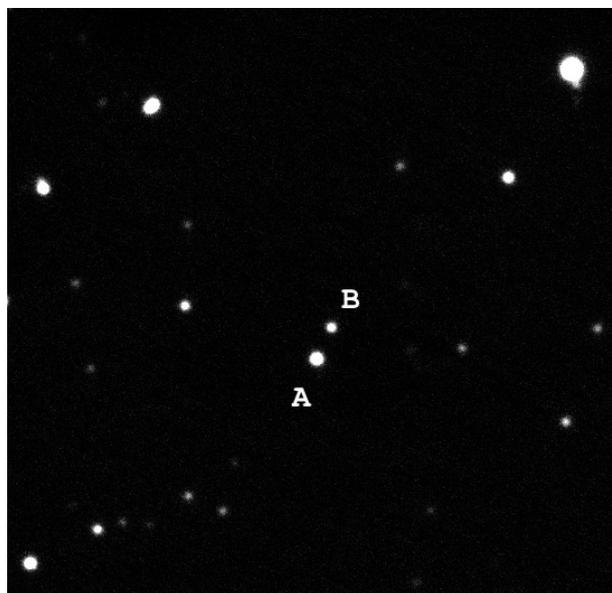
A - 2MASS 06034583+5641249
B - 2MASS 06034583+5641249

Movimientos Propios

A - pmRA $-17,8 \pm 3,8$ mas/yr pm DE $-130,3 \pm 3,8$ mas/yr (PPMXL)
B - pmRA $-18,4 \pm 3,8$ mas/yr pm DE $-128,6 \pm 3,8$ mas/yr (PPMXL)

θ $335,48^\circ \pm 0,52$ (este trabajo)
 ρ $12,527'' \pm 0,065$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho / \mu$ - 95,8 años
Criterio de Rica - 98,8 % física



21. LDS 3725 - WDS 06589+2843

A - TYC 1907-1085-1
B - UCAC3 238-80252

Movimientos Propios

A - pmRA $-26,7 \pm 1,6$ mas/yr pm DE $-113,9 \pm 1,0$ mas/yr (UCAC4)

B - pmRA $-34,4 \pm 3,4$ mas/yr pm DE $-117,4 \pm 3,3$ mas/yr (UCAC4)

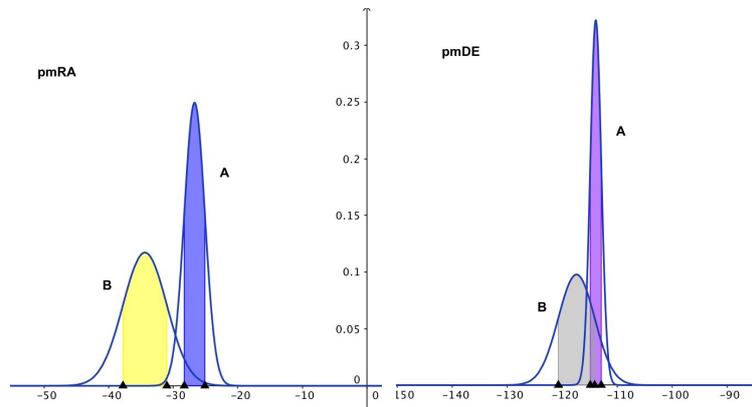
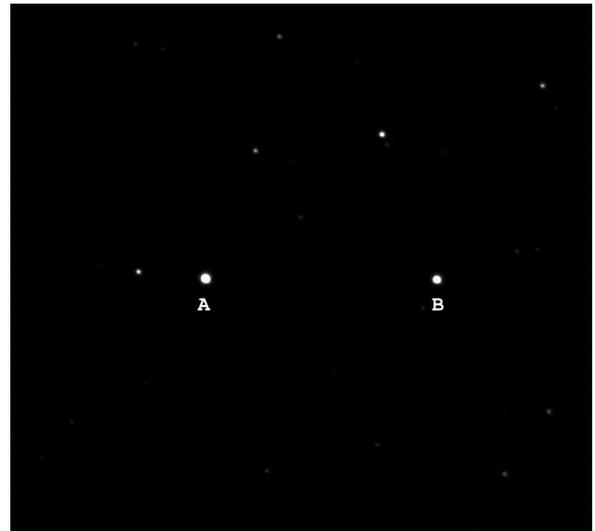
θ $270,51^\circ \pm 0,02$ (este trabajo)

ρ $152,985'' \pm 0,039$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 1278,5 años

Criterio de Rica - 30,0 % física



22. LDS 3723 - WDS 06554+5451

A - UCAC4 725-043947
B - UCAC4 725-043950

Movimientos Propios

A - pmRA $-20,4 \pm 4,2$ mas/yr pm DE $-92,4 \pm 5,0$ mas/yr (UCAC4)

B - pmRA $-12,0 \pm 6,4$ mas/yr pm DE $-133,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

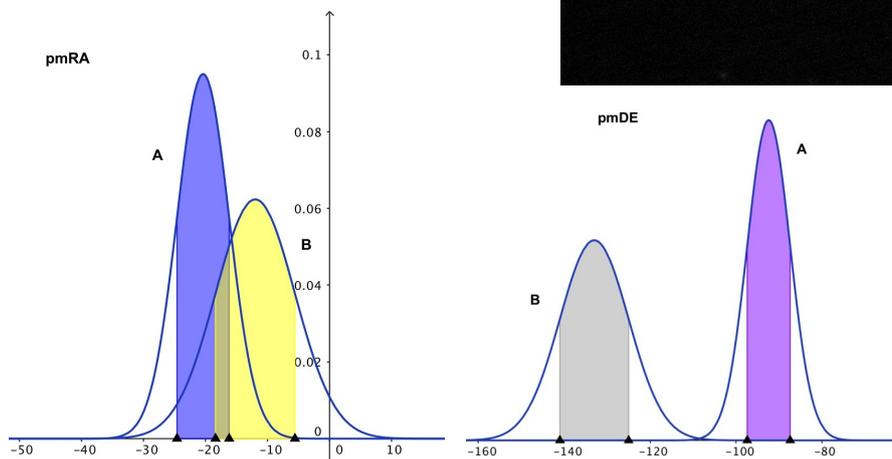
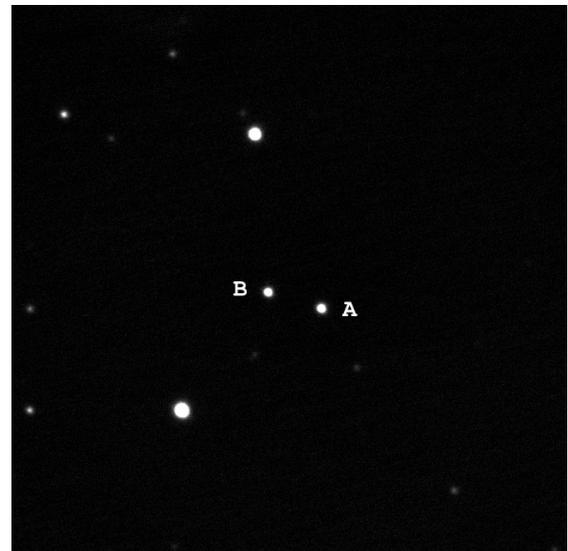
θ $73,65^\circ \pm 0,04$ (este trabajo)

ρ $26,013'' \pm 0,044$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO

$T = \rho/\mu$ - 228,0 años

Criterio de Rica - 0,0 % física



23. LDS 5616 - WDS 04550+3026

A - G 86-16

B - 2MASS J04545674+3025417

Movimientos Propios

A - pmRA $216,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-137,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

B - pmRA $216,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-137,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

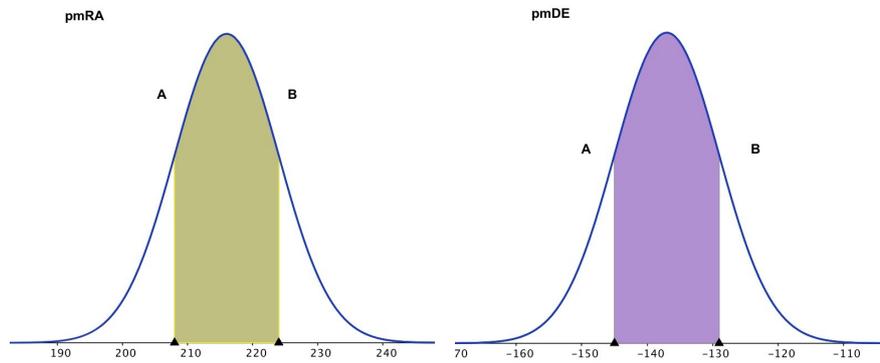
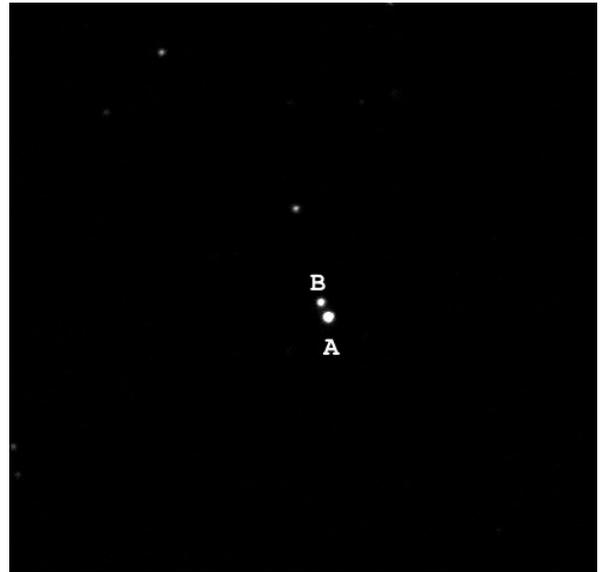
θ $27,44^\circ \pm 0,35$ (este trabajo)

ρ $5,494'' \pm 0,049$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 21,5 años

Criterio de Rica - 99,0 % física



24. LDS 6162 - WDS 05048+0958

A - PPMXL 2982128449276228125

B - PPMXL 2982128443402223015

Movimientos Propios

A - pmRA $6,9 \pm 4,1$ mas/yr pm DE $19,6 \pm 4,1$ mas/yr (PPMXL)

B - pmRA $-3,3 \pm 14,6$ mas/yr pm DE $-355,2 \pm 15,0$ mas/yr (PPMXL)

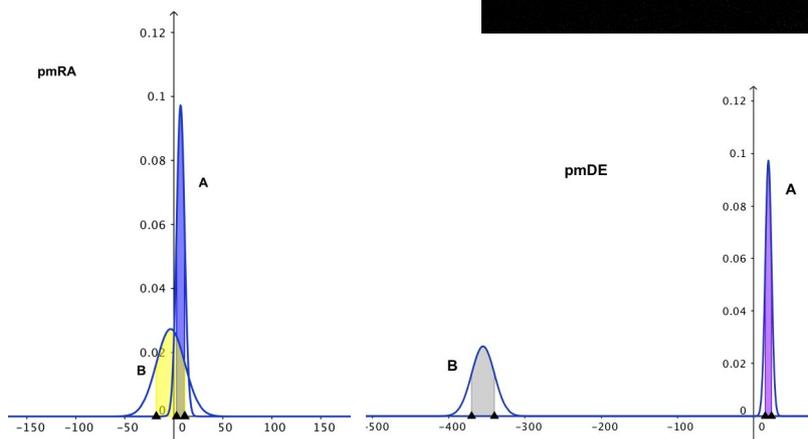
θ $186,50^\circ \pm 0,02$ (este trabajo)

ρ $5,453'' \pm 0,008$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO

$T = \rho/\mu$ - 29,0 años

Criterio de Rica - 0,0 % física



25. LDS 5679 - WDS 06401+2828

A - G 103-50
B - 2MASS J06401009+2826579

Movimientos Propios

A - pmRA $231,7 \pm 10,8$ mas/yr pm DE $-266,7 \pm 12,5$ mas/yr (UCAC4)

B - pmRA $254,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-255,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

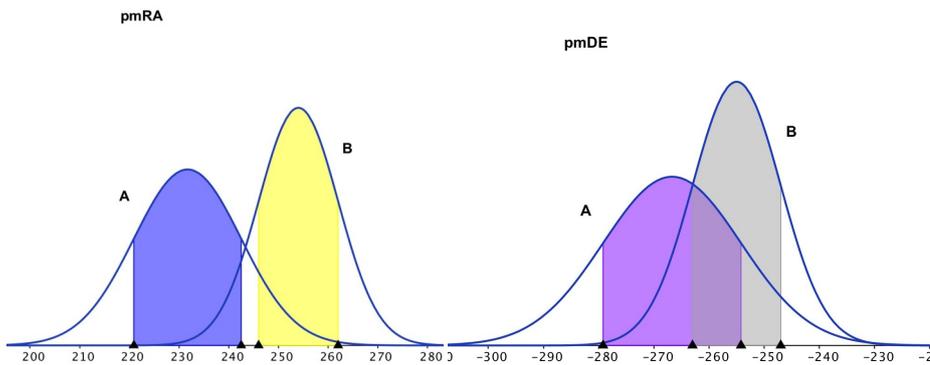
θ $109,90^\circ \pm 0,26$ (este trabajo)

ρ $8,887'' \pm 0,059$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 24,9 años

Criterio de Rica - 87,6 % física



26. LDS 896 - WDS 06273+2123

A - 2MASS 06271135+2123365
B - 2MASS 06271102+2123309

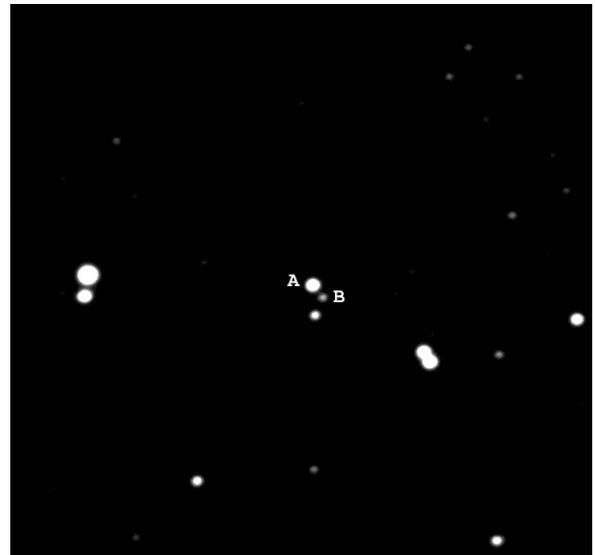
Movimientos Propios

A - pmRA $-7,8 \pm 6,2$ mas/yr pm DE $23,5 \pm 7,1$ mas/yr (UCAC4)

B - no hay datos

θ $218,19^\circ \pm 0,49$ (este trabajo)

ρ $7,231'' \pm 0,084$ (este trabajo)



27. LDS 3779 - WDS 08145+0212

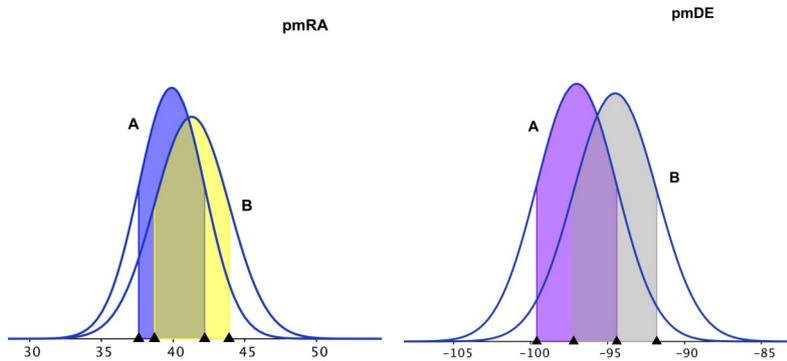
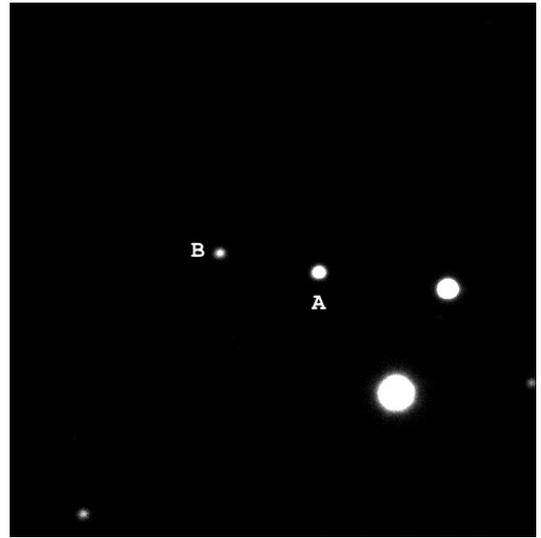
A - UCAC4 462-040427
 B - UCAC4 462-040430

Movimientos Propios

A - pmRA $39,9 \pm 2,3$ mas/yr pm DE $-97,0 \pm 2,6$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $41,3 \pm 2,6$ mas/yr pm DE $-94,5 \pm 2,7$ mas/yr (UCAC4)

θ $79,77^\circ \pm 0,09$ (este trabajo)
 ρ $38,343'' \pm 0,069$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 368,6 años
 Criterio de Rica - 98,8 % física



28. LDS 5629 - WDS 04566+1235

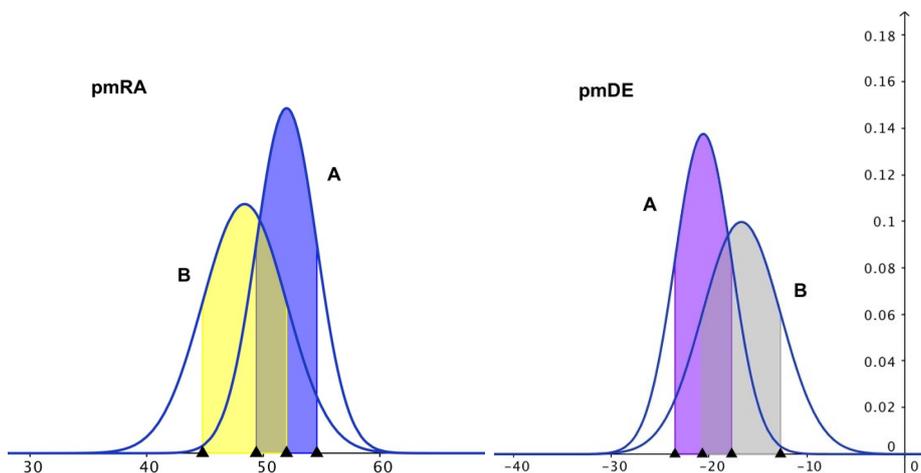
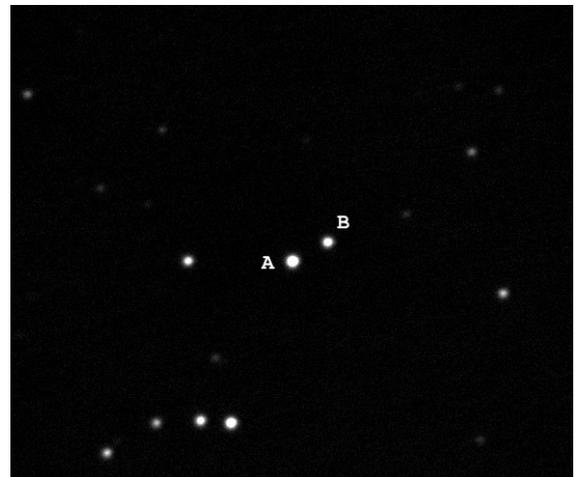
A - 2MASS 04563707+1234507
 B - 2MASS 04563608+1234589

Movimientos Propios

A - pmRA $52,0 \pm 2,6$ mas/yr pm DE $-20,6 \pm 2,9$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $48,4 \pm 3,6$ mas/yr pm DE $-16,7 \pm 4,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $299,43^\circ \pm 0,14$ (este trabajo)
 ρ $16,657'' \pm 0,058$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 310,9 años
 Criterio de Rica - 89,0 % física



29. LDS 901 - WDS 07510+4231

A - BD+42 1773A
B - BD+42 1773B

Movimientos Propios

A - pmRA $-149,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-223,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

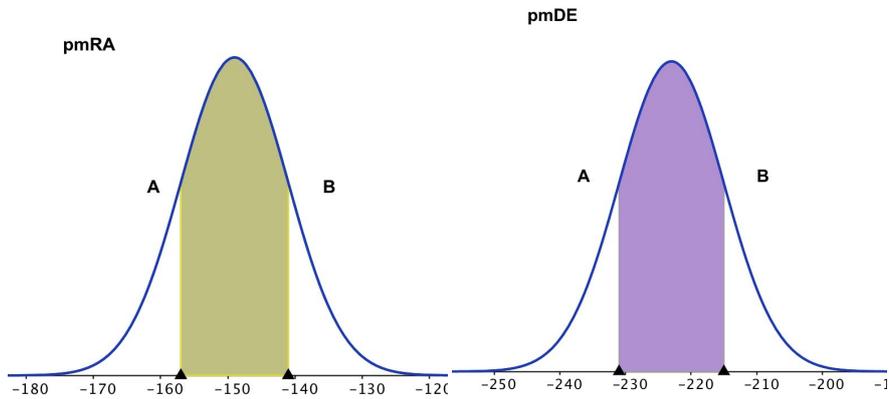
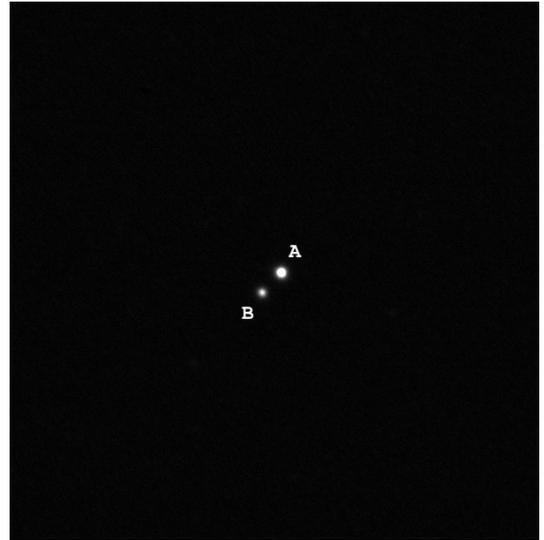
B - pmRA $-149,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-223,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $137,25^\circ \pm 0,20$ (este trabajo)
 ρ $12,555'' \pm 0,067$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 46,812 años

Criterio de Rica - 99,0 % física



30. LDS 6148 - WDS 04563+2415

A - HD 283966
B - TYC 1832-943-1

Movimientos Propios

A - pmRA $86,0 \pm 0,8$ mas/yr pm DE $12,7 \pm 0,7$ mas/yr (UCAC4)

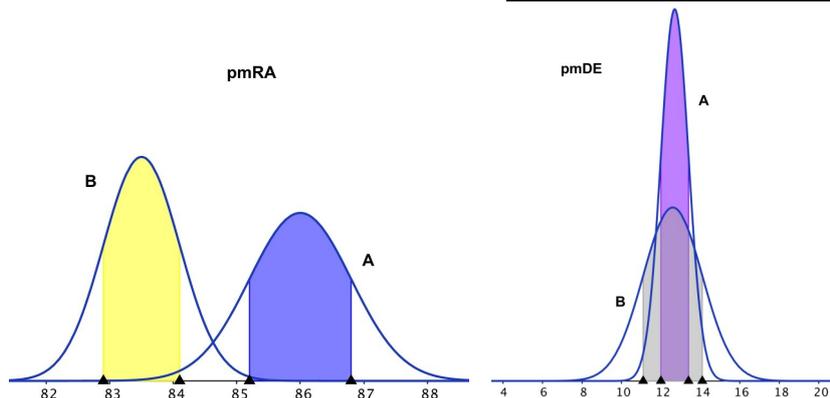
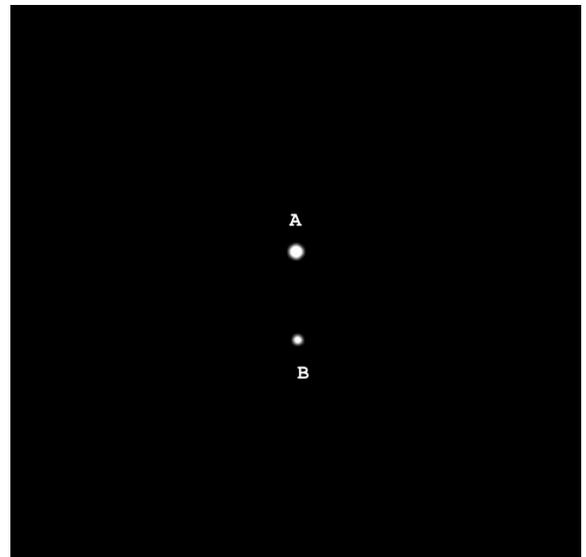
B - pmRA $83,5 \pm 0,6$ mas/yr pm DE $12,6 \pm 1,5$ mas/yr (UCAC4)

θ $181,84^\circ \pm 0,11$ (este trabajo)
 ρ $41,159'' \pm 0,092$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 480,3 años

Criterio de Rica - 95,1 % física



31. LDS 3663 - WDS 05329+5429

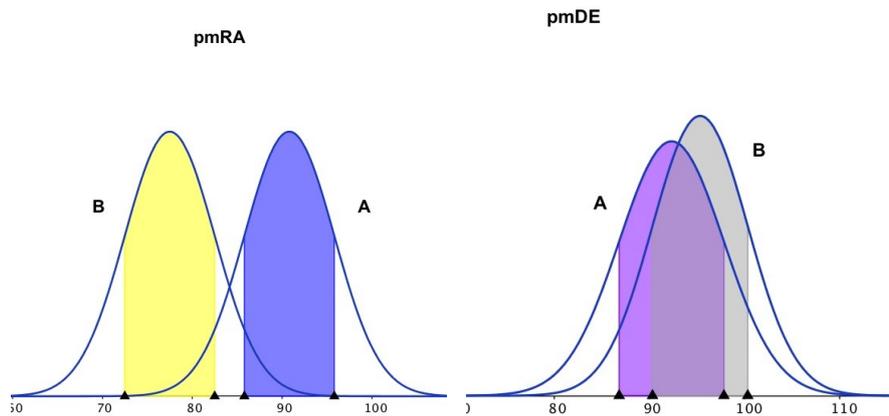
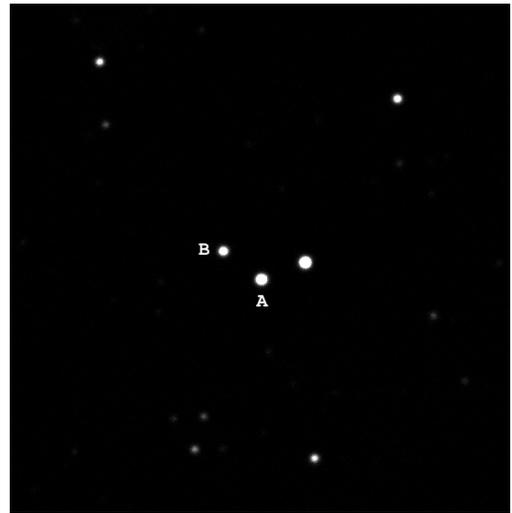
A - 2MASS 05325210+5427415
 B - 2MASS 05325424+5427552

Movimientos Propios

A - pmRA $90,8 \pm 5,0$ mas/yr pm DE $92,3 \pm 5,5$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $77,5 \pm 5,0$ mas/yr pm DE $95,3 \pm 5,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $53,92^\circ \pm 0,20$ (este trabajo)
 ρ $23,174'' \pm 0,070$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 183,7 años
 Criterio de Rica - 76,7 % física



32. LDS 6093 - WDS 03405+2333

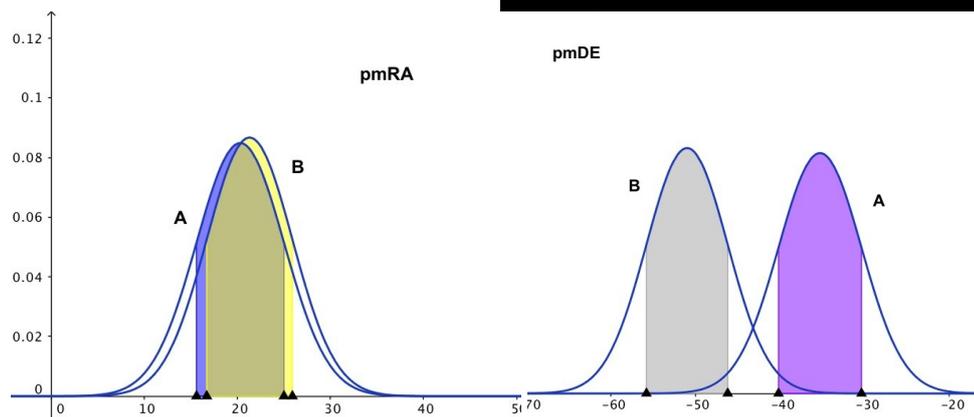
A - Cl* Melotte 22 SK 775
 B - Cl* Melotte 22 DH 143

Movimientos Propios

A - pmRA $20,3 \pm 4,7$ mas/yr pm DE $-35,3 \pm 4,9$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $21,3 \pm 4,6$ mas/yr pm DE $-51,0 \pm 4,8$ mas/yr (UCAC4)

θ $93,86^\circ \pm 0,21$ (este trabajo)
 ρ $26,183'' \pm 0,105$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO
 $T = \rho/\mu$ - 545,5 años
 Criterio de Rica - 33,4 % física



33. LDS 897 - WDS 06335+2245

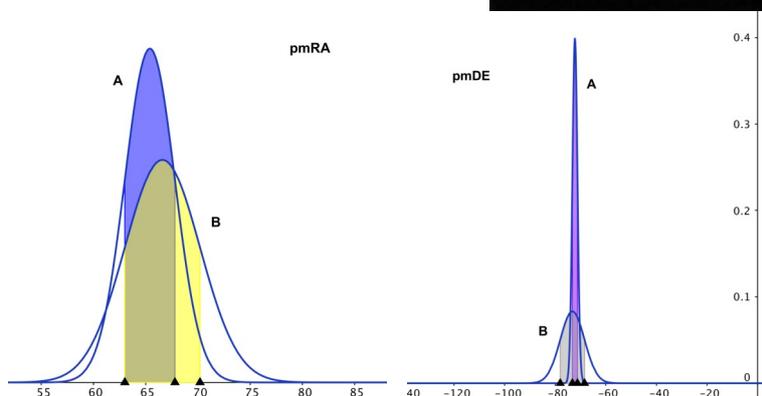
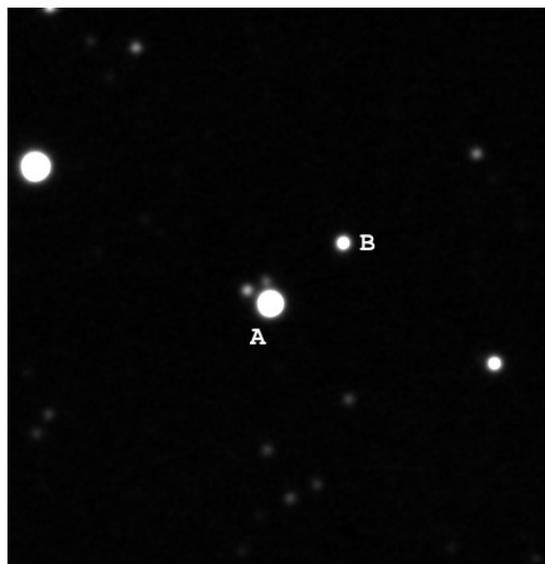
A - TYC 1879-1024-1
 B - EPIC 202067952

Movimientos Propios

A - pmRA $65,4 \pm 2,4$ mas/yr pm DE $-72,2 \pm 1,0$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $66,6 \pm 3,6$ mas/yr pm DE $-73,2 \pm 4,8$ mas/yr (UCAC4)

θ $311,17^\circ \pm 0,12$ (este trabajo)
 ρ $33,442'' \pm 0,047$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 340,6 años
 Criterio de Rica - 86,6 % física



34. LDS 3742 - WDS 07295+3911

A - LP 207-7
 B - LP 207-8

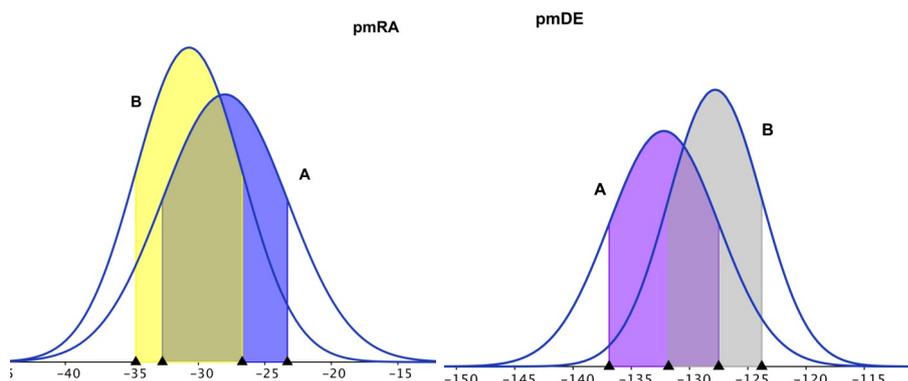
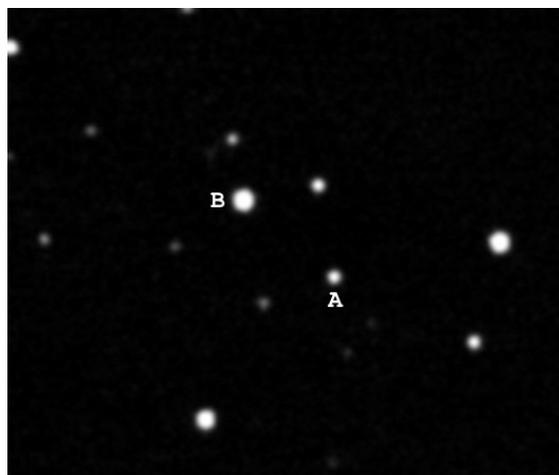
Movimientos Propios

A - pmRA $-28,0 \pm 4,7$ mas/yr pm DE $-132,2 \pm 4,7$ mas/yr (PPMXL)
 B - pmRA $-30,7 \pm 4,0$ mas/yr pm DE $-127,8 \pm 4,0$ mas/yr (PPMXL)

θ $50,63^\circ \pm 0,15$ (este trabajo)
 ρ $44,902'' \pm 0,183$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 336,9 años
 Criterio de Rica - 97,7 % física

Clase espectral
 A - DA3,8 - Enana blanca
 B - M5V



35. LDS 907 - WDS 08399+4500

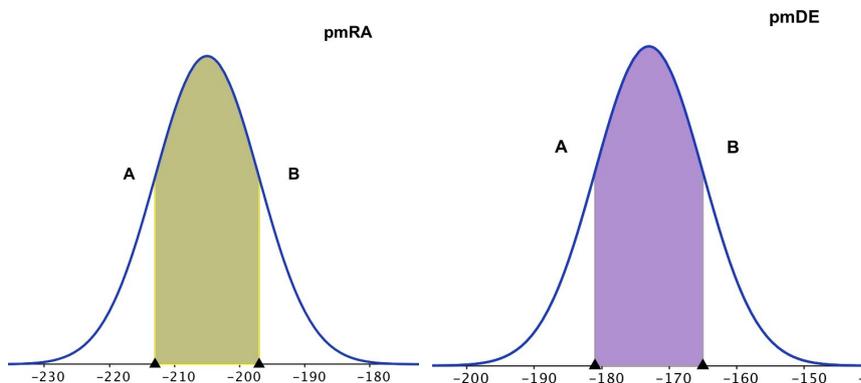
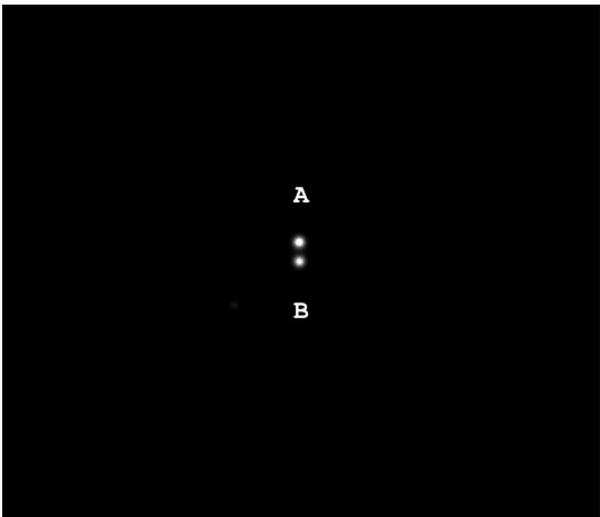
A - Wolf 317A
 B - Wolf 317B

Movimientos Propios

A - pmRA $-205,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-173,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $-205,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-173,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $181,92^\circ \pm 0,21$ (este trabajo)
 ρ $6,950'' \pm 0,046$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 25,9 años
 Criterio de Rica - 99,0 % física



36. LDS 3708 AB - WDS 06320+4616

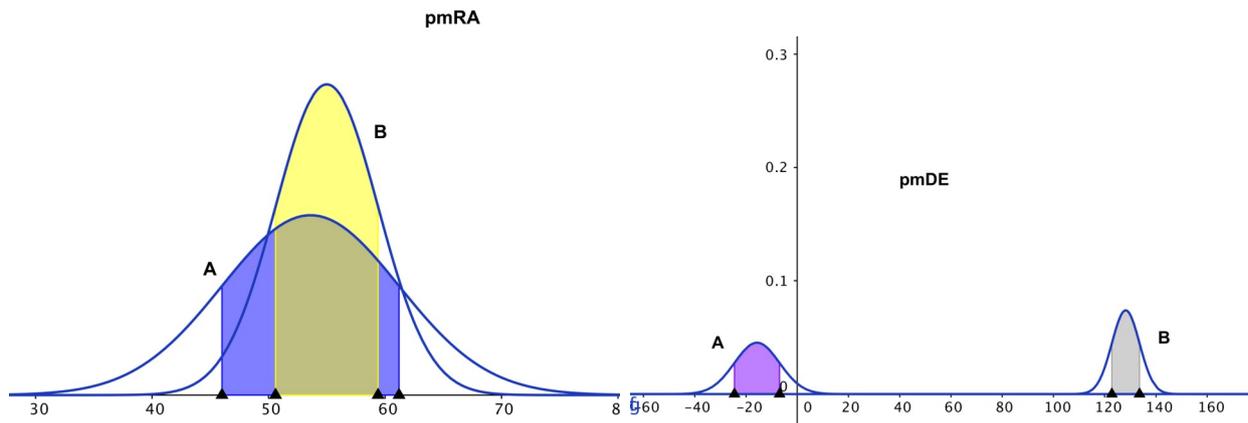
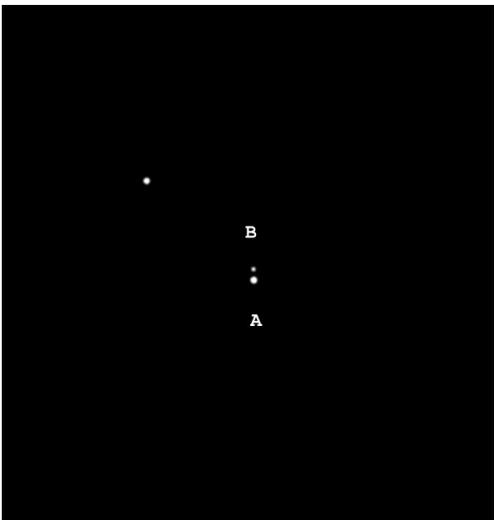
A - 2MASS 06320258+4615354
 B - 2MASS 06320260+4615406

Movimientos Propios

A - pmRA $53,6 \pm 7,6$ mas/yr pm DE $-15,7 \pm 8,8$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $55,0 \pm 4,4$ mas/yr pm DE $128,2 \pm 5,4$ mas/yr (UCAC4)

θ $2,87^\circ \pm 0,42$ (este trabajo)
 ρ $5,245'' \pm 0,078$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO
 $T = \rho/\mu$ - 53,7 años
 Criterio de Rica - 0,0 % física



37. LDS 3775 - WDS 08106+2510

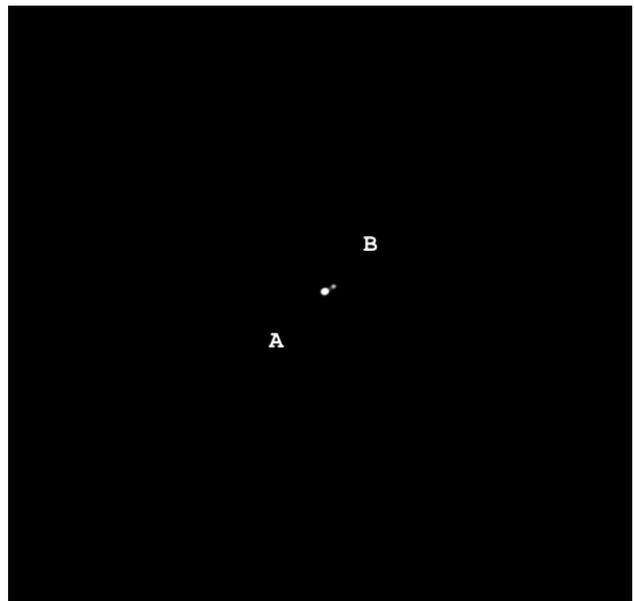
A - LP 366-49
B - LP 366-48

Movimientos Propios

A - pmRA $-151,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $48,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
B - no hay datos

θ $299,64^\circ \pm 0,88$ (este trabajo)
 ρ $3,584'' \pm 0,092$ (este trabajo)

Nota: en ningún catálogo se pueden encontrar los valores de movimiento propio de la secundaria, pero en la pagina Simbad de la misma componente secundaria - LP 366-48 - hay movimientos propios iguales a los de la primaria, Además, haciendo un "blinking" con las imágenes POSSI (1955) y POSSII (1996) se aprecia un movimiento evidente y en el mismo sentido.



38. LDS 6206 AB - WDS 07319+3613 (VV Lyn)

A - BD+36 1638
B - Ross 989

Movimientos Propios

A - pmRA $-246,0 \pm 1,5$ mas/yr pm DE $-213,6 \pm 4,6$ mas/yr (UCAC4)
B - pmRA $-268,4 \pm 1,5$ mas/yr pm DE $-259,1 \pm 1,6$ mas/yr (UCAC4)

θ $352,32^\circ \pm 0,06$ (este trabajo)
 ρ $37,498'' \pm 0,060$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO
 $T = \rho/\mu$ - 107,3 años
Criterio de Rica - 0,0 % física

Clase espectral

A - M2,5V
B - M4,0V

Paralaje y distancia

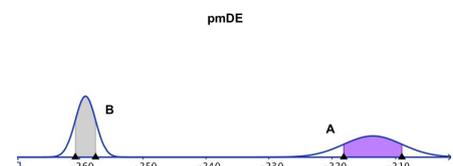
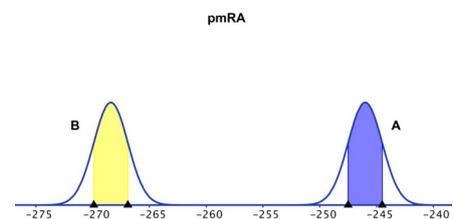
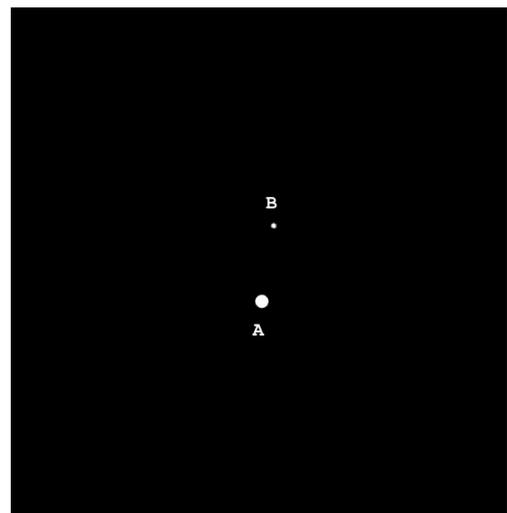
A - $84,26$ mas $\pm 3,45$ - 11,87 psec
B - $83,46$ mas $\pm 4,07$ - 11,98 psec

Velocidad radial

A : $-0,10 \pm 2,6$ Km/s
B : $-0,7 \pm 0,1$ Km/s

Notas WDS: Parallax indicates components are physical, Proper motion indicates physical.

Nota: todas la informaciones sobre esta estrella doble indican que se trata de una verdadera binaria, excepto los movimientos propios. Utilizando imágenes históricas del POSSI y POSSII procedentes de Vizier es posible apreciar un movimiento común tanto con la técnica del "blinking" como con la composición en doble color. Estamos en frente de un emblemático caso en que los datos de Gaia podrían si duda resolver el problema.



39. LDS 903 - WDS 08212+2254

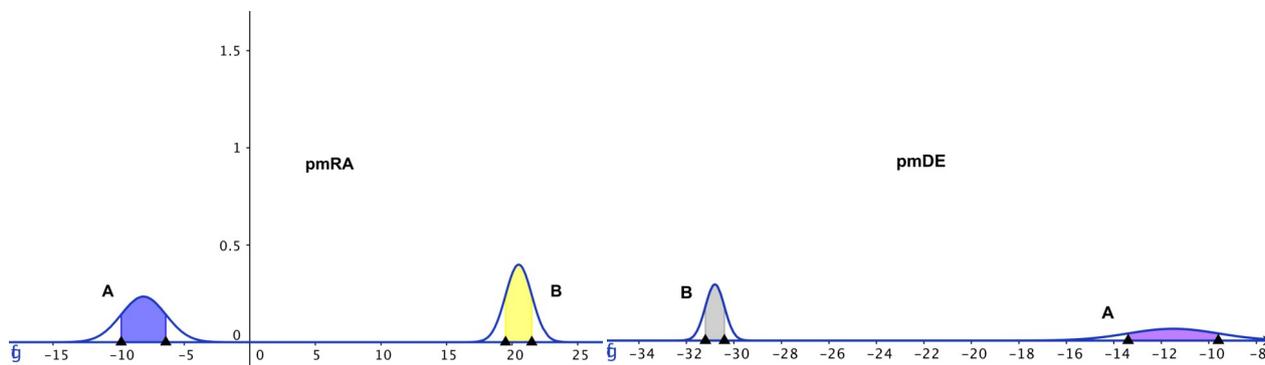
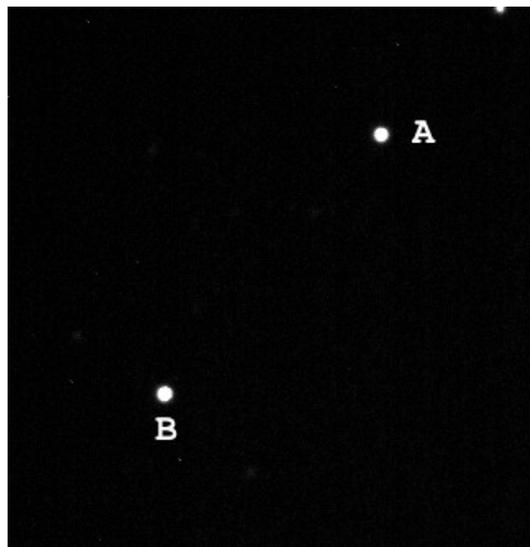
A - CCDM J08212+2253A
 B - CCDM J08212+2253B

Movimientos Propios

A - pmRA $-8,1 \pm 1,7$ mas/yr pm DE $-11,5 \pm 1,9$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $20,5 \pm 1,0$ mas/yr pm DE $-30,8 \pm 0,4$ mas/yr (UCAC4)

θ $141,53^\circ \pm 0,04$ (este trabajo)
 ρ $166,895'' \pm 0,074$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO
 $T = \rho/\mu$ - 6536,6 años
 Criterio de Rica - 0,0 % física



40. LDS 3762 - WDS 07476+4808

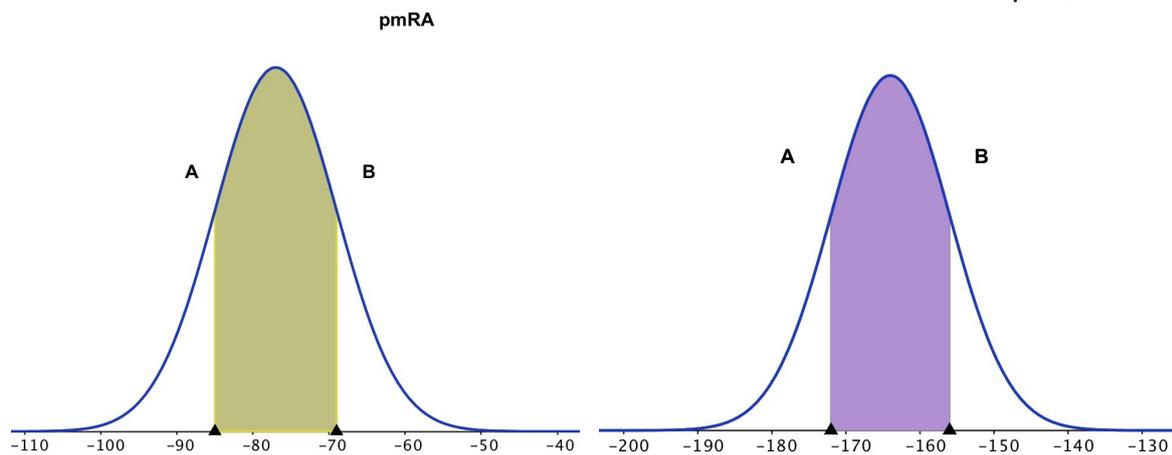
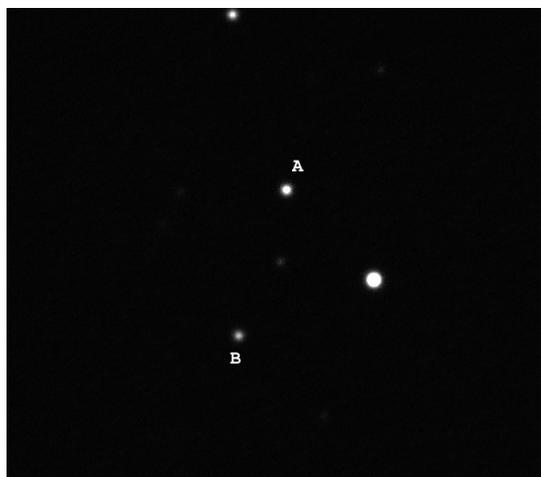
A - UCAC4 691-046913
 B - LDS 3762B

Movimientos Propios

A - pmRA $-77,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-164,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $-77,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-164,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $163,08^\circ \pm 0,08$ (este trabajo)
 ρ $77,09'' \pm 0,056$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 425,5 años
 Criterio de Rica - 98,9 % física



41. LDS 905 AB - WDS 08317+1924

A - V* CU Cnc
B - LDS 3762B

Movimientos Propios

A - pmRA $-229,5 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-87,4 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
B - pmRA $-218,9 \pm 2,3$ mas/yr pm DE $-123,5 \pm 3,2$ mas/yr (UCAC4)

θ $347,93^\circ \pm 0,52$ (este trabajo)
 ρ $10,049'' \pm 0,061$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO
 $T = \rho/\mu$ - 40,446 años
Criterio de Rica - 0,0 % física

Clase espectral

A - M5V
B - M4,0V

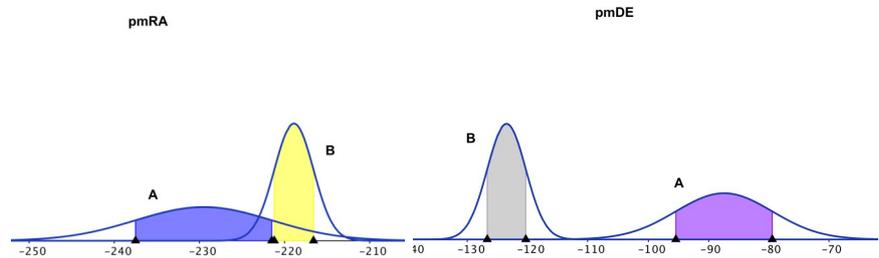
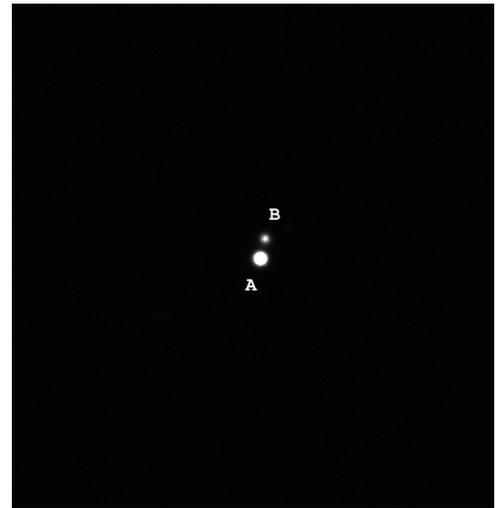
Paralaje y distancia

A - $90,37$ mas $\pm 8,22$ - 11,06 psec
B - $78,1$ mas $\pm 5,7$ - 12,8 psec

Velocidad radial

A : $-2,040 \pm 3,232$ Km/s
B : 49405 ± 5523 Km/s

Notas WDS: Proper motion indicates physical



42. LDS 3635 - WDS 05019+1021

A - TYC 689-1626-1
B - 2MASS 05015732+1019371

Movimientos Propios

A - pmRA $72,45 \pm 1,1$ mas/yr pm DE $-9,2 \pm 1,0$ mas/yr (UCAC4)
B - pmRA $70,7 \pm 2,8$ mas/yr pm DE $-9,5 \pm 3,3$ mas/yr (UCAC4)

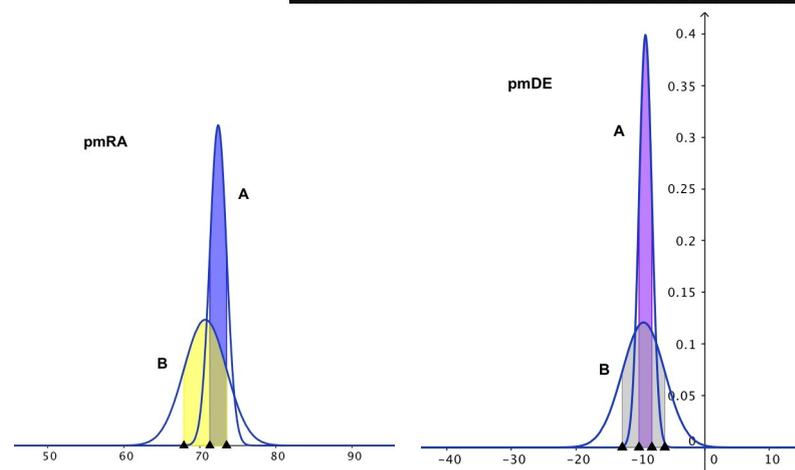
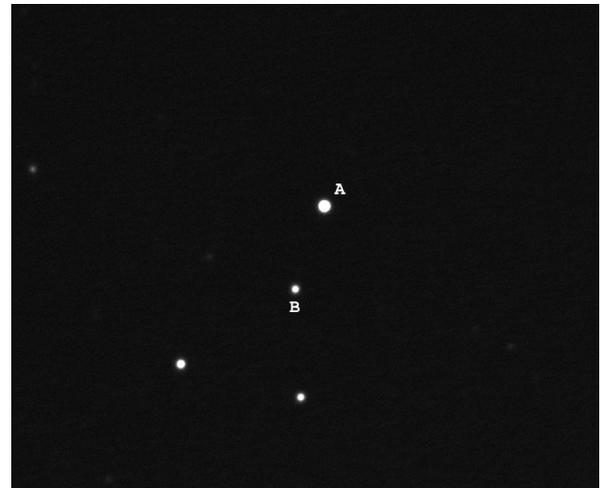
A - pmRA $71,193 \pm 3,771$ mas/yr pm DE $-5,433 \pm 2,890$ mas/yr (Gaia DR1)

θ $162,01^\circ \pm 0,09$ (este trabajo)
 ρ $45,893'' \pm 0,068$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 636,0 años
Criterio de Rica - 79,7 % física

Paralaje y distancia

A - $5,18 \pm 0,26$ mas - 193,05 psec



43. LDS 5189 - WDS 04289+4222

A - NLTT 13320
B - LP 201-30

Movimientos Propios

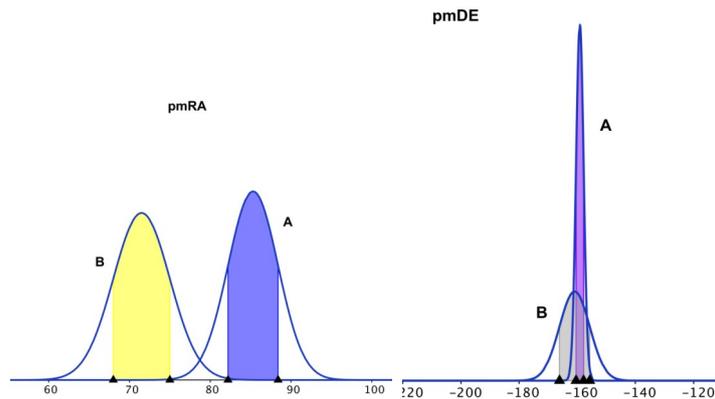
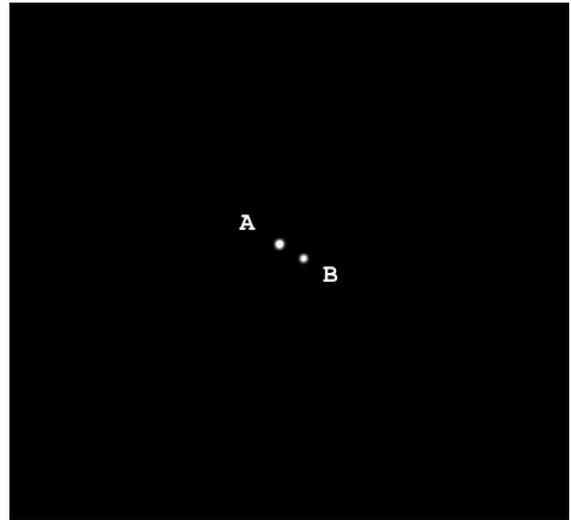
A - pmRA $85,3 \pm 3,1$ mas/yr pm DE $-159,1 \pm 1,3$ mas/yr (UCAC4)
B - pmRA $71,5 \pm 3,5$ mas/yr pm DE $-160,9 \pm 5,2$ mas/yr (UCAC4)

θ $240,51^\circ \pm 0,24$ (este trabajo)
 ρ $10,142'' \pm 0,068$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 56,9 años

Criterio de Rica - 24,4 % física



44. LDS 3659 AB - WDS 05280+5030

A - TYC 3367-443-1
B - 2MASS 05275958+5030079

Movimientos Propios

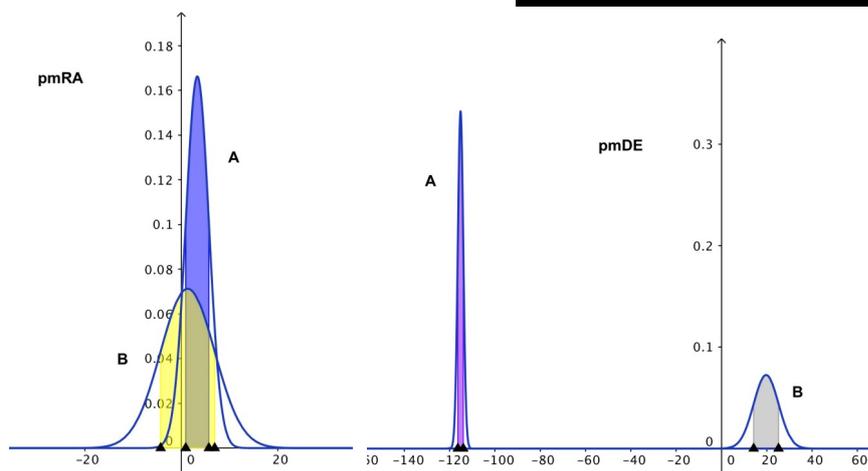
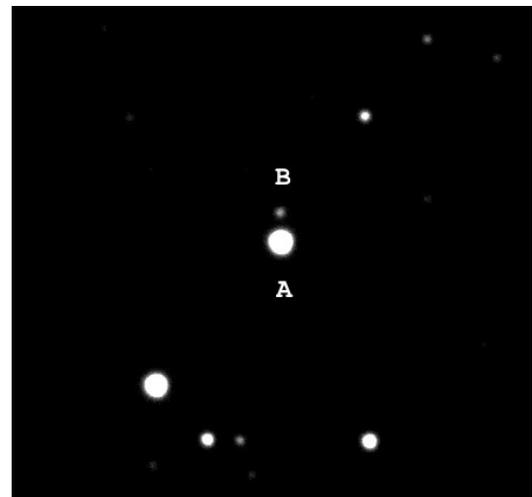
A - pmRA $3,3 \pm 2,4$ mas/yr pm DE $-115,2 \pm 1,2$ mas/yr (UCAC4)
B - pmRA $1,3 \pm 5,6$ mas/yr pm DE $19,7 \pm 5,5$ mas/yr (UCAC4)

θ $3,38^\circ \pm 0,68$ (este trabajo)
 ρ $10,279'' \pm 0,098$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - NO

$T = \rho/\mu$ - 152,3 años

Criterio de Rica - 0,0 % física



45. LDS 6189 - WDS 05342+1019

A - Ross 45A
B - Ross 45B

Movimientos Propios

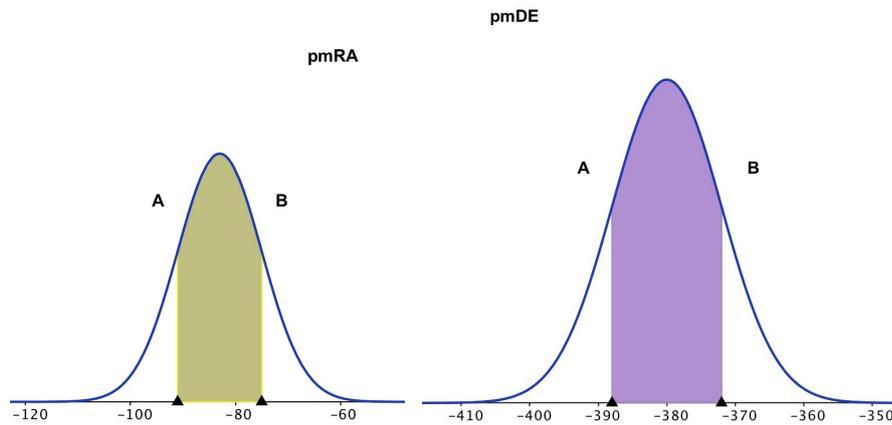
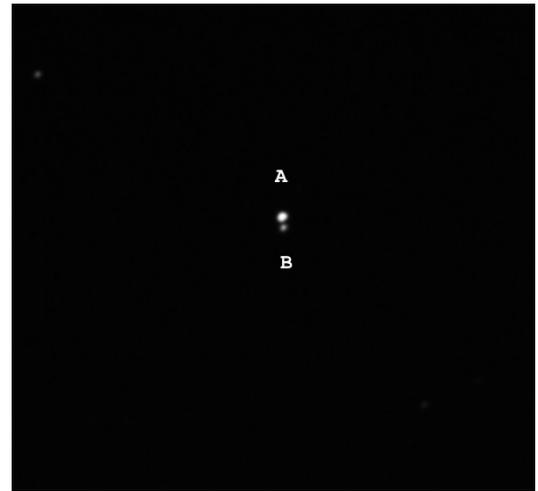
A - pmRA $-83,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-380,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
B - pmRA $-83,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-380,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $188,83^\circ \pm 0,79$ (este trabajo)
 ρ $5,166'' \pm 0,095$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 13,3 años

Criterio de Rica - 99,0 % física



46. LDS 908 - WDS 08559+4632

A - Wolf 323 B
B - Wolf 323 A

Movimientos Propios

A - pmRA $-315,3 \pm 1,7$ mas/yr pm DE $-121,2 \pm 2,6$ mas/yr (UCAC4)
B - pmRA $-307,2 \pm 5,7$ mas/yr pm DE $-121,4 \pm 2,2$ mas/yr (UCAC4)

θ $132,43^\circ \pm 0,49$ (este trabajo)
 ρ $9,896'' \pm 0,053$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

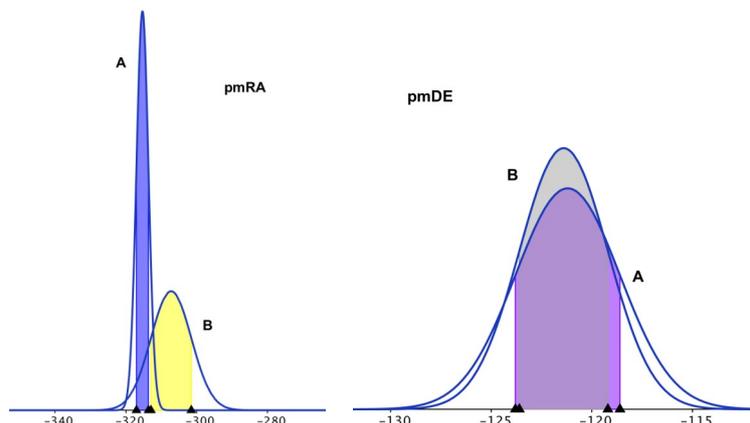
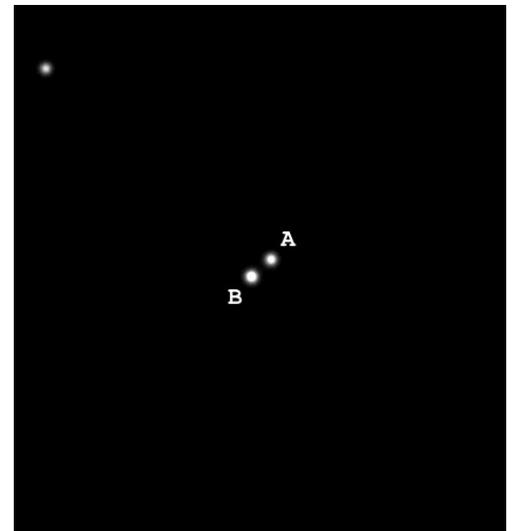
$T = \rho/\mu$ - 29,6 años

Criterio de Rica - 97,8 % física

Clase espectral

A - K5
B - K5

Nota: en el catálogo WDS la primaria es la estrella más al norte pero en Simbad tiene denominación de Wolf B, mientras al contrario pasa en el caso de la componente secundaria. En mis imágenes la primaria es un poquito más débil que la secundaria.



47. LDS 3896 - WDS 09287+3055

A - LP 313-68
B - LP 313-67

Movimientos Propios

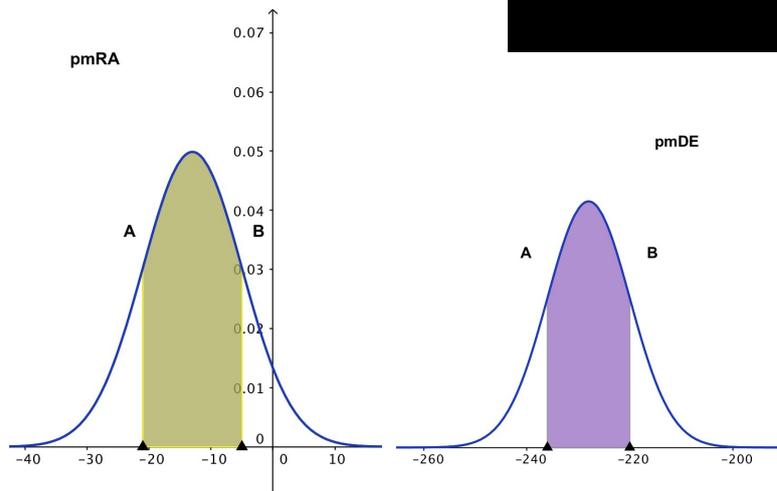
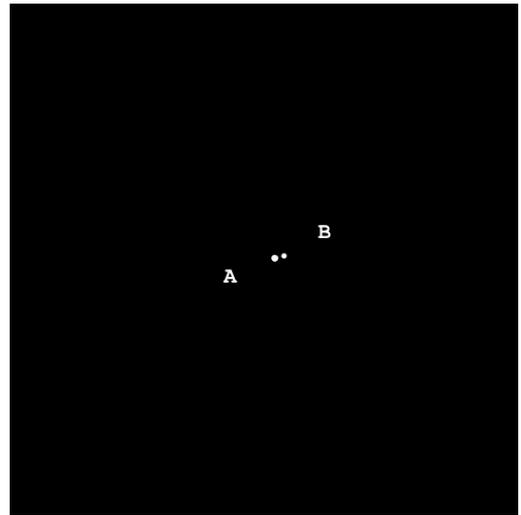
A - pmRA $-13,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-228,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
B - pmRA $-13,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-228,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $285,3^\circ \pm 1,02$ (este trabajo)
 ρ $4,016'' \pm 0,045$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 17,6 años

Criterio de Rica - 98,8 % física



48. LDS 1233 - WDS 09593+5704

A - TYC 3817-347-1
B - CCDM J09593+5704B

Movimientos Propios

A - pmRA $-107,1 \pm 2,1$ mas/yr pm DE $-52,9 \pm 2,1$ mas/yr (PPMXL)
B - pmRA $-106,3 \pm 4,4$ mas/yr pm DE $-56,7 \pm 4,4$ mas/yr (PPMXL)

θ $176,16^\circ \pm 0,09$ (este trabajo)
 ρ $52,836'' \pm 0,034$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 435,1 años

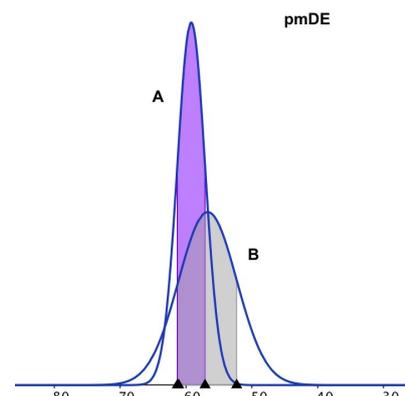
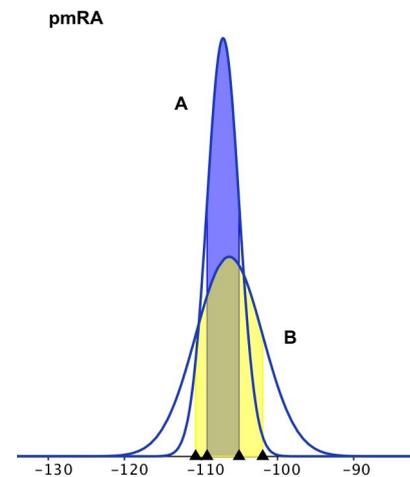
Criterio de Rica - 92,2 % física

Paralaje y distancia

A - $9,14 \pm 0,43$ mas - 10,94 psec (Gaia DR1)

Nota: la primaria tiene también movimientos propios procedentes de Gaia DR1, parecidos a los de PPMXL.

pmRA $-107,589 \pm 0,234$ mas/yr pm DE $-51,641 \pm 0,834$ mas/yr



49. LDS 3737 - WDS 07266+5341

A - TYC 3781-277-1
 B - 2MASS 07271885+5340208

Movimientos Propios

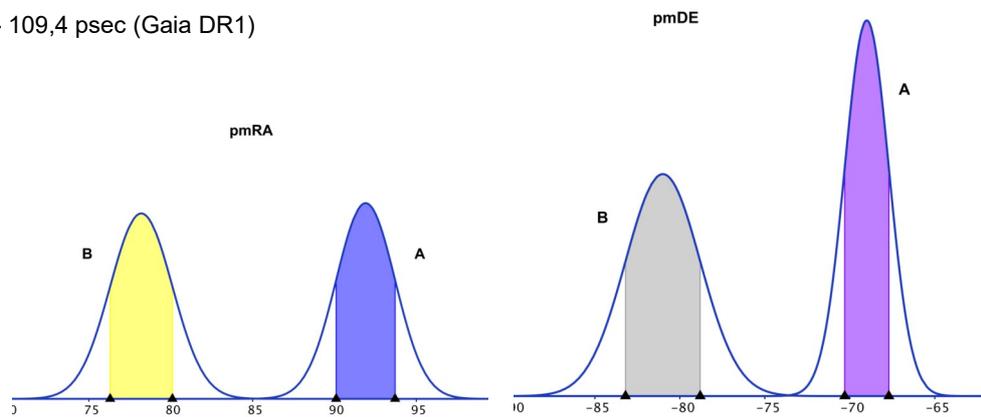
A - pmRA $91,9 \pm 1,8$ mas/yr pm DE $-69,0 \pm 1,3$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $78,2 \pm 1,9$ mas/yr pm DE $-81,0 \pm 2,2$ mas/yr (UCAC4)

A - pmRA $94,097 \pm 0,597$ mas/yr pmDE $-64,050 \pm 0,946$ mas/yr (Gaia DR1)

θ $95,39^\circ \pm 0,02$ (este trabajo)
 ρ $378,276'' \pm 0,050$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 3325,4 años
 Criterio de Rica - 0,0 % física

Paralaje y distancia
 A - $9,14 \pm 0,43$ mas - 109,4 psec (Gaia DR1)



50. LDS 3768 - WDS 07586+1530

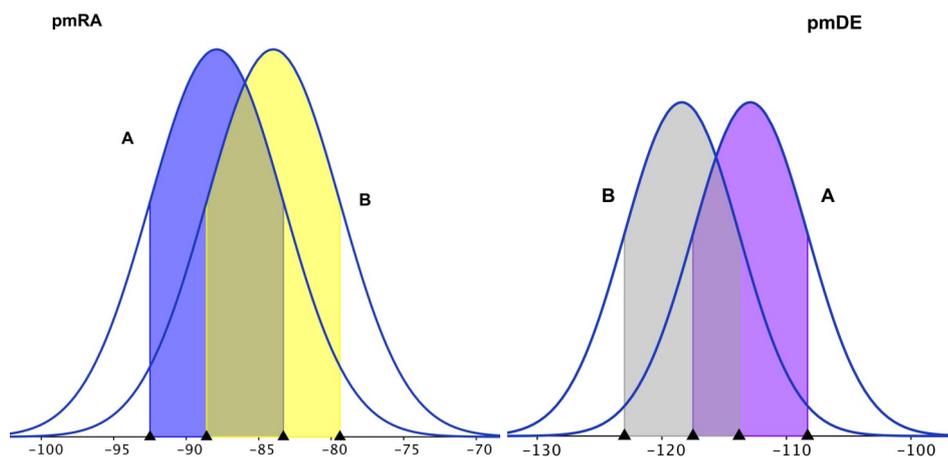
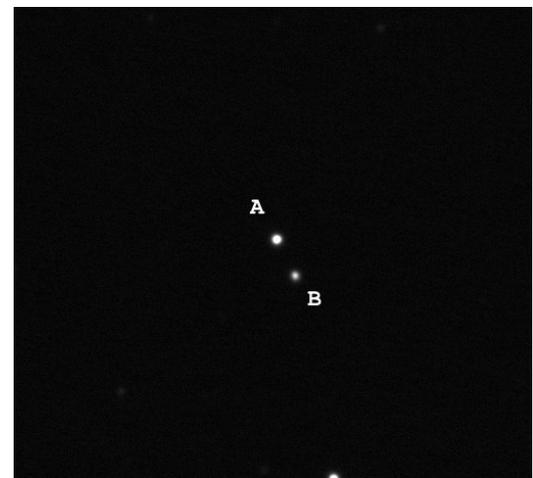
A - GJ 3468
 B - GJ 3469

Movimientos Propios

A - pmRA $-87,9 \pm 4,6$ mas/yr pm DE $-112,9 \pm 4,6$ mas/yr (PPMXL)
 B - pmRA $-84,0 \pm 4,6$ mas/yr pm DE $-118,4 \pm 4,6$ mas/yr (PPMXL)

θ $208,16^\circ \pm 0,22$ (este trabajo)
 ρ $16,085'' \pm 0,035$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 111,6 años
 Criterio de Rica - 98,6 % física



51. LDS 6208 - WDS 07405+4136

A - G 111-27
 B - LP 207-56

Movimientos Propios

A - pmRA $234,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-319,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $218,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-320,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $334,63^\circ \pm 0,44$ (este trabajo)
 ρ $3,376'' \pm 0,124$ (este trabajo)

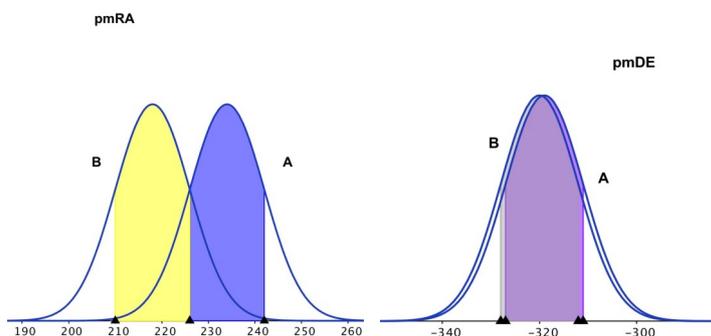
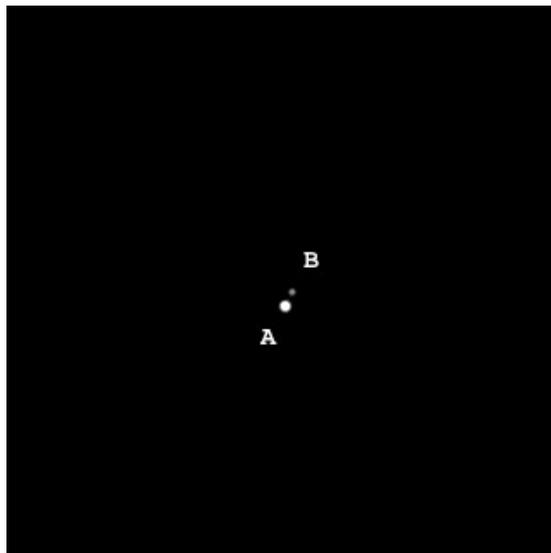
Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 8,6 años
 Criterio de Rica - 97,4 % física

Nota WDS: Proper motion indicates physical

Clase espectral

A - G8



52. LDS 6223 - WDS 09050+0226

A - NLTT 20925
 B - LP 546-50

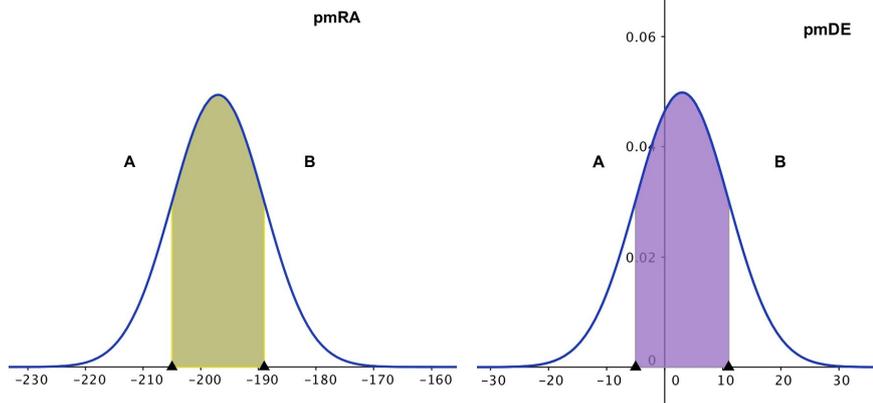
Movimientos Propios

A - pmRA $-197,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $3,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $-197,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $3,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $68,48^\circ \pm 0,25$ (este trabajo)
 ρ $10,085'' \pm 0,06$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 51,2 años
 Criterio de Rica - 98,7 % física



53. LDS 5680 - WDS 06443+1021

A - 2MASS 06441961+1020026
 B - 2MASS 06442041+1020110

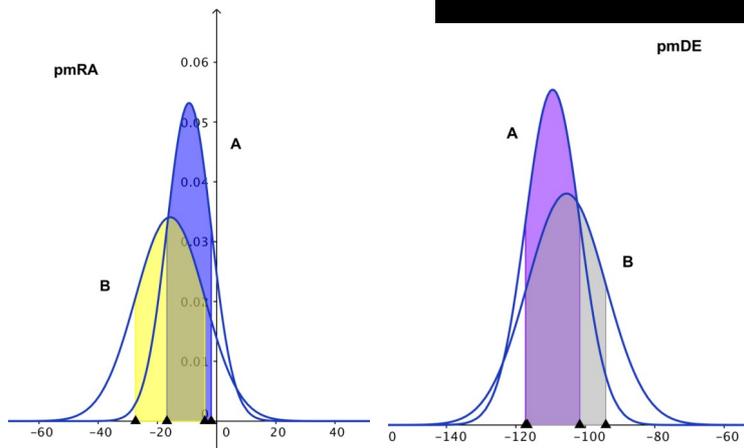
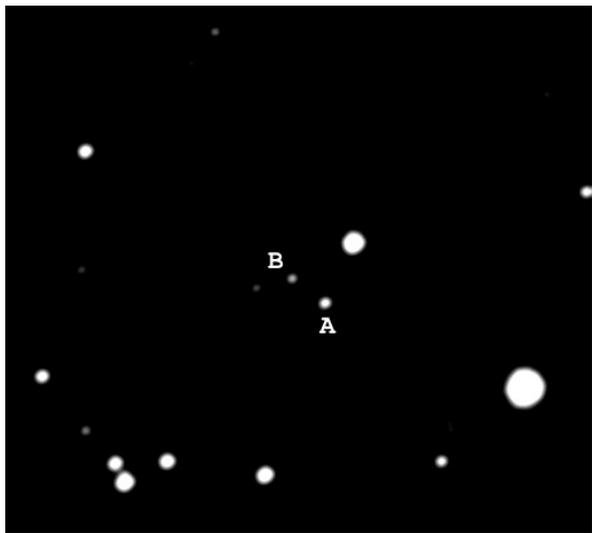
Movimientos Propios

A - pmRA $-9,3 \pm 7,5$ mas/yr pm DE $-109,4 \pm 7,8$ mas/yr (UCAC4)

B - pmRA $-15,7 \pm 11,7$ mas/yr pm DE $-105,4 \pm 11,3$ mas/yr (UCAC4)

θ $55,36^\circ \pm 0,36$ (este trabajo)
 ρ $14,441'' \pm 0,116$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 133,5 años
 Criterio de Rica - 90,0 % física



54. LDS 3792 - WDS 08283+4903

A - 2MASS 08281797+4902444
 B - 2MASS 08281866+4903110

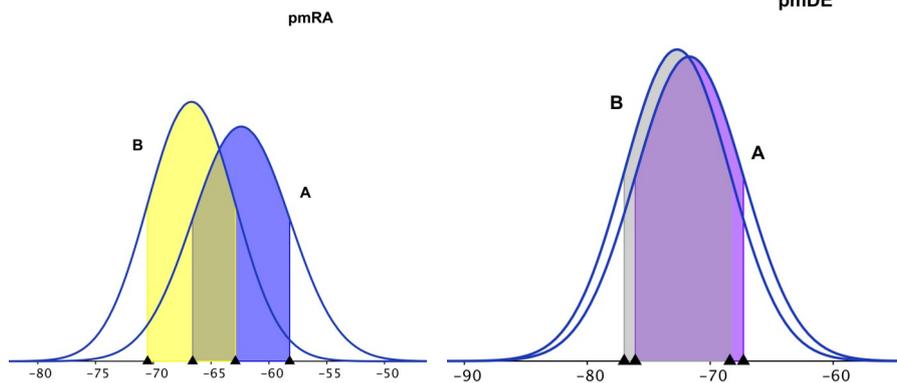
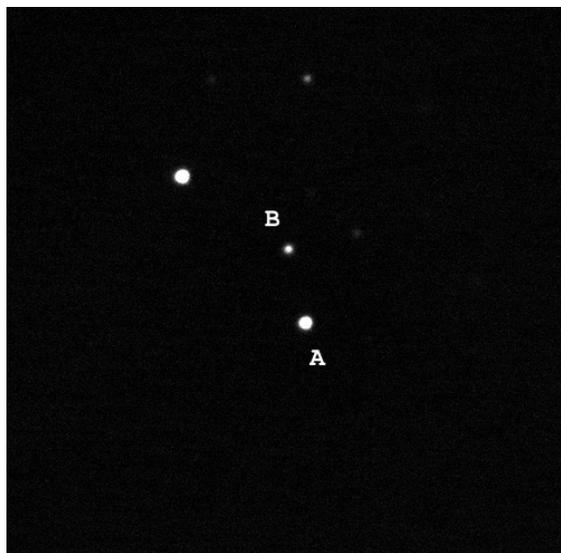
Movimientos Propios

A - pmRA $-62,4 \pm 4,2$ mas/yr pm DE $-71,7 \pm 4,4$ mas/yr (UCAC4)

B - pmRA $-66,7 \pm 3,8$ mas/yr pm DE $-72,7 \pm 4,3$ mas/yr (UCAC4)

θ $14,37^\circ \pm 0,19$ (este trabajo)
 ρ $27,231'' \pm 0,074$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 281,2 años
 Criterio de Rica - 98,2 % física



55. LDS 3710 - WDS 06330+4240

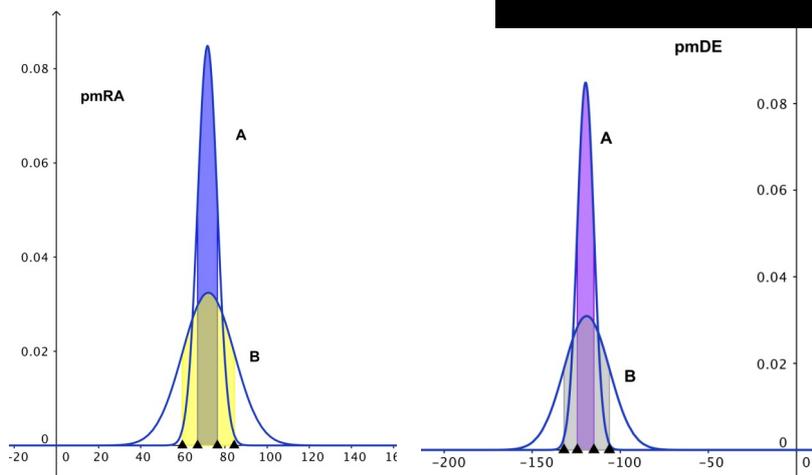
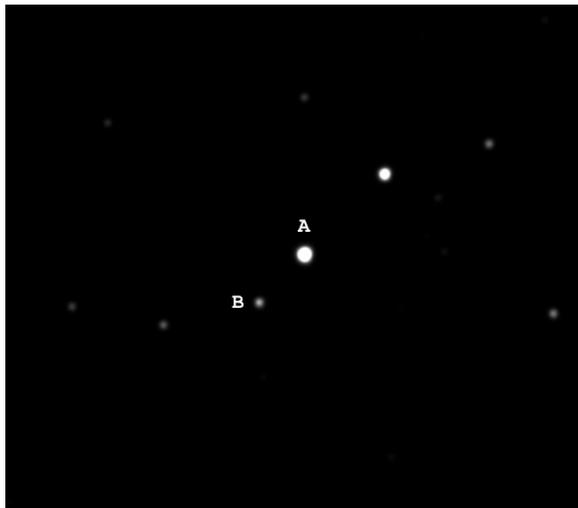
A - UCAC4 664-047169
 B - UCAC4 664-047173

Movimientos Propios

A - pmRA $71,7 \pm 4,7$ mas/yr pm DE $-119,7 \pm 4,7$ mas/yr (PPMXL)
 B - pmRA $72,1 \pm 12,3$ mas/yr pm DE $-119,1 \pm 12,9$ mas/yr (PPMXL)

θ $138,15^\circ \pm 0,08$ (este trabajo)
 ρ $29,957'' \pm 0,053$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 214,9 años
 Criterio de Rica - 85,1 % física



56. LDS 3844 - WDS 09008+1731

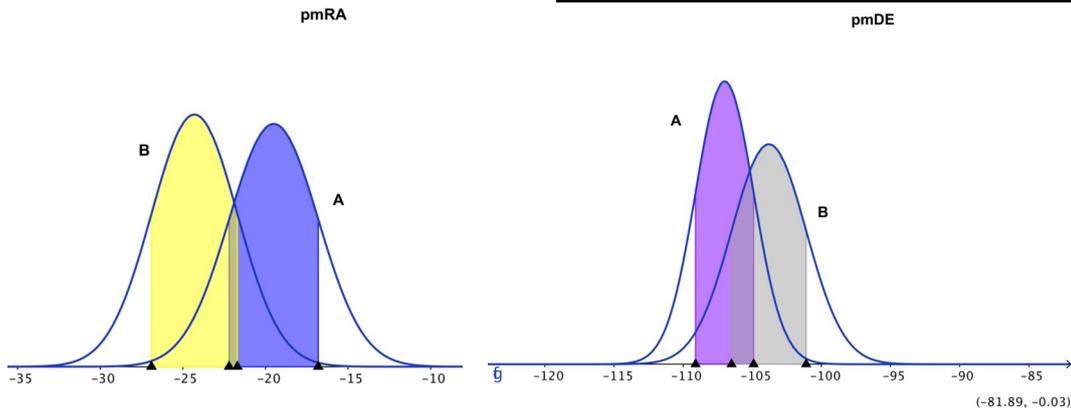
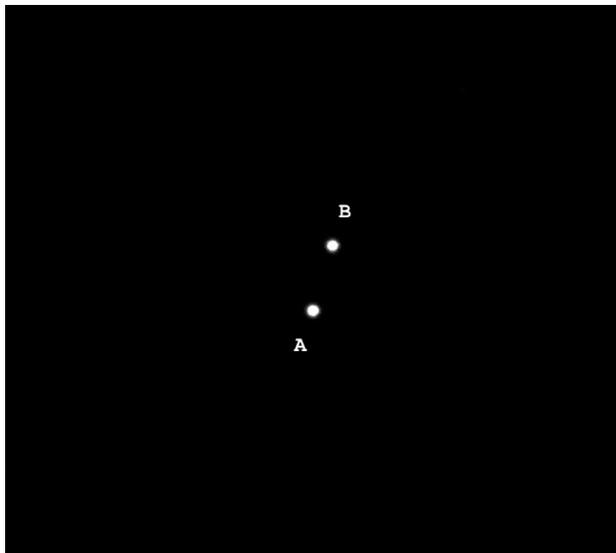
A - 2MASS J09005023+1729502
 B - 2MASS J09004967+1730194

Movimientos Propios

A - pmRA $-19,5 \pm 2,7$ mas/yr pm DE $-107,0 \pm 2,1$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $-24,3 \pm 2,6$ mas/yr pm DE $-103,8 \pm 2,7$ mas/yr (UCAC4)

θ $344,46^\circ \pm 0,08$ (este trabajo)
 ρ $30,194'' \pm 0,057$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 280,4 años
 Criterio de Rica - 88,4 % física



(-81.89, -0.03)

57. LDS 894 - WDS 06215+1618

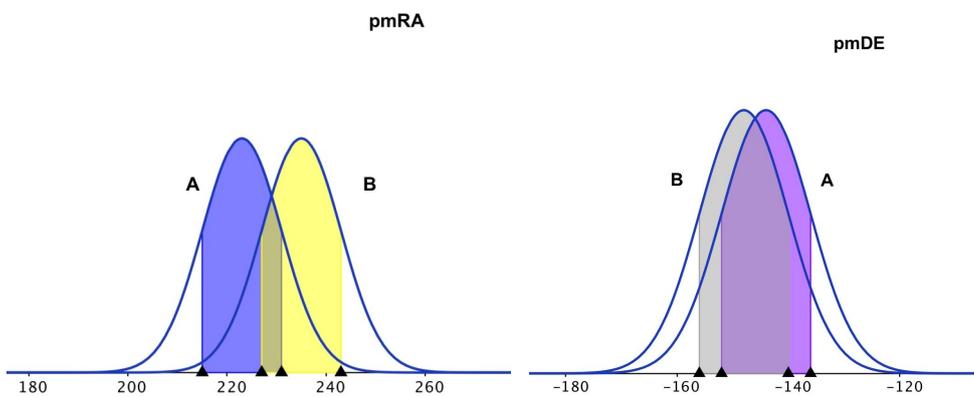
A - G 104-35
 B - G 104-36

Movimientos Propios

A - pmRA $223,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-144,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $235,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-148,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $66,38^\circ \pm 0,03$ (este trabajo)
 ρ $114,846'' \pm 0,022$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 422,9 años
 Criterio de Rica - 98,6 % física



58. LDS 6225 - WDS 09176+2833

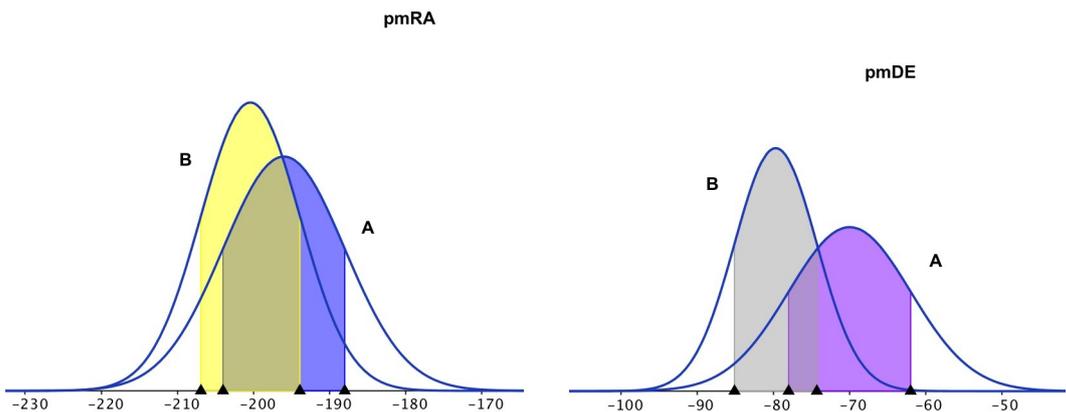
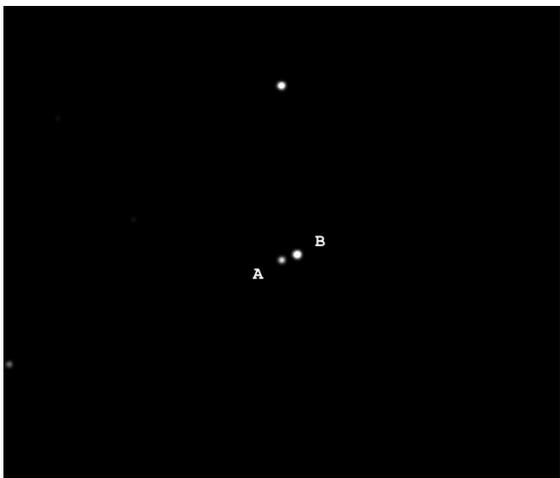
A - NLTT 21388
 B - NLTT 21386

Movimientos Propios

A - pmRA $-196,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-70,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $-200,4 \pm 6,5$ mas/yr pm DE $-79,7 \pm 5,4$ mas/yr (UCAC4)

θ $290,85^\circ \pm 0,30$ (este trabajo)
 ρ $8,849'' \pm 0,043$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI
 $T = \rho/\mu$ - 41,8 años
 Criterio de Rica - 89,5 % física



59. LDS 3733 - WDS 07215+1233

A - TYC 771-1717-1
 B - LDS 3733B

Movimientos Propios

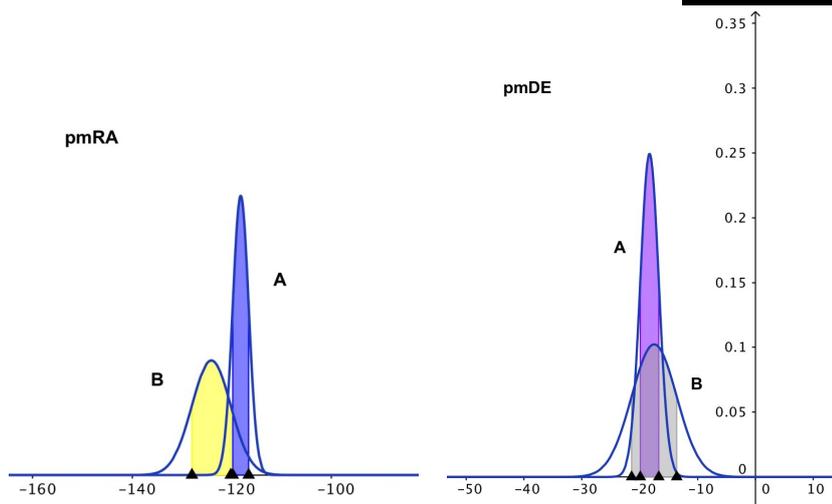
A - pmRA $-118,2 \pm 1,6$ mas/yr pm DE $-18,3 \pm 1,6$ mas/yr (PPMXL)
 B - pmRA $-124,1 \pm 3,9$ mas/yr pm DE $-17,5 \pm 3,9$ mas/yr (PPMXL)

θ $152,59^\circ \pm 0,07$ (este trabajo)
 ρ $48,8489'' \pm 0,042$ (este trabajo)

Halbwachs CPM - SI

$T = \rho/\mu$ - 398,9 años

Criterio de Rica - 79,1 % física



60. LDS 3731 - WDS 07180+4548

A - LP 162-2
 B - GD 84

Movimientos Propios

A - pmRA $-34,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-265,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)
 B - pmRA $-108,0 \pm 8,0$ mas/yr pm DE $-178,0 \pm 8,0$ mas/yr (UCAC4)

θ $85,72^\circ \pm 0,06$ (este trabajo)
 ρ $75,147'' \pm 0,121$ (este trabajo)

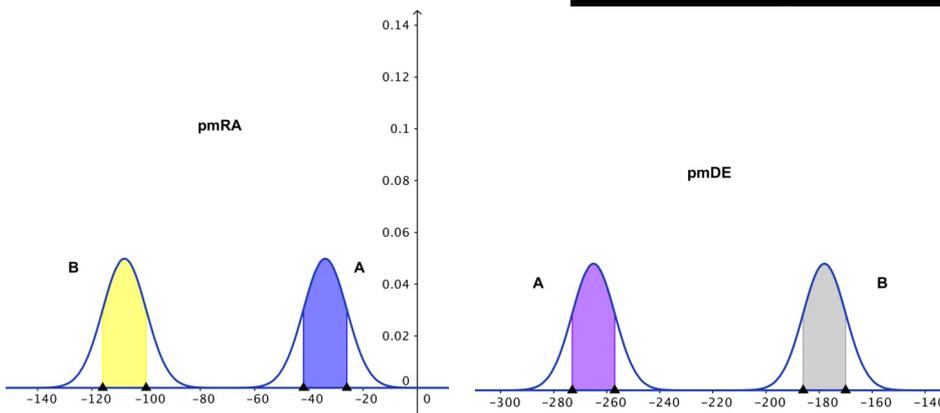
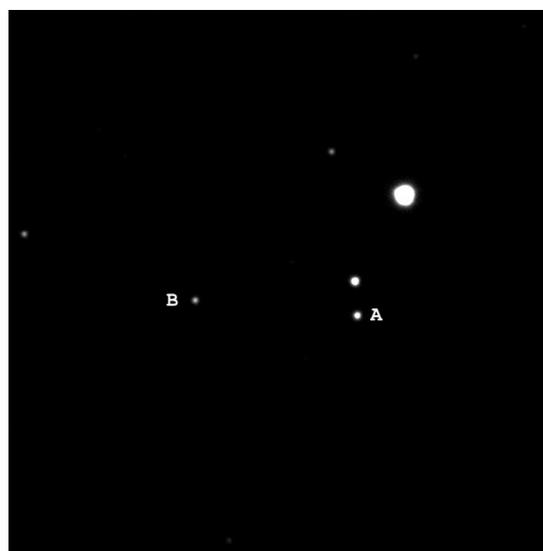
Halbwachs CPM - NO

$T = \rho/\mu$ - 316,2 años

Criterio de Rica - 0,0 % física

Clase espectral

B - DBAZ (enana blanca)



Medidas de 240 estrellas dobles visuales incluyendo 72 nuevos pares. Campaña de 2017 (1ª parte).

Mesurements of 240 Visual Double Stars, including 72 New Pairs. 2017 Campaing (1st Part)

Marcel Fay

- Observatorio Astronómico de Benesse Maremne (Francia): http://www.astrosurf.com/doubles_fym/fym
- Correo-e: fay_marcel@yahoo.com

Este artículo presenta los resultados de las mediciones de 240 estrellas dobles visuales realizadas en la campaña de 2017 (primera parte). Se utilizó un telescopio Schmidt-Cassegrain 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 240 visual double stars carried out in 2017 (first part). An 11 inch Schmidt-Cassegrain telescope and a CCD camera were used. The measures were realized by the astrometric method.

1. Introducción.

EL PRESENTE TRABAJO presenta las medidas de 240 estrellas dobles visuales realizadas durante el año 2017 (primera parte); duración de esta campaña: desde el 16 de diciembre de 2016 hasta el 15 de mayo de 2017. Las medidas fueron efectuadas en el Observatorio Benesse Maremne (Latitud: 43° 38' 14,644 Norte, Longitud: 1° 21' 10,436 Oeste, Altitud: 19 metros) mediante un telescopio dotado de apuntado automático (GoTo) y una cámara CCD a foco primario.

Las tablas 1, 2 y 3 (página siguiente) muestran algunas estadísticas interesantes.

2. 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).
- El ángulo de posición en grados (Theta).
- La fecha/época de observación en año decimal besseliano.

3. Notas.

El listado de *Notas* (tabla 5), toma los dos primeros campos de lista de medidas. Para esta campaña de medición se identificó cada componente principal mediante el identificador y la posición indicados en el catálogo UCAC4, si no estaba en Tycho2, en Hipparcos o no se encontraba en la base de datos Simbad. Para realizar este trabajo, he descargado el catálogo UCAC4 desde el sitio del USNO y se implementó en el software SkyChart. Asimismo, se incluyen identificadores del catálogo Gaia DR1.

4. Sobre la base de datos de GAIA.

La versión actual es la Gaia DR1, es incompleta y no da los movimientos propios. Los paralajes solo se dan para algunas estrellas brillantes, o los ya reportados para estrellas de los catálogos Hipparcos publicados en 1991.

Según el comunicado de prensa emitido por el CNRS (referenciado CP158-2016) y publicada el 14 de septiembre de 2016, una nueva versión llamada DR2, más completa, debería aparecer dentro de un año o dos.

Para las estrellas referenciadas a Gaia, puse "GAIA" como "fuente" para mayor comprensión.

Para evitar errores en la introducción, la referencia se copia directamente desde el software *SkyChart* de Patrick Chevalley (la selección a través del teclado con *Ctrl + C* y *Ctrl + V*, no funciona con mi

NÚMERO**	VALOR EN %	RHO MÍNIMO/MÁXIMO (")
148	61,7	0 < Rho <= 5
52	21,7	5 > Rho <=10
29	12	10 > Rho <= 20
11	4,6	Rho > 20

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

NÚMERO**	VALOR EN %	DELTAM	COMENTARIOS
76	31,7	<= 0	Delta-M negativo cuando mB > mA
19	7,9	0 > Delta-M <= 1	
11	4,7	1 >= Delta-M < 2	
77	32	2 >= Delta-M < 5	
45	18,7	5 >= Delta-M < 8	
12	5	8 >= Delta-M < 10	
0	0	10 >=Delta-M < 13	

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

NÚMERO**	VALOR EN %	NÚMERO OBS. EN WDS	COMENTARIOS
74	30,8	0	Todas las nuevas dobles o triples FYM*
11	4,7	1 ÷ 2	Segunda observación desde el descubrimiento
100	41,7	3 ÷ 10	
42	17,4	11 ÷ 50	
11	4,7	51 ÷ 200	
0	0,7	>200	

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

Nota:* Provisionalmente han sido nombradas con mi código de observador (FYM).

versión de Windows 7. La misma operación vía *clic botón derecho* del ratón no da problemas).

Una parte del catálogo se ha seleccionado a partir de la *Universidad de Estrasburgo SIMBAD*, eligiendo la opción *Añadir* desde Catálogo VO. A continuación, *elegir un catálogo*; en este caso es *Gaia I/337*.

Opciones: Seleccionar *como una estrella* para cargar solo el entorno inmediato de la estrella doble que se está midiendo. El archivo cargado se llama *E/337_gaia.xml*. Esta operación se realiza sólo una vez, a menos que cambie la versión de SkyChart, debido a que se almacena en un archivo ".ini" del software.

La elección *como una estrella* limita del radio de las nuevas estrellas añadidas (aproximadamente de 30 a 50 estrellas descargadas) y también limita el tamaño del paquete de datos (en torno a 20 o 30 Kbytes). Tener en cuenta que en la Vía Láctea son algunos cientos las estrellas descargadas. Es importante seguir las recomendaciones del autor de SkyChart; por ejem-

plo, para un radio de un grado alrededor de M13 son 28 MB los datos descargados.

Cuando volvemos a una doble cargada algunos días atrás hay que actualizar los datos de Gaia en Skychart, yendo a *Config Catálogo VO*. A continuación hacer clic en la parte superior derecha, *Actualizar Gaia*. El fichero resultante es *vo_star_I_337_gaia.xml*.

— 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, n° 6, 40-49.

Fay, M., 2014, *Misure di 311 stelle doppie visuali eseguite con un telescopio Go-To in controllo remoto. Prima parte: campagna 2013*, Il Bollettino Delle Estelle Doppie, n° 9, 35-43.

Fay, M., 2014, *Mediciones de 289 Estrellas Dobles Visuales con un Telescopio GoTo Controlado a Distancia - Campaña de observación de 2013 - Segunda Serie*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 13, 19-36.

Fay, M., 2015, *Medidas Astrométricas de 140 Estrellas Dobles Visuales*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 14, 48-56.

Fay, M., 2015, *Mediciones de 236 estrellas dobles visuales desde el Observatorio Astronómico de Benesse Maremne*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 15, 48-61.

Fay, M., 2016, *Mediciones de 280 estrellas dobles visuales desde el Observatorio Astronómico de Benesse Maremne*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 17, 14-27.

Fay, M., 2017, *Misure di 340 stelle doppie visuali*, Il Bollettino Delle Stelle Doppie, n° 20, 29-47.

Más información sobre el uso del catálogo DR1 Gaia:

— <https://presse.cnes.fr/fr/le-satellite-gaia-livre-les-resultats-de-sa-premiere-plongee-dans-la-galaxie>

— <https://gaia-mission.cnes.fr/fr/GAIA/Fr/index.htm>
<http://sci.esa.int/gaia/>

Uso del programa WDSTOOL de David Chiron, para verificación y control de las nuevas dobles.

En esta campaña de 2017 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. ©

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ID. WDS	NOMBRE	MAG. A	MAG. B	DELTA-M	RHO (")	THETA (°)	ÉPOCA	NOCHES
no cat	FYM 562	9,02	14,67	5,65	16,00	288,50	2016,776	
00417+2422	POU 56	12,60	14,00	1,40	3,30	141,80	2016,913	
01032+2006	LDS 873	12,24	12,97	0,73	2,00	61,50	2016,915	
01321+1657	STF 132 AE	6,88	14,10	7,22	11,00	307,00	2016,915	
no cat	FYM 586	15,25	15,56	0,31	2,50	170,00	2016,913	
no cat	FYM 589	10,38	11,49	1,11	9,80	344,80	2016,918	
14424+6603	GKI 4	7,66	11,93	4,27	1,60	60,30	2017,282	
02426+3838	FYM 362 AC	11,85	14,63	2,78	24,40	93,40	2015,948	
04044+3747	ES 2461	11,22	11,62	0,40	8,10	47,80	2015,019	
04048+6156	SLE 51	12,28	13,60	1,32	10,00	180,80	2017,011	
04058+6210	ES 122	9,07	11,40	2,33	5,80	251,00	2017,011	
no cat	FYM 509	11,52	12,15	0,63	6,20	70,00	2017,066	
no cat	FYM 592	9,62	13,72	4,10	7,50	147,70	2017,066	
04345+5542	STI 2056	12,00	12,00	0,00	3,10	184,00	2015,956	
no cat	FYM 358	14,86	14,85	-0,01	10,60	293,50	2015,847	
no cat	FYM 588	11,28	13,52	2,24	11,70	250,00	2016,918	
05191+4009	FYM 365 AF	10,10	14,13	4,03	11,00	218,20	2015,956	2
05191+4009	FYM 365 AG	10,10	14,09	3,99	22,40	204,50	2015,956	
05191+4009	FYM 365 AH	10,10	13,12	3,02	25,80	126,10	2015,956	

(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
05191+4009	FYM 365 AI	10,10	13,75	3,90	27,20	99,60	2015,956	
05191+4009	FYM 365 AJ	10,10	12,75	2,65	37,70	29,00	2015,956	
05191+4009	FYM 365 AK	10,10	14,72	4,62	28,80	302,60	2015,956	
05195+4004	SLE 65	14,70	15,30	0,60	6,20	215,50	2017,085	
no cat	FYM 376 AB	10,43	11,42	0,99	13,90	44,50	2017,085	
no cat	FYM 593 CD	14,04	14,12	3,65	5,40	214,00	2017,085	
05228+3325	BU 887 AC	9,82	14,30	4,48	9,70	114,00	2017,085	
05228+3325	SS 6 AG	9,82	15,40	5,58	24,00	117,20	2017,085	
05228+3325	BU 887 AE	9,82	14,30	4,48	14,60	203,00	2017,085	
05228+3325	BU 887 AD	9,82	12,90	3,08	10,70	334,00	2017,085	
05242+4108	ES 62 AB	11,26	13,80	2,54	2,60	59,80	2017,085	
05298+1825	BU 891 AB	7,65	13,60	5,95	10,70	127,80	2017,085	
no cat	FYM 594	11,80	11,76	-0,04	4,40	268,00	2017,085	
no cat	FYM 595	15,15	15,15	0,00	9,30	317,00	2017,084	
05351+0956	STF 738 AB	3,51	5,45	1,94	4,45	44,70	2017,085	
05351+0956	STF 738 AC	3,51	10,72	7,21	29,30	185,00	2017,085	
05387+1746	STF 759 AB	9,09	9,94	0,85	29,30	326,00	2017,085	
05387+1746	STF 759 AC	9,09	14,03	4,94	18,50	282,00	2017,085	
05438+3056	J 939	10,00	13,00	3,00	4,75	45,30	2015,025	
05463+2542	BRT 138	8,80	10,20	1,40	5,00	117,80	2017,085	
05551+0350	BAL 2157	10,20	11,10	0,90	8,80	257,70	2017,047	
no cat	FYM 596	13,04	13,38	0,34	7,80	90,30	2017,085	
06364+1708	BRT 1207	9,80	11,10	1,30	4,20	4,80	2017,085	
07143+1546	STF 1047 A,BC	8,07	9,66	1,59	24,10	30,60	2017,085	
no cat	FYM 613	10,28	12,21	1,93	13,80	273,30	2017,123	
07470+0001	STF 1141 AB	8,41	9,37	0,96	17,50	10,40	2017,142	
07470+0001	HJ 5541 AC	8,41	12,43	4,02	24,90	89,10	2017,142	
07470+0001	FYM 617 AF	8,41	13,23	4,82	10,80	255,80	2017,142	
07470+0001	FYM 617 EG	10,05	13,23	0,30	14,90	121,10	2017,203	
07580-0049	A 1969 AB	8,19	13,10	4,91	4,50	57,00	2017,126	
07598-1028	DAM 12 AD	11,00	12,00	1,00	16,70	216,60	2017,126	
07598-1028	DAM 12 AC	11,00	12,00	1,00	5,50	220,00	2017,126	
07598-1028	DAM 12 AB	11,00	12,00	1,00	10,00	167,30	2017,126	
08034-0715	J 1508	10,80	11,00	0,07	5,40	22,00	2017,126	

(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
08045-0909	J 2865	11,40	11,70	0,30	4,60	222,80	2017,126	
08053+2413	POU 2927	13,00	14,00	1,00	2,50	49,00	2017,129	
08055+2401	POU 2928	12,30	13,80	1,50	7,10	294,00	2017,129	
08081+4916	HJ 2428	8,89	11,89	3,00	8,50	120,00	2017,129	
08087+2401	POU 2938	10,00	10,20	0,20	2,90	208,80	2017,129	
08089+1213	J 375 AB	11,30	11,30	0,00	9,75	154,10	2017,129	
08089+1213	J 375 AC	11,01	13,26	4,00	14,80	352,60	2017,129	
08091-0048	BAL 847	9,44	12,20	2,76	8,60	50,30	2017,203	
08095+3213	STF 1187 Aa,B	7,19	7,98	0,79	2,96	21,10	2017,129	
08116+3227	FYM 620 AD	6,86	13,78	6,92	44,20	24,30	2017,129	
08126+3028	HO 643 AC	9,29	14,00	4,71	21,30	142,70	2017,123	
08181+3050	STF 1212	8,63	10,10	1,47	5,20	241,00	2017,123	
no cat	FYM 614 AB	12,59	12,89		17,10	41,00	2017,123	
no cat	FYM 614 AC	12,59	13,00	0,41	13,80	150,00	2017,123	
08202+1700	STF 1214 A,BC	10,70	11,00	0,30	4,80	0,30	2017,142	
08207+1627	HEI 141	10,70	12,20	1,50	2,40	31,50	2017,142	
08217+1717	PAR 1	13,10	13,70	0,60	9,15	277,60	2017,142	
08358+0637	FYM 618 EG	9,63	1293,00	1283,00	11,80	263,40	2017,156	
08414-0213	HJ 103 BC	13,70	14,50	0,80	5,20	261,10	2017,156	
08414-0213	HJ 102 AB	11,31	12,46	1,15	34,00	328,20	2017,156	
08431+2250	POU 3004	11,40	14,40	3,00	5,10	122,80	2017,156	
08436-0237	J 1530	9,80	12,40	2,60	12,30	302,90	2017,156	
08445-1032	J 2886	11,00	11,00	0,00	6,20	114,40	2017,156	
08448-1044	HJ 795	9,80	11,40	1,60	6,00	18,40	2017,156	
08453+1853	BRT 2391 BC	9,66	11,50	1,84	7,60	44,80	2017,156	
08453-0236	STF 1270	6,89	7,54	0,65	4,50	265,00	2017,156	
08462+1915	STF 1269	10,50	11,30	0,78	11,40	309,00	2017,156	
08462+1915	FYM 619 AC	10,50	15,91	0,50	11,90	198,20	2017,156	
08468+0625	STF 1273 AB,D	3,49	12,50	9,01	18,10	200,60	2017,156	
08484+0629	KAM 2	11,40	13,80	2,40	2,60	177,20	2017,156	
08503+0125	J 74	11,20	11,30	0,10	9,30	125,60	2017,156	
08507+4921	STF 1278 AB	8,54	10,50	1,96	8,50	126,70	2017,156	
08515+1208	STF 1287 AB	8,28	10,17	1,89	1,40	88,00	2017,156	
08515+1208	FYM 13 CD	12,02	15,78	3,76	8,50	126,70	2017,156	

(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
08531+0137	J 75	9,71	13,00	3,29	3,40	39,90	2017,156	
08544+1426	HEI 148	9,09	11,50	2,41	3,30	202,50	2017,2	
09095+1321	HU 867	8,57	11,80	3,23	1,50	177,20	2017,2	
09175+1419	ROE 35	11,17	11,24	0,07	11,40	274,30	2017,2	
09210-0100	FOX 161	12,01	12,51		9,70	190,40	2017,203	
no cat	FYM 628	11,77	12,79	1,02	20,90	327,80	2017,238	
09390+0211	BAL 1863	11,21	13,20	1,99	5,72	181,00	2015,178	
09413+6214	STI 693	11,50	11,50	0,00	4,30	219,60	2016,246	
09498+2111	FYM 626 AC	6,62	14,14	7,52	12,40	13,40	2017,238	
09505+0337	J 83	10,75	10,91	0,16	3,40	293,00	2017,233	
no cat	FYM 624	10,00	10,85	0,85	10,50	34,60	2017,233	
no cat	FYM 233	12,21	15,39	4,42	4,70	193,20	2010,0	
09585+1003	BRT 1265	9,86	11,20	1,34	4,90	326,40	2017,233	
10015+6837	ODE 6	13,47	14,86	1,39	5,40	96,70	2017,26	3
10015+6837	FYM 629 AC	13,47	15,70		10,80	25,60	2017,26	
10029+6847	STF 1400 AB	8,02	9,77	1,75	3,40	225,30	2017,26	
09273+3315	FYM 625 AD	10,31	14,24	3,93	15,40	286,00	2017,233	
10112+3346	POP 85 AB	12,52	12,50	-0,02	9,20	49,00	2017,233	
no cat	FYM 648	12,25	12,25	0,00	6,60	201,70	2017,293	
10258+0312	HJ 1177	10,30	11,00	0,70	13,30	41,00	2017,233	
no cat	FYM 627	12,35	14,86	2,51	16,10	182,80	2017,238	
10281+6706	BAR 38	10,38	12,57	2,19	3,30	39,40	2017,255	2
10320+2202	STF 1442	8,18	8,54	0,36	13,10	157,80	2017,233	
no cat	FYM 649 AB	13,19	14,69	1,50	6,30	93,00	2017,304	
no cat	FYM 649 AC	13,19	15,63	2,44	11,00	118,50	2017,304	3
10374-1103	J 2075	8,32	10,55	2,23	5,70	65,00	2017,233	
10445+6757	MLB 462	12,14	12,48	0,34	2,50	323,50	2017,238	
no cat	FYM 647	11,28	16,11	4,83	13,80	357,00	2017,293	
10493-0401	STF 1476	7,08	7,82	0,74	2,00	23,30	2017,238	
10494+4123	STF 1475	7,89	11,30	3,41	26,60	186,00	2017,233	
10496+1630	A 2370	9,95	10,87	0,92	2,65	334,80	2017,238	
10498-0854	J 2076	9,50	10,10	0,60	2,30	70,00	2017,233	
10509-0410	HJ 169 AC	12,10	12,90	0,80	12,80	330,50	2017,238	

(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
10532+4359	ES 2635 AB	9,54	10,30	0,76	9,50	35,50	2017,255	
10533-1140	BRT 2727	11,70	11,70	0,00	6,00	55,00	2017,255	
10535-1308	J 2077	11,75	13,87	2,12	12,60	162,00	2017,255	
10537-1306	J 2078	11,49	12,61	1,12	16,70	28,00	2017,255	
10536-0742	J 90 AB	10,12	10,94	0,82	1,90	41,00	2017,238	
10575-1105	A 1770 AB,C	8,63	9,36	0,73	4,40	9,50	2017,203	
10596+2527	AG 342	8,57	9,22	0,65	5,30	116,00	2017,203	
11055+4332	VBS 18 AB	8,77	14,62	5,85	31,95	124,90	2017,263	
11065+1416	HU 885 AB	9,42	10,93	1,51	1,80	256,00	2017,203	
11069+0157	BU 599	5,65	9,72	4,07	1,80	98,00	2017,203	3
11085-0721	TDS 7694	11,39	11,54	0,15	2,85	71,60	2017,203	3
no cat	FYM 632	11,32	12,60	1,28	11,60	338,00	2017,263	
11114+4325	KUI 55	12,01	12,33	0,32	3,60	82,80	2017,263	
11143+3553	ES 2165	10,90	11,10	0,20	1,93	98,40	2017,2	
11152+7329	STT 539 AC	7,77	11,34	3,57	6,40	327,40	2017,203	2
11261+5023	KUI 121	10,09	13,90	3,81	4,50	268,00	2017,203	3
no cat	FYM 621	13,00	13,66	0,66	7,80	66,00	2017,203	
11350+5557	STI 2273	11,40	11,70	0,30	5,10	296,90	2017,203	
11366+5608	STF 1553		8,17	8,17	6,15	164,80	2017,203	
11367+1138	J 2082	12,27	14,78	2,51	7,70	182,00	2017,203	
no cat	FYM 655 AB	12,41	13,03	0,62	5,35	77,00	2017,31	
no cat	FYM 655 AC	12,41	14,52	2,11	11,40	210,20	2017,31	
11425-1558	J 1578	10,50	12,50	2,00	9,00	22,00	2017,293	
11495+0247	J 1018	10,90	12,40	1,50	5,20	7,40	2017,203	
11515+0244	J 2101 AB	12,89	14,00	1,11	6,00	337,40	2017,203	
11515+0244	J 2101 AC	12,89	14,71	1,82	17,40	32,90	2017,203	
11518+1614	BRT 1275	10,00	10,20	0,20	2,90	68,50	2017,203	
11525-0245	J 1582	11,88	12,08	0,20	10,75	166,00	2017,255	
11533+2019	STF 1577	10,11	11,30	1,19	8,60	10,20	2017,203	
11548-0305	RST 4487	10,08	12,80	2,72	6,00	59,00	2017,255	
11582-1045	J 2084	10,20	10,40	0,20	3,00	234,60	2017,293	
11597-1137	BRT 3213	11,21	10,30	-0,91	2,90	239,60	2017,293	
12004-0042	A 2580	9,26	12,50	3,24	4,00	155,00	2017,31	3

(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
12008-1209	HU 132	8,26	9,70	1,44	1,80	98,40	2017,293	2
12008-0958	A 141	8,77	13,80	5,03	5,40	12,90	2017,293	
no cat	FYM 231	11,15	14,05	2,90	5,10	91,50	2017,323	
12088+1622	J 2102	11,00	11,00	0,00	2,65	301,00	2017,255	3
12095-1151	STF 1604 AC	6,86	8,12	1,26	10,44	4,60	2017,293	
12137+2118	HU 570	9,20	11,81	2,61	3,00	103,30	2017,238	
12143-0543	HJ 203 AB	6,58	13,51	6,93	9,00	6,60	2017,255	
12151-0715	STF 1619 AB	8,06	8,30	0,24	6,70	266,00	2017,255	
no cat	FYM 633	12,03	12,67	0,64	7,70	137,70	2017,277	
no cat	FYM 631	12,03	12,67	0,64	7,70	130,20	2017,263	
12160+0538	STF 1621	10,22	10,59	0,37	1,80	42,00	2017,255	
12244+2535	STF 1639 AB	6,74	7,55	0,81	1,70	326,00	2017,263	
12285+8841	STF 1717	9,42	10,81	1,39	8,30	325,40	2017,263	
12286+0431	J 1022	12,20	12,40	0,20	2,50	235,80	2017,345	
12351+0727	STF 1658 AB	8,08	10,52	2,44	2,90	25,00	2017,277	
12375+0843	FYM 622 BC	12,05	14,63	2,58	5,40	5,50	2017,233	
12375+0843	BRT 3218	12,81	12,81	0,00	7,70	356,60	2017,233	
12380+8328	SKF 520	10,40	11,40	1,00	6,00	139,00	2017,277	
12438-1201	HU 738	6,80	11,80	5,00	12,00	268,20	2017,293	
12494+1628	SLE 904	12,90	12,90	0,00	13,60	172,00	2017,277	
12515-1920	J 1584	11,70	11,70	0,00	11,20	274,80	2017,293	
12563-0452	STF 1690	7,18	8,95	1,77	5,80	149,50	2017,345	
13065+2819	SLE 911	11,40	13,20	1,80	6,75	151,50	2017,345	
13076+2822	SLE 914	13,80	14,00	0,20	6,50	34,00	2017,345	
13141+3712	TDS 8741	11,37	12,79	1,42	2,40	228,00	2015,362	
13196+2422	LDS 2913	11,10	13,09	1,99	3,70	203,30	2017,345	
13215+2421	POU 3137	13,20	13,20	0,00	5,70	172,60	2017,345	
13278-0012	J 436	11,20	11,80	6,40	2,35	334,50	2017,345	
13300+6021	STF 1754	8,18	10,61	2,43	24,30	14,30	2017,345	
no cat	FYM 660	14,14	15,23	1,09	10,60	255,80	2017,345	
13333+2301	FYM 650 AC	9,87	13,50	3,63	21,00	16,40	2017,299	
13375+3618	STF 1768 AB	4,98	6,95	1,97	1,70	87,80	2017,345	
13384+0440	BRT 2153 AB	9,70	11,60	1,90	5,00	21,30	2017,299	

(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
13413+3422	SKF 41 AB	16,10	15,50	-0,30	2,20	217,00	2017,301	3
13461+1703	SLE 918 AB	11,82	13,00	1,18	13,10	3,00	2017,31	
13461+1703	SLE 918 AC	11,82	14,13	2,31	24,40	205,50	2017,31	
13466+1050	BU 801	8,70	11,05	2,35	2,40	318,80	2017,345	
13470+1101	J 437	9,40	11,00	1,60	4,20	26,90	2017,345	3
no cat	FYM 644	12,40	12,40	0,00	7,90	38,00	2017,282	
14287+2404	POU 3170	10,00	10,50		3,30	153,40	2017,304	
no cat	FYM 653	9,51	13,13	3,62	16,00	149,00	2017,304	
no cat	FYM 659	11,19	14,82	3,63	14,50	0,60	2017,345	
14363+1924	STF 3087	10,63	10,67	0,04	2,60	222,00	2017,304	
14373-0721	J 2106	10,46	13,10	2,64	13,30	338,50	2017,299	3
14393+2000	HJ 2737	11,31	12,90	1,59	10,50	33,80	2017,304	
14428+0635	A 1109 AB	7,44	9,44	2,00	1,90	87,60	2017,282	
14434+2014	COU 186 AB	10,21	12,70	2,49	2,20	251,00	2017,299	2
14434+2014	COU 186 AC	10,21	11,70	1,49	22,70	297,60	2017,299	
no cat	FYM 646	13,08	13,51	0,43	15,50	278,60	2017,288	3
14453+2009	HU 576	8,70	12,10	3,40	5,60	188,00	2017,299	
no cat	FYM 651	13,50	13,57	0,07	8,60	141,60	2017,299	
14550+4301	OSO 60	11,90	14,05	2,15	3,54	128,86	2015,403	2
15212+3049	KZA 82	10,50	11,50	1,00	9,50	103,70	2015,386	
15461+3914	OSO 66	13,51	15,38	1,87	5,40	36,40	2017,282	
15498+2315	POU 3206 AB	10,95	13,90	2,95	13,80	74,00	2017,301	
15498+2315	POU 3207 AC	10,95	13,28	2,33	19,40	99,90	2017,301	
16226+2624	BRT 3311	11,50	11,70	0,20	4,80	37,35	2017,282	
no cat	FYM 645 AB	12,09	13,20	1,11	9,80	127,80	2017,282	
no cat	FYM 645 AC	12,09	16,24	4,15	9,40	238,30	2017,282	
16258+0542	STF 2042	8,59	11,40	2,81	9,70	134,10	2017,282	
16284+3108	STF 2053 AB	9,95	10,84	0,89	21,60	351,40	2017,301	3
16291+0514	SKF 12	12,00	12,00	0,00	7,50	334,50	2017,282	
16332+3535	POP 89	12,40	12,60	0,20	3,20	170,30	2017,345	
16337+3500	HJ 586	12,30	12,40	0,10	9,45	236,10	2017,345	
no cat	FYM 652	11,58	11,61	0,03	5,20	353,00	2017,304	
17304+5218	FYM 654 CD	13,45	15,54	2,09	10,70	298,00	2017,304	

(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
17315+5222	BEM 9023	12,40	11,90	-0,50	15,50	51,70	2017,304	
18367+3841	FYM 506 BC	11,66	15,51	3,85	23,60	252,70	2016,596	
19490+1956	FYM 262 AC	14,00	15,73	1,73	12,00	145,15	2016,563	
19591+1437	J 3218 AB	10,00	10,00	0,00	3,90	49,60	2015,674	
no cat	FYM 582	11,99	11,88	-0,11	4,90	266,70	2016,557	
20377+2319	BKO 601	14,90	15,40	0,50	10,00	104,00	2015,74	
20390+3804	SEI 1204	10,90	12,50	1,60	7,80	291,40	2015,74	
21087+1717	HEI 184	12,47	12,81	0,33	2,90	62,00	2016,743	
no cat	FYM 590	14,07	15,18	1,11	11,90	301,00	2015,679	
no cat	FYM 538 AB	12,38	12,16	-0,22	7,00	192,20	2016,743	
no cat	FYM 538 BC	12,16	15,02	2,86	5,70	204,40	2016,743	
no cat	FYM 537	13,22	13,88	0,66	5,10	173,40	2015,679	
no cat	FYM 334 AB	11,75	14,26	2,51	12,80	132,70	2015,77	
no cat	FYM 334 AC	11,75	13,93	2,18	21,80	168,90	2015,77	
22359+3938	DAL 28 GJ	14,08	12,99	-1,09	6,50	77,80	2016,825	
no cat	FYM 341 AB	12,73	13,68	0,95	11,50	279,00	2015,77	
no cat	FYM 341 AC	12,73	14,35	1,62	11,50	321,50	2015,77	
no cat	FYM 341 AD	12,73	15,59	2,86	15,60	101,30	2015,77	
no cat	FYM 426	9,17	13,10	3,93	15,90	90,80	2016,675	
23228+2322	AZC 129	14,20	16,90	2,70	12,65	178,00	2015,77	
23228+2322	FYM 333 BC	16,90	16,45	-0,45	11,50	119,90	2015,77	

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

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS
no cat	FYM 562	A es UCAC4-595-000 349 * mV 9,02 * b-v 0,62 * pm +59 -68 ** B es UCAC4-595-000 348 * mV 14,67
00417+2422	POU 56	A es UCAC4-572-001 608 * mV 12,60 ** B es UCAC4-572-001 609 * mV 13,38
01032+2006	LDS 873	A es GLIESE 1026 A / HIP 4927 * M2 ** B es GAIA 2788757282161376512
01321+1657	STF 132 AE	A es HIP 7143 / UCAC4-535-002 730 * pm +122 -196 es una estrella rápida * K0III ** E es GAIA 2592750260561767424
no cat	FYM 586	A es UCAC4-738-017 395 * mV 15,25 ** B es UCAC4-738-017 393 * mV 15,56 * medida con interferometría S2
no cat	FYM 589	A es TYC 2830-433-1 / UCAC4-647-008 076 ** B es UCAC4-647-008 075 * mV 11,49
14424+6603	GKI 4	A es HIP 71898 / UCAC4-781-024 848 ** B no encontrada en DR1
02426+3838	FYM 362 AC	A es TYC 2845-278-1 / UCAC4-644-010547 * mV 12,05 ** C es UCAC4-644-010 550 * mV 14,63 pm +36 +5
04044+3747	ES 2461	A es TYC 2877-1238-1 / UCAC4-639-015 999 * mV 10,83 ** B es UCAC4-639-016 001 * mV 10,83

(Continúa en la página siguiente)

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

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS
04048+6156	SLE 51	A es TYC 4068-1111-1 / UCAC4-760-029 373 * mV 12,28 ** B es UCAC4-760-029 372 * mV 12,12
04058+6210	ES 122	A es UCAC4-761-028 639 * mV 9,07 ** B es UCAC4-761-028 636 * mV 9,11
no in WDS	FYM 509	A es UCAC4-583-011 031 * mV 11,52 ** B es UCAC4-583-011 032 * mV 12,15
no in WDS	FYM 592	A es HD 232968 / UCAC4-721-034 445 * mV 9,62 ** B es UCAC4-721-034 446 * mV 13,72
04345+5542	STI 2056	A es UCAC4-729-033 631 * mV 12,11 ** B es GAIA 277200109865208832
no in WDS	FYM 358	A es UCAC4-730-035 215 * mV 14,86 * b-v 1,38 * pm +20 -7 ** B es UCAC4-730-035 213
no in WDS	FYM 588	A es UCAC4-669-034 205 * mV 11,28 * pm +1 -4 ** B es UCAC4-669-034 200 * mV 13,52 * pm -3 +1
05191+4009	FYM 365 AF	A es HIP 24812 ** F es UCAC4-651-029 530 * mV 14,13 * 2 noches
05191+4009	FYM 365 AG	A es TYC 2900-1278-1 / UCAC4-651-029 534 ** G es UCAC4-651-029 527 * mV 10,09
05191+4009	FYM 365 AH	A es TYC 2900-1278-1 ** H es UCAC4-651-029 541 * mV 13,12
05191+4009	FYM 365 AI	A es TYC 2900-1278-1 ** I es UCAC4-651-029 542 * mV 13,75
05191+4009	FYM 365 AJ	A es TYC 2900-1278-1 ** J es UCAC4-651-029 540 * mV 12,75
05191+4009	FYM 365 AK	A es TYC 2900-1278-1 ** K es UCAC4-651-029 521 * mV 14,72
05195+4004	SLE 65	A es UCAC4-651-029 594 ** B es UCAC4-651-029 593
no in WDS	FYM 376 ab	A es TYC 2394-1592-1 / UCAC4-618-022 515 * pm -1 -4 ** B es UCAC4-618-022 524 * mV 11,42 * pm -5 -4
no in WDS	FYM 593 CD	C es UCAC4-618-022 537 * mV 14,04 ** D es UCAC4-618-022 535 * mV 14,12
05228+3325	BU 887 AC	A es TYC 2394-1265-1 ** C es UCAC4-618-022 544 + mV 13,17
05228+3325	SS 6 AG	A es TYC 2394-1265-1 ** G es UCAC4-618-022 550 * mV 14,90
05228+3325	BU 887 AE	A es TYC 2394-1265-1 ** E es UCAC4-618-022 531 * mV 13,90
05228+3325	BU 887 AD	A es TYC 2394-1265-1 ** D es UCAC4-618-022 532 * mV 11,50
05242+4108	ES 62 AB	A es UCAC4-656-033 611 ** B es GAIA 194172417731410048
05298+1825	BU 891 AB	A es HIP 25745 / UCAC4-543-015 969 ** B es UCAC4-543-015 970 * mV 12,50
no in WDS	FYM 594	A es TYC 3371-338-1 / UCAC4-711-039 539 * mV 11,80 ** B es UCAC4-711-039 537 * mV 11,76
no in WDS	FYM 595	A es UCAC4-542-016 343 * mV 15,15 ** B es UCAC4-542-016 342 * mV 15,15 * pm +10 -3
05351+0956	STF 738 AB	A es Lam Ori 39 / HIP 26207 * O8+B0,5V ** B es UCAC4-500-013 601 * mV 6,83
05351+0956	STF 738 AC	A es Lam Ori 39 / HIP 26207 ** C es GAIA 3337991545287771136
05387+1746	STF 759 AB	A es UCAC4-539-017 143 ** B es UCAC4-539-017 141
05387+1746	STF 759 AC	A es UCAC4-539-017 143 ** C es A es UCAC4-539-017 140
05438+3056	J 939	A es UCAC4-605-023 862 ** B es UCAC4-605-023 864
05463+2542	BRT 138	A es UCAC4-579-018 129 ** B es UCAC4-579-018 129
05551+0350	BAL 2157	A es UCAC4-470-013 974 ** B es UCAC4-470-013 973 * mV 10,50
no in WDS	FYM 596	A es UCAC4-537-029 042 * mV 13,04 * pm -12 +4 ** B es UCAC4-537-029 044 * mV 13,38 * pm -1 -14
06364+1708	BRT 1207	A es UCAC4-536-030 502 ** B es UCAC4-536-030 503
07143+1546	STF 1047 A,BC	A es UCAC4-529-038 830 ** B es UCAC4-529-038 831 * mV 10,25
no cat	FYM 613	A es TYC 1920-1-1 / UCAC4-590-042 821 * mV 12,28 ** B es UCAC4-590-042 816 * mV 12,21

(Continúa en la página siguiente)

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

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS
07470+0001	STF 1141 AB	A es HIP 37976 * B9 ** B es UCAC4-451-040 239
07470+0001	HJ 5541 AC	A es HIP 37976 ** C es UCAC4-451-040 246 * mV 12,34
07470+0001	FYM 617 AF	A es HIP 37976 ** F es UCAC4-451-040 235 * mV 13,23
07470+0001	FYM 617 EG	E es TYC 180-224-1 / UCAC4-451-040 219 * mV 10,05 ** G es UCAC4-451-040 222
07580-0049	A 1969 AB	A es HIP 38931 * B es GAIA 3083867749246497408 * mG 11,16 * Medida por interferometría
07598-1028	DAM 12 AD	A es UCAC4-398-037 672 ** D es A es UCAC4-398-037 666 * mV 15,67
07598-1028	DAM 12 AC	A es UCAC4-398-037 672 ** C es UCAC4-398-037 670 * mV 11,66
07598-1028	DAM 12 AB	A es UCAC4-398-037 672 ** B es UCAC4-398-037 673 * mV 12,04
08034-0715	J 1508	A es UCAC4-414-041 369 * mV 10,75 ** B es UCAC4-414-041 371 * mV 10,35
08045-0909	J 2865	A es TYC 5413-1796-1 / UCAC4-405-040 899 * mV 10,92 ** B es UCAC4-405-040 898 * mV 11,26
08053+2413	POU 2927	A es UCAC4-572-042 913 * mV 13,57 * B es GAIA 680534784915143424 * mG 15,28 * medida por interferometría
08055+2401	POU 2928	A es UCAC4-571-043 384 ** B es UCAC4-571-043 383 * mV 14,93
08081+4916	HJ 2428	A es HIP 39817 * F5 ** B es UCAC4-697-048 318 * mV 9,05
08087+2401	POU 2938	A es TYC 1927-896-1 / UCAC4-571-043 584 * mV 10,48 * F8 ** B es UCAC4-571-043 583 * mV 10,39 ** Precaución: inversión mVA y mVB
08089+1213	J 375 AB	A es UCAC4-512-043 835 ** B es UCAC4-512-043 836 * mV 11,01
08089+1213	J 375 AC	A es UCAC4-512-043 835 ** C es UCAC4-512-043 834 * mV 13,26 * b-v 1,13
08091-0048	BAL 847	A es UCAC4-446-044 811 ** B es UCAC4-446-044 813
08095+3213	STF 1187 Aa,B	A es HIP 39948 * IC = 0,486 ** B es UCAC4-612-042 252 * mV 7,57 * medida con interferometría
08116+3227	FYM 620 AD	A es UCAC4-613-044 746 ** D es UCAC4-613-044 748 * mV 13,78
08126+3028	HO 643 AC	A es TYC 2469-839-1 / UCAC4-603-044 623 ** C es UCAC4-603-044 624 * mV 14,06
08181+3050	STF 1212	A es TYC 2470-854-1 / UCAC4-605-043 775 * F2 ** B es UCAC4-605-043 774
no in WDS	FYM 614 AB	A es TYC 2470-462-1 / UCAC4-603-044 790 * mV 12,59 ** B es UCAC4-603-044 792 * mV 12,89
no in WDS	FYM 614 AC	A es TYC 2470-462-1 / UCAC4-603-044 790 * mV 12,59 ** C es UCAC4-603-044 791 * mV 13,00
08202+1700	STF 1214 A,BC	A es TYC 1382-72-1 / UCAC4-536-047 061 * mV 10,23 ** B es UCAC4-536-047 062
08207+1627	HEI 141	A es TYC 1378-691-1 / UCAC4-533-046 573 * mV 10,41 ** B es GAIA 655944104283812480
08217+1717	PAR 1	A es HIP 40977 * mV 9,25 / Var, V Cnc mag. 7,50 a 13,90 ** B es UCAC4-537-046 263 * mV 11,20
08358+0637	FYM 618 EG	E es UCAC4-483-064 634 ** G es UCAC4-483-064 630
08414-0213	HJ 103 BC	B es UCAC4-439-046 639 ** C es UCAC4-439-046 637
08414-0213	HJ 102 AB	A es UCAC4-439-046 641 ** B es UCAC4-439-046 639
08431+2250	POU 3004	A es UCAC4-565-044 124 ** B es UCAC4-565-044 126
08436-0237	J 1530	A es UCAC4-438-048 437 ** B es UCAC4-438-048 435
08445-1032	J 2886	A es UCAC4-398-044 398 * mV 13,35 ** B es UCAC4-398-044 399 * mV 12,63 * Con REDUC mA < mB
08448-1044	HJ 795	A es UCAC4-397-043 283 ** B es UCAC4-397-043 285
08453+1853	BRT 2391 BC	B es UCAC4-545-047 122 * F5 * C es UCAC4-545-047 123
08453-0236	STF 1270	A es HIP 42951 / MX Hya * F2IV ** B es UCAC4-437-047 373

(Continúa en la página siguiente)

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

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS
08462+1915	STF 1269	A es TYC 1396-1299-1 / UCAC4-547-045 937 * A0 ** B es UCAC4-547-045 935
08462+1915	FYM 619 AC	A es UCAC4-547-045 937 ** C es UCAC4-547-045 936 * mV 15,91
08468+0625	STF 1273 AB,D	A es HIP 43109 ** D es GAIA 583151353573008000
08484+0629	KAM 2	A es HIP 43233 * K2III ** B es? * medida con interferometría
08503+0125	J 74	A es UCAC4-458-045 511 ** B es UCAC4-458-045 512
08507+4921	STF 1278 AB	A es UCAC4-697-049 295 * F5 * B es UCAC4-697-049 296
08515+1208	STF 1287 AB	A es TYC 814-601-1 / UCAC4-511-047 178 * F0 * B es TYC 814-601-12 * medida con interferometría
08515+1208	FYM 13 CD	C es GAIA 604997202213625728 * mV 12,02 ** D es UCAC4-697-049 305 * mV 15,78
08531+0137	J 75	A es UCAC4-459-043 897 * G ** B es UCAC4-459-043 898 *
08544+1426	HEI 148	A es UCAC4-523-049 719 ** B no encontrada
09095+1321	HU 867	A es HIP 44956 / UCAC4-517-049 072 * G0 ** UCAC4-517-049 071
09175+1419	ROE 35	A es UCAC4-522-048 078 * B es UCAC4-522-048 077
09210-0100	FOX 161	A es UCAC4-719-054 476 ** B es UCAC4-719-054 477
no in WDS	FYM 628	A es UCAC4-789-020 550 * mV 11,77 ** B es UCAC4-789-020 549 * mV 12,79
09390+0211	BAL 1863	A es UCAC4-461-046 722 ** B es UCAC4-461-046 721
09413+6214	STI 693	A si UCAC4-762-040 380 ** B es UCAC4-762-040 379
09498+2111	FYM 626 AC	A es HIP 48 218 / DG Leo ** C es GAIA 640100313521827072 * mG 14,14 * Delta mG es exactamente igual con el software Reduc
09505+0337	J 83	A es TYC 240-1972-1 ** B es TYC 240-1972-2
no in WDS	FYM 624	A es TYC 2502-376-1 / UCAC4-605-046 599 * mV 10,00 ** B es UCAC4-605-046 601 * mV 10,85
no cat	FYM 233	A es UCAC4-589-046 566 * mV 12,21 * b-v 0,74 * B es UCAC4-589-046 565 * mV 15,39 * b-v 0,00
09585+1003	BRT 1265	A es UCAC4-501-053 527 * F8 ** B es UCAC4-501-053 526
10015+6837	ODE 6	A es UCAC4-794-020 568 ** B es UCAC4-794-020 571 * 3 noches
10015+6837	FYM 629 AC	A es UCAC4-794-020 568 ** C es A es UCAC4-794-020 570 **
10029+6847	STF 1400 AB	A es HIP 49230 / UCAC4-794-020 595 * IC = 0,02 *** B es UCAC4-794-020 594
09273+3315	FYM 625 AD	A es TYC 2506-649-1 / UCAC4-619-045 613 * mV 11,96 ** D es UCAC4-619-045 612 * mV 14,24
10112+3346	POP 85 AB	A es TYC 2506-649-1 / UCAC4-619-045 613 * mV 11,96 ** B es UCAC4-619-045 614 * mV 11,96
no in WDS	FYM 648	A es UCAC4-804-019 898 ** B es UCAC4-804-019 897 * b-v 1,33
10258+0312	HJ 1177	A es UCAC4-466-045 024 ** B es UCAC4-466-045 026
no in WDS	FYM 627	A es UCAC4-789-021 191 * mV 12,355 ** B es UCAC4-789-021 190 * mV 14,86
10281+6706	BAR 38	A es TYC 4150-193-1 / UCAC4-786-021 224 ** B es UCAC4-786-021 225 * 2 noches
10320+2202	STF 1442	A es HIP 51566 / UCAC4-561-050 479 ** B es HIP 51567
no in WDS	FYM 649 AB	A es UCAC4-805-020 584 * b-v 0,59 ** B es UCAC4-805-020 585
no in WDS	FYM 649 AC	A es UCAC4-805-020 584 * b-v 0,59 ** C es UCAC4-805-020 586 * 3 noches
10374-1103	J 2075	A es UCAC4-395-050 477 * K0 ** B es UCAC4-395-050 478
10445+6757	MLB 462	A es UCAC4-790-0211 382 ** B es GAIA 1072053356391937024 * mG 12,39
no in WDS	FYM 647	A es TYC 4145-911-1 / UCAC4-759-041 740 ** B es UCAC4-759-041 741
10493-0401	STF 1476	A es HIP 52913 / TYC 4916-1314-1* A2IV * B es TYC 4916-1314-2 * medida con interferometría

(Continúa en la página siguiente)

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

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS
10494+4123	STF 1475	A es HIP 52925 / UCAC4-657-053 236 * G0 ** B es UCAC4-657-053 235
10496+1630	A 2370	A es HIP 53938 / TYC 1428-335-1 ** B es TYC 1428-335-2
10498-0854	J 2076	A es TYC 5499-1101-1 / UCAC4-406-052 897 ** B es UCAC4-406-052 898
10509-0410	HJ 169 AC	A es UCAC4-430-052 783 ** C es UCAC4-430-052 782 * mV 12,51 * b-v 1,19
10532+4359	ES 2635 AB	A es UCAC4-670-056 074 ** B es UCAC4-670-056 075
10533-1140	BRT 2727	A es UCAC4-392-051 994 ** B es UCAC4-392-051 996
10535-1308	J 2077	A es UCAC4-385-058 002 ** B es UCAC4-385-058 003
10537-1306	J 2078	A es UCAC4-385-058 008 ** B es UCAC4-385-058 009
10536-0742	J 90 AB	A es TYC 5499-64-1 ** B es TYC 5499-64-2
10575-1105	A 1770 AB,C	A es HIP 53568 / UCAC4-395-051 169 * F0 ** B es UCAC4-395-051 170
10596+2527	AG 342	A es UCAC4-578-047 955 * K2+K5 ** B es UCAC4-578-047 956
11055+4332	VBS 18 AB	A es HIP 54211 * M1V+M5V * B VX UMa / UCAC4668-057 565
11065+1416	HU 885 AB	A es HIP 54299 / TYC 854-169-1 * K2V ** B es TYC 854-169-2
11069+0157	BU 599	A es HIP 54336 / UCAC4-460-048 495 * G9IIICN ** B es UCAC4-460-048 496 * ¿puede haber error en los datos de 1991? * 3 noches
11085-0721	TDS 7694	A es TYC 4927-67-1 / UCAC4-414-052 424 ** B es GAIA 3784469033680909952* Gmag 11,55 * 3 noches * interferometría S2
no in WDS	FYM 632	A es UCAC4-668-057 638 ** B es UCAC4-668-057 637
11114+4325	KUI 55	A es HIP 54 658 / GLIESE 414,1 A** M0,5+M0,5 * medida con interferometría S1/S2
11143+3553	ES 2165	A es UCAC4-630-046 396 ** B es GAIA 761876517698793728
11152+7329	STT 539 AC	A es HIP 54952 / UCAC4-818-017 836 * K5 *** C es UCAC4-818-017 834 * 2 noches
11261+5023	KUI 121	A es UCAC4-702-051 210 * K2+M1 ** B es UCAC4-702-051 209 ** 3 noches
no in WDS	FYM 621	A es UCAC4-731-050 238 ** B es UCAC4-731-050 239
11350+5557	STI 2273	A es UCAC4-730-050 210 * K0V K5V ** B es UCAC4-730-050 211
11366+5608	STF 1553	A es HIP 56622 / UCAC4-731-050 262 * IC = 0,71 ** B es UCAC4-731-050263
11367+1138	J 2082	A es TYC 860-719-1 / UCAC4-509-051 986 ** B es UCAC4-509-051 985
no in WDS	FYM 655 AB	A es UCAC4-805-021 423 ** B es UCAC4-805-021 424
no in WDS	FYM 655 AC	A es UCAC4-805-021 423 ** C es UCAC4-805-021 422
11425-1558	J 1578	A es UCAC4-371-061 497 ** B es UCAC4-371-061 498
11495+0247	J 1018	A es TYC 275-87-1 / UCAC4-465-047 416 * F5 ** B es UCAC4-465-047 417
11515+0244	J 2101 AB	A es UCAC4-464-047 223 ** B es UCAC4-464-047 222
11515+0244	J 2101 AC	A es UCAC4-464-047 223 ** C es UCAC4-464-047 224
11518+1614	BRT 1275	A es TYC 1441-1279-1 / UCAC4-532+051 774 ** B es UCAC4-532-051 775
11525-0245	J 1582	A es UCAC4-437-053 977 ** B es UCAC4-437-053 978
11533+2019	STF 1577	A es TYC 1443-1492-1 / UCAC4-552-048 832 ** B es UCAC4-552-048 833
11548-0305	RST 4487	A es UCAC4-435-055 714 ** B es UCAC4-435-055 715
11582-1045	J 2084	A es TYC 5521-425-1 / UCAC4-397-051 731 ** B es UCAC4-397-051 730
11597-1137	BRT 3213	A es UCAC4-392-054 005 * B es UCAC4-392-054 004 * mV 11,65
12004-0042	A 2580	A es TYC 4939-369-1 * G5 ** B es GAIA 3602769647656770816 * 3 noches

(Continúa en la página siguiente)

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

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS
12008-1209	HU 132	A es HIP 58579 / TYC 5521-566-1 * G0 ** B es TYC 5521-566-2 ** 2 noches
12008-0958	A 141	A es UCAC4-401-053 025 ** B es UCAC4-401-053 027 * Opciones S1 y S2 REDUC software
no in WDS	FYM 231	A es UCAC4-533-049 603 * b-v 0,62 * ** B es UCAC4-533-049 604
12088+1622	J 2102	A es UCAC4-532-052 039 ** B es UCAC4-532-052 038 ** medida con interferometría * 3 noches
12095-1151	STF 1604 AC	A es HIP 59 272 / UCAC4-391-056 520 * G3V ** C es UCAC4-391-056 521
12137+2118	HU 570	A es HIP 59630 / UCAC4-557-050417 ** B es UCAC4-557-050418 * ¿puede haber error en datos de 2010?
12143-0543	HJ 203 AB	A es HIP 59676 * A5 ** B es UCAC4-422-055 361 / GAIA 3596384135092065024
12151-0715	STF 1619 AB	A es HIP 59743 / UCAC4-414-054 211 * G5** B es UCAC4-414-054 210
no in WDS	FYM 633	A es UCAC4-851-010 065 * b-v 1,60 ** B es UCAC4-851-010 066
no in WDS	FYM 631	A es UCAC4-851-010 065 ** B es UCAC4-851-010 066
12160+0538	STF 1621	A es TYC 287-337-1 / HIP 59816 * K8 * B es TYC 287-337-2
12244+2535	STF 1639 AB	A es HIP 60 525 / TYC 1989-3211-1 * IC = 0,276 * ** B es TYC 1989-3211-2 * S2 y CA
12285+8841	STF 1717	A es TYC 4645-50-1 / UCAC4-894-001 003 ** B es UCAC4-894-001 002
12286+0431	J 1022	A es UCAC4-473-048 485 ** B es GAIA 3707709408233009536 * Gmag 12,28 * Opción "Surface" de Reduc
12351+0727	STF 1658 AB	A es HIP 61419 * F8 * B es UCAC4-488-055 829
12375+0843	FYM 622 BC	B es UCAC4-494-057 547 * mV 12,05 ** C es UCAC4-494-057 549
12375+0843	BRT 3218	A es UCAC4-494-057548 * B es UCAC4-494-057 547
12380+8328	SKF 520	A es UCAC4-868-005 986 * B es UCAC4-868-005 987
12438-1201	HU 738	A es HIP 62109 / UCAC4-390-057 576 ** B es GAIA 3529886840075458944
12494+1628	SLE 904	A es UCAC4-533-053 886 ** B es UCAC4-533-053 887
12515-1920	J 1584	A es UCAC4-354-064 063 ** B es UCAC4-354-064 061
12563-0452	STF 1690	A es HIP 63139 / UCAC4-426-057 417 ** UCAC4-426-057 418
13065+2819	SLE 911	A es UCAC4-592-049 669 ** B es UCAC4-592-049 670
13076+2822	SLE 914	A es UCAC4-592-049 687 ** B es UCAC4-592-049 688
13141+3712	TDS 8741	A es TYC 2541-360-1 / UCAC4-637-048 335 ** B no encontrada en DR1
13196+2422	LDS 2913	A es TYC 1994-586-1 / UCAC4-572-050 101 ** B es GAIA 1446199468058902528 * Gmag 13,97 ** CA y S1 sin resultado
13215+2421	POU 3137	A es UCAC4-572-050 139 ** B es UCAC4-572-050 140
13278-0012	J 436	A es UCAC4-449-054 458 * A2 * B es UCAC4-450-054 308 * S3
13300+6021	STF 1754	A es HIP 65 858 * G5 ** B es HIP 65863
no in WDS	FYM 660	A es UCAC4-752-048 682 ** B es UCAC4-752-048 681
13333+2301	FYM 650 AC	A es UCAC4-566-049 822 ** C es UCAC4-566-049 824 * mV 13,50
13375+3618	STF 1768 AB	A es HIP 66458 / 25 CVn / TYC 2543-1189-1 * A7IV ** V es TYC 2543-1189-2
13384+0440	BRT 2153 AB	A es UCAC4-474-049 990 * G5 ** B es UCAC4-474-049 991
13413+3422	SKF 41 AB	A es UCAC4-622-048 267 * mV 16,10 ** B es UCAC4-622-048 266 * mV 15,01 * DA4+dM3,5 * 3 noches
13461+1703	SLE 918 AB	A es UCAC4-536-055 354 ** B es UCAC4-536-055 353
13461+1703	SLE 918 AC	A es UCAC4-536-055 354 ** C es UCAC4-536-055 352
13466+1050	BU 801	AZ es HIP 67233 / UCAC4-505-056 961 * K2

(Continúa en la página siguiente)

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

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS
13470+1101	J 437	A es UCAC4-506-055 952 ** B es UCAC4-506-055 953 * 3 medidas en dos años * S2 sobre CA
no in WDS	FYM 644	A es UCAC4-789-023 623 * b-v 0,62 ** B es UCAC4-789-023 624 * b-v 0,62
14287+2404	POU 3170	A es UCAC4-571-052 334 ** B es UCAC4-571-052 335
no in WDS	FYM 653	A es TYC 4983-489-1 / UCAC4-415-059 344 ** B es UCAC4-415-059 346
no in WDS	FYM 659	A es /TYC 328-363-1 / UCAC4-466-050 900 ** B es UCAC4-466-050 899
14363+1924	STF 3087	A es TYC 1480-549-1 / HIP 71413 ** B es TYC 1480-549-2 ** S2/S3
14373-0721	J 2106	A es TYC 4996-712-1 / UCAC4-414-058387 * mV 10,40 * B es UCAC4-414-058 385 * mV 12,66 3 noches
14393+2000	HJ 2737	A es TYC 1483-429-1 / UCAC4-551-053 226 ** B es UCAC4-551-053 227
14428+0635	A 1109 AB	A es TYC 332-158-1 *F8 * B es TYC 332-158-2 ** interferometría
14434+2014	COU 186 AB	A es UCAC4-552-052 038 ** ¿B no encontrada? * 2 noches
14434+2014	COU 186 AC	A es UCAC4-552-052 038 * F5 * C es UCAC4-552-052 035
no in WDS	FYM 646	A es UCAC4-781-024 858 ** B es UCAC4-781-024 856 * 3 noches
14453+2009	HU 576	A es HIP 72137 / UCAC4-551-053 403 ** B es UCAC4-551-053 402 * interferometría speckle
no in WDS	FYM 651	A es UCAC4-667-059 361 * mV 13,57 ** B es UCAC4-667-059 362
14550+4301	OSO 60	A es UCAC4-666-059 835 ** B es UCAC4-666-059 836 * 2 noches
15212+3049	KZA 82	A es UCAC4-605-052 400 mV 16,41 ** B es UCAC4-605-052 401 * mV 13,57
15461+3914	OSO 66	A es UCAC4-647-052 825 ** B es UCAC4-647-052 824 mV 15,25 * interferometría S3*
15498+2315	POU 3206 AB	A es TYC 2034-964-1 / UCAC4-567-052 540 ** B es UCAC4-567-052 541
15498+2315	POU 3207 AC	A es TYC 2034-964-1 / UCAC4-567-052 540 ** C es UCAC4-567-052 542
16226+2624	BRT 3311	A es UCAC4-583-053760 * mV 11,19 / TYC 2051-303-1 * B es UCAC4-583-053 759 * mV 12,07 * posible error en theta 2003 * coordenadas incorrectas
no in WDS	FYM 645 AB	A es UCAC4-582-052 768 ** B es UCAC4-582-052 769
no in WDS	FYM 645 AC	A es UCAC4-582-052 768 / TYC 2047-388-1 ** C es UCAC4-582-052 76
16258+0542	STF 2042	A es HIP 80492 / UCAC4-479-059 352 ** B es UCAC4-479-059 353
16284+3108	STF 2053 AB	A es UCAC4-606-053 634 * G0 ** B es UCAC4-606-053 633 * 3 noches
16291+0514	SKF 12	A es UCAC4-477-059 571 * M0:+M0:* ** B es UCAC4-477-059 569
16332+3535	POP 89	A es UCAC4-628-052 501 ** B es GAIA 1327748114033529344
16337+3500	HJ 586	UCAC4-626-053 262 ** B es UCAC4-626-053 261
no in WDS	FYM 652	A es UCAC4-712-053 426 ** B es UCAC4-712-053 425
17304+5218	FYM 654 CD	C es UCAC4-712-056 374 ** D es UCAC4-712-056 373
17315+5222	BEM 9023	A es TYC 3521-963-1 / UCAC4-712-056 398 ** B es UCAC4-712-056 400
18367+3841	FYM 506 BC	B es UCAC4-644-060 881 * mV 11,66 ** C es UCAC4-644-060 874 * mV 15,51
19490+1956	FYM 262 AC	A es UCAC4-550-104 431 * mV 13,37 * pm -86 -48 ** C es UCAC4-550-104 441 * mV 15,73 * pm +17 -14
19591+1437	J 3218 AB	A es TYC 1083-1247-1 / UCAC4-523-123 699 * B es UCAC4-523-123 697 * mV 11,28 ** posible error en los datos de 2001 *226-180=46
no in WDS	FYM 582	A es UCAC4-629-093 273 * mV 11,99 * pm +14 -14 ** B es UCAC4-629-093 268 * mV 11,88 * IC 0,98
20377+2319	BKO 601	A es UCAC4-567-109 563 * mV 14,55 ** B es UCAC4-567-109 566 * mV 14,82
20390+3804	SEI 1204	A es UCAC4-641-096 871 * mV 10,88 * mp -14+4 * B es UCAC4-641-096 873 * mV 11,73 * pm +45+30
21087+1717	HEI 184	A es UCAC4-537-138 192 * mV 12,81 ** B es UCAC4-537-138 194 * mV 12,88

(Continúa en la página siguiente)

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

ID. WDS	NOMBRE	NOTAS
no in WDS	FYM 590	A es UCAC4-570-118 430 * mV 14,07 * pm +11 -11 ** B es UCAC4-570-118 427 * mV 15,18 * pm -34 +14
no in WDS	FYM 538 AB	A es UCAC4-604-123 332 * mV 12,38 * pm -41 -47 ** B es UCAC4-604-123 331 * mV 12,16 * pm -16 -14 * Precaución mB > mA
no in WDS	FYM 538 BC	B es UCAC4-604-123 331 * mV 12,16 ** C es UCAC4-604-123 329 * mV 15,02 * pm +103 -11
no in WDS	FYM 537	A es UCAC4-572-119 046 * mV 13,22 ** B es UCAC4-572-119 047 * mV 13,88
no in WDS	FYM 334 AB	A es UCAC4-478-134 399 * mV 11,75 * b-v 1,30 ** B es UCAC4-478-134 402 * mV 14,26 * pm +0 -5
no in WDS	FYM 334 AC	A es UCAC4-478-134 399 * mV 11,75 * C es UCAC4-478-134 400 * mV 13,93
22359+3938	DAL 28 GJ	G es UCAC4-649-111 041 ** J es UCAC4-649-111 042
no in WDS	FYM 341 AB	A es UCAC4-729-098 092 * mV 12,73 * B es UCAC4-729-098 086 * mV 13,68
no in WDS	FYM 341 AC	A es UCAC4-729-098 092 * C es UCAC4-729-098 087 * mV 14,35 * pm -8 -3
no in WDS	FYM 341 AD	A es UCAC4-729-098 092 ** D es UCAC4-729-098 098 * mV 15,59
no in WDS	FYM 426	A es HIP 115292 / UCAC4-606-136 561 * mV 9,17 * pm +25 -10 ** B es UCAC4-606-136 562 * mV 13,1 * pm +15 -23
23228+2322	AZC 129	A es UCAC4-567-128 702 * mV 14,20 * B es UCAC4-567-128 703 * mV 16,18 * b-v 1,17 * pm 152 -36
23228+2322	FYM 333 BC	B es UCAC4-567-128 703 * mV 16,18 * b-v 1,17 * * C es UCAC4-567-128 705 * mV 16,45 * pm -6 -10

TABLA 6. NOTAS COMPLEMENTARIAS A LOS NUEVOS PARES FYM ORDENADOR POR AR.

ID. FYM	ID. WDS RA+DE	PAR CITADO EN WDS	NUEVA COMP.	MPAR_A	PMDEC_A	PMAR_B	PMDEC_B
FYM 562	00064+2850 **			59	-68	0	0
FYM 586	01434+5727 **			16	27	0	0
FYM 589	02112+3917 **			-40	2	-31	0
FYM 362 AC	02426+3838	ALI 759	C	-2	-4	36	5
FYM 509	04113+2630 **			34	3	8	-4
FYM 592	04031+5403 **			-4	0	0	0
FYM 358	04372+5550 **			20	-7	-17	10
FYM 588	05082+4347 **			1	-4	-3	1
FYM 365 AF	05191+4009	DOB 4 DE	F	-2	0	0	0
FYM 365 AG	05191+4009	DOB 4 DE	G	-2	0		
FYM 365 AH	05191+4009	DOB 4 DE	H	-2	0	3	-3
FYM 365 AI	05191+4009	DOB 4 DE	I	-2	0	9	-10
FYM 365 AJ	05191+4009	DOB 4 DE	J	-2	0	-7	-11
FYM 365 AK	05191+4009	DOB 4 DE	K	-2	0	-39	12
FYM 376 ab	05225+3326 **			-1	-4	0	-5
FYM 593 CD	05225+3326 **	FYM 593 AB,C		16	2	0	0
FYM 594	05335+5511 **			9	-75	0	0
FYM 595	05336+1813 **			11	-3	10	-3
FYM 596	06324+1717 **			-12	4	-1	-4

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 6. NOTAS COMPLEMENTARIAS A LOS NUEVOS PARES FYM ORDENADOR POR AR (CONT.).

ID. FYM	ID. WDS RA+DE	PAR CITADO EN WDS	NUEVA COMP.	MPAR_A	PMDEC_A	PMAR_B	PMDEC_B
FYM 613	07451+2748 **			7	-6	-1	-10
FYM 617 AF	07470+0001	ARN 45 AE	F	1	-8	0	0
FYM 617 EG	07470+0001	ARN 45 AE	G	1	-5	10	-14
FYM 620 AD	08116+3227	STT 564 AC	D	-463	-644	-205	76
FYM 614 AB	08191+3023 **		AB	5	-8	-1	-1
FYM 614 AC	08191+3023 **	FYM 614 AB	C	5	-8	5	-18
FYM 618 EG	08358+0637	STF 1245 AB		21	-49	0	0
FYM 619 AC	08462+1915	STF 1269 AB	C	1	-19		
FYM 13 CD	08507+4921	STF 1278 AC	D	-110	-50	0	0
FYM 628	09323+6744 **			-4	-7	-2	-3
FYM 626 AC	09498+2111	KUI 44 AB	C				
FYM 624	09535+3058 **			-14	-16	-4	-11
FYM 233	09545+2736 **			-3	-42	0	0
FYM 629 AC	10015+6837	ODE 6	C	-29	0	0	0
FYM 625 AD	10112+3346	POP 85 AC		-107	-83	1	12
FYM 648	10152+7046 **						
FYM 627	10261+6738 **			-21	-1	0	0
FYM 649 AB	10361+7036 **			-32	-10		
FYM 649 AC	10361+7036 **	FYM 649 AB	C				
FYM 647	10452+6140 **						
FYM 632	11112+4335 **			7	-13	2	-10
FYM 621	11342+5602 **			-20	-1	-10	-3
FYM 655 AB	11390+7051 **			-6	8		
FYM 655 AC	11390+7051 **			-6	8	0	0
FYM 231	12065+2027 **			-55	-73	43	-68
FYM 633	12065+2027 **			2	-2	3	-17
FYM 631	12155+8003 **			2	-2	3	-17
FYM 622 BC	12375+0843	BRT 3218 AB	C	-8	-45	0	0
FYM 660	1335+6018 **						
FYM 650 AC	13333+2301	STF 1756 AB	C	-110	-6	-34	-32
FYM 644	14244+6738 **			-18	2	-2	13
FYM 653	14294-0557 **			17	-6		
FYM 659	14322+0308 **			-48	-5	0	0
FYM 646	14433+6600 **			-1	1	-10	4
FYM 651	14500+4319 **			4	-12	0	0
FYM 645 AB	16243+2614 **		AB	-40	4	-30	0
FYM 645 AC	16243+2614 **	FYM 645 AB		-40	4	0	0
FYM 652	17263+5131 **			-1	16	4	16

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 6. NOTAS COMPLEMENTARIAS A LOS NUEVOS PARES FYM ORDENADOR POR AR (CONT.).

ID. FYM	ID. WDS RA+DE	PAR CITADO EN WDS	NUEVA COMP.	MPAR_A	PMDEC_A	PMAR_B	PMDEC_B
FYM 654 CD	17304+5218	BU 1090 AC	D	4	-4	0	0
FYM 506 BC	18367+3841	H 4 59 **	C	5	6	0	0
FYM 262 AC	19491+1956	J 2285	C	-86	-48	17	-14
FYM 582	20213+3540 **			14	-14	-2	0
FYM 590	21130+2351 **		AB	11	-11	-34	14
FYM 538 AB	21185+3037 **		AB	-41	-47	-16	-14
FYM 538 BC	21185+3037 **	FYM 538 AB	C	-44	-51	103	-11
FYM 537	21213+2421 **			-11	-1	0	0
FYM 334 AB	22001+0528 **			1	2	0	-5
FYM 334 AC	22001+0528 **	FYM 334 AB	C	1	2	23	-15
FYM 341 AB	23202+5543 **	FYM 341 AB	AB	2	0	13	2
FYM 341 AC	23202+5543 **	FYM 341 AB	C	2	0	-8	-3
FYM 341 AD	23202+5543 **	FYM 341 AB	D	2	0	0	0
FYM 426	23210+3110 **		AB	23	-11	15	-23
FYM 333 BC	23228+2322	AZC 129 AB	C	152	-36	-6	-10

— Comentarios sobre la tabla 6

- La columna «Par citado en WDS» es la última doble (o la única doble) de ese sistema.
- Las coordenadas de los nuevos pares FYM se dan para el equinoccio J2000.
- En la columna mpDEC (o mpAR) se muestran los movimientos propios procedentes del catálogo UCAC4. Se expresan en mas/año.
- 22 de las 72 nuevas dobles son componentes añadidas a sistemas ya catalogados en WDS.
- En la columna «Id. WDS RA+DE» muestro las coordenadas en formato WDS con los redondeos correspondientes. Esta novedad se me pidió en un trabajo anterior publicado en JDSO y he pensado que sería interesante hacerlo también en OED, ya que la medidas van a parar al mismo lugar. En esta misma columna se añaden en algunos pares dos asteriscos que me han servido para controlar su fiabilidad en WDS y asegurarme de que no eran pares duplicados.

Traducido del francés por *Edgardo Rubén Masa Martín*

Howe 13

Enzo De Bernardini

- Sur Astronómico: <http://www.surastronomico.com/>
- Correo-e: enzo@surastronomico.com

La estrella Howe 13 (HWE 13), localizada en la constelación de Canis Major, presenta un historial de observaciones negativas, aún cuando los datos del WDS muestran un par que debería ser accesible a la observación visual. En este artículo se presenta la historia de los cambios de identificación de la estrella y una posible explicación a la observación de Herbert Alonzo Howe, proponiendo una doble alternativa.

The Double Star Howe 13 (HWE 13), located in the Canis Major constellation, has a history of negative observations, even though the WDS data shows a pair that should be accessible to visual observation. This article presents the history of the star identification changes and a possible explanation for the observation of Herbert Alonzo Howe, proposing a double alternative.

EN CANIS MAJOR, a solo 2,2° al oeste-noroeste del fulgor de *Sirius*, se encuentra la estrella HWE 13 (HD 47011, A.R. 06^h 35^m 51^s, Dec. -16° 06' 09"), de la cual, dependiendo de lo actualizadas que estén las referencias que consultemos, podremos encontrar datos que señalan componentes alrededor de magnitud 7,4 y 7,5 (Burnham, 1966; Comellas, 1988, rev. 2013; Haas, 2006) o más recientemente 7,37 y 11,20 (WDS, 2000).

Esta estrella estaba entre mi selección de dobles para observar visualmente con un refractor acromático de 80 mm de apertura desde cielos urbanos. Un par de estrellas de séptima magnitud con una separación de 12,6" (Haas, 2006) prometía ser un objetivo atractivo y accesible para el pequeño instrumento bajo esas condiciones de observación. Pero allí donde la doble debía estar, solo una estrella solitaria veía. Los datos de HWE13 en la compilación de Haas estaban acompañados por un reporte visual del experto observador australiano Ross Gould, lo que incentivaba aún más la curiosidad. ¿Dónde estaba Howe 13? ¿Por qué solo se observaba una estrella simple?

Una investigación inicial confirmó que esta estrella era un caso conocido pero sin resolver (Cloudy Nights, 2007). En los días sucesivos algunos intercambios en el foro AmAstro arrojaron varios resultados interesantes, destacando entre ellos el descubrimiento de la variabilidad de HD 47011 gracias al análisis de la estrella realizado por Sebastián Otero (AAVSO). Esta estrella resultó ser una variable tipo SPB (*Slowly Pulsating B-type star*, estrella pulsante lenta de tipo B), con un período de 0,47056 días y una amplitud de solo 0,04 magnitudes (*Variable Star Index*, AAVSO, 2017).

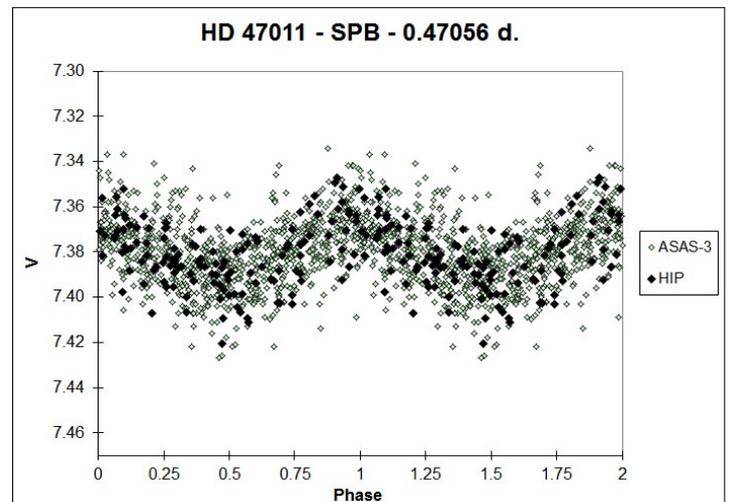


Figura 1. Curva de luz en fase de HD 47011 (Créditos de la imagen: Sebastián Otero, AAVSO).

En cuanto a la compañera, el catálogo Tycho-2 presentaba una estrella de magnitud 11,2 (datos tomados de Tycho-1 que el WDS también reproducía), pero en la posición indicada las imágenes sólo mostraban una débil estrella de magnitud visual 15,7 (magnitud derivada del catálogo UCAC3) y magnitudes infrarrojas J = 15,44 y K = 14,37 (2MASS). La confirmación visual llegó gracias a Rodolfo Ferraiuolo (San Rafael, Mendoza, Argentina), utilizando un telescopio reflector de 12" (300 mm) a 277x y observando bajo buenas condiciones de oscuridad y estabilidad. No había estrellas de brillos comparables a los esperados en los alrededores de HD 47011.



Figura 2. Imagen de HD 47011 con la posición aproximada donde la estrella compañera debería estar (sep. 10,8" y A.P. 296°). La débil estrella que aparece en esa ubicación (señalada en el extremo de la flecha) posee magnitud 15,7 (Créditos de la imagen: Aladin v9.0, 2MASS).

Con algo de investigación pude dar con la dirección de correo electrónico de Ross Gould, a quien le consulté por su reporte de observación y el problema de Howe 13. Allí comenzó un fructífero intercambio, impulsado gracias a los conocimientos y gran entusiasmo mostrados por Ross. Él había observado esta estrella hace varios años, desde un observatorio público en Australia y utilizando un telescopio C14 (355 mm a F/14) que requería ser apuntado manualmente. Ross ha realizado estudios académicos en Historia y Filosofía, y actualmente se dedica, entre otras cosas, a la búsqueda de estrellas dobles abandonadas del cielo austral (enviando sus recomendaciones al USNO) y a la publicación de una columna dedicada a las estrellas

dobles en la versión australiana de *Sky & Telescope*. Su experiencia en historia sería de gran ayuda para llevar adelante esta investigación, comenzando por el observador que le da nombre a la estrella en cuestión.

La gran lluvia de meteoros Leónidas de 1866 motivó su interés por la astronomía, y después de graduarse en la vieja Universidad de Chicago en 1875, Herbert Alonzo Howe (1858-1926) comenzó sus labores como asistente en el Observatorio de Cincinnati (Estados Unidos) observando estrellas dobles (Menzel, 1926). El 28 de abril de 1876, utilizando el refractor de 11 pulgadas del Observatorio, Howe descubre la estrella que al momento de su publicación tomó el lugar número 13 de un listado que totalizaba 50 dobles (Howe, 1876). Pero esta estrella no es la moderna Howe 13: al comprobar la posición publicada vemos que se encuentra en A.R. 10^h 09^m 26^s, Dec. -36° 03' (1880). Al corregir las coordenadas por precesión

11	20	4.5	7.5	10.	April 14,	"	Many stars in the field.
12	125	3.0	8.	8.5	April 14,	"	
13	320	1.5	8.5	9.5	April 28,	"	
14	160	6.0	8.	10.	April 24,	"	{ One of a small equilateral triangle in the finder.
15	350	2.0	8.	9.	Jan'y 30,	"	
136	...	...	...	332	35	332	25 18 19 ...
137	Anonymous	6 31 18	16 2	318	50	318	40 18 29 1.548 1.647
138	Piazzi vi 223	6 38 13	38 17	293	20	293	15 18 19 1.151 1.136
139	B. A. C. 2219	6 40 57	30 49	329	0	327	25 108 43 0.802 0.838
				328	55	329	30 0.776 0.781

11	.....	9	34	45	+2.57	-32	22	-16.2	E
12	W. Mural Zones, (237) 68.....	10	5	25	2.61	36	0	17.6	Z
13	W. Mural Zones, (237) 72.....	10	9	26	2.62	36	3	17.8	Z
14	W. Mural Zones, (9) 32	10	52	35	2.80	35	2	19.2	Z
15	Lacaille, 4570.....	10	57	32	2.89	26	52	19.3	C
136	...	76.150	314.5	...	7.8	8.5	3	II	
137	H. A. H.	76.791	300.3	11.19	8.0	9.0	6	II	Place only approximate.
138	Δ 32	76.147	275.4	7.92	...	2	U	Power 150.	
139	h 3891	76.089	220.0	5.59	6.5	9.0	6	S	

Figura 3 (arriba). Estrella número 13 en la publicación de 1876 "Catalogue of 50 new double stars", H. A. Howe (Publications of the Cincinnati Observatory, vol. 1)

Figura 4 (abajo). Estrella número 137 que coincide con la posición de la moderna Howe 13 (en A.R. 06^h). Notar las siglas H.A.H. señalando a Herbert Alonzo Howe como el observador. "Micrometrical Measurements of 166 Double and Triple Stars", Stone (1877).

No. 17.	Howe 13.	C. Z. 10 h. 686.	8.3
	10 ^h 10 ^m 17 ^s	— 36° 9'.2.	
	8.8 and 9.3		
1877.3	300.8	2.95	Cinc. 1 n
1885.2	306.6	3.36	„ 1
Also noted as a double star at Cordoba.			
A fainter and wider pair, Howe 12, is 4 ^m pr. a little N.			

Figura 5. La estrella número 17 del "Reference Catalogue of Southern Double Stars" (Innes, 1899) muestra a Howe 13 en A.R. 10^h, posición de la moderna Howe 68.

puede verse que la Howe 13 original coincide con la posición de la moderna Howe 68, localizada en la constelación de Antlia.

Para encontrar a la moderna Howe 13 (en A.R. 06^h) debemos indagar en una publicación del año siguiente (Stone, 1877), donde el registro número 137 presenta una estrella con una posición que coincide con la buscada (aunque en las notas se encuentra señalada como "sólo aproximada"), A.R. 06^h 31^m 18^s, Dec. -16° 02' (1880), con magnitudes 8,0 y 9,0, una separación de 11,19", y un A.P. de 300,3".

Aunque encontrar la publicación original donde parece estar identificada Howe 13 en A.R. 06^h sugiere resolver parte de la cuestión planteada, debemos tener

en cuenta que hasta ese momento Howe 13 era una estrella en otra ubicación (A.R. 10^h), con lo cual, en algún punto posterior, la numeración tuvo que cambiar para coincidir con las modernas estrellas Howe (las que actualmente aparecen en el WDS). Avanzando un poco más, en 1899 encontramos que la estrella número 17 del "Reference Catalogue of Southern Double Stars" de R. T. A. Innes (Innes, 1899), es Howe 13 en A.R. 10^h, mostrando tres mediciones (dos publicadas en el catálogo principal, y una tercera en el apéndice).

Hasta ese momento habíamos encontrado dos tipos de resultados en las publicaciones: estrellas Howe con la numeración antigua (con Howe 13 en A.R. 10^h), y estrellas Howe con la numeración moderna (como las del actual WDS, con Howe 13 en A.R. 06^h). Nos estábamos acercando. Evidentemente en algún momento las estrellas Howe fueron una vez más ordenadas por ascensión recta, las originales y las descubiertas posteriormente, y numeradas nuevamente con ese nuevo orden, quedando obsoleta la numeración anterior. Alguna publicación debía mostrar este cambio, y la encontramos en el grandioso trabajo de Sherburne Wesley Burnham, "A General Catalogue of Double Stars within 121° of the North Pole" de 1906. El catálogo se divide en dos volúmenes y en el volumen 1 aparece un índice en donde las estrellas se agrupan por observador y cada una se referencia al número que le corresponde dentro de las notas catálogo del volumen 2. En este índice puede verse el listado completo de estrellas Howe ordenado por ascensión recta y

I. STARS DISCOVERED BY MODERN OBSERVERS

no.	β	A	Hu	Ho	Ox	See	A. G.	Hd	Hn	Es	Kr	Ku	Howe	Stone	Weisse	Arg
1	455	888	4	53	56	12751	121	20	80	88	45	7792	490	32	114	27
2	617	2353	18	266	70	13	230	50	190	246	....	9518	660	220	459	403
3	662	4091	111	283	105	....	280	59	399	297	85	6	681	463	699	495
4	714	5078	183	446	104	162	301	66	500	780	137	109	810	471	2288	800
5	854	5730	356	571	131	....	310	68	552	939	....	190	811	1201	2483	802
6	913	5797	719	657	152	....	319	79	823	1046	....	370	1305	1599	2490	978
7	1034	5799	771	757	157	....	397	84	1241	1243	240	470	1411	2216	2612	1112
8	1226	5907	852	764	193	196	460	89	1723	1376	....	723	1852	2233	2638	1326
9	1418	5913	873	773	197	....	465	107	1778	1406	....	1213	2054	2314	2853	1412
10	1460	6378	890	1033	212	547	514	113	1984	1539	625	1294	2090	2707	2891	1553
1	1549	6436	914	1038	245	696	533	119	5534	1607	684	1520	2311	2950	3026	2359
2	1699	6542	985	1059	260	708	534	123	6142	1877	858	1536	2632	3018	3417	3154
3	2823	6636	1035	1516	262	721	536	124	6168	2325	1071	1615	3505	3351	3506	3165
4	2905	7090	1086	1754	279	778	567	158	6344	2437	1331	1685	3522	3535	3882	3403
5	2980	7173	1092	2164	317	874	608	174	6520	3612	1495	1861	3614	3609	3957	3502
6	3116	7204	1118	2422	349	1102	710	179	6727	3732	....	1931	3617	3727	4321	3677
7	3186	7248	1132	2441	357	1147	712	186	6740	3756	1528	2164	3938	4061	4325	4082
8	3275	7261	1283	2635	374	....	769	203	6808	4595	1547	2228	4143	4469	4438	4563
9	3569	7365	1651	2955	385	1387	776	204	6969	6836	....	2349	4411	5173	4636	4623
20	3635	7395	1681	3038	479	1467	795	209	6990	8287	1721	2466	4422	5604	4871	4639
1	4074	7405	1706	3089	541	1473	821	210	7053	8652	1894	2525	4542	5635	4993	4825
2	4108	7446	1796	3230	584	1621	895	293	7094	8796	2091	2697	4551	5756	5309	5082
3	4405	7569	1847	3235	609	1659	920	299	7135	9675	2205	3004	4935	6164	5327	5265
4	4840	7594	1860	3270	614	....	973	300	7234	9900	2267	3013	5218	6266	5300	5260

Figura 6. Parte del índice de estrellas del "A General Catalogue of Double Stars within 121° of the North Pole" (Burnham, 1906) mostrando las estrellas Howe con su numeración moderna. A Howe 13 le corresponde el número 3505 dentro del catálogo.

3505. Howe 13. From Cin³. Not examined, but this star probably is SD (15°) 1448, the place of which is R. A. 6^h 30^m 27^s; Decl. -16° 1'.

Figura 7. La estrella número 3505 del catálogo: Howe 13 con su posición moderna, en A.R. 06^h (Burnham, 1906).

numerado tal y como la moderna numeración muestra esas estrellas hoy en día en el WDS, desde la 1 a la 63. Dentro del catálogo de S. W. Burnham a Howe 13 le corresponde el número 3505. Posteriormente más estrellas Howe fueron añadidas, pero la numeración no ha sido alterada, con lo que las dobles más allá de la número 63 las podemos encontrar mezcladas como un subgrupo dentro del listado completo de estrellas Howe.

Como puede verse, no solo las estrellas Howe tuvieron un cambio de numeración, sino las de muchos otros observadores, algo a tener en cuenta cuando se revisan publicaciones anteriores a este gran catálogo general.

Esto resuelve los problemas con la identificación de la estrella, pero no explica porqué en realidad no es la doble que se espera, sino una estrella simple, aún cuando está identificada como tal en el catálogo Tycho-2 (datos que en realidad son del Tycho-1), y en el WDS aparece con 4 observaciones. Y aquí Ross Gould brinda una posible explicación (recordemos que él mismo tenía notas visuales de este par). Un análisis de la zona y de las dobles cercanas le hace sospechar que la estrella que él realmente observó aquella noche con el C14 era en realidad S518, localizada a 2,8° al oeste de HWE13. El instrumento brindaba 0,5° de campo visual, y tratándose de un área rica en estrellas relativamente brillantes, con la dificultad añadida de apuntarlo manualmente, hace muy probable, y él está convencido de ello, que fue S518 la estrella observada en vez de HWE13, la cual, después de todo, no presenta duplicidad, con lo que haberla pasado por alto resulta razonable.

¿Pudo Herbert Howe haber observado otra estrella? Este parece ser el caso, y explicaría la publicación de 1877 donde la estrella número 137 se corresponde con la posición de HWE13, la cual, recordemos, estaba señalada como aproximada. ¿Puede ser esta estrella S518? También parece razonable, las magnitudes de las componentes de S518 (6,98 y 8,4) podrían ser compatibles, la separación de alrededor de 17" también podría aceptarse, aunque el ángulo de posición (300° para HWE13 y 88° para S518) no parece coincidir, pero si aceptamos un error de cuadrante y le sumamos 180° a los 88° de S518, tenemos un ángulo de 268°. A pesar de que se deben hacer algunas concesiones, la explicación podría ser acertada.

Ahora bien, ¿de dónde provienen los datos del WDS? Al parecer, los más modernos surgen por la misión astrométrica Hipparcos. Esta misión utilizó

como referencia el *Hipparcos Input Catalogue*, y en ese catálogo esta estrella aparece bajo la identificación CCDM 06358-1606, con datos básicamente idénticos a los de 1877: magnitudes 8,3 y 9,3 para las componentes (ambas estrellas con +0,3 magnitudes respecto a las originales, quizás por algún ajuste general de los datos), separación de 11,2" y A.P. de 300°. La estrella fue incluida en el catálogo porque se esperaba que el satélite la midiese, pero si se revisan los datos generados (HIP 31502 para la primaria y HIP 31500 para la secundaria) puede verse que la secundaria no posee información, revelando que en realidad nunca fue observada por el satélite. La estrella terminó siendo añadida al Tycho-1 (primera reducción, año 1991) con magnitud 11,2 (de allí proviene ese dato que actualmente aparece en el WDS), pero no al Tycho-2 (segunda reducción, año 2000), ya que los datos que se presentan para estas estrellas en Tycho-2 son en realidad de Tycho-1. No está claro porqué Tycho-1 incluyó a la estrella, pero se especula con algún tipo de error que forzó en los datos una estrella donde se esperaba encontrarla y que en realidad nunca fue medida. De hecho, la única de las observaciones del WDS que parece ser real es la original (1877) y, como hemos visto, probablemente se trató de un error de identificación.

Resumen cronológico

A modo de resumen, en los siguientes puntos se enumeran cronológicamente los momentos históricos mencionados en el presente artículo.

- **1876** – Herbert Alonzo Howe descubre desde el Observatorio de Cincinnati la estrella que fue publicada en el número 13 de un listado que totalizaba 50 nuevas dobles. Esta estrella **no** es la Howe 13 moderna (la que actualmente aparece en el WDS) sino la actual Howe 68.
- **1877** – Ormond Stone (director del Observatorio de Cincinnati) publica un listado de mediciones de 166 dobles y triples. La estrella número 137 de esa publicación fue observada por Howe y se corresponde con la posición moderna de Howe 13, la que aparece en el WDS. Las notas en la publicación indican que la posición es aproximada.
- **1906** – Sherburne Wesley Burnham publica un gran catálogo general en el cual las estrellas Howe han sido agrupadas, ordenadas por ascensión recta y vueltas a numerar. De aquí en adelante todas las estrellas, desde la 1 a la 63, se corresponden con la numeración moderna (la que aparece en el WDS). De esta forma, la que hasta ese momento era Howe 13, pasa a ser

Howe 68, quedando como Howe 13 la estrella de la mencionada publicación de 1877 (la que tenía, recordemos, una posición aproximada).

■ **1991** – Aunque la doble estaba presente en el *Index Catalogue*, el satélite Hipparcos falla en observar la componente secundaria de Howe 13, pero por motivos que no están claros fue incluida en el catálogo Tycho-1 con magnitud 11,2 (dato luego incorporado al WDS).

■ **2017** – Sebastián Otero descubre la variabilidad de HD 47011 (componente primaria de Howe 13).

Conclusiones

Se ha confirmado que Howe 13 no presenta la duplicidad mostrada en el WDS, y se propone como posible candidata a S518 para ser la estrella originalmente observada por Herbert Howe y publicada en 1877 por el Observatorio de Cincinnati bajo la dirección de Ormond Stone. A su vez se advierte sobre la identificación de las estrellas Howe, y de varios otros observadores, en publicaciones anteriores al trabajo de S. W. Burnham de 1906, ya que han sido ordenadas y reenumeradas, con lo que las designaciones antiguas no se corresponden con las modernas (WDS).

Agradecimientos

Debo agradecer muy especialmente a Ross Gould, quien gracias a su pericia, conocimientos y gran entusiasmo, localizó y analizó muchos de los documentos mencionados, incluyendo el índice en el volumen 1 del catálogo de Burnham de 1906 que terminó por resolver la cuestión de la identificación de la estrella. Agradezco también a Brian Skiff, Sue French, Sebastián Otero, Rodolfo Ferraiuolo, Fabián Quattrochi y Juan-Luís Gonzalez Carballo por sus aportes.

Referencias

A General Catalogue of Double Stars within 121° of the North Pole, Burnham, S. W., Vol. 1 y 2, The Carnegie Institution of Washington, 1906.

AmAstro: <http://groups.yahoo.com/group/amastro/>

Burnham's Celestial Handbook, Robert Burnham Jr., Dover, 1966, Vol. 1.

Cloudy Nights: <https://www.cloudynights.com/topic/100744-howe-13/>

Double Stars for Small Telescopes, Sissy Haas, Sky Publishing, 2006.

Gould, Ross (comunicaciones privadas, 2017)

Hathi Trust Digital Library: <https://babel.hathitrust.org/cgi/mb>

Hipparcos/Tycho Catalogue Data, Hipparcos Catalogue: <https://hipparcos-tools.cosmos.esa.int/cgi-bin/HIPCATALOGUESearch.pl?hipId=31502&hdId=&tyc1=&tyc2=&tyc3=> <https://hipparcos-tools.cosmos.esa.int/cgi-bin/HIPCATALOGUESearch.pl?hipId=31500&hdId=&tyc1=&tyc2=&tyc3=>

Howe, H. A., *Catalogue of 50 new double stars discovered with the 11 in. refractor of the Cincinnati Observatory*, Publications of the Cincinnati Observatory, vol. 1, pp.1-4, 1876. <http://adsabs.harvard.edu/abs/1876PCinO...1....1>.

Innes, R. T. A., *Reference Catalogue of Southern Double Stars*, Annals of the Royal Observatory. Cape of Good Hope, Vol II, Part II, 1899.

Menzel, Donald H., *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 38, No. 226, p.379 (1926PASP...38..379M) <http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1926PASP...38..379M>

Nuevo Catálogo Comellas, Palencia R. B., et al., 2013. <https://sites.google.com/site/nuevocatalogocomellas/home>

Otero, Sebastian (comunicaciones privadas, 2017)

SAO/NASA Astrophysics Data System (ADS): <http://articles.adsabs.harvard.edu>

Stone, Ormond A. M., *Micrometrical Measurements of 166 Double and Triple Stars, observed with the 11 in. refractor of the Cincinnati Observatory during the years 1875-76, under the superintendence of Ormond Stone, A. M. Director*, 1877. <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015019235590;view=2up;seq=60;size=175>

The Washington Visual Double Star Catalog, Mason et al., 2001-2014. <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=B/wds>

Stelle Doppie: <http://stelledoppie.goaction.it>

VizieR: <http://vizier.u-strasbg.fr/>

Variable Star Index (VSX), HD 47011, Otero, S., 2017. <https://www.aavso.org/vsx/index.php?view=detail.top&oid=477401>

GeoGebra: una potente herramienta de cálculo aplicada al estudio orbital de estrellas dobles

GeoGebra: a powerful calculation tool applied to the orbital study of Double Stars

Giuseppe Micello

- Editor de Il Bollettino delle Stelle Doppie: <https://sites.google.com/site/ilbollettinodellestelledoppie/home>
- Correo-e: 7mg8@libero.it

Este artículo presenta las funciones de *Geogebra* aplicadas al estudio y la determinación de las órbitas y parámetros orbitales de una estrella doble.

This paper presents the *Geogebra* functions applied to the study and determination of the orbits and orbital parameters of a double star.

Introducción

MEDIR Y OBSERVAR ESTRELLAS DOBLES es la afición que prefiero dentro de la Astronomía. Como astrónomo aficionado es muy gratificante observar nebulosas, cúmulos abiertos y galaxias, aunque estudiar y medir un par de estrellas tiene, en mi opinión, un encanto ancestral.

Aún más fascinante, según mi criterio, es el estudio y determinación de la órbita de estos cuerpos celestes. Su estudio es un tema que siempre me ha fascinado. Gracias a los artículos de Francisco Rica Romero (un maestro en el estudio de las órbitas) pude profundizar a este tema.

En enero de 2016, tras leer el número 16 de *El*

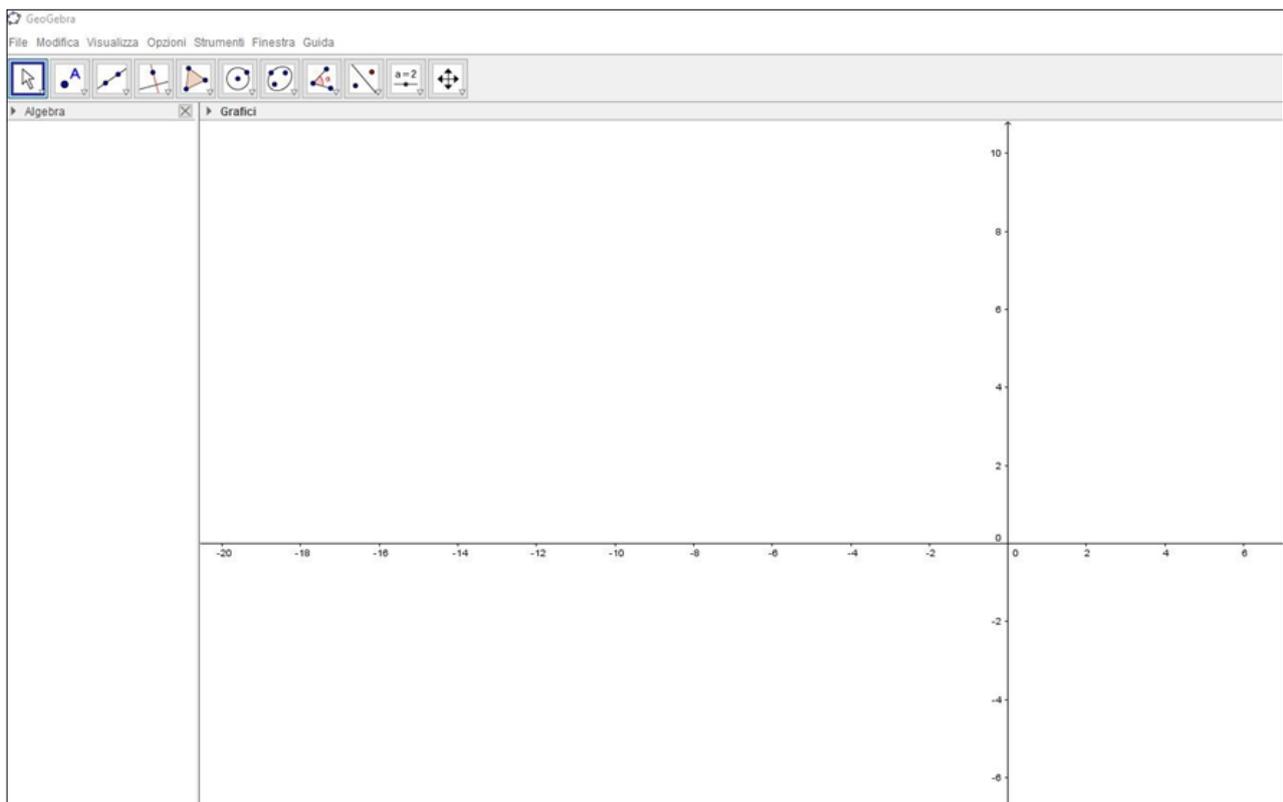


Figura 1. Interfaz del programa *GeoGebra*.

Para aquellos que no tenemos unas bases matemáticas sólidas como yo, se pueden calcular los elementos dinámicos y los elementos Campbell (por ejemplo, los valores de "P", "T", "a", "i", y "omega") utilizando la página web de Bruce MacEvoy.

Conclusiones

Sin duda, *GeoGebra* puede ser considerada como una gran herramienta para el cálculo de la órbita de un sistema binario.

Los datos de primera órbita de HDO 182 se pueden ver en la tabla 1. Este modelo tendrá que ser confirmado o corregido por observaciones y mediciones venideras.

Además, la comparación entre los datos de la órbita obtenidos con *GeoGebra* y los ya presentes en el WDS del sistema HLD 60 (tabla 2), confirma la validez de este programa aplicado al cálculo orbital de estrellas dobles. ©

Agradecimientos

Gracias sobre todo a Juan-Luis González Carballo, por darme el honor de publicar este artículo para OED. Por supuesto, mis gracias también son para Ed-

gardo Rubén Masa Martín y Rafael Benavides Palencia, quien junto a Juan-Luis publican la revista *El Observador de Estrellas Dobles*.

Gracias a Francisco Rica Romero por los numerosos estudios sobre estrellas dobles y a Núria Miret por publicar su trabajo sobre *GeoGebra*.

Un agradecimiento especial a Gianluca Sordiglioni. Gracias a su consejo, fui capaz de publicar mi primer trabajo en el estudio de las órbitas.

Referencias

GeoGebra. <http://www.geogebra.org/>

Benavides Palencia, Rafael y Masa Martín Edgardo, *Crónica del IV International Pro-Am Meeting on Double & Multiple Stars*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 16, 11-49. <http://www.infoastro.com/dobles/oed16.pdf>

MacEvoy, Bruce. <http://www.handprint.com/ASTRO/bineye3.html>

Micello, G. *HDO 182: studio e primi elementi orbitali ottenuti con il software GeoGebra*, Il Bollettino delle Stelle Doppie n° 17, 5-10. <https://sites.google.com/site/ilbollettinodellestelledoppie/>

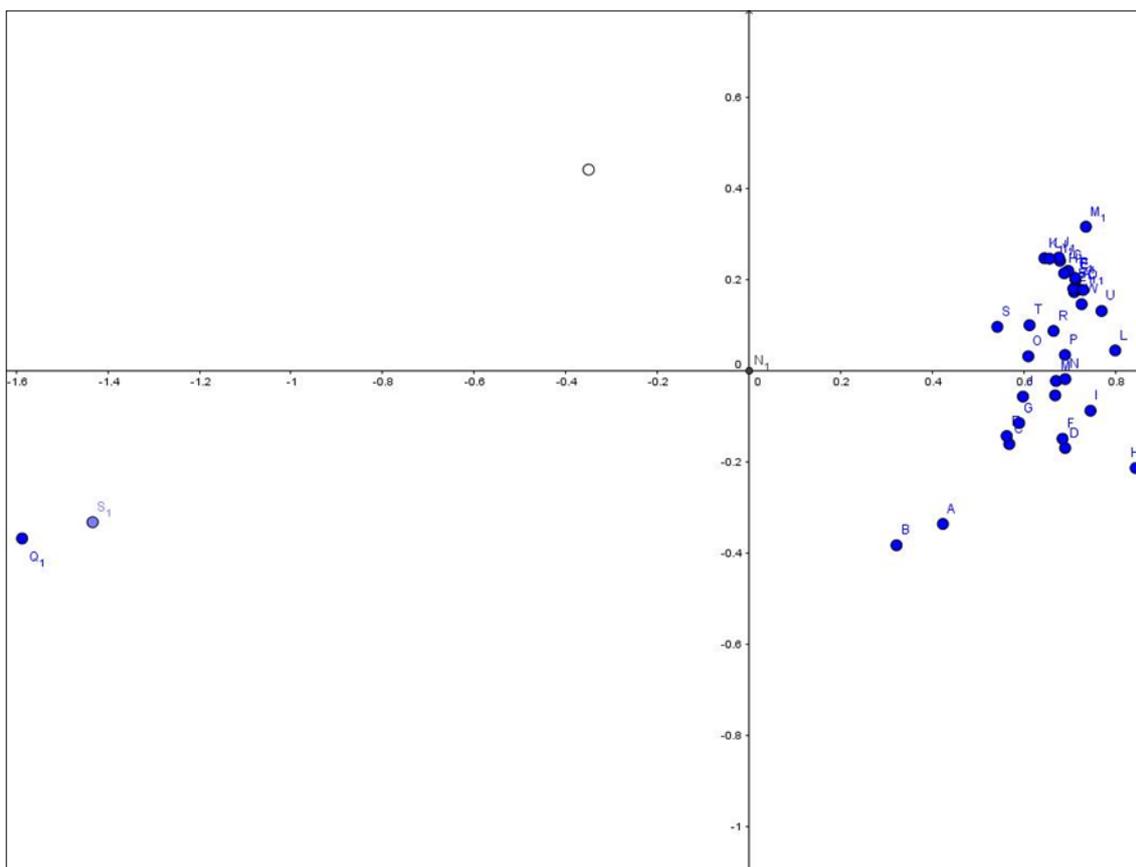


Figura 3. Medidas del sistema HDO 182 representadas en *GeoGebra*.

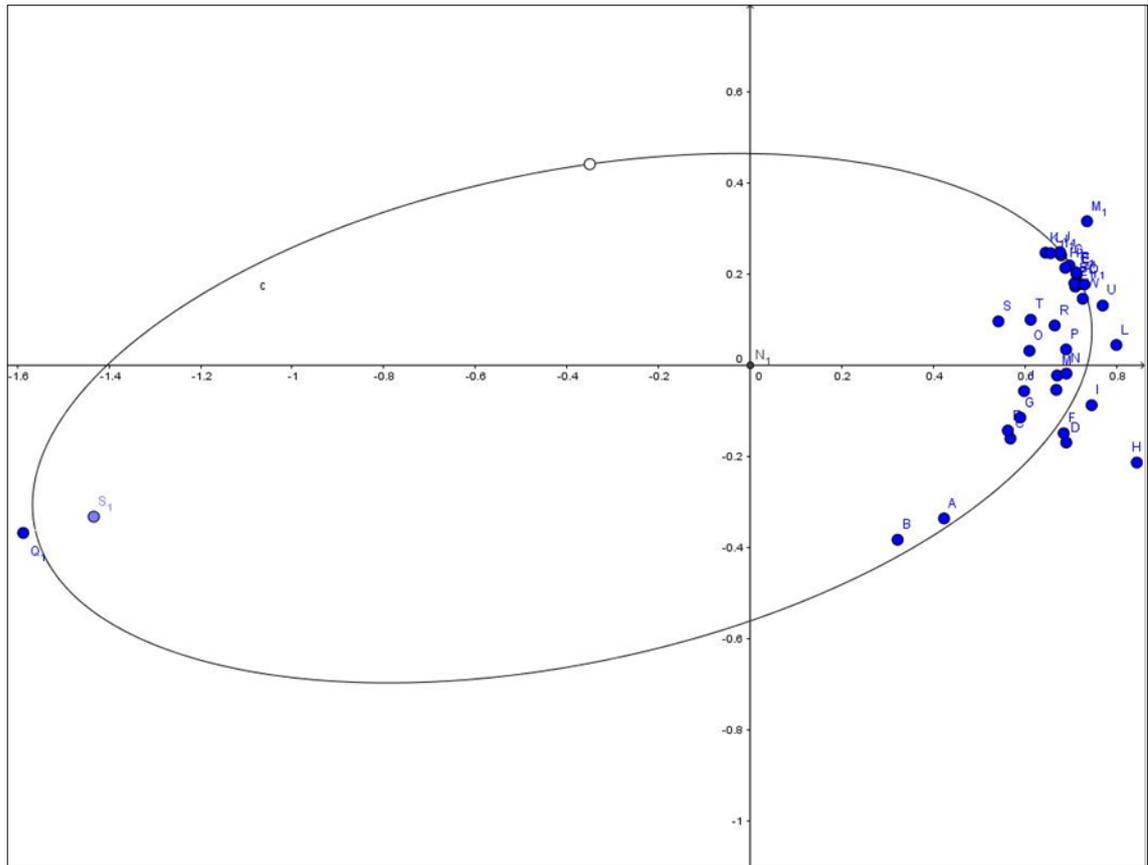


Figura 4. Representación de la elipse de la órbita del sistema HDO en base a las medidas introducidas.

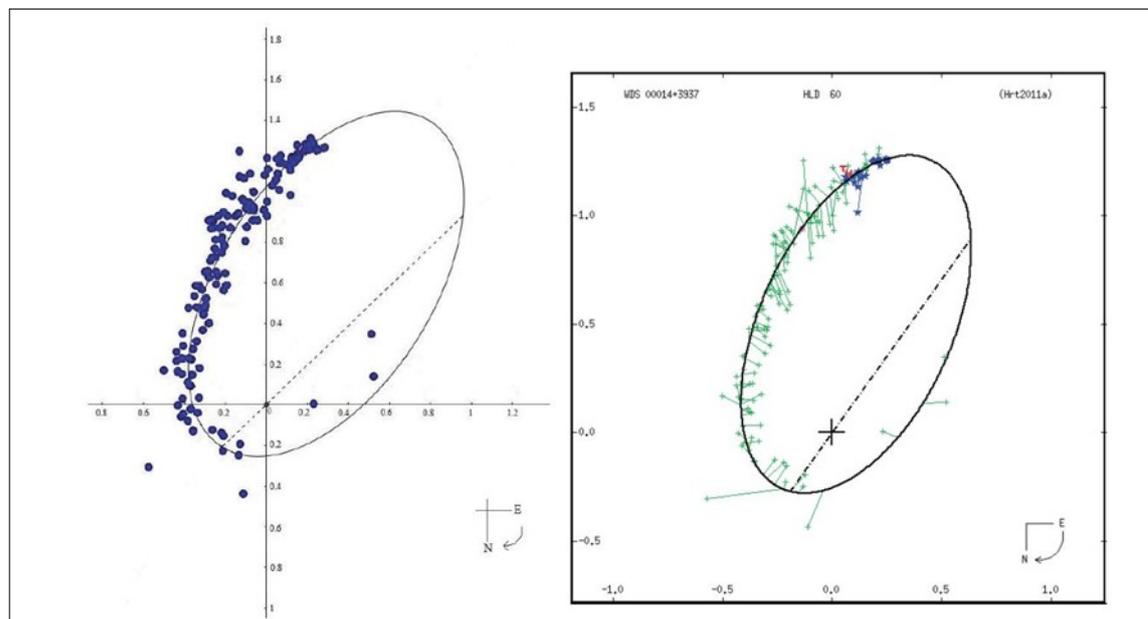


Figura 6. El parecido entre la órbita del sistema HLD 60 calculada por *GeoGebra* y la oficial propuesta por William Hartkopf es realmente espectacular.

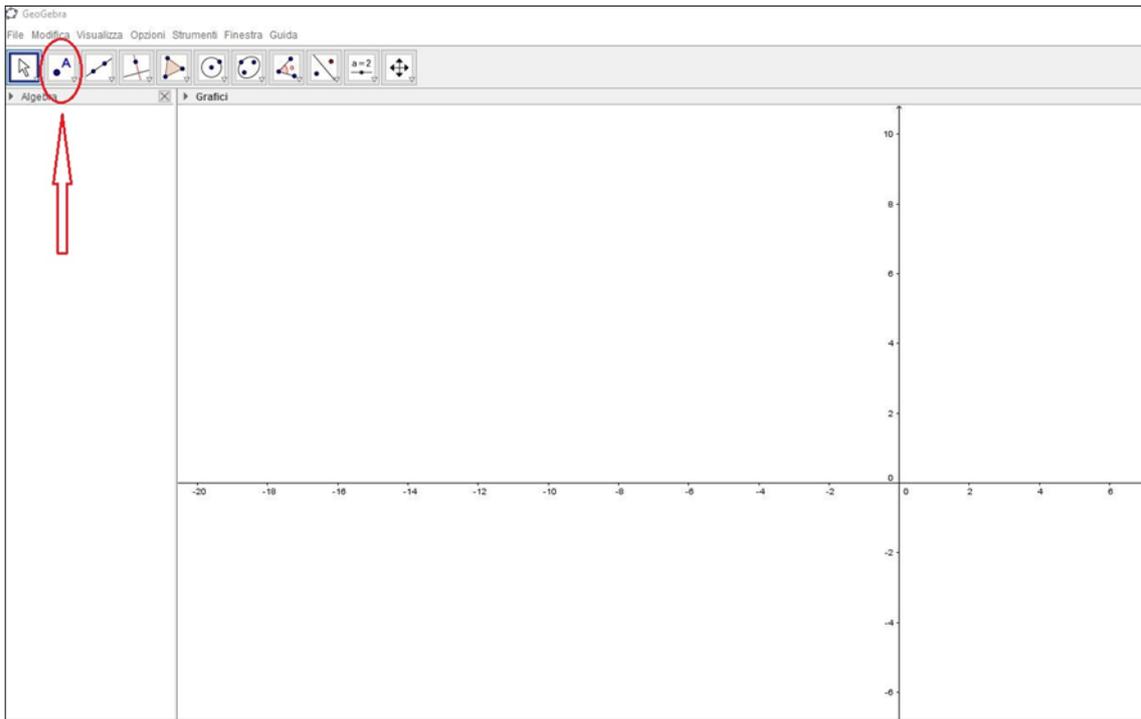


Figura 7. Herramienta "Punto" del programa GeoGebra.

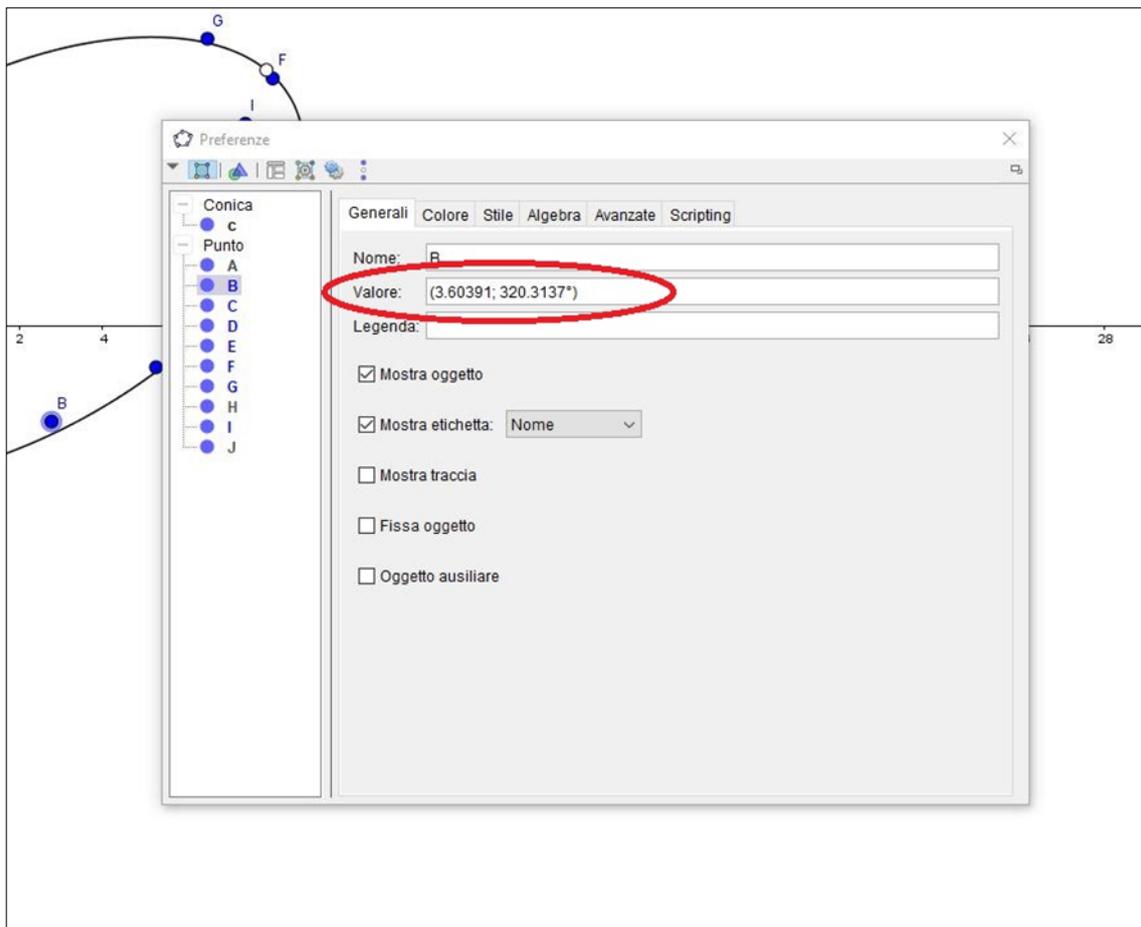


Figura 8. Introducción de las medidas históricas del sistema.

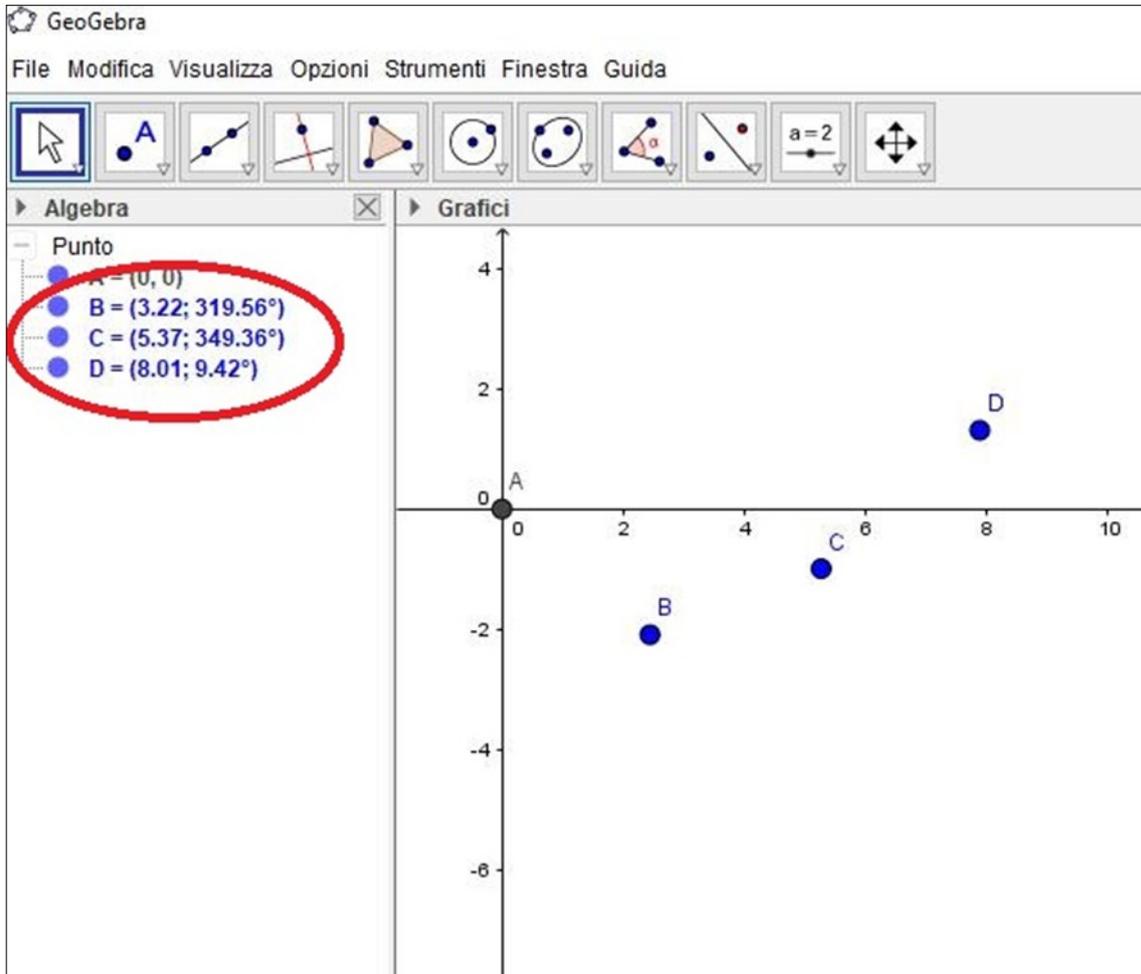


Figura 9. Datos insertados visualizados en grados y segundos de arco.

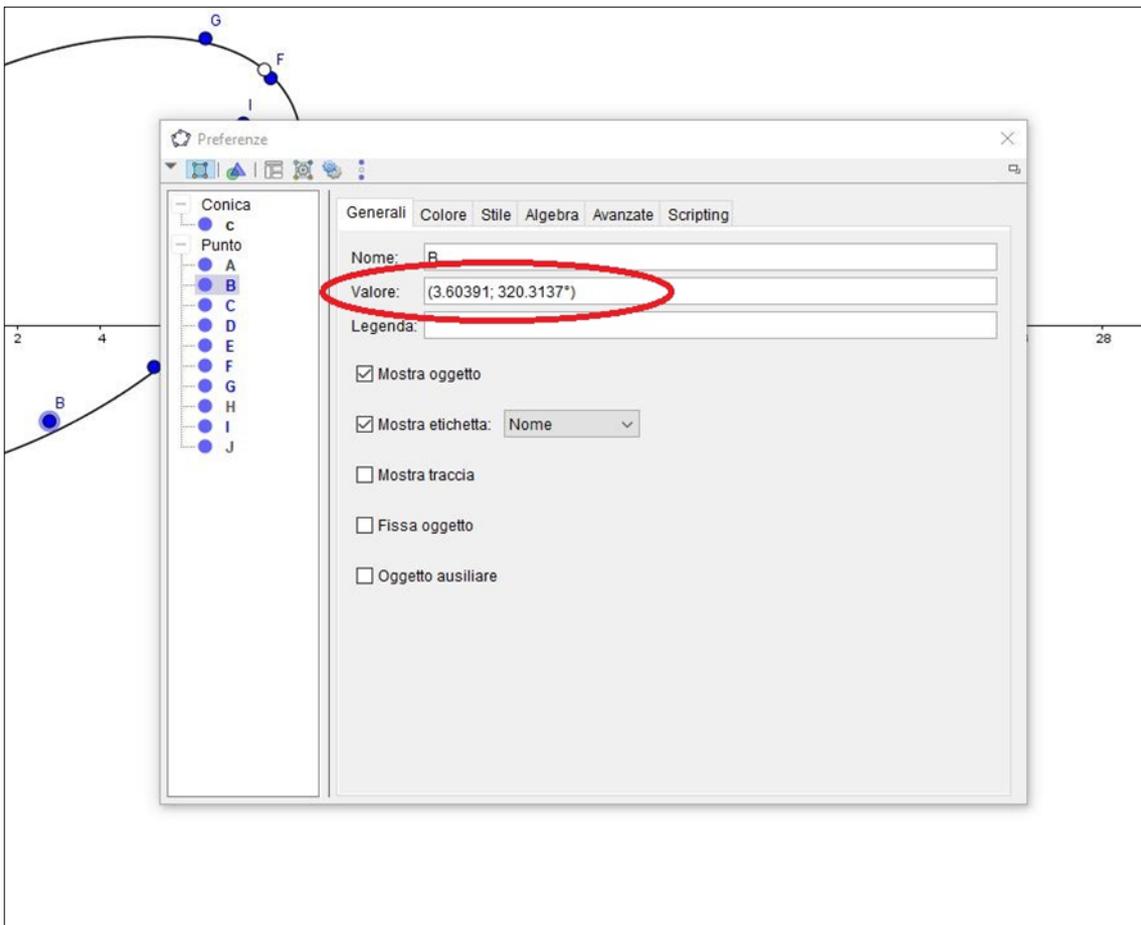


Figura 10. Menú "Propiedades" donde se pueden introducir o modificar las medidas.

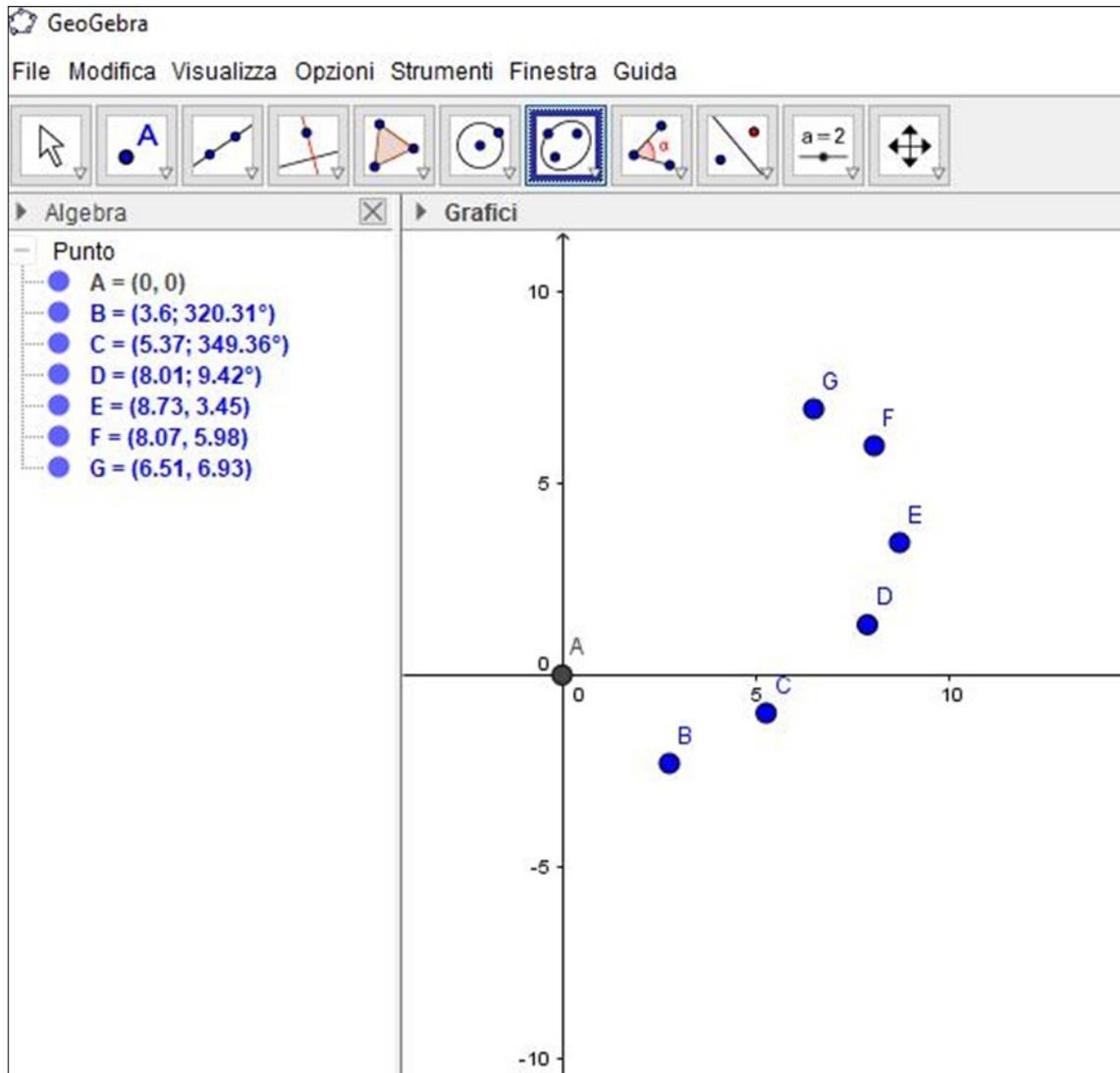


Figura 11. Representación de las medidas.

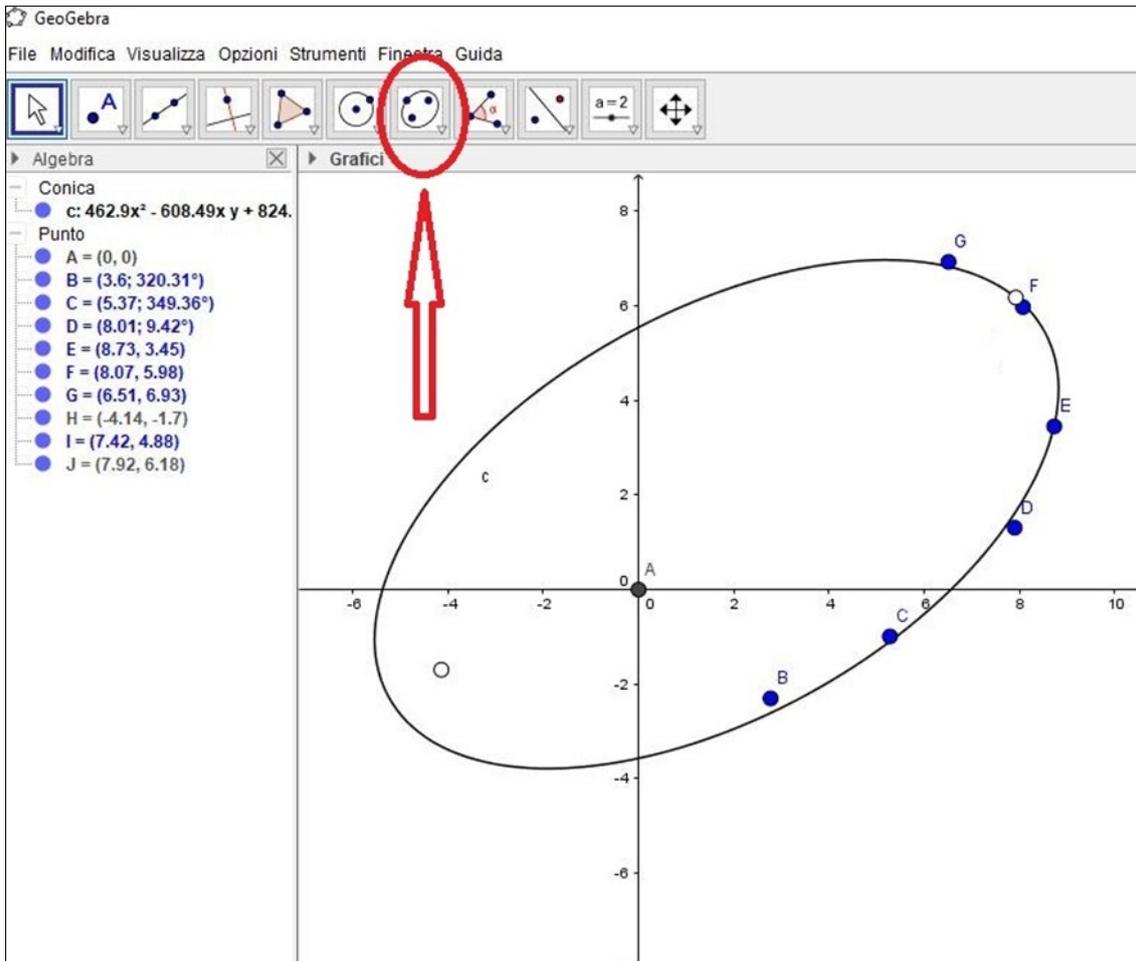


Figura 12. Con la función "Elipse" podemos representar la órbita aparente del sistema.

ELEMENTOS DINÁMICOS	
Periodo (años)	840
Movimiento medio (n, grados)	0,428
Época del paso de periastro (T)	1989,9
Excentricidad (e)	0,88
Semieje mayor (a)	1,175
ELEMENTOS DE CAMPBELL	
Inclinación (i)	16,88
Ángulo de posición del nodo ascendente (Ω)	13,06
Argumento del periastro (ω)	0,66

Tabla 1. Datos de la primera órbita calculada para el sistema HDO 182.

HLD 60		
Elementos Orbitales	Giuseppe Micello 2016 (GeoGebra)	Hartkopf 2011
Periodo (años)	219,3	223,2
Movimiento medio (n)	1,641	1,612
Época del paso de periastro (T)	1903,51	1903,8
Excentricidad (e)	0,683	0,6479
Inclinación (i)	129,7	128,3
Ángulo de posición del nodo ascendente (Ω)	314,1	324,7
Argumento del periastro (ω)	357,46	325,7

Tabla 2. Comparativa de los elementos orbitales obtenidos por el autor mediante *GeoGebra* y la órbita oficial de HLD 60 propuesta por William Hartkopf.



“ *No tengo ningún reparo en aconsejar a cualquier aficionado que se deje atrapar por las estrellas dobles, no lo va a lamentar.* ”

por

Óscar Lleixà Subirats

COMO BIEN SABEMOS, la afición a la astronomía nos ofrece muchas posibilidades a los que nos dedicamos a ella. La observación visual, el dibujo astronómico, la fotografía lunar, planetaria y cielo profundo, el seguimiento de estrellas variables, cometas, asteroides, los estudios espectroscópicos, medición de dobles... en definitiva, un amplio abanico en el que podemos elegir lo que más se adapte a nuestros intereses, gustos y preferencias.

En mi caso, esencialmente soy un observador visual, y sin duda, uno de mis principales alicientes es observar estrellas dobles.

Y es que las sensaciones que tengo cuando veo una pareja estelar no son fáciles de explicar a alguien que no haya observado nunca a través de unos prismáticos o un telescopio. La cercanía en el cielo de dos o más estrellas (sea física o de perspectiva), su diferencia o coincidencia de brillo, los colores que muestran, a veces similares, otras de gran contraste, los retos de desdoblamiento o percepción de las componentes, en definitiva, la belleza que todo este conjunto de aspectos me ofrece, hace que nunca me sienta indiferente observando estrellas dobles.

Lo curioso es que allá por el 2003 ya con 34 años a mis espaldas, cuando me compré mi primer telescopio, un Schmidt-Cassegrain Celestron Nexstar 5i con montura altazimutal y 127 mm de abertura, ni me pasaba por la

cabeza que la simple observación de dos estrellas pudiera darme tantas satisfacciones.

Pero claro, tampoco es que tuviera demasiado claro ni tan siquiera el uso del telescopio. Lo primero que hice cuando lo traje a casa fue montarlo y apuntar hacia Marte desde la ventana de la cocina. Mi decepción fue mayúscula, no veía absolutamente nada por el ocular. Estuve unos minutos dándole vueltas, pensando en si el telescopio era defectuoso, o si lo había montado correctamente... hasta que en un momento de lucidez me dije: “Óscar, ¿y si abres la ventana?”. Y sí, fue abrir esa ventana y ver un bonito Marte, rojizo y potente, que en esa época se encontraba en oposición. Un punto de partida tragicómico (los nervios que pasé no me los quita nadie) a partir del cual, la afición a la astronomía me ha dado grandes momentos que permanecen grabados en mi retina.

Por la noche del día siguiente, con más tiempo y tranquilidad decidí montar el telescopio en la terraza para ir acostumbrándome a su manejo. Después de alinearlos con éxito vi que el mando del Nexstar ofrecía una serie de objetos visibles clasificados en diferentes apartados. Uno de ellos era “Double Stars”, y no sé por qué me llamó la atención. Lo seleccioné y elegí una estrella al azar que no recuerdo.

Lo que sí que no se me ha olvidado es que me



Con el SC de 127 mm, con el que suelo observar dobles. (Todas las fotografías e imágenes han sido cedidas por el autor).

quedé un buen rato embobado observando dos puntitos gemelos amarillentos que prácticamente se tocaban. Me emocioné imaginándome vivir en un planeta que orbitara alguna de esas dos estrellas, y sin darme cuenta, ya estaba definitivamente enganchado al fascinante campo de la observación de estrellas dobles.

Días más tarde, después de leer un poco sobre las estrellas dobles, vi que de entre las más bonitas destacaba una que presentaba un atractivo contraste cromático: Almach, la Gamma Andromedae. Sin pensarlo dos veces, después de disfrutar un rato con M31 para comprobar que había alineado bien el telescopio, apunté hacia ella, y lo que vi me dejó impresionado por su delicada belleza. Una componente principal potente, dorada y exultante, amarillenta, acompañada por una secundaria azulada muy digna.

Por aquella época, debido a mi creciente interés por la afición, empecé a frecuentar los diferentes foros astronómicos en los que no dudé en registrarme como "Almach", un *nick* que me ha acompañado desde entonces.

<https://laorilladelcosmos.blogspot.com.es/>

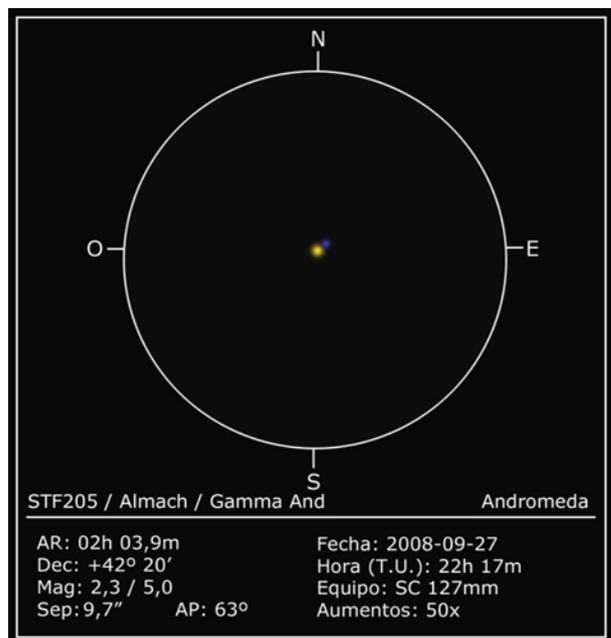


Con el tiempo me di cuenta que lo que más me atraía de la afición a la astronomía era observar por el telescopio y dibujar lo que veía por el ocular. Y no sólo eso, sino también compartirlo con otros aficionados. Lo habitual es apuntarse a alguna asociación astronómica o juntarse con varios compañeros para ir a hacer observaciones, pero en mi caso, por razones familiares, no puedo hacer estos desplazamientos, por lo que decidí crear un blog donde poder compartir mis experiencias. El blog en cuestión es "La Orilla del Cosmos" y en él se puede comprobar que las dobles representan un aspecto importante en mi afición.

En cuanto a los foros, fue precisamente en ellos donde pude empezar a relacionarme con otros compañeros y compartir mi pasión por las dobles. Recuerdo con especial cariño los años en los que en el foro Hubble, de la Asociación Astronómica Marteña Hubble¹, coincidimos un grupo de aficionados a las estrellas dobles que durante una buena temporada mantuvimos una actividad muy dinámica y fructífera, elaborando documentos como la "Guía del Observador Visual de Dobles"², observando y poniendo en común observaciones de dobles por constelación³ y yendo un poco más allá, algunos trabajos de medición de dobles ayudados por "Aladin"⁴ la potente herramienta que nos ofrece el *Centre de Données astronomiques de Strasbourg* con la inestimable organización de los compañeros que tenían más experiencia.

No quiero dar nombres porque seguro que me dejaría a alguien, pero basta con leer algunas entradas en el subforo de dobles para ver el bonito y variopinto grupo que formamos. Me gustaría aprovechar estas líneas para agradecerles a cada uno de ellos su tiempo y dedicación desinteresada, aprendí mucho con ellos.

En lo personal, en lo que respecta a esos años, estoy especialmente contento con dos artículos que me publicaron en el OED. El primero referente a una variación de brillo de la componente C de HJ 1166 (7





LMi)⁵ que sirvió para actualizar los datos del *Washington Double Star Catalog* (WDS)⁶ y el segundo sobre Groombridge 34 (Gliese 15)⁷, cuya componente C resultó ser un verdadero quebradero de cabeza debido a su rápido movimiento.

Son dos aportaciones humildes, pero para mí significaron una gran alegría al ver que podía aportar algo más que mis sencillos reportes de observación.

Esto me animó a inscribirme al curso a distancia sobre Estrellas Dobles que organiza periódicamente la LIADA⁸ y conseguir después de participar activamente en él un certificado de participación que guardo con mucho cariño. Y lo mejor no fue ese certificado, sino lo mucho que aprendí en el curso y que me animó a seguir avanzando en el campo de las dobles.

Empecé a hacer mis primeras mediciones de estrellas dobles ayudado por el magnífico programa REDUC que tan amablemente pone a disposición de los aficionados Florent Losse, pero tuve ciertas dificultades a la hora de hacer las grabaciones con la cámara y los resultados no fueron tan satisfactorios como me esperaba. Mi intención era seguir practicando y aprendiendo hasta llegar a poder hacer mediciones más precisas que me permitieran colaborar de una manera más activa con el OED y el WDS.

Pero a partir de 2012 mi situación personal cambió. Tuve que mudarme a vivir a la ciudad de Barcelona y pasé de poder observar prácticamente a diario con una contaminación lumínica razonable a hacerlo desde un pequeño balcón condicionado por la brutal luz que emana de la ciudad y el añadido de disponer de un reducido campo visual donde apuntar el telescopio. Y tampoco puedo escaparme todo lo que me gustaría a los cielos oscuros de mi pueblo, en la falda de

los Ports de Tortosa-Beseit, en Tarragona debido a temas familiares. Actualmente por estas razones tengo un poco apartado el tema de las mediciones de dobles, pero por el contrario, estoy recuperando la observación visual, en este caso desde ciudad. Ciertamente, no puedo observar componentes demasiado débiles, pero lo bueno de disfrutar con las dobles es que siempre hay alguna espectacular a tiro.

¿Por qué me gusta observar estrellas dobles?, además de lo que he expuesto al principio, porque ahora que no puedo disfrutar todo lo que querría de la afición a la astronomía, las estrellas dobles más brillantes, asequibles bajo condiciones extremas de contaminación lumínica, me permiten pasar algunas noches de observación realmente gratificantes.

He podido comprobar que una vez has caído en las redes de las estrellas dobles, nunca podrás escapar de ellas, y lo bueno es que no tengo ningún reparo en aconsejar a cualquier aficionado que se deje atrapar por ellas, no lo va a lamentar.

Citas

¹ <http://www.asociacionhubble.org/portal/modules/grupos/estrellasdobles/guiaobs/guiaobs.pdf>

² <http://www.asociacionhubble.org/portal/modules/grupos/estrellasdobles/recopila/>

³ <http://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml>

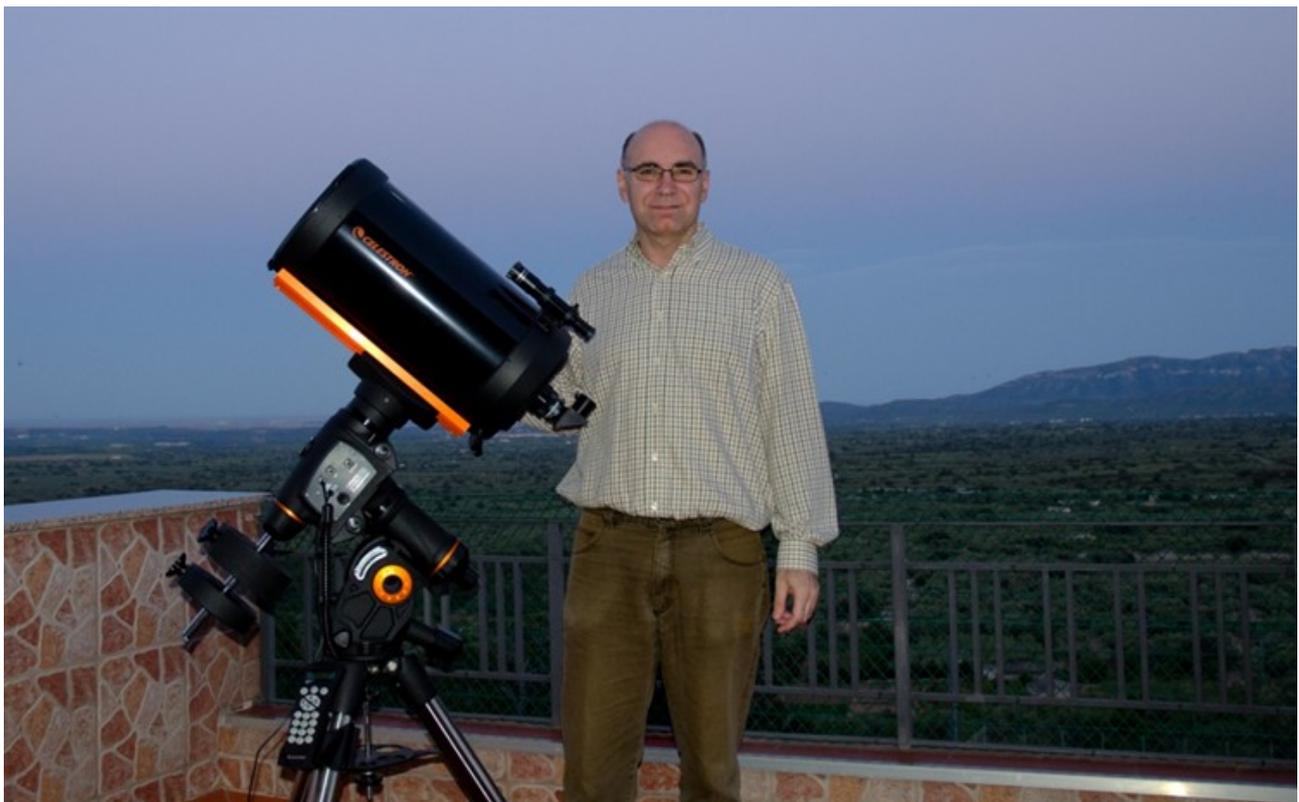
⁴ <http://www.infoastro.com/pdf/oed7.pdf>

⁵ <http://ad.usno.navy.mil/wds/>

⁶ <http://www.infoastro.com/dobles/oed8.pdf>

⁷ <https://cursosastronomia.wordpress.com/cursos/curso-sobre-estrellas-dobles/>

⁸ <http://www.astrosurf.com/hfosaf/sp/tdownload.htm>



Con el SC de 235mm, detrás los campos de olivos del Montsià (Tarragona).

A black and white daguerrotypo photograph of two young people, a man and a woman, seated side-by-side. The man on the left is wearing a dark suit jacket over a light-colored shirt and a dark bow tie. The woman on the right is wearing a dark, high-collared dress with a white lace or ruffled collar. Both individuals have serious expressions and are looking directly at the camera. The background is a dark, mottled grey.

SHERBURNE WESLEY
BURNHAM

Parte I. Sus primeros años.

por
Francisco M. Rica Romero

Figura 1. Daguerrotypo inédito de S. W. Burnham y su hermana Lucy Aurora Burnham realizado en 1854. Nuestro astrónomo contaba con sólo 16 años y su hermana dos años menos. Courtesy of Adler Planetarium, Chicago, Illinois (Identificador L-8).



Esta biografía que aquí empieza es una muy especial, pronto lo veréis, y de hecho, más que un simple relato sobre la vida de este astrónomo, es un trabajo de investigación sobre una persona que me ha embaucado y embrujado, que ha supuesto un enorme esfuerzo por saber todo sobre esta persona, haciendo gran hincapié en su vida personal.

I. El origen de su apellido. Sus ascendientes.

ME IMPRESIONÉ AL VER QUE EXISTÍAN LIBROS COMPLETOS que estudiaban la historia del apellido Burnham¹. Para encontrar el origen de este apellido tenemos que viajar hacia una época muy lejana. Cerremos los ojos, echemos manos de la imaginación y de nuestra máquina del tiempo... Ya puedes abrir los ojos. La máquina del tiempo nos ha llevado a Inglaterra, año 1066. El rey Eduardo el Confesor falleció y comenzaron entonces las guerras para elegir su sucesor. El duque Guillermo II de Normandía (figura 2), en la actual Francia, avanzó con su ejército hacia Inglaterra y logró proclamarse rey del país. Entre los hombres que formaban parte de este ejército se encontraba Walter Le



Figura 2. Región de Normandía. Su origen se remonta al siglo X cuando concedieron esta región a los vikingos que conquistaron parte de la actual Francia, dos siglos atrás. Crédito: Wikipedia.

Veutre. A Le Veutre le fueron bien las cosas y en el año 1080 fue nombrado caballero de la villa Saxon de Burnham y de otros palacios y casas de campo. El apellido proviene de cuando la familia residía en algunos de los lugares llamados Burnham, que proviene del inglés antiguo “Burna” (arroyo, riachuelo) “ham”, hacienda, en alusión a las posesiones de la familia. “Burnham” seguramente no fue usado como apellido hasta después de que Le Veutre llegara a Inglaterra². Hay que decir que el uso de apellidos es acreditado a los Normandos y que tras la conquista, se empezó a usar también en Inglaterra como medio para distinguir a los nobles poseedores de terrenos feudales (varios siglos después fue utilizado por cualquier tipo de familia para distinguir su origen e historia así como medio de identificación).

Durante los siguientes siglos, la familia Burnham fue extendiéndose por Inglaterra. De nuevo pilotemos nuestra nave del tiempo y viajemos a la ciudad inglesa de Norwich (figuras 4 y 5) en el año 1507. Durante los siglos XVI y XVII Norwich era un centro importante de la industria de textiles, especialmente lana, y era la segunda ciudad más importante de Inglaterra después de Londres³. En esta próspera ciudad nació en 1507 un niño al que llamaron Matthew Burnham⁴. Cuando tenía 25 años tuvo un hijo al que llamó William Burnham Knight. Este bebé no se imaginaba que muchas generaciones después un descendiente suyo haría historia en Estados Unidos.

Posteriormente, dos generaciones más de Burnham permanecieron en Norwich, pero la siguiente generación cambió de ciudad. Avancemos con nuestra máquina del tiempo al día 28 de junio de 1617 y viajemos a Hatfield (a unos 140 km de Norwich). Ese día una mujer llamada Mary Andrews empezó a tener dolores de parto dando a luz a un niño al que llamaron

Thomas Burnham⁵, que fue llamado a hacer historia viajando a las nuevas colonias de América, en concreto al

estado de Connecticut, antes de 1645. Su firma ha llegado a nuestros días (figura 3). Pasó casi toda su vida en este estado, donde fue un abogado criminalista y un importante propietario de tierras que llegó a poseer hasta 5 casas. Al menos tuvo hasta 11 hijos. Fue uno de los primeros que se establecieron en el estado, viviendo en Potunk y finalmente en Hartford.

Tres generaciones después, sus descendientes seguían viviendo en Hartford y alrededores. Pero William Burnham Jr. se trasladó unos 200 km al norte con sus 5 hijos al frío estado de Vermont en 1775, junto a la frontera con Canadá. Construyó una casa en Thetford, concretamente en el cruce de las actuales carreteras Academy Road y Burnham Road. ¡En esta casa tendría lugar el nacimiento de nuestro astrónomo así como el de su padre! La tradición familiar dice que William Burnham Jr. trajo dos vacas y un yugo de bueyes de Connecticut. En Charlestown estaba su molino más cercano, llevando allí su maíz allí en una canoa⁶. En Thetford nació en 1776 Asahel Burnham, el abuelo de nuestro astrónomo. Un año después William Burnham Jr. sirvió en la Revolución Americana bajo el mandato de varios capitanes.

Su abuelo Asahel conoció a su futura esposa, Casty Annis, con la que se casó en Thetford en 1810 y poco después nació su único hijo, Roswell O. Burnham⁷ (el padre de nuestro astrónomo).

2. El nacimiento e infancia de S. W. Burnham.

En octubre de 1835 Roswell O. Burnham se casó, a los 24 años, con Marinda Foote. El 12 de diciembre de 1838⁸ nació en Thetford el primero de los

Figura 3. Firma de Thomas Burnham, el primer ascendiente de S. W. Burnham que vivió en Estados Unidos. Crédito: Wikipedia.

dos hijos que tuvieron. Pasó a llamarse Sherburne Wesley Burnham y el destino tenía un futuro muy interesante

para él. Dos años después (el 2 de agosto de 1840) nació su hermana Lucy Aurora Burnham⁹.

Actualmente Thetford es un frío y pequeño pueblo de unos 2600 habitantes del estado de Vermont, fronterizo con Canadá. El pequeño Sherburne asistió al colegio del distrito complementando con algún estudio en la academia local cerca de su casa. No asistió a la universidad. En su lugar aprendió taquigrafía en su casa, lo cual resultó fundamental para su futuro profesional ya que trabajó como reportero taquígrafo durante unos 30 años.

El pequeño Sherburne vivía con sus padres, sus abuelos y su hermana. Cuando tenía 11 años, su abuela Casty Annis (en Ancestry.com, Katy Annis) falleció. En la figura 1 (ver portada) podemos observar una fotografía inédita y publicada por primera vez. Se trata de un daguerrotipo realizado en 1854 donde aparece nuestro astrónomo, con sólo 16 años, junto con su hermana Lucy. El estuche (de 8,1 x 9,3 x 1,8 cm) tiene en ambas caras exteriores un motivo floral, con un jarrón de flores y motivos vitivinícolas. En la cara interior opuesta al daguerrotipo tiene una tela roja de satén.

De estos primeros años de vida de Sherburne, Lauri Burnham, bisnieta en vida del astrónomo nos cuenta lo siguiente:

«[Cuando él nació] no había ninguna luz eléctrica para perturbar la oscuridad de la noche; tan sólo las llamas titilantes de unas pocas lámparas de queroseno¹⁰ para iluminar el comedor en la pequeña casa de sus padres. Afuera, las colinas y los pastos salpicados



Figura 4. Situación de la ciudad de Norwich en Inglaterra. Crédito: Wikipedia.



Figura 5. Impresionante Castillo de Norwich construido en el siglo XII. Crédito: <http://www.absolutviajes.com/norwich-la-ciudad-medieval-mas-completa-de-inglaterra/>.



Figura 6. Lugar de nacimiento de S. W. Burnham en Thetford (estado de Vermont) y construido por su bisabuelo William Burnham Jr. Crédito: University of Chicago Photographic Archive, apf6-00702, Special Collections Research Center, University of Chicago Library.

de ovejas eran virtualmente invisibles; ninguna otra luz compitió con la Luna y las estrellas.

Fue a este mundo -uno desprovisto de electricidad y sin contaminación lumínica- al que Burnham llegó, dándole un temprano aprecio por el cielo nocturno y el amor por la astronomía que le quedó toda su vida.

Su familia no podría haber imaginado que su único hijo, creciendo en una humilde granja construida por su abuelo en 1775, se convertiría en un astrónomo internacionalmente conocido. Pero Burnham era un niño estudioso y asistió con impaciencia a la escuela de una sola clase y más tarde a la Academia Thetford, a dos millas de la casa. A menudo estudiaba por la noche después de las tareas domésticas, aunque su madre (figura 11), Marinda, tuvo que engañar a su marido para que dejara que el niño quemara el queroseno de las lámparas después de oscurecer, retrasando las manecillas del reloj una hora.»

Lauri Burnham nos deja otras notas íntimas de nuestro astrónomo:

«Sherburne tenía tareas domésticas, una de las cuales era cuidar las ovejas mientras pastaban los campos en verano. Para entretenerse mientras se dedicaba a esta tarea, Burnham talló sus iniciales y la fecha en una

roca no lejos de lo que ahora es Burnham Road, que antes era poco más que una pista de tierra. Como todos los niños de la granja tras cuidar las ovejas, a veces se demoraba por la noche pensando en el brillo de las estrellas, que sin impedimento alguno por las luces eléctricas que resplandecen en el cielo hoy en día, parecían lo suficientemente cerca como para capturarlas.»

3. Trabajando en Nueva York.

En su pueblo natal vivió hasta los 19-20 años y en 1857-8 se fue a Nueva York, donde encontró su primer trabajo como “news reporter” (periodista) para un publicista de Nueva York gracias a sus conocimientos en taquigrafía. En el censo USA de 1860 (figura 10) aparece su residencia en “1st District 9th Ward New York City, New York, New York, United States” donde vivía con 12 personas más (muchos de ellos apellidados Fowler). No he encontrado información sobre quienes eran estas personas, pero entre ellas había dos periodistas en el censo y un publicista (Saml R. Wells) cuyo patrimonio económico era entre 5-10 veces superior al resto de los miembros de la casa.

Sospecho que Sherburne vivía en la residencia de su jefe, posiblemente en alguna habitación que tuviera alquilada. En esos censos, salvo excepciones, no

El estado actual de la casa natal de Burnham

Profundizando en la vida de nuestro astrónomo en su pueblo natal, pude comprobar impresionado y emocionado que la casa donde nació (figura 7) no sólo sigue en pie sino que actualmente sirve de cobijo para su nieto Wesley Burnham, quien la compró en 1950 junto con su esposa Helen, recuperándola así para la familia. Su hija llamada Lauri Burnham (en otro número de OED hablaremos más de ellos) de vez en cuando pasa temporadas en esta casa.

Pero además de servir de vivienda habitual para el nieto Wesley Burnham, es la sede de la humilde vaquería (cuenta sólo con un trabajador a tiempo completo) que fundaron en 1950 y que recibe el fantástico nombre de "The Double Star Farm" (La Granja de las Estrellas Dobles) en honor a nuestro astrónomo.



Figura 7. Fotografía actual procedente de Google Maps, donde aparece la casa natal de S. W. Burnham (marcada con un círculo rojo) en la confluencia de las carreteras Academy y Burnham. Es emocionante pasear por esta carretera utilizando Google Street View.

se indicaba la calle ni número de residencia. Se dividía la ciudad en zonas en base a aquellas áreas que un agente del censo pudiera cubrir en una jornada. La dirección indicada corresponde con las calles "Houston St (Hamersly St) - Befor St - Barrow St - Huson River" (fuente: <http://bklyn-genealogy-info.stevemorse.org/Ward/1855.St.ward.html>).

Desde Thetford a Nueva York actualmente hay una distancia de 450 km por carretera, o unas 4 horas de viaje en coche. En 1858, cuando Sherburne viajó a Nueva York, ya existían varias líneas ferroviarias por esa zona. La empresa Vermont Central Railroad¹¹ en 1843 construyó una línea de ferrocarril que cruzaba el centro del estado de Vermont desde Burlington sobre el Lago Champlain al este de Montpelier. S. W. Burnham seguramente se desplazó desde Thetford hasta White River Junction, unos 20 km escasos al sur, desde donde partía una línea del ferrocarril (construida en 1848) que le llevaba a Nueva York (otra posibilidad sería tomar el tren desde Bethel a unos 20 km al este). Hoy en día ese trayecto se cubre en unas 7 horas en tren, así que en aquella época debió ser un viaje largo y fatigoso.

Según Paul Couteau "era un hombre más bien pequeño, delgado, de ojos azules y mirada penetrante,

de gestos vivos y precisos, que mostraba el mismo rigor en todos sus actos".¹²

En 1861, poco antes del comienzo de la Guerra de Secesión (el 12 de abril de 1861), viajó a Londres por motivos laborales y allí compró su primer telescopio. Esto es una prueba de que la astronomía ya había conquistado el corazón de nuestro astrónomo. ¿Quizá comenzó en Nueva York o empezó en su pueblo natal? Escrito por él mismo en un documento:

«...era un telescopio barato de 3 pulgadas de diámetro y sin buscador, montura acimutal y un sencillo trípode de madera. Utilizaba oculares terrestres y astronómicos. Si bien para objetivos terrestres su respuesta era aceptable no fue así para objetos astronómicos. Años más tarde obtuve un telescopio de 3 ¾ pulgadas con objetivo inglés, montura ecuatorial y soporte portátil. Era justo lo suficientemente bueno para un uso normal, pero algo malo en cuanto a aumentos ópticos se refiere, para hacer cosas mejor que nunca.»

Este mismo año, 1861, su hermana Lucey A. Burnham se casó en Thetford con William D. Knowles. Desconocemos si su boda fue anterior o posterior al estallido de la Guerra de Secesión. Tampoco sabemos si su hermano pudo asistir a la boda.

La Academia de Thetford

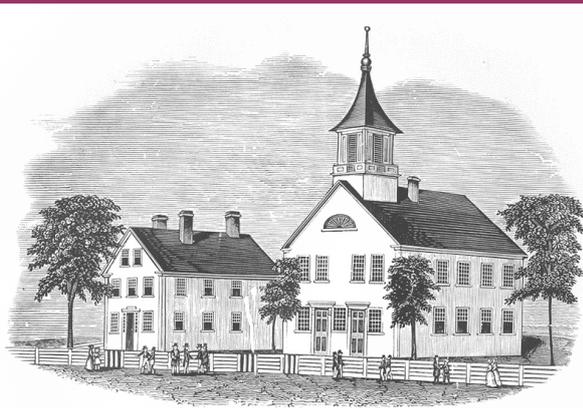


Figura 8. La academia de Thetford a mediados del siglo XIX (edificio de la derecha). Crédito: Wikipedia.

Cuando era un niño, S. W. Burnham se desplazaba todos los días unos 3 km andando desde su casa hasta la Academia de Thetford (figura 9), la cual abrió sus puertas por primera vez en febrero del año 1819. ¡Hace ya casi 200 años! Es el colegio de Enseñanza Secundaria más antiguo del estado de Vermont. En 1949 sufrió un fatal incendio y tras él construyeron en el mismo sitio una nueva academia.

Al contrario que otras academias de la época, la de Thetford admitía desde un primer momento también a niñas lo cual seguramente contribuyó a que no sólo Sherburne Wesley sino también su hermana Lucy Aurora se formaran adecuadamente. En los documentos antiguos de la academia se observa el espíritu de este colegio:

“La dirección de la Escuela tiene la intención de ser suave y generosa, pero firme y decidida. Se hará un esfuerzo para excitar en la mente del alumno el amor al estudio y la determinación de actuar correctamente...”.

Sin duda esta filosofía caló profundo en nuestro joven astrónomo. Actualmente la academia cuenta con más de 300 estudiantes.

Más información:

- <http://www.thetfordacademy.org/about-us/our-people/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Thetford_Academy,_Vermont
- <https://www.facebook.com/Thetford-Academy-96231012421/>

4. Burnham en la Guerra de Secesión.

En 1862, durante la Guerra de Secesión americana (1861-1865), Burnham fue redactor de taquigrafía del Cuartel General de la Armada de la Unión en Nueva Orleans. En esa época fue un miembro de la firma Burnham & Bartlett, una empresa de escritores taquígrafos. El contenido de una tarjeta de negocios decía así:

BURNHAM & BARTLETT
Short-hand Writers
No. 40 Camp street, New Orleans ¹³

Usando Google Maps pude comprobar que actualmente sigue existiendo una calle Camp, pero el sistema de numeración debe haber cambiado porque no existe el número 40.

Posteriormente estuvo trabajando en varias Convenciones Constitucionales en los estados del sur.

En 1860 se publicó un libro escrito por E. H. Burritt con título *“The geography of the heavens: and class-book of astronomy”*¹⁴ (figura 9). Dos años más tarde, en plena guerra, Burnham lo adquirió y de seguro fue vital para alimentar su afición a la astronomía y las estrellas dobles. En un artículo escrito por el pro-

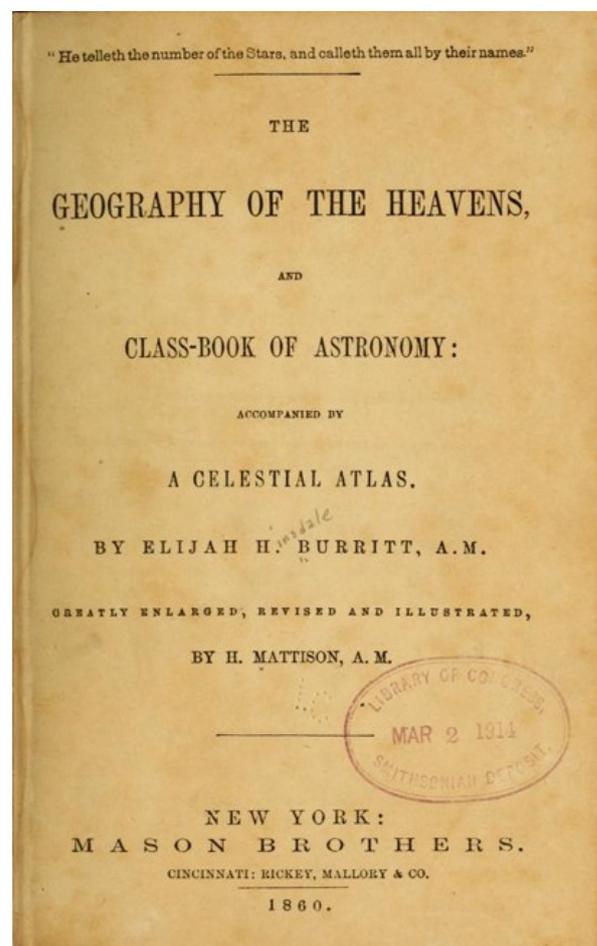


Figura 9. Posiblemente el primer libro de astronomía que leyó S. W. Burnham.

The name of every person whose usual place of abode on the first day of June, 1860, was in this family.	Description.			Profession, Occupation, or Trade of each person, male and female, over 15 years of age.	VALUE OF ESTATE OWNED.		Place of Birth, Naming the State, Territory, or Country.
	Age	Sex	White, black, or color, mulatto.		Value of Real Estate.	Value of Personal Estate.	
Sam ^l R. Wells	38	M		Publisher	10 000	1 000	Conn. N.Y.
Charlotte H "	45	f					N. Hampshire
Hannah M. Porter	44	f				2 00	Vermont
S. W. Burnham	21	M		News Reporter		1 00	Mass.
James L. Auden	19	M		do		2 00	Mass.
James H. Wilson	20	M		do		2 00	Mass.
Henry E. Nealow	24	M		Domestic		1 00	Ireland
Bridget Flanagan	20	f		Nurse		5 0	do

Figura 10. Fragmento inédito de las hojas del censo de USA de 1860, donde podemos ver la entrada para S. W. Burnham, la edad, sexo, profesión, bienes inmuebles, lugar de nacimiento.

esor John Frazer en la revista *Century* escribió (información incluida en una biografía publicada por E. E. Banard en 1921; ver nota n.º 13):

«... Durante la guerra civil Mr. Burnham [...] una tarde estaba paseando por la calle cuando sus ojos fueron atraídos por el anuncio de una subasta de libros. Entró conforme el subastador voceó el libro *Geography of the Heavens* escrito por Burritt, un conocido trabajo escrito por el hermano del aún más conocido Elihu

Burritt. Burnham hizo una oferta por el libro quedándose con él. En esta época él no tenía ningún interés especial por estos temas. Pronto se vio interesando por los cielos y aprovechó la primera noche despejada para trazar varias constelaciones descritas en el libro.»

El 12 de junio de 1863 falleció en Thetford su abuelo, Asahel Burnham, (figura 10) a la edad de 87 años. En plena Guerra de Secesión posiblemente nuestro astrónomo no pudo asistir a su entierro.



Figura 10. Retrato inédito de Asahel Burnham, abuelo de S. W. Burnham. Estuche de piel con un marco de latón ovalado. Este retrato fue donado en 1951 al Museo de la Historia de Chicago por Lida Burnham Matthews, una de las hijas del astrónomo.

ANEXO I. ASCENDIENTES DE S. W. BURNHAM.



Figura 11. Marinda Foote, madre de nuestro astrónomo, en un daguerrotypo inédito tomado el año 1854 (Sherburne tenía 16 años) en una casa fotográfica de Nueva York. Donado por Lida Burnham Matthew (hija de nuestro astrónomo) en 1951 para el Chicago History Museum.

— Notas

¹“Genealogical Records of Thomas Burnham, the Emigrant”, Segunda Edición, escrito por Roderich h. Burnham en 1884.

²Hasta el siglo XV permaneció el término “de” anexo al apellido

³Actualmente tiene más de 150.000 habitantes y guarda celosamente su pasado conservando casi intactas calles del siglo XV-XVI, un castillo y una catedral del siglo XII.

⁴Toda la información genealógica de S. W. Burnham está registrada en la web <https://familysearch.org/>.

⁵Más información en Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Burnham y en la web de FamilySearch: <https://familysearch.org/tree/person/MGLW-SZF/details?spouse=93T2-Z64>.

⁶Información en un email del foro genealogy.com: <http://www.genealogy.com/forum/surnames/topics/burnham/1133/>

⁷La boda tuvo lugar el 4 de noviembre de 1810 y Roswell nació el 19 de junio del año siguiente, es decir, 7 meses y medio tras la boda. O bien Roswell nació prematuro (siendo concebido pocos días después de la boda) o la madre se casó embarazada.

⁸Datos obtenidos del archivo “*Vermont, Births and Christenings, 1765-1908*” y otras fuentes.

⁹Lucy llegó a ser profesora según figura en el Censo

USA de 1860, aunque la información fue obtenida en la Lista de correos de Ancestry.com en un correo enviado por Mary Stewart Kyritsis en el año 2004: <http://archiver.rootsweb.ancestry.com/th/read/BURNHAM/2004-10/1097790180>.

¹⁰El queroseno como combustible para iluminación de calles y casas empezó a usarse en Estados Unidos con posterioridad al año 1850. Previamente se solía utilizar la grasa de ballena. Por tanto no está claro si Sherburne se iluminaba con queroseno en los hechos que nos cuenta Lauri Burnham. Sí está claro que al menos durante sus primeros 12-14 años de vida, no se comercializaba el queroseno.

¹¹Información en la Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Central_Vermont_Railway. Es fascinante ver su mapa de líneas ferroviarias de 1879: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fd/1879_CV_map_only.jpg.

¹²Del libro de Paul Couteau “*Esos astrónomos locos por el cielo o la historia de la observación de las estrellas dobles*”, traducción de Josefina Ling.

¹³Fuente: Banard, E. E., 1921, Popular Astronomy, 29, 309B.

¹⁴ Este libro puede ser adquirido gratuitamente en formato PDF desde la web de la Librería del Congreso: <https://archive.org/details/geographyofheav00burr>. En la Parte I, capítulo XIII, los autores hablan de estrellas dobles. Por cierto, daban por hecho que cada componente estelar tendrían sus planetas orbitando, junto con sus satélites.

La misión Gaia y la revolución en la astrofísica de las próximas décadas

por

CARME JORDI

EL PRIMER CATÁLOGO y con él el primer mapa de la Galaxia de la misión espacial Gaia vio su luz en septiembre de 2016, casi tres años después del lanzamiento. El catálogo contiene posiciones, movimientos propios, paralajes y brillos para unos dos millones de estrellas y posiciones y brillos para más de mil millones.

Además de unas dos mil curvas de luz de estrellas cefeidas y RR-Lyrae en el polo eclíptico sur, cerca de la Gran Nube de Magallanes. Sabemos que los datos publicados tienen limitaciones importantes por cubrir solo 18 meses de misión, un procesado de datos altamente simplificado y unas calibraciones que no contemplan toda la complejidad del instrumento. Aun y así, no existe ningún otro catálogo disponible que alcance la precisión del catálogo de Gaia, ni mucho menos que proporcione paralajes para tal cantidad de estrellas. Sin duda podemos afirmar que la revolución que Gaia representa en todos los ámbitos de la astrofísica ya ha empezado.

Recordemos primero qué es Gaia y para qué sirve. Gaia es una satélite de la Agencia Espacial Europea, que se lanzó al espacio en diciembre de 2013 y que opera desde 1,5 millones de km de la Tierra en el punto de Lagrange L2 del sistema Sol-Tierra. Incluye dos telescopios de 35 m de distancia focal con campos de visión separados 106,5 grados. Gracias a tres movimientos (rotación sobre su propio eje, precesión respecto de la línea Sol-Tierra y traslación alrededor del Sol) escanea continuamente el cielo siguiendo círculos máximos que se desplazan ligeramente a cada revolución. En seis meses se observa prácticamente todo el cielo. La misión tiene una duración prevista de 5 años, lo que implica un promedio de unas 70 observaciones de cada objeto en total. Esas repetidas observaciones son imprescindibles para la medida del desplazamiento en la bóveda celeste y para el monitoreo del brillo de los objetos. Gaia cuenta a bordo con un plano focal con 106 CCDs (la mayor cámara lanzada al espacio hasta ahora) que registran posiciones, espectros de baja resolución en el azul y el rojo (gracias a dos prismas) y espectros de mayor resolución centrados en la zona del triplete infrarrojo del Ca. El propósito científico de Gaia es conseguir el mapa más preciso de una parte significativa de nuestra Galaxia para desvelar su historia de formación y

evolución. Gaia no tiene un catálogo predeterminado, al contrario, observa todos los objetos de apariencia puntual con brillos superiores a la magnitud 20,7. Por ello, observa estrellas de nuestra Galaxia, objetos del sistema solar, estrellas en las galaxias cercanas, cuántares y núcleos de galaxias activas.

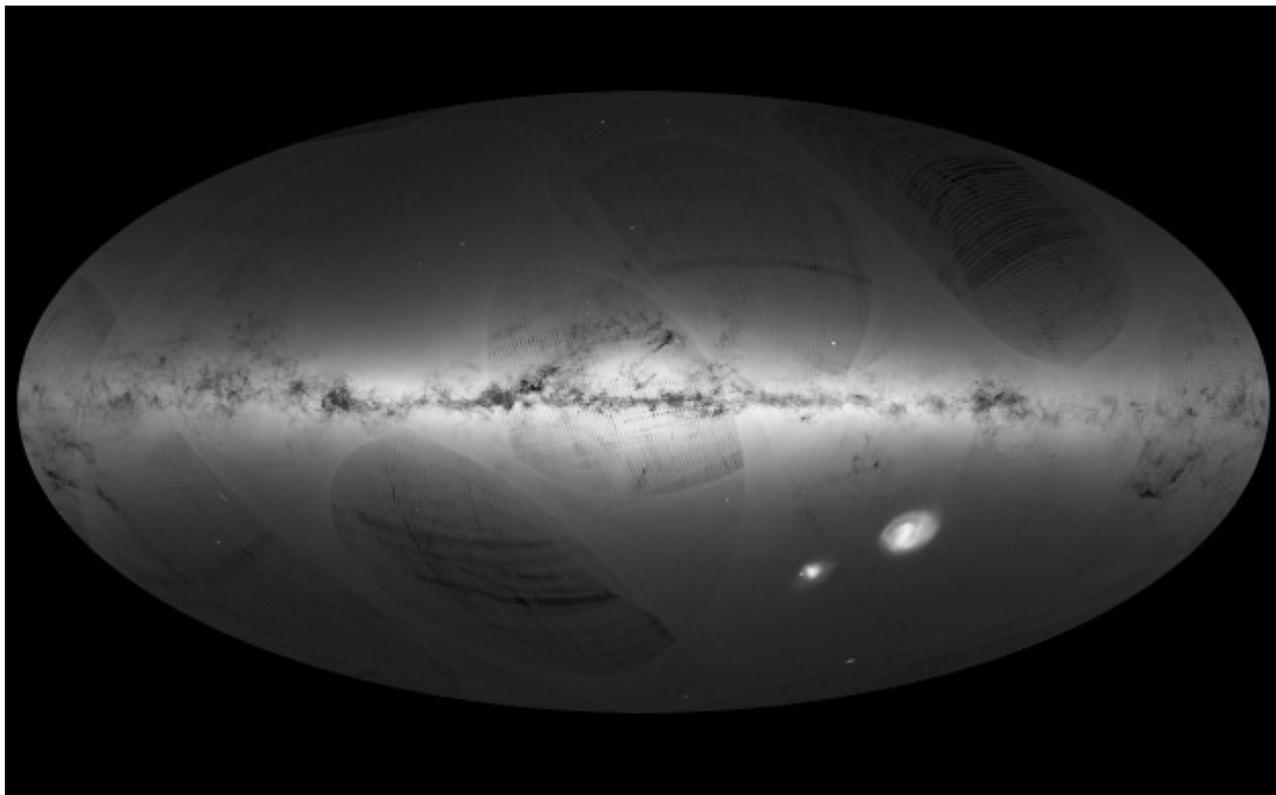
El uso de estos datos por parte de la comunidad científica es múltiple y variado. En las primeras 24h después de la publicación, más de 10.000 usuarios habían accedido a la base de datos en ESAC. Hasta el momento de escribir este artículo, se han publicado más de 150 artículos de explotación científica, además del número especial de *Astronomy & Astrophysics* con los artículos describiendo la misión y los datos. Las aplicaciones van desde el estudio de estrellas concretas, al análisis de cúmulos conocidos, el descubrimiento de cúmulos nuevos, el análisis del entorno solar, la dinámica del disco galáctico, la rotación de las Nubes de Magallanes, etc, etc, etc. Cabe destacar también la combinación de las posiciones determinadas con Gaia con posiciones en catálogos anteriores como UCAC4, PPMXL, SDSS, PanSTARRS que han permitido determinar los movimientos propios de algunos centenares de millones de estrellas.

Este primer catálogo solo es un avance de la segunda entrega de datos, prevista para abril de 2018. Esa entrega sí va a ser una revolución en toda su regla, puesto que incluirá posiciones, movimientos propios, paralajes, brillos, índices de color y temperaturas para unos 1,5 mil millones de estrellas, y velocidades radiales para unos 50 millones. ¡El primer mapa 3D preciso de la Galaxia desde el entorno solar hasta sus límites, nuestras galaxias vecinas y centenares de miles de cuántares! El impacto científico va a ir más allá de lo que podemos imaginar.

Los productos de Gaia no se limitan a estas entregas masivas. Existe también un

goteo diario de entregas en forma de alertas fotométricas y alertas astrométricas. Cuando alguna fuente incrementa su brillo por encima de un umbral, quizás se trate de la explosión de una supernova u otro fenómeno transitorio. Gaia escanea continuamente el cielo y no puede

«No existe ningún otro catálogo disponible que alcance la precisión del catálogo de Gaia, ni mucho menos que proporcione paralajes para tal cantidad de estrellas.»



Una visión global de las estrellas de nuestra Galaxia (la Vía Láctea) y de las galaxias vecinas, a partir del primer año de observaciones con el satélite de la Agencia Espacial Europea Gaia, de julio de 2014 hasta septiembre de 2015. (Créditos: ESA/GaiaDPAC).

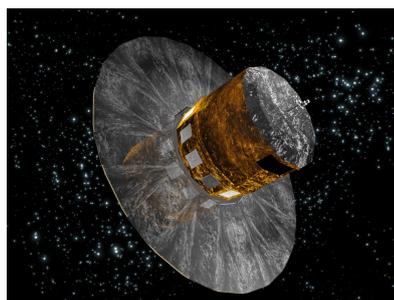
seguir observando esa fuente. En cambio, se puede observar desde los observatorios en tierra. Gaia puede detectar también algún objeto nuevo en una zona ya observada previamente, y darse cuenta de que ese objeto tiene un movimiento rápido. Probablemente, se trate de algún nuevo asteroide. Si no se realiza un seguimiento en tierra para determinar la órbita, probablemente perderemos la traza de ese objeto. Por ello, muchas detecciones de Gaia necesitan de observaciones complementarias en tierra. Es preciso pues advertir a la comunidad de astrónomos profesionales y aficionados para que se realice el seguimiento. Importantes son los descubrimientos de asteroides con órbitas muy inclinadas, que acostumbran a pasar desapercibidos en las búsquedas desde tierra, generalmente focalizadas a baja latitud eclíptica donde la probabilidad de descubrimientos es más elevada.

Gaia está a punto de completar 3 años de observaciones científicas, y todavía seguirá en operaciones 2 años más. El consorcio de procesado de datos (Data Processing and Analysis Consortium, en inglés) que engloba unos 450 científicos e ingenieros europeos (unos 30 en España) ha solicitado a la Agencia Espacial Europea que extienda las operaciones 5 años más puesto que hay suficiente combustible. Si se extendiera la misión, no solo seríamos capaces de mejorar las precisiones globales, sino que incrementaríamos significativamente la capacidad de detectar curvaturas en la trayectoria de las estrellas, es decir la existencia de binariedad y exoplanetas. Esperemos que la decisión de la ESA sea positiva. ©



Para más información

- Portal de Gaia: <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/home>
- Archivo de Gaia: <https://archives.esac.esa.int/gaia>
- Número especial de A&A: <https://www.aanda.org/component/toc/?task=topic&id=641>
- Web de las alertas fotométricas: <http://gsaweb.ast.cam.ac.uk/alerts/home>
- Web de las alertas astrométricas: <https://gaiafunso.imcce.fr/>



Carme Jordi trabaja en el Departamento de Física Cuántica y Astrofísica, Instituto de Ciencias del Cosmos, Universidad de Barcelona, Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña. Su investigación se centra en Astronomía Galáctica, especialmente en estrellas de cúmulos estelares y propiedades físicas de las estrellas. Trabajó en la misión Hipparcos de la Agencia Espacial Europea, precursora de la actual misión Gaia. Está involucrada en Gaia desde sus inicios, tanto en la definición de la misma, como en el diseño del instrumento fotométrico, y actualmente en el procesado de datos. Es miembro del Gaia Science Team.