

el observador de estrellas dobles

25

julio · diciembre de 2020



¿Por qué observo estrellas dobles?

por Antonio Agudo Azcona

¿Una elipsoidal
excéntrica?

Javier Ruiz

Medidas de
estrellas dobles

Lluís Ribé
Antonio Agudo
Nicolás Ariel
Ángel M. López
Pedro Benedicto

AC 7, una órbita
con historia

Antonio Egea

Estudio de
STF 79 y
STF 227

Francisco Rica

Tegmine
R. Palomeque
Juan Lendínez

Binarias con
amplia
separación
angular

A. Agudo Azcona

Nuevas
binarias
Manuel J.
del Valle



PROYECTO SEDA-WDS

Nueva campaña
y resultados de la
anterior

CIEN DOBLES
para pequeños
telescopios
(2ª parte)
Ramón Sobrino

FUERA DE FOCO

Leonor A.
Hernández
escribe
en OED



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>
SEDA-WDS	Presentación de la nueva campaña del Proyecto SEDA-WDS 11 Resultados de la 12ª Campaña del Proyecto SEDA-WDS 13 <i>por AA.VV.</i>
OBSERVACIÓN	Medidas de sistemas dobles cerrados con la técnica Lucky Imaging 14 <i>por Lluís Ribé</i>
	Medidas de 58 estrellas dobles de carácter físico 20 <i>por Antonio Agudo Azcona</i>
	Mediciones de estrellas dobles durante 2018/2019 26 <i>por Ángel M. López y P. Benedicto</i>
	Medición de estrellas dobles 30 <i>por Nicolás Ariel</i>
	Cien estrellas dobles para pequeños telescopios 36 <i>por Ramón Sobrino</i>
INVESTIGACIÓN	Binarias de amplia separación angular 48 <i>por Antonio Agudo Azcona</i>
	3 nuevos sistemas triples y dos nuevas componentes 54 <i>por Manuel J. del Valle</i>
	AC 7, una órbita con historia 60 <i>por Antonio Egea</i>
	2MASS J21493346+6338406, ¿una elipsoidal excéntrica? 66 <i>por Javier Ruíz</i>
	Tegmine. Un sistema orbital fascinante 69 <i>por Ramón Palomeque y Juan Lendínez</i>
	Estudio de las binarias STF 79 y STF 227 76 <i>por Francisco M. Rica</i>
¿POR QUÉ...?	¿Por qué observo estrellas dobles? 84 <i>Firma invitada: Antonio Agudo Azcona</i>
FUERA DE FOCO	Cómo ser astrónoma y no morir en el intento 87 <i>Firma invitada: Leonor Ana Hernández</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 2020.
- 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.

TIEMPOS NUEVOS, TIEMPOS EXTRAÑOS... Desgraciadamente todos nos hemos visto afectados, en mayor o menor medida, por la pandemia del COVID-19. Esta situación excepcional y la falta de tiempo que ha traído consigo es la consecuencia de que la revista que ahora tienes en tus manos se haya retrasado algunos días. Y a pesar de todo, los observadores se han implicado más que nunca en ofrecernos unos artículos cargados de medidas y observaciones, incluso luchando con los meses ininterrumpidos de cielos nubosos que hemos sufrido. Desde estas líneas queremos expresar nuestra más profunda admiración y agradecimiento.

Otro de los motivos que nos llena de inmensa alegría es ver que poco a poco va creciendo el número de nuevos observadores que se implican en el estudio de nuestras queridas estrellas dobles. En esta ocasión contamos con Nicolás Ariel Arias que desde Argentina nos ofrece su primer artículo de medidas, así como Pedro Benedicto desde Madrid.

En Fuera de Foco contamos con una invitada realmente excepcional como es Leonor Ana Hernández que con su pasión y entusiasmo nos introduce dentro del proyecto AstroHita. Como ella misma escribe "Nunca hubiera imaginado..." y es que con la suficiente dosis de ilusión y trabajo muchas veces los sueños se hacen realidad. No dejéis de leerlo.

Antonio Agudo, además de regalarnos dos artículos de primer nivel sobre binarias de amplia separación angular y otro trabajo con medidas astrométricas, nos cuenta en primera persona en la sección ¿Por qué observo estrellas dobles? sus inicios y recorrido durante los años que lleva dedicado a en este apasionante campo.

Tegmine es uno de los sistemas orbitales más apasionantes que podemos contemplar en el cielo. Ramón Palomeque y Juan Lendínez nos dan buena cuenta de ello con su trabajo, mostrándonos su evolución en todo lo que llevamos de siglo XXI. Una excelente puesta en escena que va a animar a muchos de nosotros para intentar observarla en la próxima primavera.

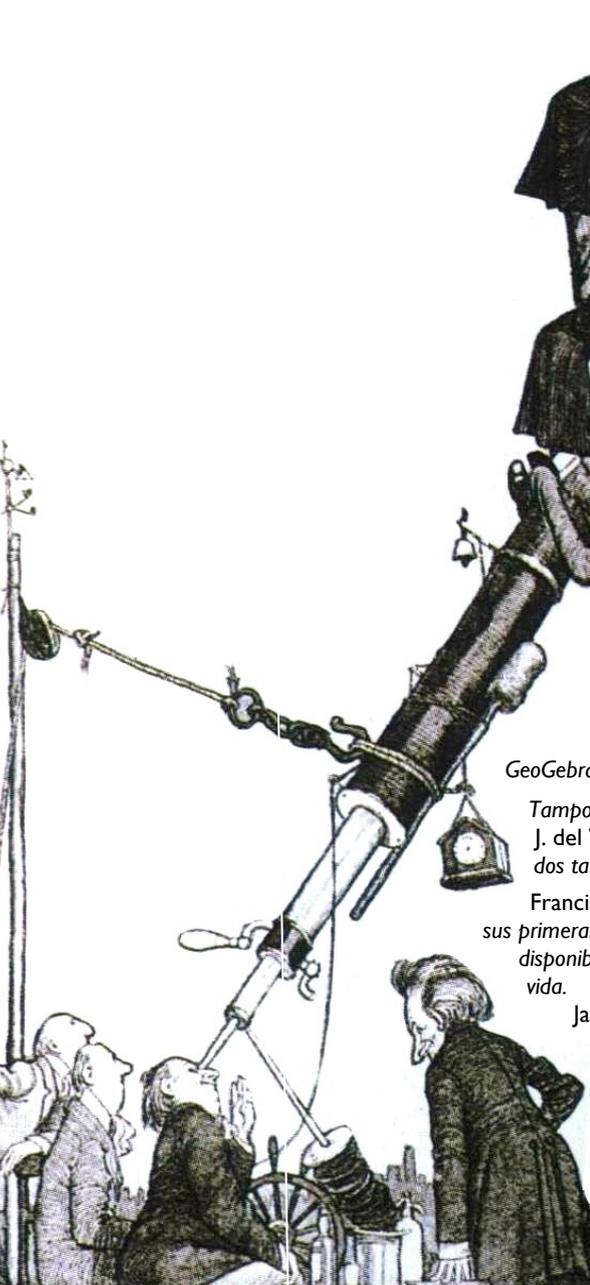
Antonio Egea, tal como nos tiene acostumbrados, nos sorprende con un artículo impresionante dedicado a AC 7. Un estudio serio y de altísimo nivel en el que nos explica con todo detalle las diferentes órbitas calculadas a lo largo de la historia y los cálculos realizados por él con GeoGebra en base a los datos disponibles. Os va a encantar.

Tampoco nos faltan nuevas compañeras detectadas en sistemas dobles ya catalogados descubiertas por Manuel J. del Valle mediante la búsqueda e investigación gracias a la minería de datos, algo que siempre ofrece resultados tan fructíferos. Nuestra más sincera enhorabuena desde estas líneas.

Francisco Rica, además de ponernos al día con las noticias de actualidad, hace una actualización de algunas de sus primeras estrellas dobles estudiadas en 1996. Un artículo donde se combina la nostalgia con los últimos datos disponibles de la misión Gaia-DR 2. El pasado y futuro que no son otra cosa que el devenir de nuestra propia vida.

Javier Ruiz nos lleva a ese otro mundo de las estrellas dobles como son las binarias eclipsantes donde nos describe uno de sus últimos hallazgos y la posible detección de una elipsoidal excéntrica. Sin ninguna duda, algo realmente apasionante.

Y por supuesto, artículos con medidas y astrometrías de gran calidad, que son la fuente de datos de las que se nutre el WDS Catalog, de la mano de experimentados observadores como Antonio Agudo, Ramón Sobrino, Ángel M. López y Lluís Ribé. Todo ello sin olvidar los resultados obtenidos en la campaña de SEDA-WDS y la presentación de la actual centrada en la constelación del Águila. Solo nos queda desearos unos meses llenos de observaciones y cielos despejados donde poder disfrutar de nuestra afición. Cuidaros mucho y ser felices, a ser posible un poco más de lo normal, a pesar de estos tiempos tan extraños que nos ha tocado vivir. ☺



LOS EDITORES

director honorífico

Sr. D. José Luis Comellas García-Llera

editores

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

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

sitio web
colaboradores

www.elobservadordeestrellasdobles.wordpress.com

Florent Losse, Rafael Caballero, José Martín Carro, Francisco Violat, 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 Armentía, 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. Miré, 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, Amadeo Aznar, A. Egea, Richard Harshaw, Jordi Lopesino, Gianpiero Locatelli, Andrea Mantero, Carlos Botana, Nicolás Ariel, Pedro Benedicto, Leonor Ana Hernández

con el apoyo de

Masas dinámicas de compañeras estelares mediante astrometría relativa, velocidades radiales y aceleraciones Hipparcos-GAIA DR2

■ Un equipo de astrónomos liderado por D. T. Brandt ha medido las masas dinámicas para cinco objetos –tres de ellos enanas ultrafrías, una estrella de baja masa y una enana blanca– mediante ajuste orbital, las aceleraciones detectadas combinando los catálogos Hipparcos y GAIA-DR2, velocidades radiales y astrometría relativa. Este estudio proporciona masas precisas sin suposiciones sobre la estrella primaria, incluso aunque las observaciones típicamente cubran una pequeña fracción de una órbita.

Para Gl 758 B los astrónomos obtuvieron una masa de unas $37,9 \pm 1,5$ masas de Júpiter, la masa más precisa hasta la fecha. HD 68017 B (figura 1), una enana M tardía, tiene una masa de 0,15 masas solares consistente con la teoría estelar y estimaciones empíricas previas basadas en su magnitud absoluta. El progenitor de la enana blanca Gl 86 B ha sido debatido en la literatura y la masa dinámica medida en este trabajo, 0,60 masas solares, es consistente con masas progenitoras mayores y edades más jóvenes para este sistema binario. [Brandt, T. D. *et al*, octubre 2019, AJ, 158, 140B]. ©

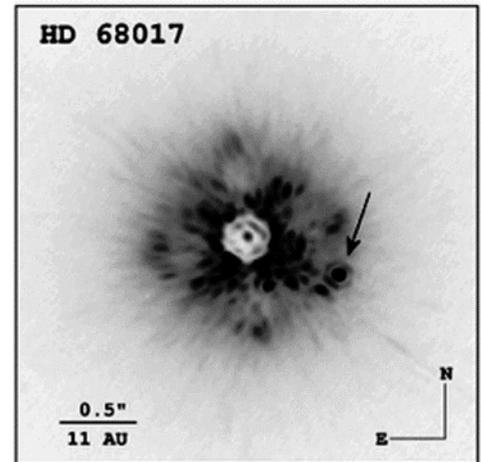


Figura 1. Imagen del descubrimiento de la compañera de HD 68017. Recientemente se ha obtenido la masa dinámica de esta estrella. Crédito: https://www.researchgate.net/figure/Discovery-images-of-HD-53665-B-HD-68017-B-and-HD-71881-B-taken-in-the-K-filter-l-c_fig1_232144038.

WISE2150-7520B: un sistema de enana marrón de comovimiento descubierto por un proyecto de ciencia ciudadana

■ Un equipo de astrónomos liderado por Jacqueline K. Faherty (Carnegie Institution for Science, Washington) ha reportado el descubrimiento del sistema binario WISE2150-7520AB (W2150AB), formado por dos enanas marrones de tipo L1 + T8 separadas por unas 341 ua y que poseen comovimiento (ver figura 2). El sistema está compuesto por la enana de tipo L1 previamente conocida y catalogada como 2MASS J21501592-7520367 y la secundaria recién descubierta usando los datos del satélite WISE a través del proyecto de ciencia ciudadana “Backyard Worlds: Planet 9”. Las estrellas no presentan firmas fotométricas o espectrales peculiares, indicando que las componentes son probablemente de la edad típica de las estrellas del campo. Usando todos los datos y la paralaje de Gaia DR2 para la componente primaria, este equipo de astrónomos ha determinado parámetros fundamentales como la luminosidad, la temperatura (2118 ± 62 K y 719 ± 61 K), la masa (72 ± 12 MJup y 34 ± 22 MJup).

A una separación física de unas 341 ua, este sistema tiene una energía de unión (E_{bind}) de 10^{41} erg siendo el sistema con la energía potencial gravitatoria más baja en cuanto a los sistemas

con masa total menor de 0,1 masa solar no asociados con un cúmulo joven. [Faherty, Jacqueline K. *et al.*, noviembre 2019, 2019arXiv191104600F] ©

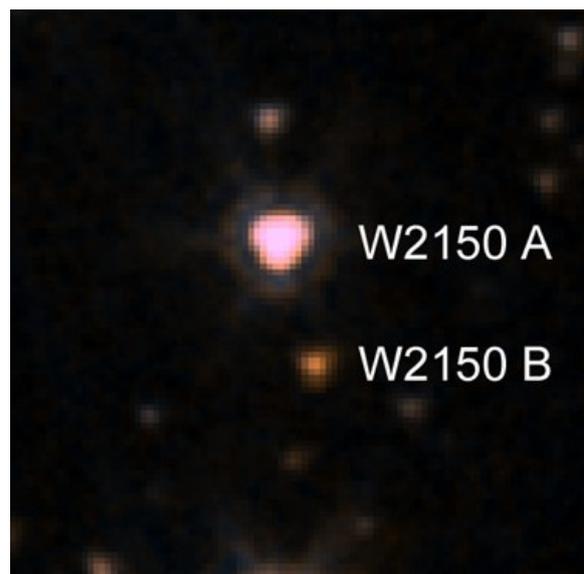


Figura 2. Sistema formado por dos enanas marrones de tipo L1 + T8 separadas por unas 341 ua. La componente B fue descubierta usando los datos del satélite WISE en un proyecto de ciencia ciudadana. Crédito: Wikipedia.

Masas dinámicas para el sistema triple HD 28363 en el cúmulo de las Hyades

■ La estrella HD 28363 en el cúmulo de las Hyades ha sido conocida durante un siglo como una binaria visual con un periodo de 40 años (figura 3). La secundaria es una binaria espectroscópica con un periodo de 21 días. Un equipo de astrónomos liderado por Guillermo Torres (Centro de Astrofísica de Harvard & Smithsonian) ha dado a conocer un monitoreo espectroscópico extensivo de este sistema triple jerárquico que revela, por primera vez, líneas espectrales de la tercera estrella. Combinada con información astrométrica, hace posible determinar las masas dinámicas para las tres estrellas. Solamente otras 6 binarias en las Hyades tienen las masas de las componentes determinadas individualmente de forma dinámica. Estos astrónomos dedujeron las propiedades del sistema combinando las medidas de velocidad radial con observaciones visuales, medidas de ocultación lunar y con los movimientos propios de misiones como Hipparcos y Gaia, las cuales proporcionan un límite sobre la aceleración astrométrica. En este trabajo determinaron una masa de $1,341 \pm 0,025$ masas solares para la estrella primaria visual y $1,21 \pm 0,02$ y $0,781 \pm 0,014$ masas solares para las otras dos componentes estelares. Estas medidas junto con esas de las otras 6 binarias establecen una relación empírica entre la masa y la luminosidad en las Hyades que está en acuerdo con los modelos actuales de evolución estelar para la edad y composición química conocidas para el cúmulo. [Torres G., Stefanik, R. P. & Latham, D. W., noviembre 2019, ApJ, 885, 9T] ©

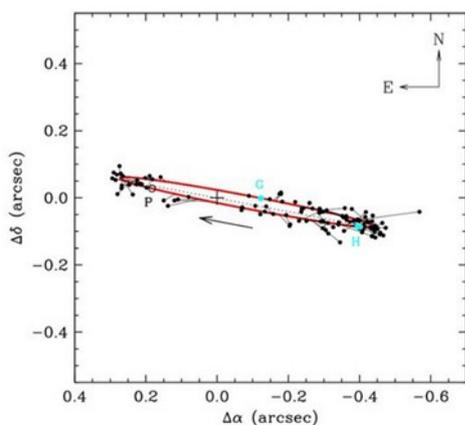


Figura 3. Órbita de las componentes separadas del sistema triple HD 28363. Crédito: https://twitter.com/Jos_de_Bruijne/status/1175054985421295616.

El Catálogo Superwide: binarias separadas usando GAIA y Superblink

■ Los astrónomos Zachary Hartman y Sebastian Lepine presentaron un catálogo de 99203 sistemas binarios separados, inicialmente identificados como pares de movimiento propio común (MPC) a partir de un subconjunto de más de 5 millones de estrellas con movimientos propios mayores que 40 milisegundos de arco al año. Estas estrellas fueron seleccionadas a partir de los datos del satélite GAIA (concretamente del catálogo GAIA-DR2) y el catálogo de estrellas con movimiento propio alto llamado SUPERBLINK. Pares de estrellas con MPC son encontradas buscando pares de estrellas con separaciones angulares menor de 1 grado y diferencia de movimientos propios menor de 40 milisegundos de arco al año. Un análisis Bayesiano es aplicado en dos pasos. En el primer paso, usaron diferencias de movimientos propio y separaciones angulares para distinguir entre binarias y alineaciones ocasionales. En un segundo paso, los astrónomos usaron la paralaje del satélite GAIA (en su versión DR2) para refinar las estimaciones de probabilidad Bayesiana. Presentaron una tabla con 119.390 pares y seleccionaron a poco más de 99.000 por tener probabilidad superior al 95% de ser binarias reales. Examinando en un diagrama HR estas estrellas, los astrónomos encontraron evidencias de que 980 son componentes más luminosas de lo normal entre 2227 binarias separadas de tipo espectral K + K. Asumiendo que estas representan subsistemas no resueltos, los astrónomos determinaron que la fracción de multiplicidad de sistemas separados K + K es de al menos un 40%. [Hartman, Z. & Lepine, S., febrero 2020, 2020arXiv200208850H] ©

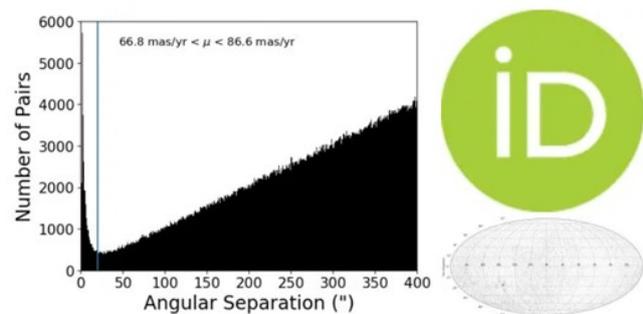


Figura 4. Catálogo SuperWide con casi 100.000 binarias de movimiento propio común, obtenido cruzando los catálogos GAIA-DR2 y Superblink. Crédito: <https://arxiv.org/abs/2020.02.21/the-superwide-catalog-a-catalog-of-99203-wide-binaries-found-in-gaia-and-supplemented-by-the-superblink-high-proper-motion-catalog-ssa/>

Observaciones speckle y órbitas de estrellas múltiples

■ Un equipo de astrónomos liderado por el conocido Andrei Tokovinin ha presentado los resultados de un monitoreo por interferometría speckle de sistemas visuales jerárquicos usando el nuevo instrumento NN-EXPLORE (Observador speckle de estrellas y exoplanetas). Este instrumento se ha colocado en el telescopio WIYN de 3,5 metros. Durante un año estos astrónomos han realizado 390 mediciones donde resolvieron 129 subsistemas. Usando sus datos astrométricos y los datos de archivo, calcularon 36 órbitas (27 de las cuales son nuevas). Para siete de estos pares las órbitas calculadas combinaron

tanto las mediciones astrométricas como las de velocidad radial. Para los sistemas jerárquicos HIP 65026 (periodos de 49 y 1,23 años) e HIP 85209 (periodos de 34 y 1,23 años) fueron determinadas tanto para las órbitas internas y externas usando datos astrométricos y de velocidad radial. Sus inclinaciones mutuas también fueron medidas con valores de 11 y 12 grados respectivamente. Cuatro estrellas brillantes son resueltas por primera vez, dos de ellas son triples. [octubre 2019, A. Tokovinin *et al.* AJ, 158, 167T] ©

Parámetros dinámicos y físicos del sistema triple HIP 109951

■ Un equipo liderado por el astrónomo S. G. Masda ha determinado de forma precisa los parámetros físicos y dinámicos del sistema triple HIP 109951 (WDS 22161-0705AB). Ver figura 5. La naturaleza binaria de la componente B fue determinada recientemente mediante estudios de velocidad radial. Los astrónomos determinaron las propiedades astrofísicas para las tres componentes. La solución orbital dio una masa total de 2,6 masas solares basada en la paralaje de Gaia y 2,2 masas solares basada en la paralaje revisada del satélite Hipparcos. [Masda, S. G. *et al.*, diciembre 2019, AstBu, 74, 464M] ©

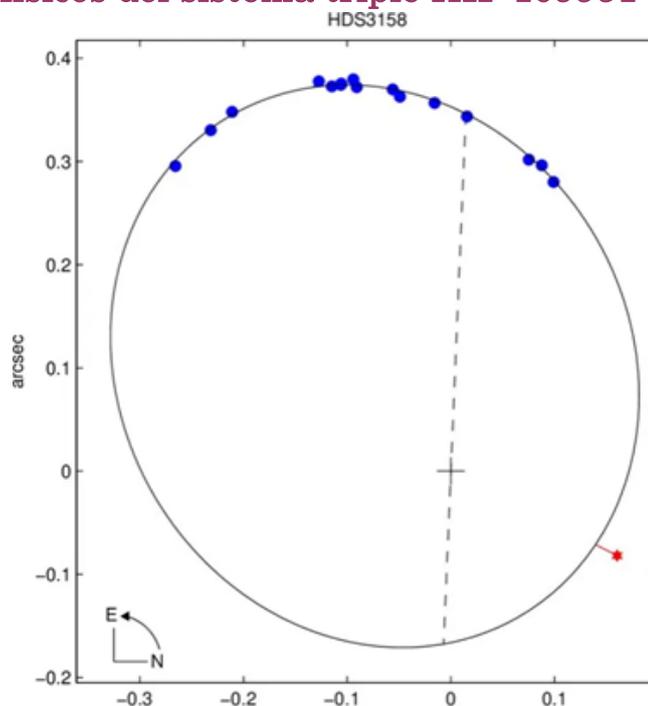


Figura 5. Órbita visual de la binaria HIP 109951. Crédito: <https://arxiv.org/abs/2019.11.25/physical-and-dynamical-parameters-of-the-triple-stellar-system-hip-109951-ssa/>.

Órbitas 3D de binarias espectroscópicas

■ Las estrellas binarias son una importante fuente de información astronómica. Esas binarias de corto periodo observadas tanto de forma espectroscópica como interferométrica, pueden proporcionar a partir de sus órbitas, valores precisos de sus masas, así como sus paralajes orbitales. Por esta razón es fundamental intentar resolver ópticamente las binarias espectroscopias de doble línea (es decir aquellas en las que es posible detectar la firma espectral de ambas componentes estelares).

En este trabajo, los astrónomos A. Abushattal, José A. Docobo y Pedro Campo, del Observatorio Ramón María Aller de Santiago de Compostela, usaron la elaboración de un algoritmo específico con el objetivo de determinar la abertura del telescopio que se necesitaría para resolver binarias espectroscópicas concretas. Finalmente usando la fotometría disponible y la información espectroscópica, los astrónomos establecieron un modelo tridimensional para cada binaria espectroscópica, con una órbita a partir de la cual dedujeron las separaciones angulares máximas y mínimas más probables entre las componentes. De esta forma, usando calibraciones obtenidas en este estudio, los astrónomos también dedujeron diferentes parámetros físicos de las componentes para cada sistema estelar. [Abushattal, A. A., Docobo, J.A. & Campo, P., enero 2020, AJ, 159, 28] ©

Estrellas binarias en la región de formación Upper Escorpio

Los astrónomos Andrei Tokovinin y César Briceño han realizado un estudio mediante interferometría speckle de 614 estrellas pertenecientes a la región de formación Upper Escorpio (USco) con masas superiores a 0,4 masas solares (tipos espectrales más temprano que M3V). El objetivo es realizar un estudio estadístico de las estrellas binarias de la región USco de 8 millones de años de edad.

Los astrónomos resolvieron 187 pares de los cuales 55 son nuevos descubrimientos. También usando datos publicados y el catálogo GAIA-DR2, obtuvieron un catálogo de 250 binarias físicas. [Tokovinin, A & Briceño, C., enero 2020, AJ, 159, 15T]. ©

Una nueva compañera enana blanca alrededor del sistema GJ 3346

Un equipo de astrónomos europeos liderado por la astrónoma Mariangela Bonavita, ha presentado el descubrimiento de una compañera enana blanca a 3,6" de GJ 3346, una cercana (paralaje de 42 msa) estrella de tipo K observada con el instrumento SPHERE del telescopio VLT. Estas observaciones son parte del estudio de compañeras débiles de objetos con anomalías significativas en sus movimientos propios ($\Delta\mu$) entre GAIA DR1 y Tycho-2. Sistemas de tipo Sirio como GJ 3346 AB, los cuales incluyen una estrella de la secuencia principal y una enana blanca, pueden ser difíciles de detectar debido a la debilidad intrínseca de la enana blanca. Combinando las observaciones de estos astrónomos con las de GAIA DR2 y con varios conjuntos de datos de archivo, los astrónomos fueron capaces de acotar las propiedades físicas de GJ 3346 B, tal como su temperatura efectiva (11000 K), así como su edad de enfriamiento (unos 640 millones de años). Esto les permitió un mejor entendimiento de la historia del sistema. Aunque una investigación más profunda es aún necesaria, parece que GJ 3346, la cual fue previamente clasificada como joven, tiene de hecho muy probablemente más edad que 4 gigaaños. [Bonavita, M. *et al*, febrero 2020, 2020MNRAS.tmp..528B] ©

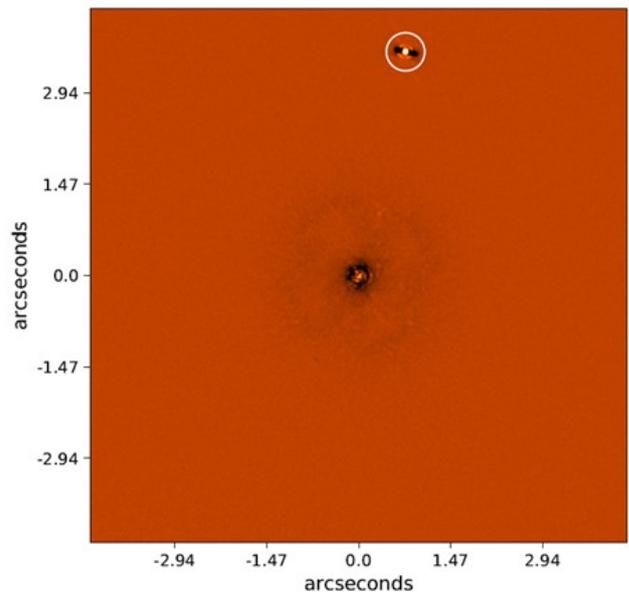


Figura 6. Binaria GJ 3346 captada con IRDIS en banda K1. Dentro del círculo se indica la componente secundaria descubierta por la astrónoma Bonavita. Crédito: Reproducida por permiso de la autora.

El sistema cuádruple HIP 45734

HIP 45734 es un sistema cuádruple de arquitectura 2 + 2 situado a 68 parsecs del Sol. El sistema exterior A,B está separado por 9" y tiene un periodo de unos 10000 años. El subsistema Aa,Ab es una binaria visual con un periodo de 20,1 años y una excentricidad de 0,78. Su periastro, con época 2019,1, fue observado espectroscópicamente calculándose masas de 1,10 y 0,98 masas solares. También se calculó una paralaje orbital de 14,90 msa. Las masas, colores y luminosidades están razonablemente de acuerdo con los modelos evolucionarios de estrellas de secuencia principal. El par Ba,Bb es una binaria espectroscópica de una línea con un periodo de 0,55552 días y una inclinación orbital de unos 45 grados. La masa de la estrella Bb es de 0,4 masas solares.

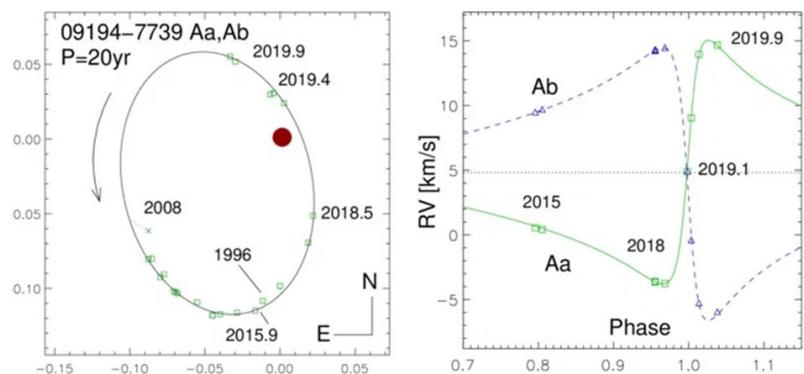


Figura 7. Binaria visual Aa,Ab del sistema cuádruple HIP 45734. Es una binaria con 20 años de periodo. A la izquierda la órbita y a la derecha las curvas de velocidad radial. Crédito: <https://arxiv.org/abs/2020.01/27/the-quadruple>

La componente B es cromosféricamente activa (una fuente de rayos X). Su flujo es modulado con un periodo orbital debido a manchas en la superficie de la estrella. El sistema es probablemente más viejo que 600 millones de años y no pertenece a ningún grupo de movimiento conocido. [Tokovinin, Andrei, marzo_2020, AJ, 159, 88T]. ©

Una nueva compañera separada de baja masa de la estrella GQ Lup

■ Son de especial interés las compañeras subestelares separadas alrededor de estrellas que albergan planetas o enanas marrones (BDs) todavía suficientemente cercanas como para que su formación se produzca en discos circunestelares. Un grupo de astrónomos liderado por J. M. Alcalá (INAF-Osservatorio Astronomico di Capodimonte) informaron del descubrimiento de una nueva compañera separada (16,0 arcosegundos o 2400 ua) del sistema GQ Lup AB, muy probablemente gravitacionalmente unida. Un espectro muestra que la nueva compañera, cata-

logada como 2MASS J15491331-3539118, es una estrella de muy baja masa (en torno a 0,15 masas solares) y un objeto estelar joven con cinemáticas consistentes a las del sistema GQ Lup AB. Un posible escenario de formación del sistema triple es que GQ Lup A y 2MASS J15491331-3539118 se formara por fragmentación de un núcleo turbulento, mientras que GQ Lup B, la enana marrón compañera de GQ Lup A, a 0,7", se formara in situ por fragmentación del disco circunprimario. [Alcalá, J. M. et al., marzo 2020, A&A, 635L, 1A]

EL NUEVO SISTEMA CG Lup

En la noticia anterior se dio a conocer una nueva compañera de baja masa cerca de GQ Lup. Realmente esta compañera fue descubierta dos años antes por Francisco Rica quien lo publicó en la Circular Informativa de Estrellas Dobles número 196 (octubre de 2018) de la Comisión G1 de la UAI.

NEW COMPANION TO EXOPLANET HOST STARS				
Reported by: Francisco Rica using GAIA-DR2				
Astrometric data from GAIA-DR2				
STAR	parallax (mas)	μ (AR) (mas/yr)	μ (DEC) (mas/yr)	Vrad (km/s)
Kepler-195	1.52 ± 0.02	1.94 ± 0.05	-17.36 ± 0.04	-23.47 ± 2.91
companion	1.51 ± 0.02	1.91 ± 0.04	-17.38 ± 0.04	-
GQ Lup	6.59 ± 0.05	-14.26 ± 0.10	-23.60 ± 0.07	-
companion	5.49 ± 0.46	-14.8 1± 0.97	-21.95 ± 0.65	-
Other values for 2015.5				
	Kepler-195 companion		GQ Lup companion	
magnitude	12.94		18.37 (*)	
θ	34°1		114°6	
ρ	10"256		16"113	

Si consultamos el catálogo WDS vemos que esta nueva compañera ya figura con la designación FMR 242 Aa, C:

WDS	Disc	Comp	Obs1 yr	Obs2 yr	Nobs	pal deg	pa2 deg	sep1 arcsec	sep2 arcsec	mag1 mag	mag2 mag	SpType	pmRA1 mas/yr	pmDE1 mas/yr	pmRA2 mas/yr	pmDE2 mas/yr
15492-3539	NHR 8	Aa,Ab	1994	2012	18	276	278	0.7	0.70	11.40	0.00	K7V	-14	-24		
15492-3539	NHR 8	Aa,B	2004	2006	5	43	42	6.3	6.40	11.40	18.50	K7V	-14	-24		
15492-3539	FMR 242	Aa,C	1998	2015	2	115	115	16.3	16.10	11.40	18.40	K7V	-14	-24	-15	-22

Estos hechos ya fueron comunicados a la astrónoma principal de la investigación.



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

El pasado mes de octubre se publicó la circular informativa nº 199 de la Comisión G1 de UAI

En esta entrega se incluyen 49 nuevas órbitas de sistemas binarios. Son habituales los equipos de astrónomos dedicados al cálculo orbital. En el caso que nos ocupa contamos con los integrados por:

1. DOCOBO, CAMPO & GOMEZ.
2. LING, SCARDIA, PRIEUR, PANSECCHI, ARGYLE, ARISTIDI, ZANUTTA, ABE, BENDJOYA, RIVET, SUAREZ, & VERNET.
3. SCARDIA, PRIEUR, PANSECCHI, LING, ARGYLE, ARISTIDI, ZANUTTA, ABE, BENDJOYA, RIVET, SUAREZ & VERNET.

Nuevamente, Francisco Rica aporta una nueva compañera para una estrella con exoplanetas. Se trata de una débil compañera (magnitud 18,4) para la estrella WASP-14 a una distancia 11,54" en dirección 184,8°.

Finalmente, se anuncia el descubrimiento de dos nuevas estrellas dobles a cargo de Kacper Wierzchos con una cámara CCD instalada en un telescopio STC de 0,2 m en Tucson, Arizona, Estados Unidos.

En el número anterior de OED anunciamos a requerimiento del USNO que las bases de datos de estrellas dobles gestionadas y mantenidas en este enclave estaban siendo técnicamente remodeladas y que en los próximos meses estarían disponibles en los sitios alternativos:

- **The Washington Double Star Catalog:**
<http://www.astro.gsu.edu/wds/>
- **Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars:**
<http://www.astro.gsu.edu/wds/orb6.html>
- **Second Catalog of Rectilinear Elements:**
<http://www.astro.gsu.edu/wds/lin2.html>
- **Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars:**
<http://www.astro.gsu.edu/wds/int4.html>
- **The Third Photometric Magnitude Difference Catalog:**
<http://www.astro.gsu.edu/wds/dm3.html>
- **IAU Commission G1 (Binary and Multiple Stars) webpage:**
<http://www.astro.gsu.edu/wds/bsl/>
- **Double Star Astronomy at the U.S. Naval Observatory:**
[http://www.astro.gsu.edu/wds/ds history.html](http://www.astro.gsu.edu/wds/ds%20history.html)

A raíz de las alteraciones en el trabajo producidas por la pandemia del COVID-19, a día de hoy, la situación sigue exactamente igual hasta nuevo aviso.



Introducción

UNO DE LOS OBJETIVOS que proponíamos en el planteamiento inicial del Proyecto de Seguimiento de Estrellas Dobles Abandonadas del Washington Double Star Catalog (SEDA-WDS) era el de presentar campañas que sirvieran para actualizar el referido catálogo, administrado y mantenido por el Observatorio Naval de Estados Unidos (USNO). Con la publicación de este número de El Observador culmina la campaña dedicada a la constelación de Monoceros; es, pues, momento de presentar una nueva...

Los objetivos

El Washington Double Star Catalog (WDS), el catálogo de referencia mundial en este campo, es mantenido y administrado por el Observatorio Naval de los EE.UU. (USNO). En él se catalogan más de 150000 estrellas dobles y múltiples y está en constante actualización, en base a medidas remitidas por observatorios profesionales y, sobre todo, por astrónomos amateur que, de esta manera, desarrollan un interesante proyecto de colaboración Pro-Am de primer nivel. Además, el número de estrellas que aparecen publicadas en el WDS aumenta cada día en base a descubrimientos recientes, la mayoría de ellos realizados por esos dedicados astrónomos aficionados.

No obstante, como ocurre en todos los catálogos tan extensos, son muchas las estrellas dobles que requieren una revisión de sus datos. Teniendo presente que buena parte de las estrellas allí publicadas pertenecen a descubrimientos

de observadores históricos (algunos de los cuales realizaron sus observaciones hace dos siglos) y, sobre todo, debido al enorme número de estrellas allí listadas, muchas de las dobles del WDS se consideran abandonadas (neglected): son estrellas que no han sido confirmadas y/u observadas hace más de 20 años (algunos casos son especialmente llamativos: no se miden desde hace 200 años).

El proyecto SEDA-WDS (Seguimiento de Estrellas Dobles Abandonadas del WDS) pretende, por tanto, realizar una importante aportación de cara a la actualización de los datos que aparecen en el WDS. Con una periodicidad semestral se propondrá la realización de la astrometría relativa de los pares de una cierta constelación y que por sus peculiaridades ofrezcan un especial interés a nivel astrofísico, y siempre, con el único requisito de que puedan ser observadas y medidas por el mayor número posible de observadores.

A través del presente proyecto de investigación se pretende aunar la labor de observadores amateur en una propuesta abierta a la cooperación internacional, con la idea de realizar una interesante aportación a la investigación sobre el apasionante mundo de las estrellas dobles. Teniendo presente, además, que los tiempos de observación de los observatorios profesionales son muy limitados, este es un trabajo que recae de forma casi exclusiva en la labor callada y constante de astrónomos no profesionales.

Los criterios de selección para confeccionar las listas de estrellas dobles a observar han variado ligeramente con respecto a la primera versión de SEDA-WDS. En esta nueva propuesta hemos querido que

los listados contengan pares de variadas características que puedan ser observadas por un amplio abanico de observadores. De esa forma se incluyen pares cerrados y olvidados, a veces sin confirmar, muy indicados para aprovechar al máximo toda la potencia y la precisión de las técnicas de alta resolución y los modernos equipos de los observadores más exigentes. De igual modo habrá también estrellas dobles más fáciles con separaciones mayores y más fáciles de localizar destinadas a los doblistas más noveles. La idea general es que las parejas sean abandonadas, considerando como tales a aquellas que llevan sin observarse al menos 20 años. Sin embargo, en esta nueva edición habrá excepciones y es que por su interés propondremos pares de rápido movimiento propio común (parejas LDS) y ciertos sistemas orbitales que, a pesar de ser conocidos, todo el mundo debería observar por su acusado atractivo astrofísico. En definitiva, habrá sistemas para todos los equipos y combinaciones de cámaras posibles.

En suma, los objetivos del proyecto SEDA-WDS son:

- Aportar datos actualizados al WDS.
- Participar en un proyecto de colaboración Pro-Am de primer nivel.
- Desarrollar un proyecto colaborativo entre la comunidad amateur internacional.
- Aumentar el interés por la observación y estudio de las estrellas dobles, especialmente entre aquellos que no se dedican habitualmente a este campo de trabajo.
- Fomentar el uso de las técnicas digitales que provienen del uso de las cámaras CCD para la realización de astrometría relativa de estrellas

dobles y el software específico de reducción de datos.

Campaña de julio/diciembre de 2020

En esta ocasión hemos elegido la constelación de **Águila** y proponemos un segundo listado de 19 pares que será observable desde ambos hemisferios a lo largo de los próximos meses. Algunos de ellos permanecen perdidos desde el siglo XIX por lo que animamos a todos a intentar localizar estas parejas tan fascinantes. Es una zona del cielo tan rica y extensa en pares olvidados que necesariamente volveremos a ella en futuras campañas observacionales.

Los coordinadores del proyecto se ofrecen para atender cualquier tipo de consulta o duda que pueda surgir, además de orientar siempre que sea necesario.

Participar es muy sencillo y agradecemos la colaboración de todos los interesados, sean expertos doblistas o no. Para ello sólo se requiere el uso de un telescopio dotado de cámara CCD y unas mínimas nociones sobre el uso de software especializado. Un amateur especializado en cometas, asteroides, estrellas variables o cualquier otro campo de la astronomía bien puede dedicar un pequeño tiempo de su observación a este apasionante proyecto. El plazo límite en el envío de las medidas será el próximo 1 de diciembre.

Los resultados obtenidos serán publicados en las páginas de esta revista, seleccionada por el USNO como publicación de referencia para la admisión de datos en el WDS. Cada observador conservará la autoría de su medida dentro del proyecto. 

Toda la información sobre SEDA-WDS
(incluyendo tutoriales e instrucciones, formularios de envío de medidas
y la tabla de estrellas seleccionadas en formato PDF),
puede consultarse y descargarse desde la web del proyecto:

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



CAMPAÑA ENERO/JUNIO DE 2020 | SEDA-WDS | ÁGUILA

ID. WDS	DESC.	RHO	THETA	MG. A	MG. B	N°	ÚLTIMA	COORDENADAS	MPA AR	MPA DEC	MPB AR	MPB DEC	COORD. PRECISA
19027-0027	J 475	3,1	276	11,6	11,8	5	1948	19 02 37,11 -00 26 57,0	+008	-008			sí
19040+0213	BAL1974	4,9	199	12,80	12,84	2	1909	19 04 02,52 +02 13 03,6	-014	-0019			sí
19194+0535	J 485	2,3	71	10,63	11,20	7	1981	19 19 21,47 +05 35 15,5	-009	-039			sí
19301+1420	TDT1504	2,3	209	12,02	12,82	1	1991	19 30 04,21 +14 20 28,9	-009	-023	-009	-023	sí
19302+0219	A 2274	3,3	257	9,32	11,90	11	1979	19 30 09,14 +02 19 25,5	-008	-005			sí
19380+1619	LDS5882	7,7	276	13,65	16,20	2	1998	19 38 01,99 +16 18 36,6	-086	-289			sí
19410+0925	TDT1630	2,5	16	11,08	11,09	1	1991	19 40 57,74 +09 25 31,7	-004	-001			sí
19432+0448	J 1290	2,5	214	10,0	10,3	1	1916	19 43 30,00 +04 48 00,0					no
19500+0740	J 152	2,6	165	10,26	11,20	10	1999	19 50 02,44 +07 40 18,2	+000	+010			sí
20029+1416	OSO 116 AB	4,7	105	11,16	13,90	2	1994	20 02 52,13 +14 15 47,4	-097	-151			sí
20029+1416	OSO 116 AC	11,2	226	11,16	16,20	2	1994	20 02 52,13 +14 15 47,4	-097	-151			sí
20029+1416	OSO 116 AD	16,1	16	11,16	16,40	2	1994	20 02 52,13 +14 15 47,4	-097	-151			sí
20134-0246	BRT 497	4,2	275	12,51	13,00	1	1910	20 13 24,73 -02 45 54,5	-002	+002	+045		sí
20159+0419	TDT2129	2,3	262	11,88	12,08	1	1991	20 15 55,97 +04 18 55,6	+007	-014	+007	-014	si
20212-0158	BRT 499	5,0	252	11,78	12,20	1	1910	20 21 09,37 -01 57 48,1	+001	+005			si
20313+0020	BAL 923	3,5	146	10,20	10,30	1	1895	20 31 21,02 +00 20 10,0	+000	-012			no
20368-0102	J 567	2,2	308	11,40	13,40	2	1955	20 36 43,20 -01 03 25,3	+008	-012			si
20372-0225	BRT 503	4,6	73	11,52	11,60	1	1894	20 37 12,97 -02 25 04,7	-001	-003			no
20375-0303	BRT 505 BC	5,8	77	12,20	12,40	5	1998	20 37 32,64 -03 02 06,4	-068	-030	+077	+011	sí

Resultados de la 12ª campaña del Proyecto SEDA-WDS: dobles abandonadas en Monoceros (1er semestre de 2020)

Results of the 12th Campaign of SEDA-WDS Project:
Neglected Double Stars in Monoceros (1st Half of 2020)

Enrique de Ferra Fantín y José Antonio Gutiérrez Pérez

■ Correo-e: seda-wds@gmail.com

Presentamos las medidas recibidas por parte de los observadores participantes en la campaña dedicada a la constelación de Monoceros del Proyecto SEDA-WDS. Dichas medidas corresponden al primer semestre de 2020.

We present the measurements received by the participant observers in the SEDA-WDS Project campaign (Monoceros constellation). These measurements are from the first half of 2020

El programa observacional

LA CONSTELACIÓN ELEGIDA para esta campaña fue Monoceros, bien visible desde ambos hemisferios durante el tiempo de vigencia del programa (primer semestre de 2020).

Los observadores

En esta edición hemos contado con dos observadores. Sin duda la situación enrarecida de la pandemia del COVID-19 ha provocado esta situación. Así las cosas, los editores queremos hacer patente nuestro agradecimiento a Enrique de Ferra y a José Antonio Gutiérrez por su dedicación y colaboración en el proyecto. En la tabla 1 damos relación de ambos, así como del equipo observacional usado y la resolución/píxel a la que han trabajado.

Los códigos de observadores son propios y de carácter interno dentro de nuestro proyecto, aunque en ocasiones son los mismos adjudicados por el propio Brian Mason. Como hemos comentado en anteriores campañas, cada una de las medidas aportadas aparecerá en el Washington Double Star Catalog (en adelante WDS) con el código asignado al proyecto SEDA-WDS del que todos formamos parte (SDA).

Según la preferencia de cada observador, las imágenes obtenidas fueron medidas mediante dos métodos principales (tabla 2):

—**Reduc**: específico para el trabajo y medida en estrellas dobles. Su creador es el conocido doblista francés,



Figura 1. Representación de Monoceros realizada por Sydney Hall en 1824. El grabado está incluido en su obra *Urania's Mirror*, placa n.º 15.

y querido colaborador nuestro, Florent Losse.

—**Astrometrica**: programa muy utilizado para el cálculo de astrometría absoluta creado por Herbert Raab.

Ambos métodos son totalmente fiables, obteniéndose unos resultados totalmente congruentes entre ellos.

Resultados

Desgraciadamente, según nos comunica Enrique de Ferra, los pares propuestos han sido en general

OBSERVADOR	TELESCOPIO	CCD	ESCALA DE PLACA (" / PÍXEL)	CÓDIGO
Enrique de Ferra	Newton TSO 150 mm	ATIK 16IC	2,04	EDF
José Antonio Gutiérrez	Celestron C9.25" XLT Schmidt-Cassegrain	ZWO ASI120 MM	0,29	GTZ

Tabla 1. Relación de observadores, instrumental usado y resolución a la que han tomado las imágenes.

NOMBRE OBSERVADOR	MÉTODO
Enrique de Ferra	Astrometrica+Reduc
José Antonio Gutiérrez	Reduc

Tabla 2. Métodos de reducción usados por cada observador.

demasiado cerrados para la instrumentación utilizada y además coinciden en la no localización de algunos de ellos en las coordenadas del catálogo WDS. Debido a estos motivos tan solo se han observado 5 sistemas de los 17 propuestos en la campaña (tabla 3).

Agradecimientos

A cada uno de los observadores que han partici-

pado en esta campaña que con su esfuerzo e ilusión hacen posible que este proyecto sea realidad. ☺

Referencias

Reduc: <http://astrosurf.com/hfosaf/>

Astrometrica: <http://www.astrometrica.at/ArtSoftUtil/Software.html>

Mason, B.D., Wycoff, G.L., Hartkopf, W.I., Douglas, G.G. et Worley, C.E. 2011 – Washington Double Star Catalog y actualizaciones electrónicas mantenidas por el USNO: <http://ad.usno.navy.mil/wds/>

Esta investigación ha hecho uso del Washington Double Star Catalog mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO).

TABLA 3. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

WDS id.	Desc.	Mag A	Mag B	Época	Theta (°)	Sigma Theta	Rho (")	Sigma Rho	Noches	Notas
07201-0543	HJ 50	11,9	12,6	2020,159	272,46	1,20	11,900	0,339	1	1
07105-0306	BAL 143 AB	12,3	12,3	2020,159	28,15	0,89	12,005	0,162	1	2
07105-0306	BKO 497 AD	12,3	14,1	2020,159	100,23	1,53	13,909	0,328	1	2
07105-0306	BKO 497 DE	12,3	14,2	2020,159	66,25	1,82	10,024	0,511	1	2
07105-0306	BKO497 DF	12,3	14	2020,159	126,63	2,21	10,287	0,302	1	2
07216-0101	BAL 796	12,63	12,84	2020,047	228,37	2,43	2,30	0,08	1	

Notas

1. La componente principal parece ser una doble cerrada (5") como confirma 2MASS. No está catalogada en el WDS. Mi instrumentación no permite hacer una medida fiable.

2. La supuesta componente C del sistema parece haber sido resuelta en 1998 en un sistema triple, catalogado como BKO497 DEF. Estas tres estrellas se ven claramente en nuestras imágenes CCD. Probablemente la instrumentación empleada en 1893 no tenía suficiente definición. En las notas del WDS se lee "The C component appears to have been either a plate flaw or a typographical error in the catalog used by Baillaud", pero nuestra hipótesis parece más realista. En 2MASS se aprecia otra componente, muy cercana (<3") a D, no visible en nuestras capturas. Las medidas se tomaron según los pares catalogados en WDS. La figura 1 muestra una imagen de estas componentes en conjunto.

Además, se nos comunica que para los sistemas Che 83, BAL 2734 y OL 168 el catálogo WDS no proporciona las coordenadas exactas. Identificación imposible: no hay nada parecido en la zona.

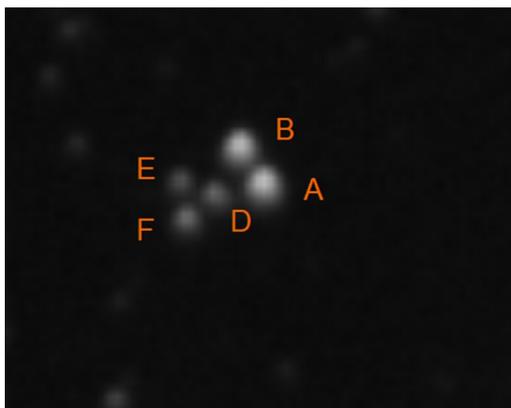


Figura 1. Componentes A, B, D, E y F del sistema BAL 143.

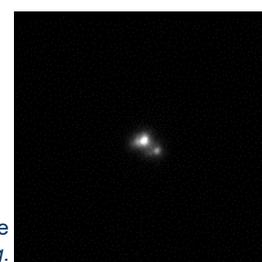


Figura 2. BAL 796 obtenida mediante la técnica de lucky imaging.

Medidas de sistemas dobles cerrados con la técnica Lucky Imaging (8ª serie)

Close Double-Star measurements using Lucky Imaging technique (8th Series)

Lluís Ribé de Pont

Agrupación Astronòmica de Sabadell (AAS), Observatorio Les Pedritxes (Matadepera, Barcelona).

■ Correo-e: luisribedepont@gmail.com

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

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

Introducción

RECOJO EN ESTE ARTÍCULO las observaciones que he hecho en enero de 2020 en Matadepera, población cercana a Barcelona.

Equipo

He utilizado un telescopio Schmidt-Cassegrain *Celestron* de 280 mm, sobre una montura ecuatorial alemana computarizada GM2000 HPS II de 10 *Micron*. La focal del telescopio es de 2800 mm f/10.

Las imágenes han sido tomadas con una cámara ZWO ASI 290 mm. Contiene el sensor CMOS IMX290, con un tamaño de píxel de 2,9 μm x 2,9 μm . He trabajado a foco primario con una resolución de 0,24"/píxel.

Para paliar la turbulencia he utilizado un filtro IR.

Obtención de imágenes

Para capturar las imágenes he utilizado el programa *FireCapture*. Puede grabar tanto vídeos en formato AVI como imágenes en formato BMP y FIT. Yo trabajo con formato FIT. También permite grabar *sub-frames*, de modo que he seleccionado únicamente la parte donde sale la estrella. He obtenido 2000 imágenes por cada sistema.

Calibración y reducción

Para medir las estrellas abro las 2000 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 amplío la imagen mediante la función "*QuadPx*" y a continuación la mido con "*Surface*".

Resultados obtenidos

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de los pares observados. Cada uno de ellos ha sido observado una sola noche. Recogemos los errores de las mediciones de *theta* y *rho*, como " σ ".

Álbum fotográfico

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

Referencias

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

Benavides Palencia, R., 2012, *Medición de 28 sistemas dobles usando Lucky Imaging*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 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, n° 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, n° 16, 50-71.

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, n° 18, 25-31.

Ribé de Pont, Ll.; 2017, *Medidas de sistemas cerrados con la técnica de Lucky Imaging (Segunda serie)*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 19, 19-33.

Ribé de Pont, Ll.; 2018, *Medidas de sistemas cerrados con la técnica de Lucky Imaging (Tercera serie)*,

El Observador de Estrellas Dobles, n° 20, 12-17.

Ribé de Pont, Ll.; 2018, *Medidas de sistemas cerrados con la técnica de Lucky Imaging (Cuarta serie)*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 21, 46-50.

Ribé de Pont, Ll.; 2019, *Medidas de sistemas cerrados con la técnica de Lucky Imaging (Quinta serie)*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 22, 45-52.

Ribé de Pont, Ll.; 2019, *Medidas de sistemas cerrados con la técnica de Lucky Imaging (Quinta serie)*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 23, 109-125.

Ribé de Pont, Ll.; 2020, *Medidas de sistemas cerrados con la técnica de Lucky Imaging (Quinta serie)*, El Observador de Estrellas Dobles, n° 24, 16-21.

Para realizar este trabajo he usado los siguientes programas:

-*Firecapture* versión 2.6: captura de imágenes. <http://www.firecapture.de/>

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

-*Reduc* versión 5.36: medida y apilado de los sistemas dobles. <http://www.astrosurf.com/hfosaf/>

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

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ID. WDS	SISTEMA	MAG. A	MAG. B	RHO	σ RHO	THETA	σ THETA	ÉPOCA	NOTA
00039+2759	HJ 1929 AB,C	8,76	9,53	5,173	0,044	287,74	0,44	2020,014	
00029+4715	A 800	8,94	9,1	1,522	0,047	113,48	0,52	2020,014	
00048+4358	A 203	8,68	9,35	2,01	0,045	347,66	0,42	2020,014	
00049+4540	BU 997	7,64	9,39	3,84	0,042	337,88	0,49	2020,014	
00057+4549	STT 547 AB	8,98	9,15	5,966	0,042	9,87	0,49	2020,014	1
00057+4239	A 110	9,84	9,86	1,977	0,045	123,78	0,45	2020,014	
00059+1805	STF 3060 AB	9,32	9,65	3,266	0,052	135,56	0,32	2020,014	
00063+5826	STF 3062	6,42	7,32	1,498	0,039	6,01	0,46	2020,014	2
00099+0827	STF 4	9,51	9,6	5,196	0,043	275,77	0,49	2020,014	
00100+4623	STF 3	7,84	9,08	4,99	0,35	82,33	0,49	2020,014	
00109+5750	KR 1	9,42	10,03	2,083	0,042	191,52	0,39	2020,014	
00111+7532	A 801	10,05	10,22	1,97	0,041	230,76	0,53	2020,014	
00142+4339	BRT 65	10	10,2	2,667	0,043	292,68	0,50	2020,014	
00150+5542	KR 3	9,75	9,86	3,447	0,043	222,48	0,49	2020,014	
00167+5439	STF 16	7,68	8,78	5,804	0,037	40,20	0,44	2020,014	
00172+3508	ES 312	9,5	9,7	2,811	0,041	236,94	0,42	2020,014	
00171+5736	A 904	9,48	10,25	3,518	0,046	0,04	0,48	2020,014	

TABLA 2. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

ID. WDS	SISTEMA	MAG. A	MAG. B	RHO	σ RHO	THETA	σ THETA	ÉPOCA	NOTA
00174+0853	STF 22 AB,C	7,13	7,66	3,896	0,027	234,17	0,43	2020,014	
00174+3550	WEI 1	9,4	9,41	5,281	0,036	286,35	0,46	2020,014	
00185+2608	STF 24	7,79	8,44	5,348	0,027	246,54	0,44	2020,014	
00192+5942	KR 4	8,16	9,37	2,244	0,039	179,88	0,49	2020,014	
00209+3259	AC 1	7,27	8,26	1,911	0,047	290,95	0,40	2020,014	3
00210+6740	HJ 1018	8,57	8,89	1,529	0,044	87,00	0,38	2020,014	4
00253+5134	HLD 2	9,93	10,05	2,802	0,034	342,81	0,56	2020,014	
00278+5001	HU 507 AB	9,97	9,62	1,617	0,046	129,00	0,35	2020,014	
00289+4125	STF 31	9,9	10,5	5,878	0,045	56,24	0,37	2020,014	
00302+4557	A 910	8,7	10,2	2,635	0,038	35,73	0,40	2020,014	
00310+3406	STF 33	8,83	8,91	2,793	0,044	211,96	0,28	2020,014	
00311+5648	ES 2	8,97	9,5	5,932	0,045	112,70	0,41	2020,014	
00320+6039	PTT 2	10	10	3,433	0,031	196,73	0,39	2020,014	
00327+7807	STF 34	9,61	9,71	5,774	0,038	339,08	0,49	2020,014	
00330+5151	HU 510	9,35	10,1	1,501	0,039	127,91	0,63	2020,014	
00337+5007	HU 511	9,04	10,33	4,469	0,041	177,83	0,56	2020,014	
00360+2959	STF 42 AB	8,39	9,05	6,422	0,048	20,70	0,53	2020,014	5
00368+6031	STF 43	9	9,45	4,692	0,043	168,10	0,41	2020,014	
00426+7122	STF 48 AB	7,8	8,05	5,447	0,046	333,46	0,47	2020,014	
00444+3337	STF 55	8,33	8,89	2,206	0,037	332,45	0,57	2020,014	
00452+5333	HLD 3	9,23	9,55	2,902	0,041	50,77	0,40	2020,014	
00480+5127	STF 59 AB	7,24	8,06	2,268	0,047	148,73	0,41	2020,014	
00493+6101	J 222	9,2	9,5	2,885	0,037	180,96	0,50	2020,014	
00499+2743	STF 61	6,33	6,34	4,369	0,03	115,01	0,39	2020,014	
00512+4112	STF 64	9,89	10,12	3,681	0,041	272,53	0,39	2020,014	
00527+6852	STF 65	8	8,02	3,192	0,034	220,76	0,57	2020,014	
00528+5638	BU 1 AC	8,58	8,89	3,853	0,035	134,33	0,47	2020,014	
00528+5638	BU 1 AD	8,58	9,66	8,949	0,041	194,59	0,37	2020,014	
00528+5638	BU 1 CD	8,89	9,66	7,785	0,045	220,02	0,35	2020,014	
00548+0926	STF 74	8,57	9,6	3,142	0,025	297,99	0,53	2020,014	
00551+6422	ES 118	9,55	9,99	2,245	0,043	63,91	0,34	2020,014	
00551+2811	A 437	9,48	9,37	3,105	0,041	29,17	0,57	2020,014	
02309+5311	HJ 2139 AB	8,85	9,15	3,899	0,041	298,33	0,47	2020,014	
02313+4703	A 968	9	9,46	1,644	0,037	28,77	0,49	2020,014	

Notas

1. STT 547 AB. Periodo orbital de 1550,6 años y es de grado 4. Clase espectral K6 y M0. Está a 36,9 años-luz.

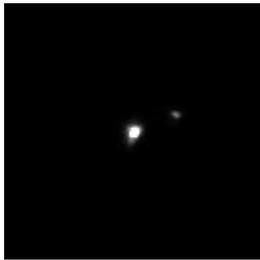
2. STF 3062. V640 Cas. Periodo orbital de 106,7 años y es de grado 2. Clase espectral G3V.

3. AC 1. Periodo orbital 535 años y grado 4. Clase espectral F5V. Está a 221,6 años-luz.

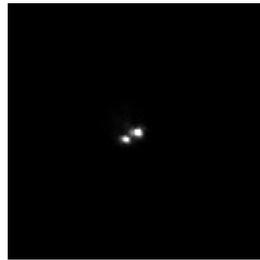
4. HJ 1018. Periodo orbital de 161 años y grado 4. Clase espectral G5. Está a 103,5 años-luz.

5. STF 42 AB. Periodo orbital de 1900 ± 190 años y grado 5. Clase espectral G2V y G7V. Está a 188,4 años-luz.

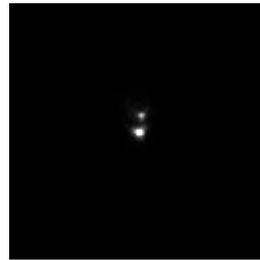
TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



HJ 1929 AB, C



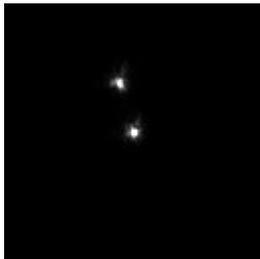
A 800



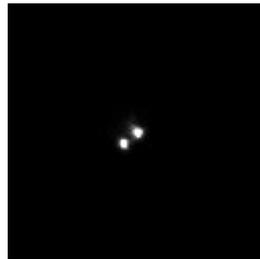
A 203



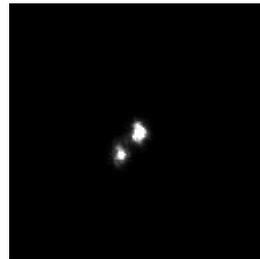
BU 997



STT 547



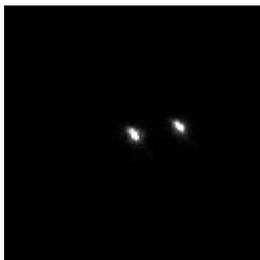
A 110



STF 3060 AB



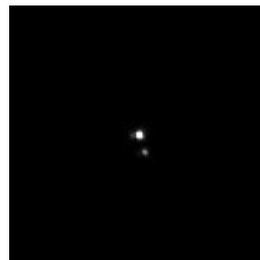
STF 3062



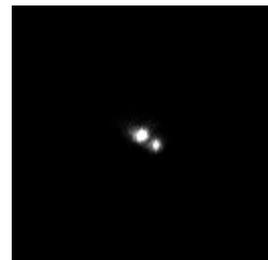
STF 4



STF 3



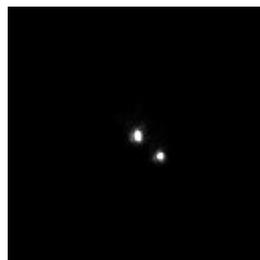
KR 1



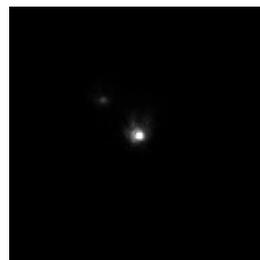
A 801



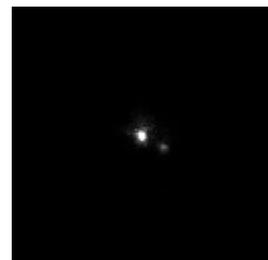
BRT 65



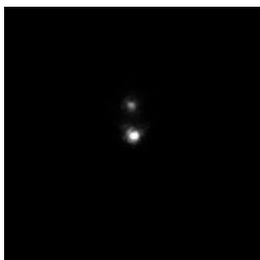
KR 3



STF 16



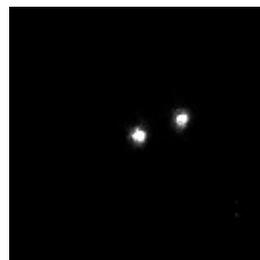
ES 312



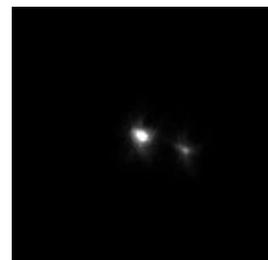
A 904



STF 22 AB, C



WEI 1



STF 24

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO. (CONT.).

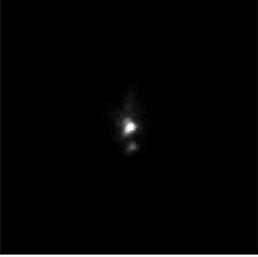
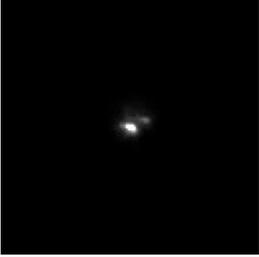
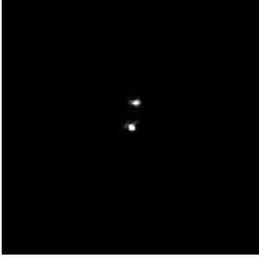
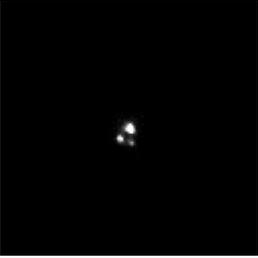
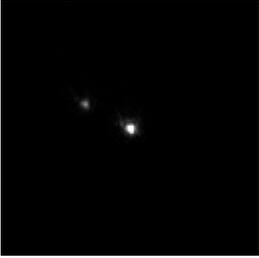
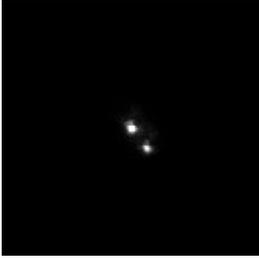
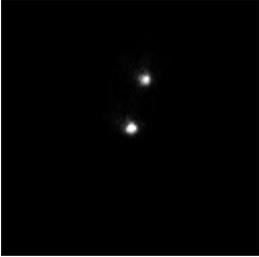
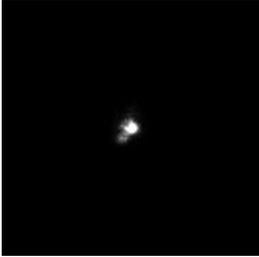
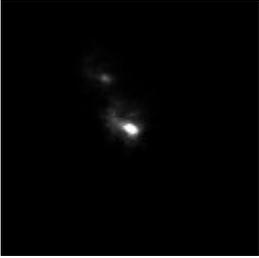
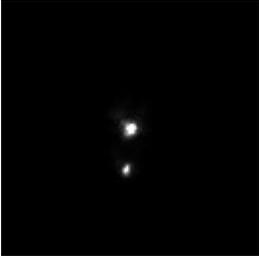
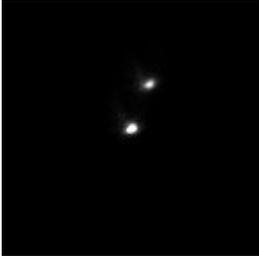
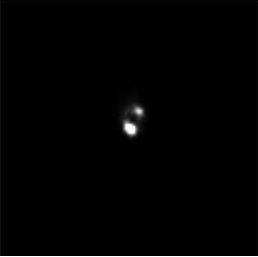
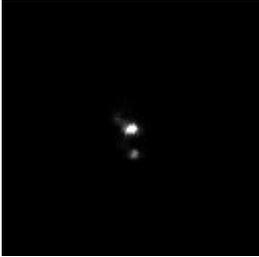
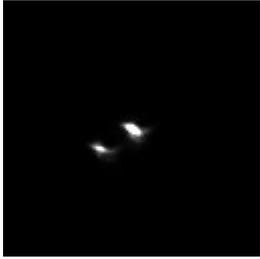
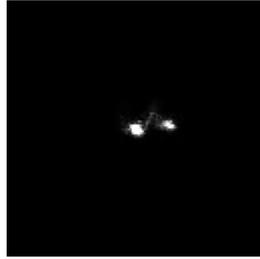
			
KR 4	AC 1	HJ 1018	HLD 2
			
HU 507 AB	STF 31	A 910	STF 33
			
ES 2	PTT 2	STF 34	HU 510
			
HU 511	STF 42 AB	STF 43	STF 48 AB
			
STF 55	HLD 3	STF 59 AB	J 222

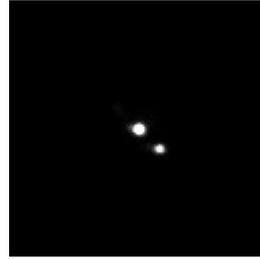
TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO. (CONT.).



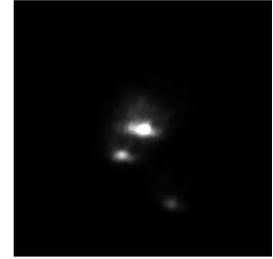
STF 61



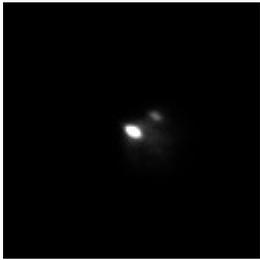
DTF 64



STF 65



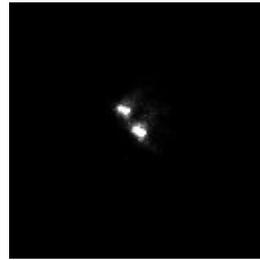
BU 1



STF 74



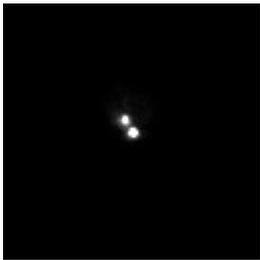
ES 118



A 437



HJ 2139 AB



A 968

Medidas de 58 estrellas dobles de carácter físico

Measurements of 58 physical Double Stars

Antonio Agudo Azcona

Observatorio Las Vaguadas (IAU MPC I54)

■ Correo-e: agudo.fyq@gmail.com | Blog: elrelojdelasguardas.blogspot.com

Se muestran las medidas de 58 estrellas binarias observadas en el verano de 2019 y en el primer semestre de 2020 utilizando un telescopio Schmidt-Cassegrain y una cámara CCD.

Measurements of 58 physical double stars observed during the summer of 2019 and the first half-year of 2020 are shown. A Schmidt-Cassegrain telescope and a CCD camera were used.

Selección de los sistemas estudiados

EN ESTE TRABAJO SE MUESTRAN las medidas de 58 estrellas dobles de carácter físico. La selección de los sistemas observados se realizó utilizando el motor de búsqueda avanzado del sitio web *Stelle Doppie* [1] mantenido por Gianluca Sordiglioni, que permite hacer filtrados del catálogo WDS [2] basándose en diferentes parámetros de búsqueda. Todos los sistemas estudiados fueron considerados como pares físicos en base a sus movimientos propios. No forman parte de un programa observacional preestablecido, sino que se trata de la selección que realizo los días que puedo dedicarme a observar de entre aquellos sistemas dobles de carácter físico accesibles desde mi lugar de observación.

Lugar de Observación

Todas las imágenes fueron obtenidas desde mi lugar habitual de observación que se encuentra en la terraza de mi casa, en una barriada alejada del centro situada al sur de la ciudad de Badajoz. Dispongo de un buen campo de observación en dirección Sur con una contaminación lumínica aceptable, pero por desgracia tengo limitación en cuanto a las declinaciones en las que puedo observar, limitándose a una franja de unos 25° alrededor del ecuador celeste.

Equipo utilizado

Se utilizó un telescopio Schmidt-Cassegrain *Celestron* de 8" f/10 que proporcionó una focal efectiva de 2080 mm debido al uso de un enfocador Crayford. El tubo descansó sobre una montura ecuatorial alemana computerizada CGEM de *Celestron*.

La captura de las imágenes se realizó con una

CCD monocroma *Atik* 383L+ que utiliza un sensor *Kodak* KAF-8300, que tiene un tamaño de píxel de 5,4 x 5,4 mm y un tamaño de imagen de 3362 x 2537 píxeles. Se trabajó a foco primario en modo binning 1x1, con una resolución de 0,54"/píxel y tomando sub-frames de 1680 x 1270 píxeles que proporcionaron un campo de 15,0' x 11,3'.

Métodología

— Localización de los sistemas y captura de imágenes

La localización de los sistemas estudiados se realizó con la ayuda de un ordenador conectado al mando de control de la montura, usando el programa de libre distribución *Stellarium*. En algunas ocasiones, para facilitar esta labor, se utilizó también la aplicación de consola *Aladin Sky Atlas* [3] para obtener una visión del campo de estrellas que acompaña al sistema objeto de estudio. Una vez localizados, se tomaron para cada sistema entre 50 y 100 imágenes con tiempos de exposición que oscilaron entre 1 y 10 segundos, en función del sistema estudiado. El software utilizado para la captura fue *Artemis Capture*, que genera archivos "fit" de las imágenes capturadas. Al comienzo y al final de cada periodo de observación se capturaron imágenes de una estrella de calibración que estuviera relativamente cercana a los sistemas programados. Las estrellas de calibración utilizadas se escogieron del Anexo VII del libro "Observación de Estrellas dobles" [4].

— Astrometría

La reducción astrométrica se realizó con el software *Reduc v5.36* desarrollado por Florent Losse [5], que permite el tratamiento de las imágenes y la reduc-

ción de datos para obtener la astrometría relativa de cada sistema. El tratamiento de las imágenes por regla general incluyó los siguientes pasos: 1) selección de las 25 imágenes de mejor calidad, 2) alineado y apilado de estas y 3) reducción de datos con la función “Autoreduc”. En aquellos casos con una separación angular pequeña que, además, se vieron afectados por un mal *seeing* se utilizaron las funciones “Quadpx” y “Surface” integradas en *Reduc* para realizar la reducción de datos.

Resultados

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos. Los valores de la magnitud visual para ambas componentes se han escrito tal cual se obtienen del WDS. Los valores del ángulo de posición *theta* y de la separación angular *rho* obtenidos van acompañados de sus correspondientes desviaciones estándar que el programa *Reduc* ofrece tras realizar la reducción de datos. Para los sistemas en los que se recurrió a *Surface* no se muestra la desviación estándar. En el anexo se incluye el álbum fotográfico de los sistemas estudiados.

Agradecimientos

Quiero agradecer muy especialmente a Florent

Losse permitirme utilizar el software *Reduc* v5.36 que ha sido fundamental para la realización de este trabajo.

Este artículo ha utilizado el *Washington Double Star Catalog* mantenido por el *U.S. Naval Observatory*.

Este estudio ha utilizado *Aladin sky atlas* desarrollado por el CDS, *Strasbourg Observatory, France*. 

Referencias

Stelle Doppie: <https://www.stelledoppie.it/login.php> por Gianluca Sordiglioni

Mason, B. D., Wycoff, G. L., Hartkopf, W. I., Douglas, G. G. et Worley, C. E. 2001 - Washington Double Star Catalog y actualizaciones electrónicas mantenidas por el USNO. <http://ad.usno.navy.mil/wds/>

Aladin Sky Atlas. <http://aladin.u-strasbg.fr/java/nph-aladin.pl>

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

Losse, F, *Reduc*. Programa de reducción. <http://astrosurf.com/hfosaf/index.htm>

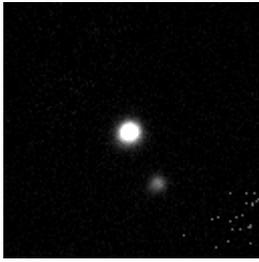
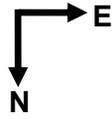
TABLA 1

DESIG. WDS	SISTEMA	MAG A	MAG B	THETA	RHO	ÉPOCA
04484+1325	GRV 217	11,2	13,4	29,0 ± 0,9	15,75 ± 0,23	2020,0518
04523+0935	AHD 32	11,08	11,58	80,1 ± 0,4	23,64 ± 0,14	2020,0518
05508-0116	BAL 312	9,24	11,05	155,4 ± 0,9	7,14 ± 0,07	2020,0957
06010-0037	TVB 112	12,1	12,1	309,6 ± 0,8	7,18 ± 0,10	2020,0957
06049-0243	STF 839AB	9,72	10,07	289,2 (*)	5,09 (*)	2020,0958
06106-1035	KPP 791	11,4	12,7	343,6 ± 0,7	6,79 ± 0,08	2020,0958
07314-0930	J1492	11,0	11,0	264,6 ± 0,8	9,05 ± 0,14	2020,1478
07320-0841	STF1111AB	8,87	9,19	221,0 ± 0,2	19,91 ± 0,07	2020,1478
07321-0853	STF1112	6,03	8,73	112,7 ± 0,1	23,94 ± 0,04	2020,1477
08019-0827	HJ 773	11	12	314,1 ± 1,1	8,14 ± 0,14	2020,1479
08034-1312	STF1178	9,26	9,36	330,4 ± 0,9	5,17 ± 0,07	2020,1479
09359-0823	KPP1491	11,48	11,48	132,9 ± 0,8	11,20 ± 0,08	2020,1480
14080-1316	CBL 149	12,52	12,35	180,5 ± 0,3	13,28 ± 0,13	2020,3778
14081-1256	STF1802	8,05	9,02	275,6 ± 0,5	5,96 ± 0,04	2020,3779
14083-0012	BAL1169	10,9	11,3	297,7 ± 0,5	13,51 ± 0,12	2020,3779
14091-0458	MMA 6	11,61	11,47	54,0 ± 0,6	10,81 ± 0,12	2020,3779
14241+1115	STF1838	7,47	7,73	334,5 ± 0,3	9,37 ± 0,05	2020,3778
14419-1057	J2107	11,0	12,8	236,4 ± 0,5	7,11 ± 0,04	2020,3780
15205+2206	COU 104	10,1	11,1	114,9 ± 0,8	5,69 ± 0,08	2019,6030
15208+0747	GRV 902	10,67	11,56	227,2 ± 0,4	17,83 ± 0,10	2019,6031

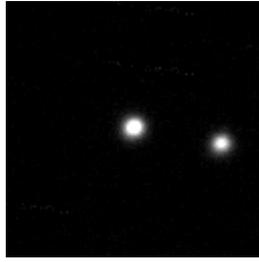
TABLA 1 (CONT.)

DESIG. WDS	SISTEMA	MAG A	MAG B	THETA	RHO	ÉPOCA
15410-1449	HWE 37	9,58	9,95	269,0 (*)	5,51 (*)	2020,3780
15429+2355	POU3199	10,7	11,1	108,4 ± 0,4	14,34 ± 0,10	2019,6031
16073+1852	BRT2423	10,8	11,0	334,2 ± 0,8	4,75 ± 0,10	2019,6032
16176+1941	KPP 973	10,6	11,7	277,2 ± 0,8	7,90 ± 0,09	2019,6032
16316+1917	STF2057AB	10,49	10,63	268,5 ± 0,7	4,89 ± 0,06	2019,5757
16393+2627	TVB 3	10,32	11,3	187,2 ± 0,9	5,90 ± 0,06	2019,5757
16534+2925	HEI 13	10,07	10,24	122,2 ± 0,4	7,68 ± 0,08	2019,5757
16568+2734	BRT 172	10,2	11,5	217,0 ± 0,8	4,69 ± 0,09	2019,5758
17071+2029	SLE 9	10,49	12,3	173,4 ± 0,4	19,72 ± 0,12	2019,5758
17072+2544	GRV 946	10,54	11,71	41,9 ± 0,3	20,12 ± 0,10	2019,6033
17122+2137	WFC 189	10,03	10,64	301,9 ± 0,8	6,59 ± 0,08	2019,5758
17180+2457	POU3281	10,86	11,85	228,8 ± 0,3	15,94 ± 0,09	2019,6033
17180-2417	H 3 25	5,23	6,64	354,3 ± 1,0	10,18 ± 0,25	2019,5374
17264-1931	HJ4953	9,36	10,43	174,0 ± 0,3	18,36 ± 0,12	2019,5512
17294+3243	STF2175	8,79	10,64	8,9 ± 0,5	13,30 ± 0,06	2019,6033
17294+3245	STF2174	11,13	12,4	331,3 ± 0,8	5,36 ± 0,09	2019,6033
17323-0828	HJ4960	10,05	10,23	93,4 ± 0,7	6,09 ± 0,08	2019,5374
17324+2352	STF2182AB	9,06	9,96	1,2 ± 0,6	5,33 ± 0,07	2019,5758
17378+2257	AG210AB	10,07	10,33	189,9 (*)	4,2 (*)	2019,5622
17420+2127	STF2197	10,64	10,99	356,8 ± 0,5	7,92 ± 0,10	2019,5622
17424-1924	B2413	9,60	10,72	198,2 ± 0,6	11,24 ± 0,12	2019,5513
17459-0231	BAL 245	10,73	11,8	70,9 ± 0,4	12,00 ± 0,09	2019,5621
17464-1318	STF2204	8,06	8,13	25,0 ± 0,2	14,37 ± 0,06	2019,5620
17499+3134	KPP 402	10,8	10,8	23,5 ± 0,9	3,42 ± 0,06	2019,6034
17527+1940	BRT2439	10,36	10,84	181,8 (*)	4,65 (*)	2019,5622
17549+2347	POU3323	10,1	10,7	189,8 ± 0,4	8,79 ± 0,10	2019,5759
17593-0651	STF2250AB	8,79	9,24	344,0 ± 0,7	7,82 ± 0,09	2019,5375
18028-2705	HLD 32AB	8,44	9,4	100,5 ± 0,7	5,20 ± 0,11	2019,5566
18100-2157	BRT1515	10,24	10,66	36,9 (*)	4,11 (*)	2019,5566
18191-2644	B 387AB	10,15	10,93	37,4 ± 1,0	8,53 ± 0,15	2019,5513
18277+1918	STF2319AB	8,41	8,23	189,9 ± 0,6	5,29 ± 0,08	2019,5951
18554+2324	POU3591AB	9,17	10,11	45,6 ± 0,2	24,28 ± 0,08	2019,5951
18585+1518	AG 368AB	9,3	10,3	317,7 ± 0,2	17,31 ± 0,12	2019,5951
19021+0230	BAL1973	9,45	11,09	190,2 ± 0,5	10,70 ± 0,11	2019,5952
20455-0809	HJ 925	9,44	9,7	174,4 ± 0,4	10,06 ± 0,09	2019,6552
20476-1123	J1401	10,63	12,3	304,3 (*)	4,26 (*)	2019,6551
20537+0336	BAL2548	9,90	10,85	257,5 ± 0,3	7,48 ± 0,04	2019,6552
21359+0041	HJ3039	8,83	10,05	153,4 ± 0,2	11,28 ± 0,06	2019,6551

ANEXO. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



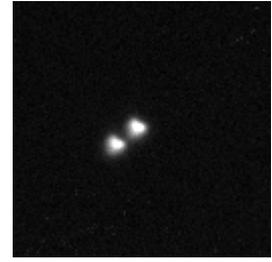
GRV 217



AHD 32



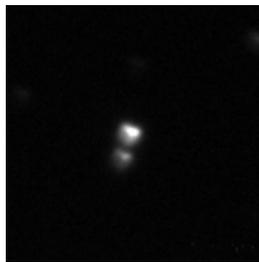
BAL 312



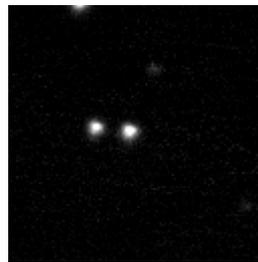
TVB 112



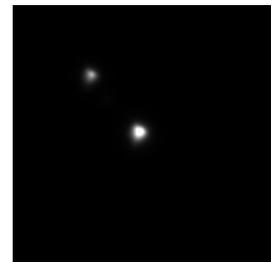
STF 839AB



KPP 791



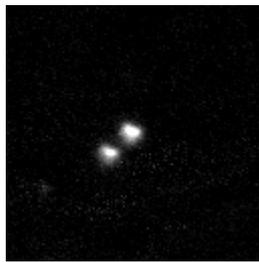
J1492



STF1111AB



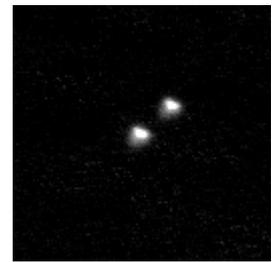
STF1112



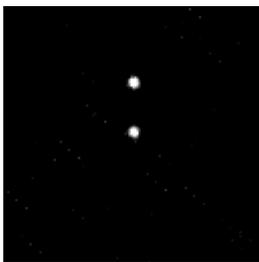
HJ773



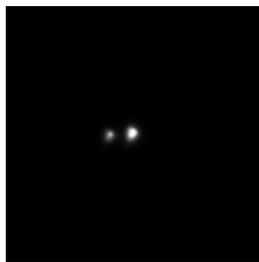
STF1178



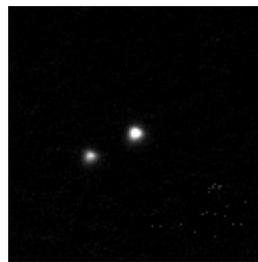
KPP1491



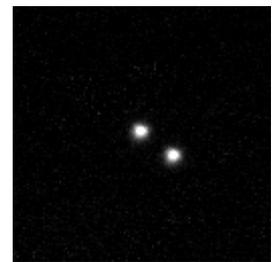
CBL 149



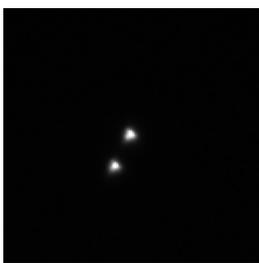
STF1802



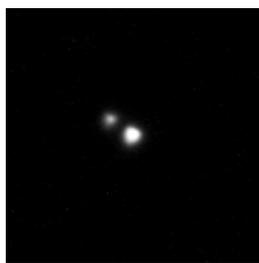
BAL1169



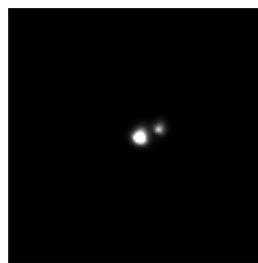
MMA 6



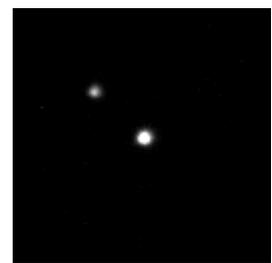
STF1838



J2107

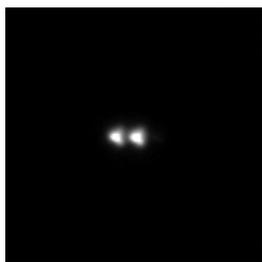


COU 104

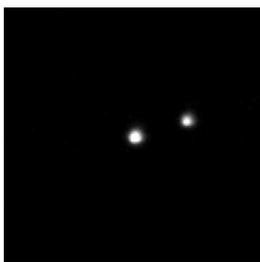


GRV 902

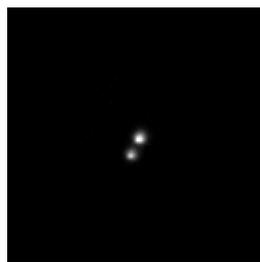
ANEXO. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



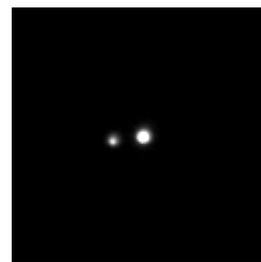
HWE 37



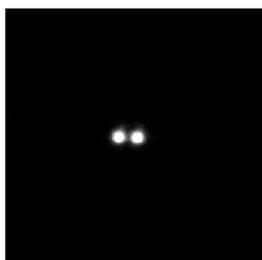
POU3199



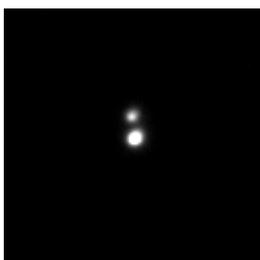
BRT2423



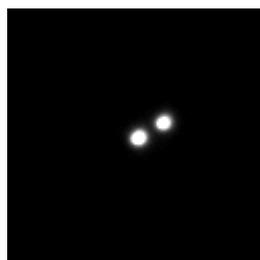
KPP 973



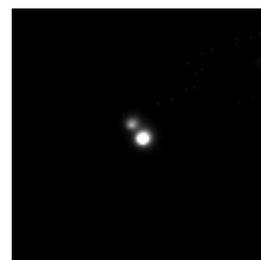
STF2057AB



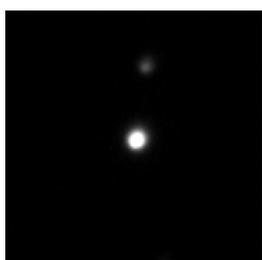
TVB 3



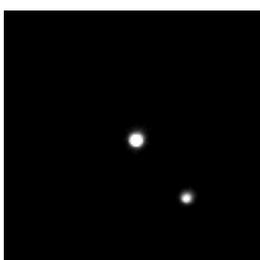
HEI 13



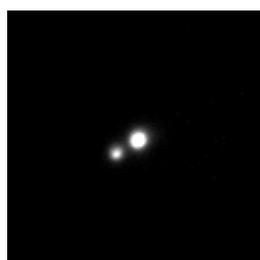
BRT 172



SLE 9



GRV 946



WFC 189



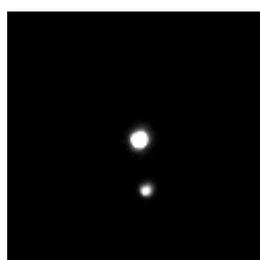
POU3281



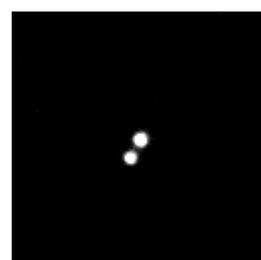
H 3 25



HJ4953



STF2175



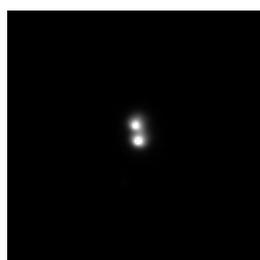
STF2174



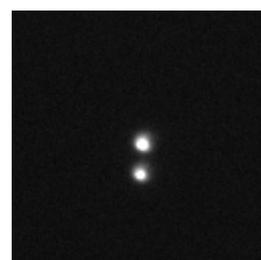
HJ4960



STF2182AB

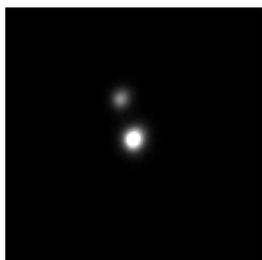


AG 210AB

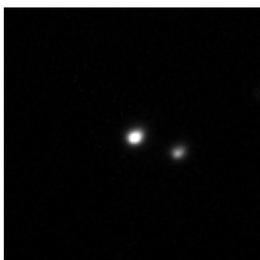


STF2197

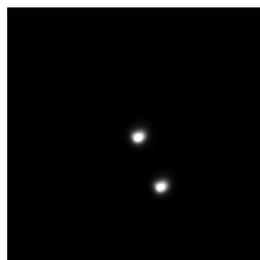
ANEXO. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



B2413



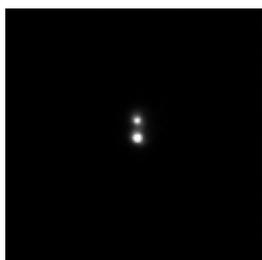
BAL 245



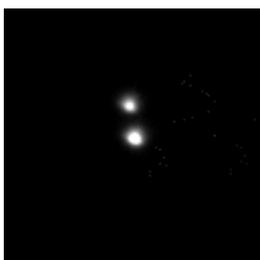
STF2204



KPP 402



BRT2439



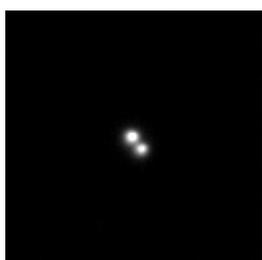
POU3323



STF2250AB



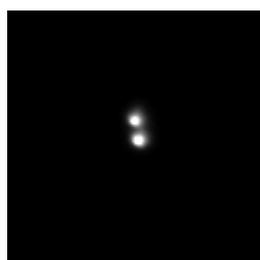
HLD 32AB



BRT1515



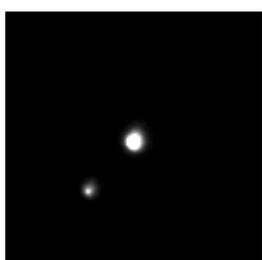
B 387AB



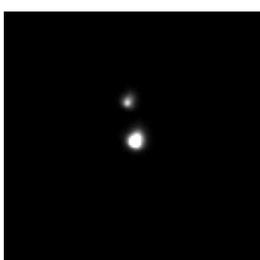
STF2319AB



POU3591AB



AG368AB



BAL1973



HJ 925



J1401



BAL2548



HJ3039

Mediciones de estrellas dobles durante 2018-2019

Double Star measurements during 2018-2019

Ángel Manuel López Borrega^{1,2} y Pedro Benedicto¹

¹Agrupación Astronómica de Madrid, ²Coordinador del Grupo de Estrellas Dobles

■ Correo-e: anmalobo@gmail.com

En este artículo comunicamos nuestras mediciones de 32 sistemas realizadas por nuestro grupo durante los años 2018 y 2019.

In this paper, we report our measurements of 32 systems made by our group in the period 2018-2019.

Introducción

ENTRE 2006 Y 2012 nuestro Grupo de Estrellas Dobles realizó mediciones de pares previamente seleccionados teniendo en cuenta la fecha de su última medida (López *et al.* 2009, 2011, 2013). Para nuestra tarea, los recursos con los que contábamos, inicialmente, eran las placas procedentes de 3 *surveys*: DSS (Digitized Sky Survey), SCSS (SuperCosmos Sky Survey) y 2MASS (Two Micron All Sky Survey). Posteriormente, contamos con la ayuda de otro de los miembros del grupo midiendo imágenes tomadas con su CCD.

Ya con un cierto nivel en astrofotografía, dos observadores de nuestro grupo nos pusimos a medir en 2018 (esporádicamente) y en 2019 algunos pares cuando las condiciones climatológicas lo permitían. Dado que estábamos empezando, para la tarea de la medición de la astrometría relativa buscamos pares relativamente brillantes (con magnitudes comprendidas entre 1-12) y con separaciones cómodas (entre 6 y 240" de separación) de modo que pudiésemos comparar nuestros resultados con los registrados en el catálogo WDS.

Equipos y observadores

Las imágenes fueron tomadas desde las terrazas de los domicilios particulares de los observadores, sitios en Alpedrete (Madrid) y Madrid capital.

Los equipos utilizados fueron un Takahashi Mewlon Dall-Kirkham 210 F: 2415 mm (f/11,5) sobre montura Skywatcher HEQ6 y un Celestron Schmidt

Cassegrain 125 mm F:1250 mm (f/10) sobre una montura Skywatcher HEQ5 Pro.

Las cámaras empleadas para la captura de imágenes fueron una QHY 5 LII monocroma con sensor CMOS MT9M034, resolución de 1280 x 960 píxeles y un tamaño de píxel de 3,75 mm y una QHY 5III174 monocroma con sensor CMOS IMX174, resolución de 1920 x 1200 píxeles y tamaño de píxel de 5,86 mm.

Con la cámara QHY5 LII acoplada al Schmidt-Cassegrain, se trabajaba con una resolución de 0,54"/píxel y con la QHY5 III174 acoplada al Mewlon se obtenía una resolución de 0,51"/píxel.

En la tabla 1 se incluyen los nombres de los observadores con un código interno.

TABLA 1.OBSERVADORES.

NOMBRE OBSERVADOR	CÓDIGO
Ángel Manuel López	AML
Pedro Benedicto	PBE

Obtención de imágenes y reducción

A la hora de realizar la captura de las imágenes los observadores utilizaron dos aplicaciones distintas: *Firecapture v2.6* y *Audela v2.1*. Con cada uno de ellos, se tomaron 100 imágenes (en formato FIT y AVI) utilizando aproximadamente la mitad de ellas

para realizar la medición con *Reduc v5.36* mediante la opción *AutoReduc* previa calibración usando una selección de pares de calibración. 

Resultados

En la tabla 2 mostramos los resultados obtenidos para los 32 sistemas.

TABLA 2. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ID WDS	DESC.	MAG. A	MAG. B	RHO (")	SIGMA RHO (")	THETA (°)	SIGMA THETA (°)	ÉPOCA	OBSERVADOR	NOTA
05353-0523	STF 748 AB	6,55	7,49	7,652	2,18	26,64	10,64	2018,0535	AML	1
05353-0523	STF 748 AC	6,55	5,06	13,905	2,577	122,47	9,02	2018,0535	AML	1
05353-0523	STF 748 AD	6,55	6,38	25,104	2,314	89,20	5,38	2018,0535	AML	1
05353-0523	STF 748BC	7,49	5,06	18,390	2,220	157,03	6,89	2018,05	AML	1
05353-0523	STF748 BD	7,49	9,38	21,740	2,130	113,20	6,20	2018,0535	AML	1
05353-0523	STF 748 CD	5,06	6,38	14,891	0,555	55,25	1,47	2018,0535	AML	1
05354-0555	STF 752 AB	2,77	7,73	12,518	0,383	145,96	1,55	2018,0535	AML	2
09144+0219	HJ 2489 AB	3,85	9,9	20,913	0,177	247,70	0,44	2019,206	AML	3
10084+1158	STFB 6 AB	1,40	8,24	179,225	0,268	303,55	0,08	2019,206	AML	4
10276+0946	HJ 832	6,00	12,41	37,799	0,838	132,11	1,14	2019,206	AML	5
11268+0301	STF 1540 AB	6,55	7,50	28,603	0,329	145,76	0,77	2019,206	AML	6
11317+1422	STF 1547AB	6,33	9,14	15,812	0,118	327,78	0,60	2019,206	AML	7
11491+1434	BU 604 AD	2,14	8,49	240,282	0,301	190,12	0,07	2019,206	AML	8
16044-1122	STF 1998 AC	5,16	7,30	7,15	0,27	44,65	2,32	2019,589	PBE	9
16054-1948	H 3 7	2,59	4,52	13,268	0,248	18,91	0,60	2019,576	AML	10
				13,379	0,374	19,7	1,25	2019,589	PBE	
16120-1928	H 5 6 AC	4,35	6,6	40,610	0,214	335,55	0,26	2019,576	AML	11
				41,298	0,258	336,38	0,2	2019,589	PBE	
16205-0868	SHJ 226 AB,C	7,62	8,33	12,556	0,155	20	0,39	2019,589	PBE	12
16212-2536	H 4 121	2,89	8,42	20,481	0,175	269,05	0,50	2019,576	AML	13
17180-2417	H3 25	5,23	6,64	10,84	0,26	354,62	1,5	2019,589	PBE	14
18006+0256	H 6 2 AC	3,96	8,06	54,708	0,212	143,03	0,17	2019,595	AML	15
18024-2302	H N 6 AC	7,59	8,66	10,747	0,183	211,53	0,87	2019,631	AML	16
18055+0230	STF 2272 AB	4,22	6,17	6,543	0,265	125,86	1,34	2019,592	AML	17
18117-2342	HJ 5030	5,08	11,51	43,519	0,343	287,14	0,36	2019,595	AML	18
18280-2525	WFC 208	2,92	9,87	82,511	0,308	184,17	0,15	2019,631	AML	19
18542-2245	HJ 5072 AC	5,01	11,21	28,023	0,174	57,62	0,52	2019,595	AML	20
				22,435	0,228	105,52	0,41	2019,592	AML	
18562+0412	STF 2417 AB	4,59	4,93	22,347	0,228	103,61	0,5	2019,589	PBE	21
19182-1852	H 5 77	6,97	10,37	37,383	0,243	160,45	0,12	2019,595	AML	22
19546-0814	STF 2594	5,65	6,35	35,9	0,4	170,36	0,44	2019,589	PBE	23
20176-1230	HJ 607 AC	4,24	9,6	47,019	0,120	222,32	0,17	2019,631	AML	24
20194-1907	H 5 87	5,43	9,43	56,042	0,183	179,82	0,13	2019,631	AML	25
20299-1835	SHJ 324	5,91	6,68	21,946	0,064	238,45	0,26	2019,631	AML	26

Notas

1. El Trapecio
2. Iota Ori
3. Theta Hya
4. Alfa Leo
5. 45 Leo
6. 83 Leo
7. 88 Leo
8. Beta Leo
9. Xi Sco
10. Beta Sco
11. Nu Sco
12. SHJ 226 AB,C
13. Sigma Sco
14. 39 Oph
15. 67 Oph
16. H N 6 AC
17. 70 Oph
18. 11 Sgr
19. Lambda Sgr
20. Nu01 Sgr
21. Theta Ser
22. H 5 77
23. 57 Aql
24. Alfa Cap
25. Sigma Cap
26. Omicron Cap

Agradecimientos

Este trabajo ha hecho uso del Washington Double Star catalog mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO).

Referencias

Mason B. D., Wycoff G.L., Hartkopf W. I. *et.a.,l* The Washington Double Star Catalog. <https://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/wds/WDS>

López, A. M., 2009. Results of Measurements for Struve and Baillaud Stars, JDSO, 5, 3,141.

López, A. M., Caleyá, F., Muro, M., 2011, Astrometric Measurements of Double Stars in 2009, JDSO, 7, 84.

López, A. M., Caleyá, F., Muro, M., 2013 El Observador de Estrellas Dobles,10, 70.

Benavides, R., González, J. L., Masa, E. R., Observación de Estrellas Dobles, MARCOMBO, 2017.

Software

Firecapture v2.6: <http://www.firecapture.de/>

Audela v2.1: www.audela.org

Reduc v5.36: <http://astrosurf.com/hfosaf/>

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.

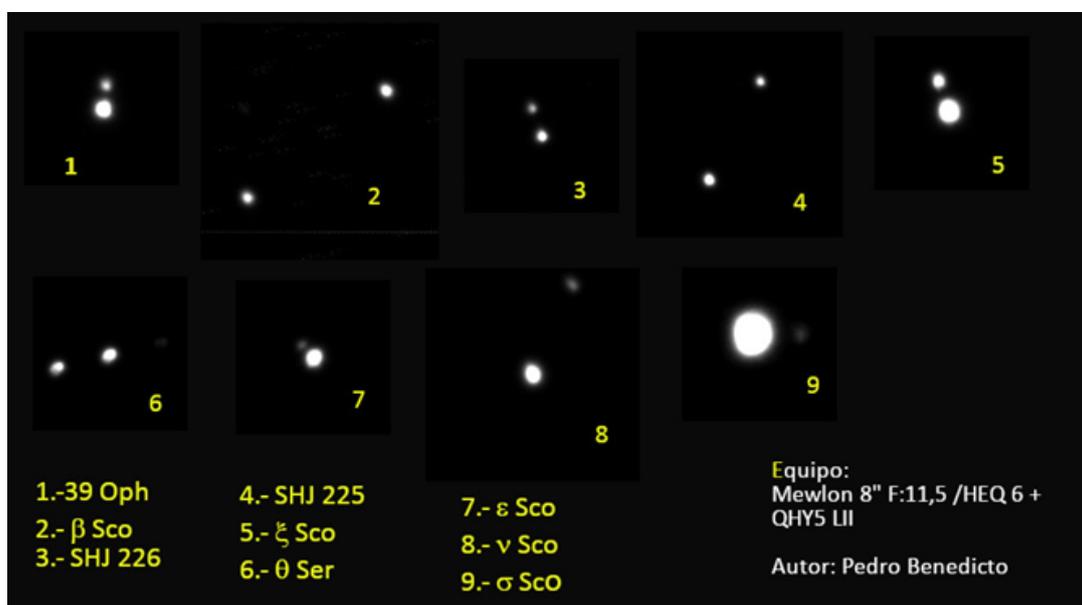
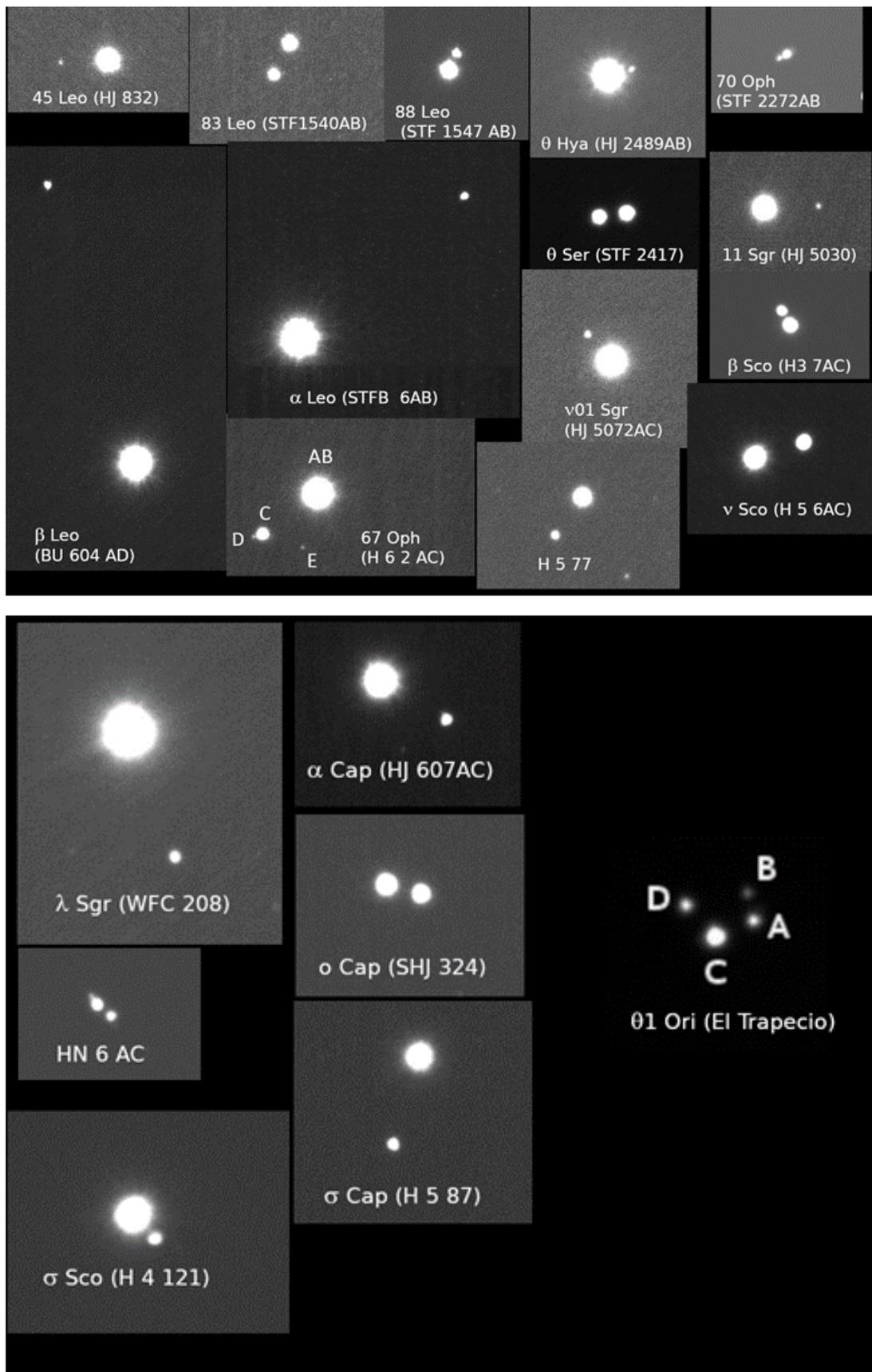


TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



Medición de estrellas dobles en Eridanus, Can Mayor, Volans y Crux

Measurement of Double Stars in Eridanus, Canis Maior, Volans and Crux

Nicolás Ariel Arias

Astro Amigos Argentina

■ Correo-e: nicothehammer@gmail.com

En este trabajo se midieron estrellas dobles en las constelaciones Eridanus, Can Mayor, Volantis y Crux, seleccionadas en rango de separación y magnitudes, acorde al equipo utilizado.

In this work, double stars were measured in the constellations Eridanus, Canis Maior, Volans and Crux, selected in separation range and magnitudes, according to the equipment used.

Introducción

ENTRE FEBRERO Y MAYO DE 2020, realicé una campaña de medición de estrellas dobles, previo armado de una lista (WDS Tools http://wdstool.com/wds_list_es.php) utilizando filtros básicos, que permitieran llevar a cabo dicha lista sin mucha complejidad, teniendo en cuenta el equipo utilizado y la contaminación lumínica.

La premisa fue seleccionar una constelación como Eridanus que durante febrero tiene muy buena altura, una separación de componentes mínima de 4" y magnitudes que no superen 8 en la componente principal y 10 en la secundaria. Además, se seleccionaron sistemas con medidas verificadas por lo menos de 2010 hacia el presente. De la misma manera se visitaron las constelaciones Can Mayor, Volantis y Crux en los meses siguientes.

Equipo

El equipo utilizado es un refractor 90 mm F10,1, sobre una montura ecuatorial EQ3 motorizada de forma casera con *Arduino*, y una webcam Logitech c270 modificada para trabajar a foco primario (medidas del sensor 3,58 x 2,02 mm, 2,8µm, dando una resolución de 0,63"/píxel).

Obtención de imágenes

Se utilizó la técnica de *lucky imaging* capturando vídeos con la webcam y *Sharpcap*, luego separados en *frames* utilizando *Reduc*.

Calibración y reducción

Se realizaron tomas de calibración capturando vídeos con motor apagado, para calcular el ángulo de la cámara en el momento de cada sesión, utilizando la herramienta *Trail Analysis* de *Reduc*.

En *Reduc* se utilizó la opción *Auto Reduc*, seleccionando los componentes y dejando que el software midiera cada *frame* (entre 100 y 300 dependiendo de la captura), para luego descartar las mediciones con diferencias y promediar la reducción, utilizando aproximadamente un 10% de los *frames* capturados. En algunos casos, los más cerrados, se utilizó la medición manual y *Surface*.

Cada medición fue chequeada con los datos de la herramienta *WDS Tools*, notando en algunas algo de variación con los años, y otras bastante cercanas a los datos esperables.

Se presentan en la tabla 1 las mediciones de cada estrella y se acompañan las imágenes correspondientes a las capturas.

Álbum fotográfico

En la tabla 2 se muestran las capturas de cada par observado, apilando los *frames* con la herramienta *ELI*, de *Reduc*. En todas las imágenes el norte se encuentra arriba y el este a la izquierda. Son recortes de 128x128 píxeles, con excepción de pares muy separados, donde el recorte fue más grande y se achicó a escala (se indican en cada una).

Agradecimientos

Esta primera publicación de datos es fruto del esfuerzo y la ayuda de varios amigos, conocidos y colegas; en principio a mis compañeros de Astro Amigos (José Luis, Alan, Maxi, Javi, Ricardo y Seba), con quienes compartimos día a día los conocimientos y los avances de cada uno. Alejandro Russo, quién a la distancia me explicó y ayudó mucho. Edgardo Masa, quién más de una vez molesté para preguntar de todo. Y en especial a mi familia, que son mi soporte y quienes me apoyan en esta afición. ☺

Referencias

Reduc de Florent Loose <http://www.astrosurf.com/hfosaf>

WDS Tools <http://wdstool.com/>

Sharpcap <https://www.sharpcap.co.uk/>

En este trabajo se ha hecho uso del *Washington Double Star catalog* mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos.

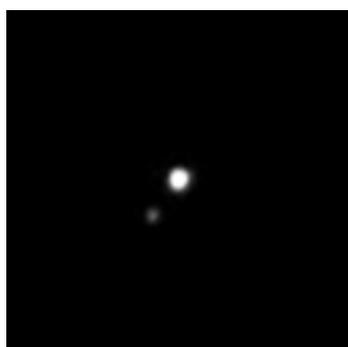
TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ID. WDS	SISTEMA	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	RHO	σ RHO	THETA	σ THETA	Nº IMAGS.
02583-4018	PZ2	3,20	4,12	2020,0936	90,05	0,14	8,241	0,089	29
04125-3609	HJ3628	7,17	7,95	2020,0937	49,60	0,16	49,685	0,053	26
04190-3354	HJ3642	6,51	8,73	2020,0937	157,40	0,68	5,198	0,057	7
03486-3737	DUN16	4,72	5,25	2020,0937	216,26	0,14	8,241	0,062	14
03398-4022	DUN15	6,93	7,72	2020,0937	327,18	0,18	7,466	0,049	10
03412-4046	ARY90AB	7,40	9,30	2020,0937	294,41	0,13	78,247	0,037	3
04396-2115	BU1236AC	7,34	8,96	2020,1074	314,03	0,14	39,893	0,099	5
04215-2544	HJ3644AB,D	6,15	8,23	2020,1074	40,75	0,11	43,670	0,073	19
01388-5327	DUN4	7,15	8,19	2020,1263	105,19	0,58	10,204	0,078	66
07279-1133	STF1097AC	6,22	8,87	2020,2195	313,61	0,30	19,783	0,060	40
07193-2203	LAL53	7,61	7,73	2020,2197	167,98	1,11	3,312	0,069	8
07186-3048	HJ3949	7,67	7,87	2020,2197	74,61	0,08	3,107	0,010	19
07170-3054	BSO2	6,32	7,82	2020,2197	183,02	0,16	37,479	0,092	88
07251-2110	DAM1372AD	7,21	8,30	2020,2251	303,26	0,11	97,718	0,069	30
07247-3149	DUN47A,CD	5,40	7,58	2020,2252	344,23	0,10	97,102	0,078	24
07241-2918	SMY2	2,45	6,77	2020,2252	286,73	0,06	177,004	0,064	23
07187-2457	HJ3948AD	4,42	8,22	2020,2252	78,05	0,16	83,450	0,087	11
07166-2319	HJ3945AB	5,00	5,84	2020,2415	49,73	0,27	26,463	0,027	46
08198-7131	BSO17AB	5,31	5,59	2020,1755	57,55	0,17	64,042	0,014	21
08198-7131	BSO17AC	5,31	7,67	2020,1755	47,56	0,13	98,445	0,052	61
08198-7131	BSO17BC	5,59	7,67	2020,1755	30,30	0,31	37,150	0,034	8
08574-6612	HJ4164	7,68	9,53	2020,1758	144,72	0,57	10,429	0,069	72
07418-7236	DUN57	4,06	9,32	2020,2142	117,15	0,36	16,030	0,052	66
08079-6837	RMK7	4,38	7,31	2020,2085	24,45	0,85	5,675	0,069	45
07087-7030	DUN42	3,86	5,43	2020,2142	298,29	0,30	14,194	0,076	149
12546-5711	DUN126AB	3,94	4,95	2020,3426	17,30	0,15	34,520	0,087	5
12536-6021	HDS1808	6,89	8,22	2020,3426	42,80	0,35	16,876	0,094	8
12464-5629	HJ4548AB	4,59	8,93	2020,3508	165,95	0,02	51,106	0,056	43

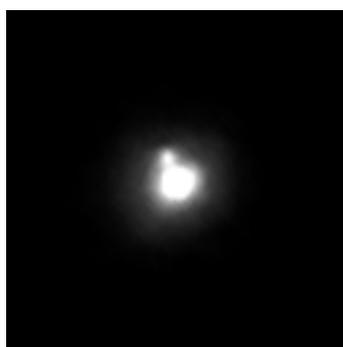
TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS (CONT.).

ID. WDS	SISTEMA	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	RHO	σ RHO	THETA	σ THETA	IMAGEN
12443-5553	R206	9,12	9,88	2020,3510	279,93	0,34	16,099	0,065	27
12266-6306	DUN252AB	1,25	1,55	2020,3508	111,41	0,40	3,518	0,047	29
12266-6306	DUN252AC	1,25	4,80	2020,3508	202,54	0,11	88,974	0,051	37
12266-6306	DUN252BC	1,55	4,80	2020,3508	202,69	0,17	88,987	0,055	17
12323-6144	TOB89	8,18	8,96	2020,3617	226,00	0,17	44,330	0,050	55
12249-5807	BSO8	7,84	7,98	2020,3617	334,04	0,83	4,744	0,041	21

TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



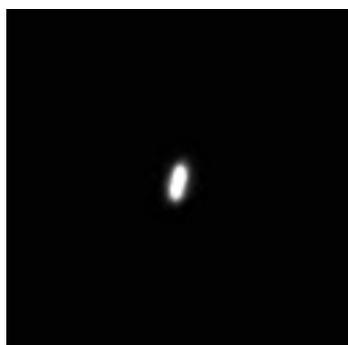
HJ4164



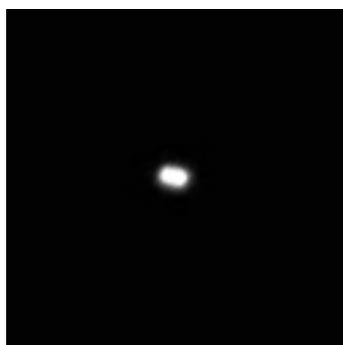
RMK7



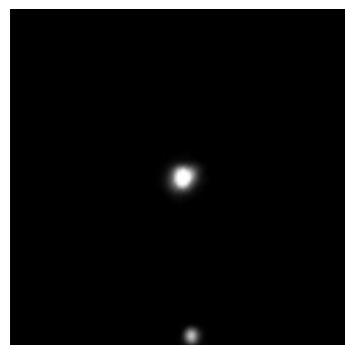
STF1097AC



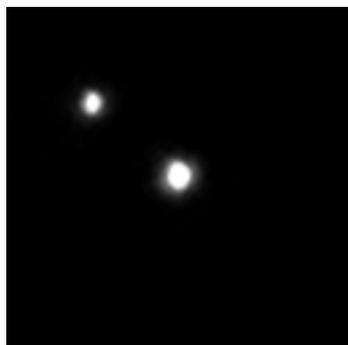
LAL53



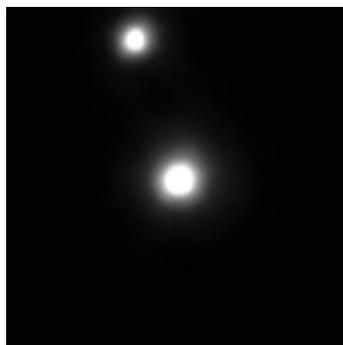
HJ3949



BSO2



HJ3945AB

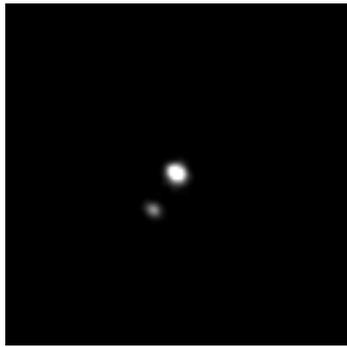


DUN126AB

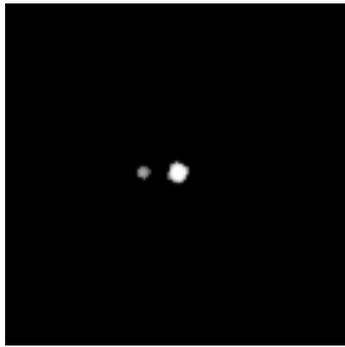


HDS1808

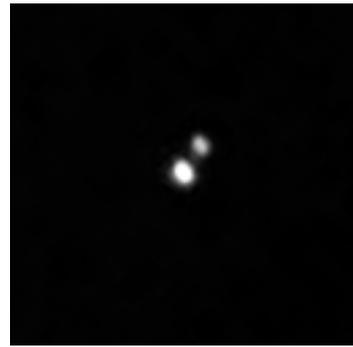
TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



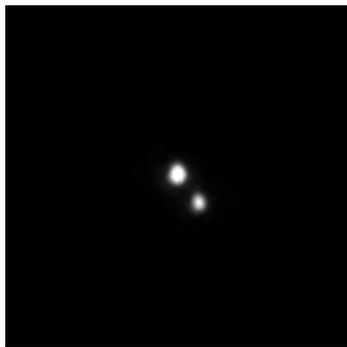
DUN4



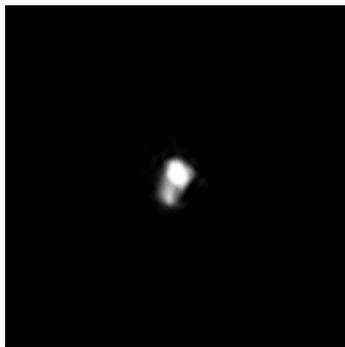
PZ2



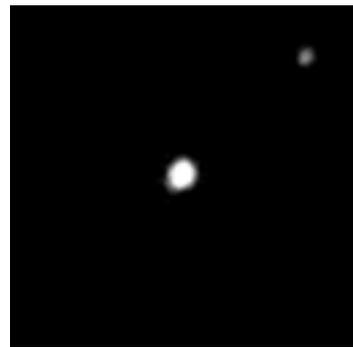
DUN15



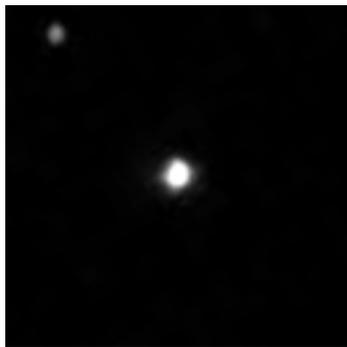
DUN16



HJ3642



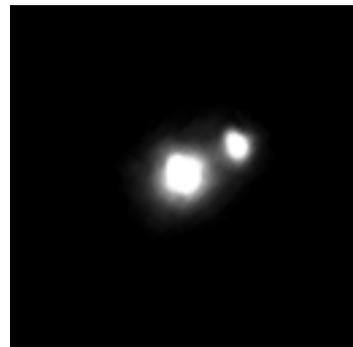
BU1236AC



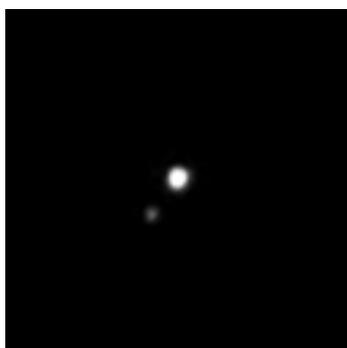
HJ3644AB,D



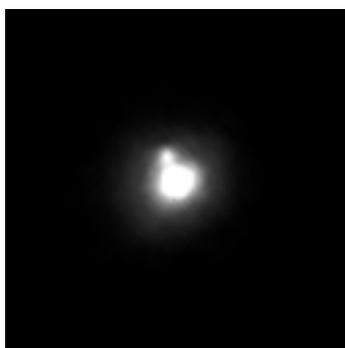
DUN57



DUN42



HJ4164

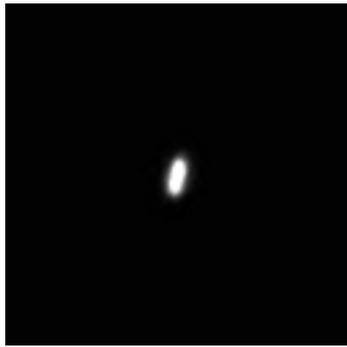


RMK7

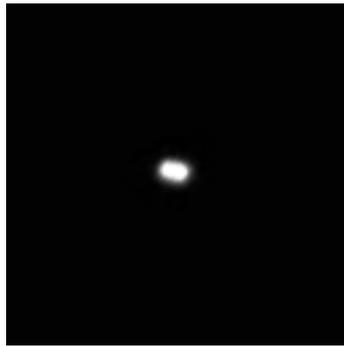


STF1097AC

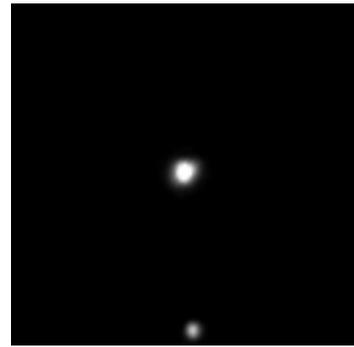
TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



LAL53



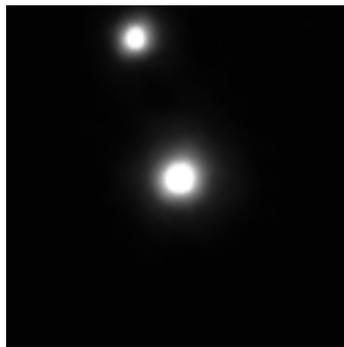
HJ3949



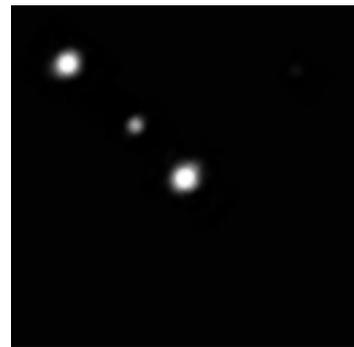
BSO2



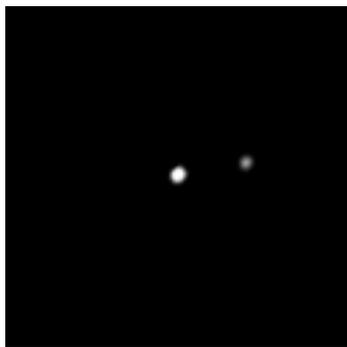
HJ3945AB



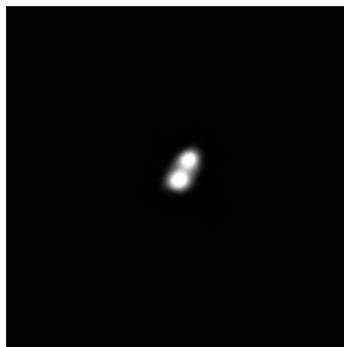
DUN126AB



HDS1808



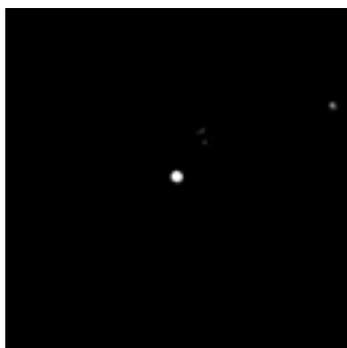
R206



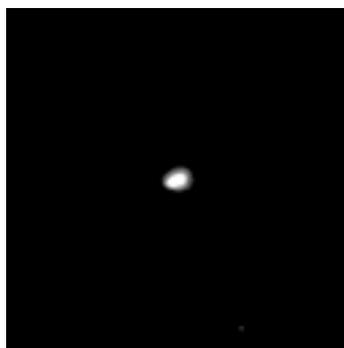
BSO8



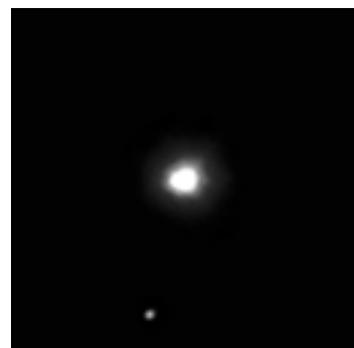
TOB89



ARY90AB 250x250px

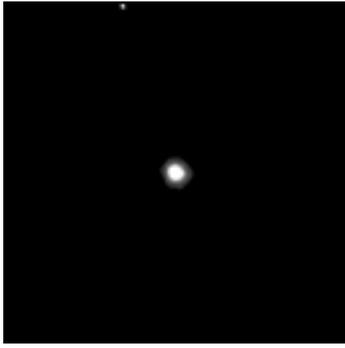


DUN252AB DUN252AC
DUN252BC 300x300px

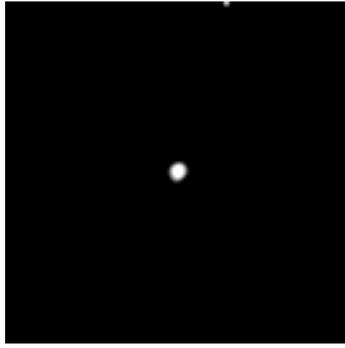


HJ4548AB 200x200px

TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (CONT.).



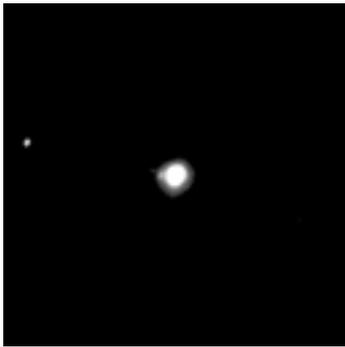
SMY2 550x550px



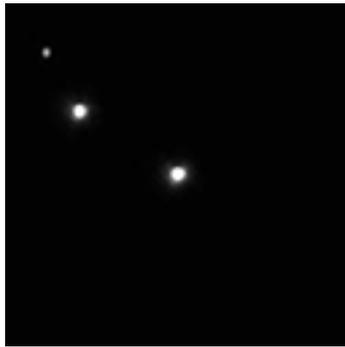
DUN47A,CD 300x300px



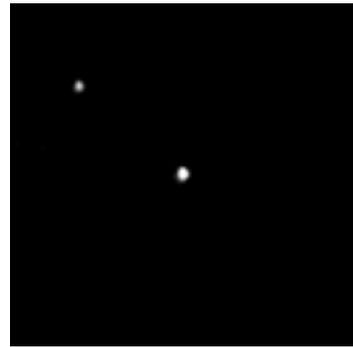
DAM1372AD 300x300px



HJ3948AD 300x300px



BSO17AB AC BC 300x300px



HJ3628 200x300px

Cien estrellas dobles para pequeños telescopios (2ª parte)

One hundred Double Stars for small telescopes (2nd Series)

Ramón Sobrino Muñoz

Observatorio Astronómico del INEI, Universidad de Castilla la Mancha

■ Correo-e: ramonsobrino@outlook.com

En el pasado número 24 de esta misma revista, se presentó la primera parte de un trabajo que contiene medidas astrométricas (astrometría relativa) de 100 estrellas dobles para pequeños telescopios. La dobles que recoge dicho trabajo, pertenecen a constelaciones de verano y otoño a razón de diez por cada una. En este número se presenta la segunda parte, con dobles pertenecientes a constelaciones de invierno. Todo el trabajo ha sido realizado en las instalaciones del observatorio astronómico del INEI (Instituto de Investigaciones Energéticas y Aplicaciones Industriales) perteneciente a la Universidad de Castilla la Mancha en el Campus de Ciudad Real.

In the previous issue 24 of this magazine, the first part of a paper containing astrometric measurements of one hundred double stars for small telescopes was presented. The doubles included in this work, belong to summer and autumn constellations at a rate of ten for each one. In this issue the second part is presented, with doubles belonging to winter and spring constellations.

All the work has been carried out in the facilities of the INEI Astronomical Observatory (Institute for Energy Research and Industrial Applications) of the University of Castilla la Mancha at the Ciudad Real Campus.

Introducción

OBSERVO CÓMO MUCHOS COMPAÑEROS recién iniciados eligen ramas de la astronomía complicadas que exigen mucha dedicación. Aquel que dispone de observatorio propio, tiene una ventaja de incalculable valor, pero el que tiene que salir al campo, en muchísimos casos alejándose varias decenas de kilómetros buscando un cielo decente, sabe que serán muy pocas las ocasiones que podrá disfrutar de esta maravillosa afición. Este trabajo, se ha realizado como una sugerencia a todos aquellos astrónomos aficionados que acaban de adquirir un telescopio, para que observen estrellas dobles ya que representan un filón que no deberían desaprovechar. Además, en miles de casos, pueden ser observadas y fotografiadas desde la ciudad con equipos modestos.

Algunos compañeros de afición son veteranos en astrofotografía, otros en la observación de objetos de cielo profundo y otros en planetaria. En muchos casos lo hacen de forma exclusiva, vaya mi respeto para ellos, pero también mi recomendación sobre la observación de estrellas dobles, una oportunidad poco exigente que pueden realizar desde casa (terrace, patio o azotea) y con ello llenar los numerosos huecos de inactividad que se presentan por varios motivos como: fases de Luna avanzadas, poco tiempo para salir al campo, noches muy frías, pereza, etc. No se arren-

tirán.

El Observatorio astronómico del INEI-UCLM, se encuentra a las afueras de Ciudad Real (75.000 hab.) en una ampliación del Campus Universitario algo alejada de la contaminación lumínica de la ciudad. No obstante, el flujo luminoso de los edificios cercanos es alto y las posibilidades de observación se ven disminuidas. La solución para las noches de observación pasa por el apagado del alumbrado exterior de los institutos y facultades circundantes, requisito que se gestiona en algunos casos desde el observatorio y en otros solicitándolo a las autoridades correspondientes. El 99% de las solicitudes son aceptadas, lo que añade una mejora sobresaliente a las condiciones de observación.

Período de observación: invierno

La pasada campaña se desarrolló durante el verano y otoño, como no quería dar por finalizado mi trabajo con una única entrega, inicié una segunda parte que incluiría binarias correspondientes a algunas constelaciones de invierno y primavera. El invierno ha sido muy inestable con poquísimas noches de observación, y de ellas, sólo recuerdo una buena, la que dediqué a Orión, el resto con mucha humedad y seeing estimado de 3/5. La primavera peor que el invierno. Las borrascas se encadenaron sin tregua y me hizo temer por la conclusión del trabajo que finalmente pudo acabarse

sin binarias de dicha estación como hubiera sido mi deseo.

Las constelaciones de Andrómeda, El Carnero y Los Peces pertenecen al cielo otoñal, aunque yo las haya incluido en mi listado de invierno para esta segunda parte.

Metodología

La selección de las parejas se hizo principalmente desde el WDS (Washington Double Star catalog), catálogo de referencia mundial mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO). El criterio de selección sigue un patrón de parejas resolubles con pequeños telescopios, aproximadamente de 80mm de abertura en adelante aunque muchas de ellas son asequibles a refractores de 60mm. Los pares están ordenados en Ascensión Recta creciente de un total de siete constelaciones (en la primera parte fueron diez). En Andrómeda se han medido 11 pares y en El Toro 19. No he podido seguir el criterio de diez pares por constelación dada las adversidades meteorológicas. Las noches decentes, curándome en salud, capturaba hasta 20 pares más las de calibración.

Las imágenes que contiene la tabla han sido recordadas con Reduc a razón de 200x200 píxeles con el fin de eliminar la mayoría de las estrellas que aparecen en el campo y dar interés a la pareja en cuestión. La orientación se presenta con el norte arriba y el este a la izquierda.

Hay muchos casos de parejas gemelas o cuya diferencia de magnitud es inapreciable a simple vista; en estos casos, la imagen presenta a "A" en el centro y se ha identificado a cada una con su letra correspondiente.

El Flip Mirror

Para esta campaña he adquirido un accesorio muy valioso que, aunque sabía de su existencia, nunca había tenido uno. El instrumento en cuestión es una diagonal de espejo basculante que se acciona mediante un leve movimiento de palanca; en el eje perpendicular al tren óptico está el ocular y en el horizontal la cámara. En visual se puede recentrar la imagen si fuera necesario y además anotar los detalles pertinentes de cada pareja para después pasar a la captura. Este método, me ha permitido recoger datos visuales complementarios que adjunto en la última tabla para 15 pares llamativos.

Los telescopios

El telescopio principal ha sido un refractor TS acromático de 102 mm de abertura y 1100 mm de distancia focal, con él se obtuvieron medidas de 87 parejas; las 13 restantes fueron capturadas a modo de pruebas para futuros trabajos con los siguientes telescopios: INTES MK67 150/1800, LUNT 150/900 refrac-

tor y un Celestron EDGE de 8" S/C.

Con el TS 102, a una escala de placa de 1,10" / píxel he sido capaz de medir con éxito algunas parejas muy cerradas como la STF622 (número de orden 169) en Orión con 2,5" y la AG94 (número de orden 193) en Auriga con 2,7". En ambos casos, la diferencia de magnitud de las componentes es de una décima; cuando la pareja es muy desigual, la medición puede tornarse muy complicada.

La cámara

La cámara utilizada fue la ZWO ASI174 monocromática en modo binning 1x1 y formato de imagen FIT. También se utilizó en las noches más desfavorables un filtro IR para paliar la turbulencia atmosférica.

Tipo de sensor

CMOS (Sony YMX17LLJ/IMX174LQJ)

Megapixel

2,3

Resolución foto

1936x1216

Tamaño de pixel

5,86 μm

Interfaces

USB 3.0

(También puede operar a 2.0 pero disminuye la velocidad de descarga)

La captura

El software utilizado para la captura fue SharpCap que permite obtener secuencias de vídeo SER y AVI, así como imágenes fijas en formato PNG, FITS, TIFF y JPG en la versión 3.2.

Con SharpCap puedes trabajar a formato completo o elegir una región de interés, según convenga. Para dobles muy abiertas, (Rho mayor de 25"), se puede elegir el formato completo 1936x1216, pero para dobles muy cerradas que uno ve sobre la marcha, puede elegir un cuadro más pequeño y aumentar el zoom; yo en los casos más difíciles he aumentado hasta un 150% obteniendo muy buenos resultados en la medición.

La calibración

En la mayoría de los casos, he utilizado en cada constelación tres estrellas de calibración de las consideradas "dobles fijas" y la orientación de la cámara se ha tenido en cuenta para que el norte aparezca arriba y el este a la izquierda. Todas las capturas se han hecho con telescopios portátiles.

Mediciones (astrometría relativa con Reduc)

Reduc ofrece varias formas de medir un sistema

doble, principalmente depende de la dificultad que presente el par; las más abiertas las medí con la función Auto Reduc que es el modo más sencillo y las más complicadas las medí manualmente con la función Surface ampliando la imagen con el comando QuadPx. 

Fuentes consultadas

Washington Double Star Catalog (WDS). United States Naval Observatory. <https://www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/wds/WDS>

Comellas, José Luis, Catálogo de estrellas dobles visuales, Equipo Sirius, 1988

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

Benavides, R., 2018, Medidas de sistemas cerrados mediante la técnica de Lucky Imaging con filtro IR Pass, 4ª serie, El Observador de Estrellas Dobles, N.º 21, 19-45.

Stelle Doppie. <https://www.stelledoppie.it/>

Agradecimientos

A los editores de la revista (Rafael Benavides Palencia, Juan Luis González Carballo y Edgardo Rubén Masa Martín) por permitir la publicación de este trabajo.

A Rafael Benavides Palencia por aclarar las dudas que se me han presentado y por facilitarme las herramientas que he necesitado.

A Fernando Limón por ayudarme a resolver algunas dudas sobre pares difíciles.

A Florent Losse por concederme la licencia de Reduc para su utilización.

A Antonio Roberto Píriz (director del INEI) por apoyar la realización de este trabajo.

TABLA 1. RESULTADOS.

SISTEMA	WDS DESIGN.	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	THETA	σ THETA	RHO	σ RHO	Nº DE ORDEN
HJ 1839	23004+4107	8,78	10,50	2019,9313	294,38	0,23	14,707	0,119	101
HJ 1841AB	23025+4610	9,69	10,18	2019,9313	344,37	0,46	18,382	0,071	102
HJ 1841AC	23025+4610	9,69	10,42	2019,9313	285,64	0,19	33,768	0,115	103
STF2985AB	23100+4758	7,21	8,02	2019,9313	256,32	0,6	15,76	0,145	104
S 825 AB	23100+3650	7,78	8,26	2019,9314	318,36	0,09	67,744	0,114	105
STF2992AB	23130+4000	7,66	9,59	2019,9314	284,92	0,69	14,303	0,154	106
AG 291 AB	23150+3556	8,54	10,36	2019,9314	236,51	0,25	21,291	0,087	107
STF 3004	23207+4407	6,26	10,13	2019,9317	177,17	0,71	13,552	0,184	108
STF3006AB	23212+3526	9,19	9,98	2019,9317	151,77	0,05	7,26	0,009	109
STF 3024	23320+4349	8,63	9,35	2019,9317	308,52		4,862		110
STF 3042	23519+3753	7,62	7,75	2019,9318	86,59	0,98	5,87	0,03	111
STF 205	02039+4220	2,31	5,02	2019,9781	62,66	1,81	9,634	0,126	112
STF 4	00099+0827	9,51	9,60	2019,9781	276,6	0,63	5,219	0,036	113
STF 8	00116-0305	7,84	9,26	2019,9781	291,2	0,71	7,786	0,096	114
STF 12	00150+0849	6,0	7,5	2019,9781	147,61	0,59	11,213	0,119	115
STF22AB-C	00174+0853	7,1	7,6	2019,9781	235,15	1,31	3,857	0,077	116
STF 23 AB	00175+0019	7,8	10,3	2019,9782	215,8	0,8	10,536	0,164	117
STF 27	00224+1329	6,2	10,9	2019,9782	314,93	0,33	28,879	0,109	118
STF 61	00499+2743	6,3	6,3	2019,9782	116,06	1,12	4,121	0,098	119
WNC 1	00580+0917	10,0	10,4	2019,9783	131,58	0,73	5,267	0,038	120
HJ 1067	01052+2614	10,4	10,7	2019,9783	239,43	0,4	15,974	0,162	121
HJ 10 AB	01052+1250	9,9	10,7	2019,9783	313,68	1,55	4,992	0,111	122

TABLA 1. RESULTADOS (CONT.).

SISTEMA	WDS DESIGN.	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	THETA	σ THETA	RHO	σ RHO	Nº DE ORDEN
HJ 10 AC	01052+1250	9,9	10,8	2019,9784	57,93	0,69	8,821	0,127	123
STF 87	01055+1523	9,1	9,8	2019,9784	203,67	1,36	5,996	0,074	124
STF162A-C	01493+4754	6	9,2	2019,9890	178,06	0,31	20,55	0,086	125
ES 6	02011+5331	7,99	10,10	2019,9890	204,59	0,75	6,292	0,519	126
HJ 2136	02292+5352	8,9	9,5	2019,9890	35,57	1,62	4,493	0,147	127
HJ 1123	02420+4248	8,4	8,5	2019,9918	249	0,34	21,1	0,11	128
AG 49 AB	02424+3837	8,8	10,3	2019,9918	343,94	0,36	14,326	0,087	129
ES 231	02428+3826	9,5	10,6	2019,9919	83,64	0,55	4,529	0,054	130
STF296AB	02442+4914	4,1	9,9	2019,9919	305,88	0,58	20,461	0,23	131
STF 336	03015+3225	6,8	8,2	2019,9919	8,08	0,33	8,55	0,076	132
STF 325	02558+3429	8,8	10,1	2019,9920	146,77	0,27	23,696	0,116	133
ARG 10	03061+5303	9,7	9,7	2019,9920	264,43	0,67	3,922	0,063	134
STF 173	01501+1421	8,6	10,8	2020,0986	204,67	0,3	22,435	0,153	135
STF 180 AB	01535+1918	4,52	4,58	2020,0986	0,55	1,02	7,412	0,263	136
STF 214	02076+1535	8,73	10,24	2020,0986	188,32	0,65	5,047	0,014	137
STF 224	02109+1341	8,28	8,90	2020,0986	243,28	0,21	5,888	0,038	138
STF 261	02244+1130	9,48	9,54	2020,0986	250,61	1,23	2,776	0,039	139
STF 291AB	02411+1848	7,66	7,50	2020,0986	117,25	1,76	3,35	0,079	140
STF 300	02446+2928	7,89	8,08	2020,0987	315,73	1,4	3,081	0,074	141
STF305AB	02475+1922	7,52	8,25	2020,0987	306,44	1,39	3,529	0,06	142
AG 56	02529+1040	9,60	9,70	2020,0987	289,5	0,21	6,858	0,017	143
GLP 1	03108+1508	10,42	10,65	2020,0988	89,29	0,49	4,504	0,037	144
STF 383	03242+1733	8,48	9,12	2020,1233	120,93		5,51		145
STF 401	03313+2734	6,58	6,93	2020,1233	269,98	0,58	11,493	0,089	146
AG 68	03322+1133	6,79	9,87	2020,1233	249,18	0,89	16,9	0,23	147
STF 427	03406+2846	7,41	7,84	2020,1234	207,18	1,57	7,017	0,159	148
BAL 1260	03425+0202	10,59	10,79	2020,1234	182,58	0,58	11,764	0,121	149
STF 450AB	03474+2355	7,29	9,40	2020,1234	236,35	2,04	5,741	0,334	150
STF 458	03496+1817	10,45	10,57	2020,1234	202,29	0,29	5,126	0,045	151
STF 479AB	04009+2312	6,92	7,76	2020,1234	125,51	0,61	7,509	0,123	152
STF481AC	04022+2808	7,52	10,06	2020,1234	320,69	0,54	13,811	0,193	153
STF 494	04089+2306	7,53	7,65	2020,1234	187,9	0,61	5,189	0,026	154
STF 510	04122+0044	6,67	10,05	2020,1235	302,57	1,17	10,39	0,162	155
STF 515	04134+0252	9,04	9,15	2020,1235	38,94	1,79	3,091	0,114	156
BAL 2119	04171+0409	10,10	10,47	2020,1235	249,5	0,68	4,053	0,046	157
STF523AB	04198+2344	7,58	9,86	2020,1235	162,61	0,34	10,098	0,12	158
STF541CD	04254+2218	10,60	10	2020,1236	329,15	0,45	5,488	0,03	159

TABLA 1. RESULTADOS (CONT.).

SISTEMA	WDS DESIGN.	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	THETA	σ THETA	RHO	σ RHO	Nº DE ORDEN
STF545Aa-B	04271+1812	6,92	8,78	2020,1236	57,5	0,67	19,012	0,183	160
STF 549 AB	04278+1001	8,24	10,02	2020,1236	156,83		25,267		161
STF 548 AB	04289+3022	6,44	8,03	2020,1236	35,64	0,41	14,87	0,12	162
STF 716 AB	05293+2509	5,83	6,68	2020,1236	209,33	0,63	4,615	0,027	163
STF 589	04448+0517	8,78	8,92	2020,1369	276,25	0,97	4,805	0,053	164
HJ 682AB	04458+0708	9,97	10,38	2020,1369	151,33	0,15	25,953	0,107	165
S 457	04531-0117	7,93	8,07	2020,1369	354,78	0,12	41,018	0,075	166
STF 612AB	04543+0722	8,33	8,41	2020,1369	200,2	0,21	15,966	0,066	167
BAL 976	04552+0058	9,95	10,16	2020,1369	138,28	0,67	6,166	0,055	168
STF 622	04581+0141	8,48	8,61	2020,1370	162,13	2,74	2,594	0,077	169
STF 620	04583+1357	8,77	9,81	2020,1370	237,49	0,76	4,289	0,058	170
SHJ 49AB	04590+1433	6,06	7,43	2020,1370	305,75	0,06	39,276	0,061	171
STF 627	05006+033	6,59	6,95	2020,1370	260,28	0,11	21,22	0,132	172
STF 628	05007+0316	8,13	9,85	2020,1371	47,76	0,11	22,805	0,13	173
STF630A-BC	05020+0137	6,50	7,71	2020,1371	49,47	0,28	14,4,	0,079	174
SG 85	05024+0419	9,66	10,57	2020,1371	175,99	0,38	9,44	0,204	175
WEI 5	05028+1321	9,95	10,17	2020,1371	82,24	0,6	4,668	0,08	176
J 307A-BC	05037-0232	6,85	9,28	2020,1371	319,76	0,1	53,466	0,081	177
STF639	05040-0251	8,67	9,48	2020,1371	80,81	0,73	5,528	0,042	178
S 468	05102+1400	8,62	8,86	2020,1560	165,85	0,08	26,551	0,053	179
STF 682	05187+0359	9,30	10,52	2020,1560	117,92	0,26	16,084	0,073	180
STF 688	05193-1045	7,52	7,55	2020,1561	275,43	0,25	10,532	0,66	181
STF640AB	05070+3325	8,67	10,00	2020,2328	100,22	0,72	9,238	0,118	182
STF648AB	05110+3203	8,14	8,93	2020,2328	63,79	0,63	5,015	0,056	183
STT101	05138+4658	7,59	10,64	2020,2328	183,57	3,01	5,272	0,94	184
HJ3271	05172+3747	9,36	9,96	2020,2328	351,74	0,31	11,685	0,051	185
ES59AB	05187+3331	8,46	9,59	2020,2328	10,13	0,34	13,753	0,047	186
STF669	05189+4515	8,44	8,97	2020,2329	278,42	0,4	9,785	0,064	187
STF681	05207+4658	6,61	9,21	2020,2329	182,97	0,2	23,19	0,195	188
ES332	05214+3323	8,87	9,55	2020,2329	213,88	0,17	14,713	0,119	189
KR 26	05220+5556	10,57	10,91	2020,2329	75,08	0,73	9,113	0,127	190
STF687AB	05223+3348	8,69	9,97	2020,2329	69,63	0,15	17,293	0,128	191
STF691	05231+3110	9,13	9,86	2020,2329	301,08	0,16	25,302	0,115	192
AG 94	05247+3945	9,88	9,96	2020,2330	293,77	1,54	2,733	0,134	193
BU191AB	05252+3434	10,44	10,59	2020,2330	24,75	2,07	3,292	0,068	194
STF706	05263+3020	9,00	9,87	2020,2330	44,46	1,17	3,587	0,088	195
STF705	05266+3524	10,22	10,83	2020,2330	12,3	0,54	18,415	0,095	196

TABLA 1. RESULTADOS (CONT.).

SISTEMA	WDS DESIGN.	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	THETA	σ THETA	RHO	σ RHO	Nº DE ORDEN
BU1318AC	05292+3848	10,00	10,02	2020,2330	18,21	0,66	12,185	0,212	197
STF719AC	05301+2933	7,50	9,39	2020,2331	353,05	0,6	14,958	0,138	198
STF711	05315+5439	7,78	9,67	2020,2331	225,83	0,68	7,349	0,1	199
STF718AB	05323+4924	7,47	7,54	2020,2331	74	0,9	7,69	0,122	200

DATOS COMPLEMENTARIOS DE 15 PAREJAS DESTACADAS

El uso del flip mirror, vino como anillo al dedo para observar y anotar los detalles más relevantes de la mayoría de los sistemas incluidos en esta segunda parte de “Cien estrellas dobles para pequeños telescopios”.

A continuación, se expone un registro que contiene 15 sistemas comentados a pie de telescopio a los que se han añadido datos concernientes a distancias, espectros y naturaleza.

HJ10 (Nº de orden 122 y 123)

Sistema triple en la constelación de Los Peces; su escaso brillo no acompaña pues **A** roza la décima magnitud, mientras **B** y **C** llegan a la 10,7 y 10,8 respectivamente. En este caso, necesitaremos al menos un refractor de 102 mm de apertura para visualizar las tres componentes. A 60 aumentos ya es posible disfrutar de este diminuto triángulo que parece rozar el infinito, aunque a priori pueda resultar complicado, en una noche con buen seeing, es posible.

ES 6 (Nº de orden 126)

Binaria en Perseo muy desigual; la primaria es de la octava magnitud y la secundaria de la 10,10. La diferencia de brillo causa un bonito efecto de contraste; aunque puede observarse a 60 aumentos, recomiendo llegar a los 100. Es una pareja orbital de corto periodo (60,55 años). El próximo periastro previsto es para el año 2026 lo que la hace cada vez más cerrada y complicada. Distancia 117 años-luz. Con mucha atención, 95” hacia el sureste, observaremos un chispazo de color rojo intenso correspondiente a la estrella TYC 3685-2124-1 de la magnitud 10,8 cuyo índice de color es +2,04 (red). En la imagen, (ver tabla más arriba) aparecen dos estrellitas en el campo abajo-izquierda, me refiero a la más brillante. Este astro de carbono nos llamará la atención sin duda.

HJ 1123 (Nº de orden 128)

Magnífica pareja de soles blancos de octava magnitud inmersa en el cúmulo estelar Messier 34 (Perseo) a 1600 años-luz de la Tierra. A bajo aumento, tantas estrellitas pueden desorientarnos y encontraremos dificultad para reconocer nuestro objetivo; en todos los cúmulos abiertos aparecen muchas parejas al primer vistazo, pero la mayoría son visuales de perspectiva; aunque pertenezcan al cúmulo, entre ellas puede haber varios años luz de distancia y no tener relación física

entre ambas. En este caso, **HJ1123** sí forman un sistema físico. Separadas por una generosa distancia de 20” no presentan problema para pequeños instrumentos.

AG 49 (Nº de orden 129)

Es un sistema doble físico que se encuentra a 148 años luz de la Tierra en la constelación de Perseo. Su espectro es G5, amarillas; están separadas por una generosa distancia angular de 14,1”. La primaria es de la magnitud 8,8 y la secundaria de la 10,3, esta diferencia de brillo las convierte en una pareja contrastada e interesante. Con 60 aumentos es suficiente, pero no hay que abandonar nunca al primer vistazo y mejor seguir disfrutando combinando oculares hasta llegar a la imagen más notoria.

STF 180 Mesarthim (Nº de orden 136)

Mesarthim (γ Arietis) es la cuarta estrella más brillante de la constelación del carnero y una de las dobles más famosas y bonitas de todo el cielo. Sus dos componentes son prácticamente idénticas en todo, la magnitud visual de 4,83 con espectro B9 para $\gamma 1$ y 4,75 con espectro A1p para $\gamma 2$ las hace gemelas al primer vistazo. Se encuentran a una distancia de 200 años-luz de nosotros, pero entre ellas la separación es de 500 unidades astronómicas, lo que les daría un periodo orbital de unos 5000 años.

Mesarthim es una doble fácil al alcance de pequeños instrumentos, su separación angular es de 7,4 segundos de arco por lo que 50 aumentos son suficientes para desdoblarla cómodamente. La disposición en el eje norte-sur nos da un ángulo de posición (**AP**) de aproximadamente 2 grados; mis medidas arrojan un resultado algo más corto (ver tabla); es conveniente añadir que la noche dedicada a las binarias de Aries tuvo una calidad mediocre con un seeing que no pasaba de 2,5 sobre 5; por esto debo admitir que los resultados merecen una revisión.

Mesarthim es de obligada visita, dediquémosle tiempo y varios oculares, entre ellos uno de gran campo, nos reportará una belleza irrefutable.

STF 291 (Nº de orden 140)

Aquí tenemos una pareja brillante y equilibrada en la constelación de Aries. La primaria, de la 7,6 algo menos luminosa que la secundaria de la 7,5; es poco frecuente que **A** brille menos que **B**, pero hay algunos

casos. Al ocular se presenta como una doble muy interesante, estrecha y apretada a solo 3,35". Cien aumentos bastarán para desdoblarla con aberturas de 80 mm y para encontrar una tercera componente de magnitud 9,5 hacia el suroeste, concretamente a 65,5" y AP 242° de **A**. Las dos estrellas principales del sistema son blancas.

STF305 (N° de orden 142)

Se trata de un sistema orbital con un período de 720 años a 109 años-luz de distancia en la constelación de Aries; su último periastro tuvo lugar en el año 1790. La componente **A** de magnitud 7,5 es una estrella amarilla tipo G2V idéntica al Sol, solo que un poco más brillante y **B** de la 8,2 es blanca con una luminosidad muy inferior: 0,48 veces la del Sol.

Al telescopio es un par muy interesante, sus componentes se van cerrando con el paso de los decenios; actualmente aparecen bastante apretadas a 3,6" y contrastadas en un campo muy atractivo con algunas binarias más. Recomiendo al menos 100 aumentos para disfrutar de esta sutil pareja.

STF 401 (N° de orden 146)

Es una bonita doble en la constelación del Toro, fácil y brillante de magnitudes 6,6 y 6,9, separación 11,5" y AP 270°. Según las fuentes consultadas, forman un sistema físico situado a 200 años-luz de la Tierra. Sus componentes blancas, espectro A2V y A2IV se encuentran en la secuencia principal cuyas temperaturas superan en superficie los 8800 grados centígrados. Al ocular, se desdoblan con facilidad a poco aumento y 11' al norte encontramos otra doble famosa, aunque menos brillante, la STF7 de magnitudes 7,4 y 7, 8.

STF 479 (N° de orden 152)

Nuevamente estamos ante un sistema triple muy interesante en la constelación del Toro. Las magnitudes de las componentes principales son de la 6,9 y 7,7 separada por 7,5", mientras que la tercera alcanza la 9,5 a 58". Podríamos estar ante un sistema de naturaleza física puesto que las tres estrellas se encuentran a 1100 años luz de distancia, pero es un dato que no puedo confirmar, aunque alguna fuente sí lo haga para **A** y **C**. Al ocular, las principales se muestran blanco azuladas, 60 aumentos serán suficientes para separarlas.

STF 494 (N° de orden 154)

Con esta doble terminamos las elegidas en la constelación del Toro. Se trata de dos astros blanco-amarillentos de espectros A8IV (subgigantes gemelas) cada una nueve veces más brillante que el Sol situadas a 340 años-luz; su naturaleza aún no ha sido definida por lo que no sabemos si estamos ante un sistema fijo u orbital. Al telescopio resulta un par muy interesante al alcance de pequeños instrumentos. La observé a 60 y 100 aumentos; la imagen es muy atractiva a menor aumento pareciéndome blancas y con muchas estrellitas en el campo. Sin embargo, al cambiar al ocular más corto, con 100 aumentos, la pareja aparece amarillenta.

STF 541 (N° de orden 159)

Pareja de naturaleza incierta situada a medio camino entre las brillantes Kappa1 y Kappa2 del Toro. Al pri-

mer vistazo, deslumbran las componentes más brillantes de un sistema múltiple, las ya referidas Kappa 1 y 2 o **A** y **B**, pero buscamos las debiluchas **C** y **D** de magnitudes 10,6 y 10 respectivamente separadas por solo 5,48". Al principio resulta complicado, pero no por ello poco interesante, y es que se trata de una binaria débil y estrecha flanqueada al norte y al sur por dos potentes faros, si se acepta la comparación, así que es cuestión de paciencia y meter aumentos hasta que la desfallecida pareja se haga visible.

S457 (N° de orden 166)

Bonita pareja de estrellas blancas en Orión que destacan en un campo pobre o, mejor dicho, rodeada de astros débiles que escapan al ojo. Equilibrada y facilona se requiere bajo aumento. Ambas son de la clase espectral **A** y según los catálogos, la componente principal puede ser variable ya que en ocasiones se presenta más débil que la secundaria. Estamos ante una pareja de movimiento propio común a una distancia de 660 años-luz para **A** y 560 años-luz para **B**.

STF622 (N° de orden 169)

Pareja débil y cerrada pero interesante; de naturaleza incierta, se encuentra a 950 años luz de distancia; sus 2,5 segundos de separación la hacen difícil para pequeños instrumentos por lo que será necesario emplear un ocular de corta distancia focal, al menos 100 aumentos.

Entra en campo la π^6 , gigante anaranjada de magnitud 4,5 perteneciente al arco de Orión. Imagen muy atractiva.

STF648 (N° de orden 183)

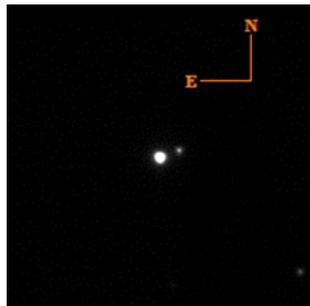
Sistema quintuple muy interesante en Auriga, nos fijaremos en **A** y **B** que conforman un sistema físico cuyo ángulo de posición disminuye mientras su distancia angular aumenta levemente. En el año 1825 sus parámetros eran: Theta 76° y Rho 4,6", actualmente Theta está en 64° y Rho en 5".

Se encuentra el sistema a 150 años-luz con una luminosidad cercana a la del Sol. Al telescopio requiere aumento, no menos de 60 aunque mejor 100. La distribución de otras estrellitas de campo ofrece en conjunto un triángulo equilátero bien definido.

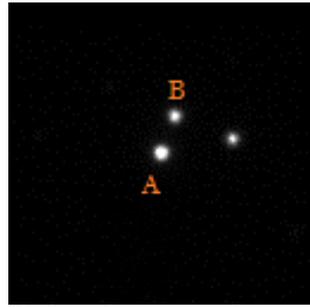
ES59 (N° de orden 186)

Para terminar con esta serie de 15 dobles comentadas, nos detenemos en una pareja muy atractiva, no tanto por lo que propiamente ofrece sino por el campo tan rico en estrellas brillantes y coloridas que la rodea. **Espin 59** es débil, pero con sus casi 14 segundos de separación angular es asequible a refractores de 60 mm o reflectores de 130 mm. En un campo de un grado cuadrado, entran varias estrellas brillantes que van de la magnitud 4 en adelante. 14 minutos al sursuroeste la 16 Aur, naranja, 15 minutos al nornoroeste la 17 Aur, blanco-azulada, 14 minutos al norte la HIP 24799, azul, 29 minutos al norte la 18 Aur, blanco-amarillenta y 30 minutos al noroeste la 19 Aur, blanca. Sirva como información complementaria que en un área de 3 grados cuadrados se encuentran, al este el cúmulo abierto NGC 1893 y al noroeste la Nebulosa de la Estrella Flameante.

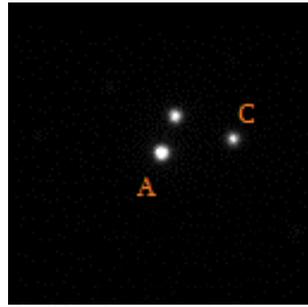
TABLA 2. GALERÍA DE IMÁGENES.



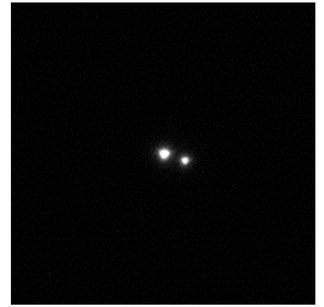
23004+4107 HJ1839 (101)



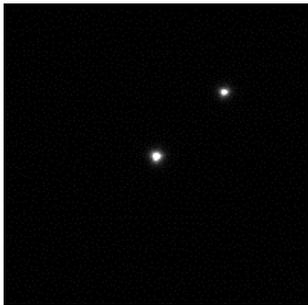
23029+4610 HJ1841AB (102)



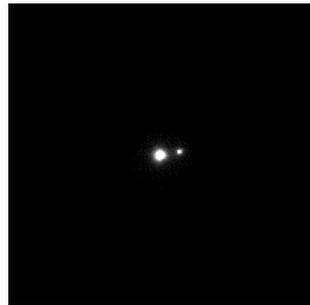
23029+4610 HJ1841AC (103)



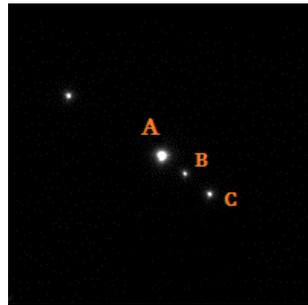
23100+4758 STF2985 (104)



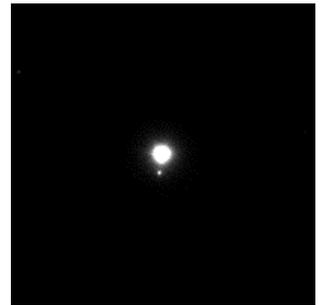
23100+3650 S825AB (105)



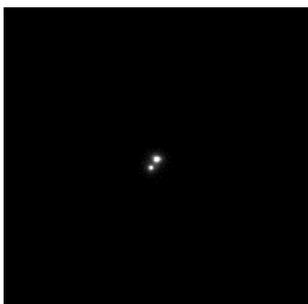
23131+4000 STF2992AB
(106)



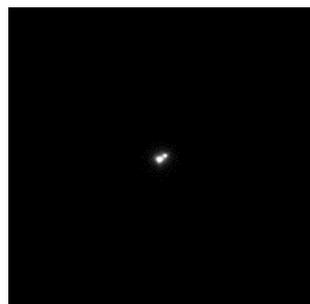
23150+3555 AG291AB (107)



23207+4406 STF3004 (108)



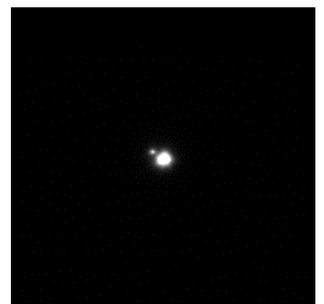
23212+3526 STF3006AB
(109)



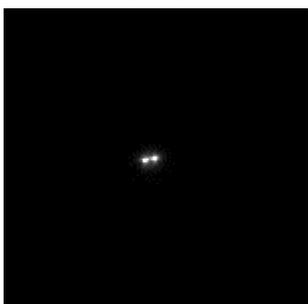
23320+4349 STF3024 (110)



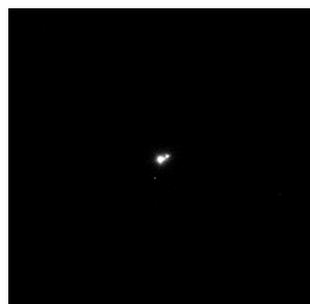
23519+3753 STF3042 (111)



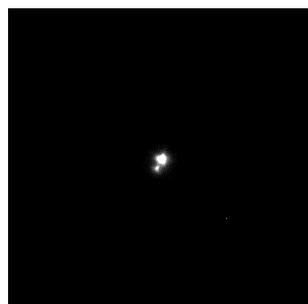
02039+4220 STF205A-BC
(112)



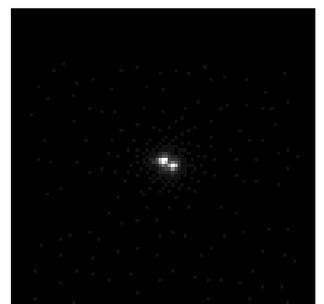
00099+0827 STF 4 (113)



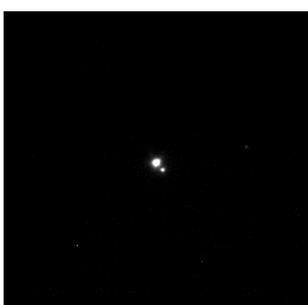
00116-0305 STF 8 (114)



00150+0849 STF 12 (115)



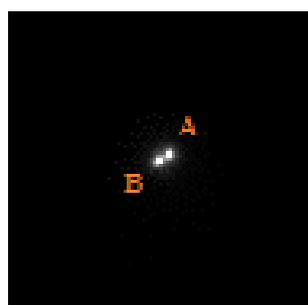
00174+0853 STF 22 (116)



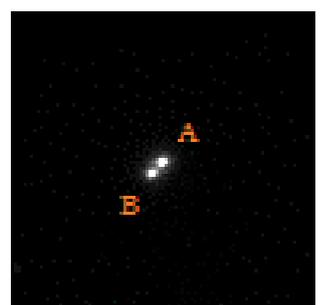
00175+0019 STF23AB (117)



00224+1329 STF 27 (118)

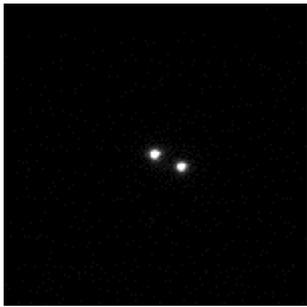


00499+2743 STF 61 (119)

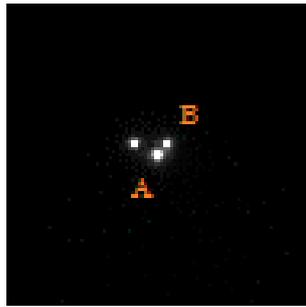


00580+0917 WNC 1 (120)

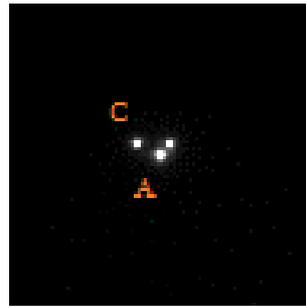
TABLA 2. GALERÍA DE IMÁGENES (CONT.).



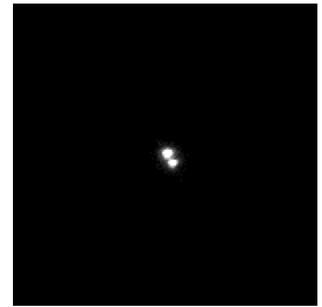
01052+2614 HJ1067 (121)



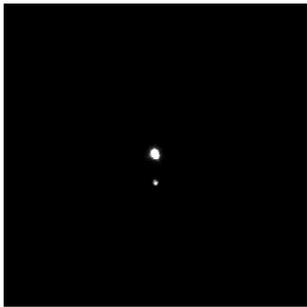
01052+1250 HJ10AB (122)



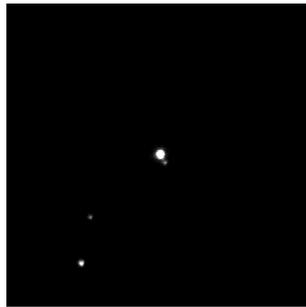
01052+1250 HJ10AC (123)



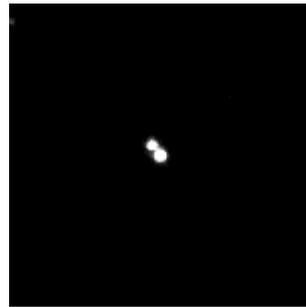
01055+1523 STF87 (124)



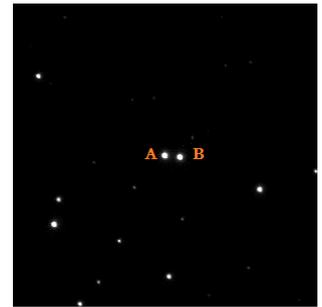
01493+4754 STF162AC (125)



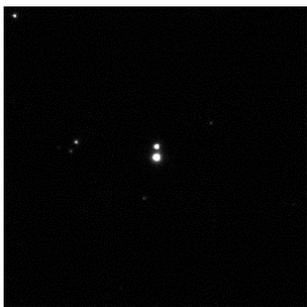
02011+5331 ES 6 (126)



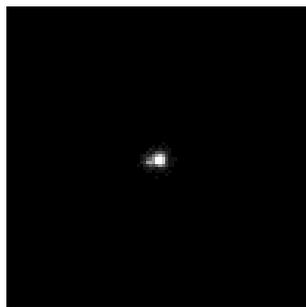
02292+5352 HJ2136 (127)



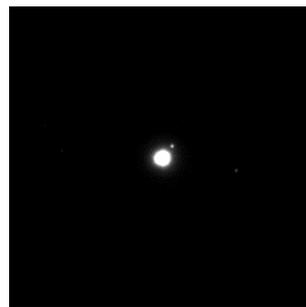
02420+4248 HJ1123 (128)



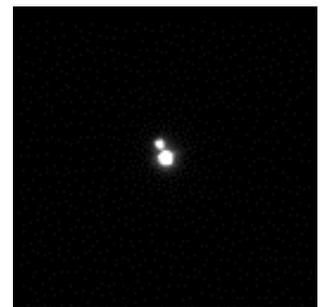
02424+3837 AG 49 (129)



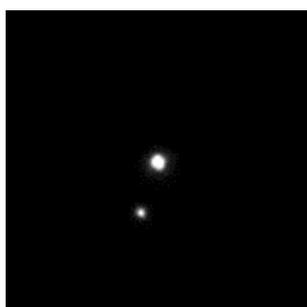
02428+3826 ES 231 (130)



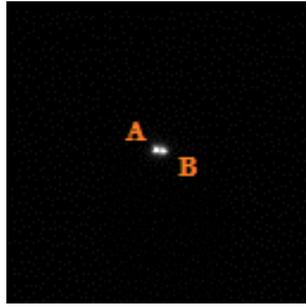
02442+4914 STF296AB (131)



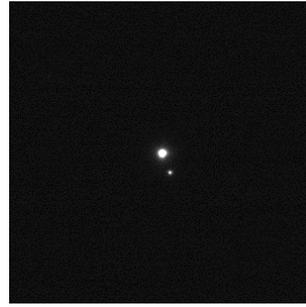
03015+3225 stf336 (132)



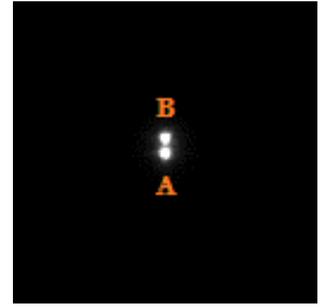
02558+3429 STF 325 (133)



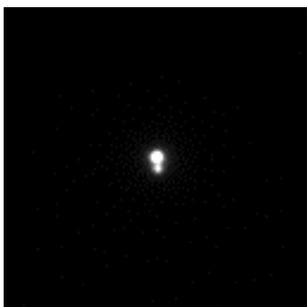
00588+2441 AR G10 (134)



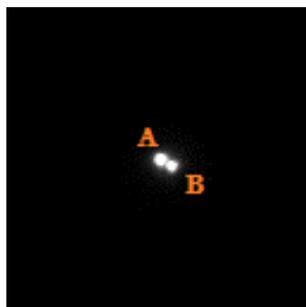
01501+1421 STF173 (135)



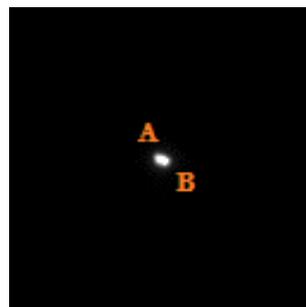
01535+1918 STF180AB (136)



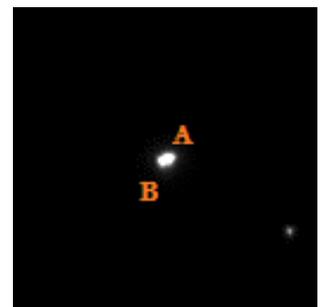
02076+1535 STF214 (137)



02109+1341 STF 224 (138)

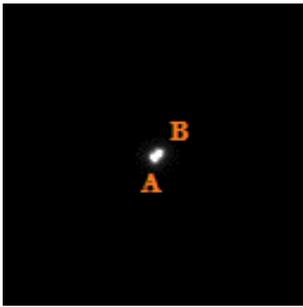


02244+1130 STF261 (139)

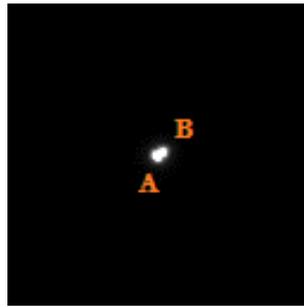


02411+1848 STF291AB (140)

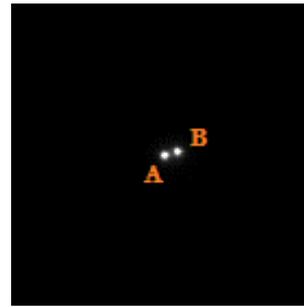
TABLA 2. GALERÍA DE IMÁGENES (CONT.).



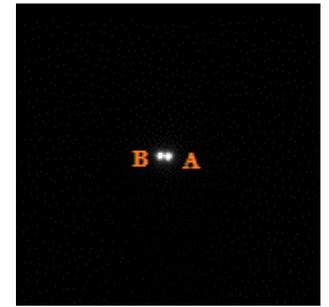
02446+2928 STF300 (141)



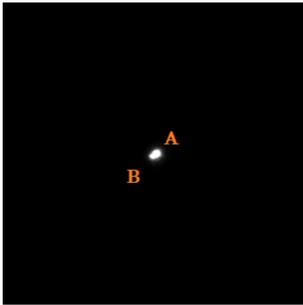
02475+1922 STF 305AB (142)



02529+1040 AG 56(143)



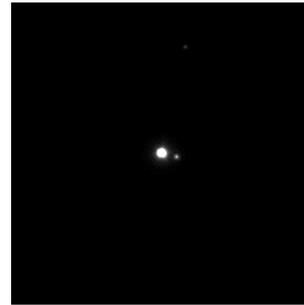
03108+1508 GLP1 (144)



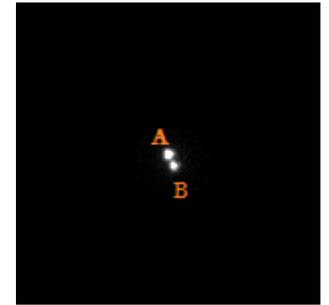
03242+1733 STF383 (145)



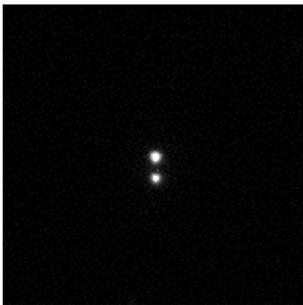
03313+2734 STF401 (146)



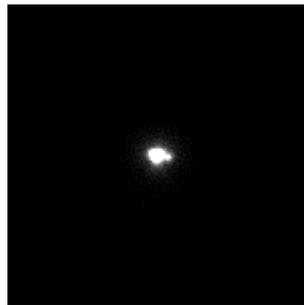
03322+1133 AG68 (147)



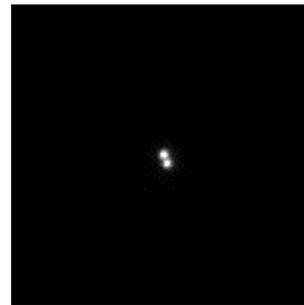
03406+2846 STF427 (148)



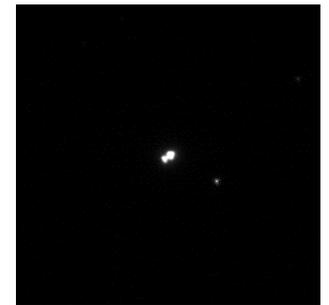
03425+0202 BAL 1260 (149)



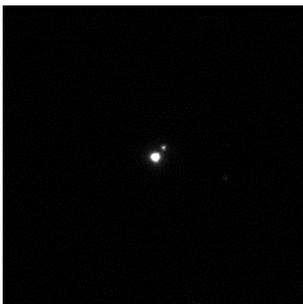
03474+2355 STF450AB (150)



03496+1817 stf458 (151)



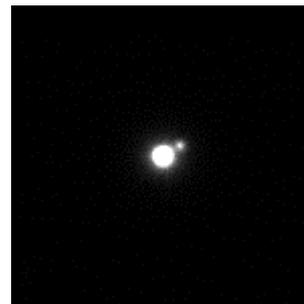
04009+2312 STF479AB (152)



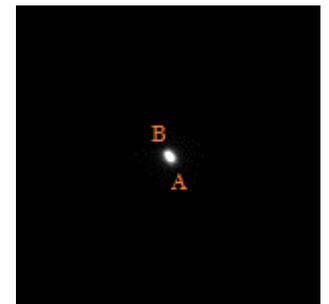
04022+2808 STF481AC (153)



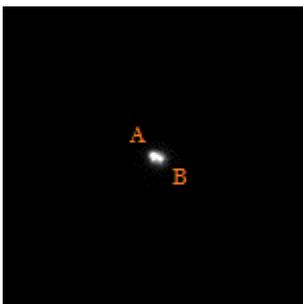
04089+2306 STF494 (154)



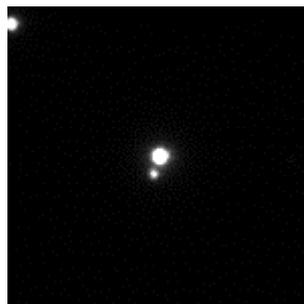
04122+0044 STF510 (155)



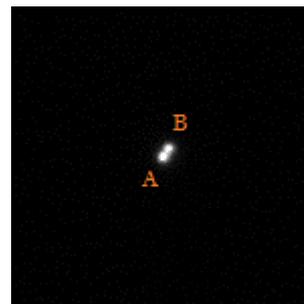
04134+0252 STF515 (156)



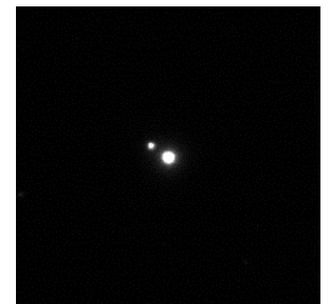
04171+0409 BAL2119 (157)



04198+2344 STF523ab (158)

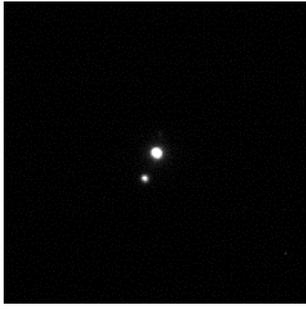


04254+2218 STF541CD (159)

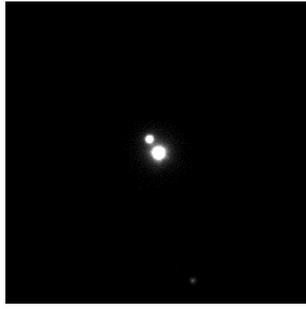


04271+1812 STF545Aa-B (160)

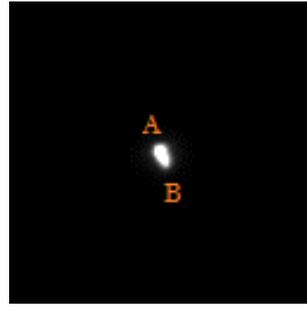
TABLA 2. GALERÍA DE IMÁGENES (CONT.).



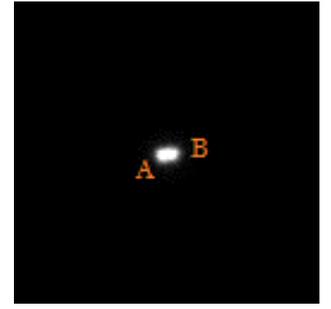
04278+1001 STF549AB (161)



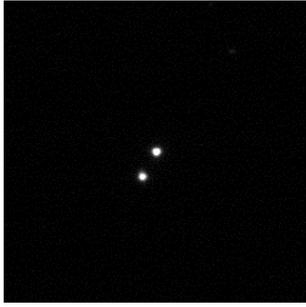
04289+3022 STF548AB (162)



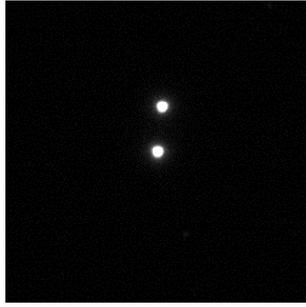
05293+2509 STF716AB (163)



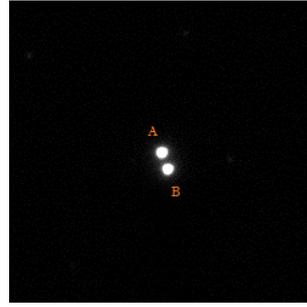
04448+0517 STF589AB (164)



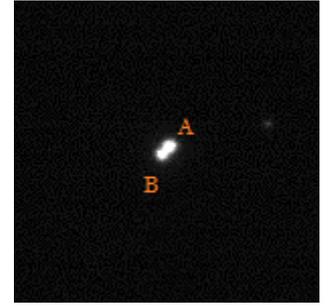
04440+4225 STF582AB (165)



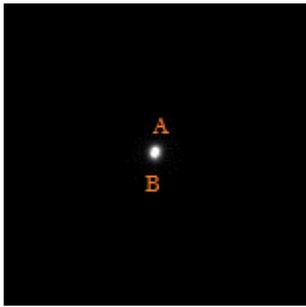
04531-0117 S457 (166)



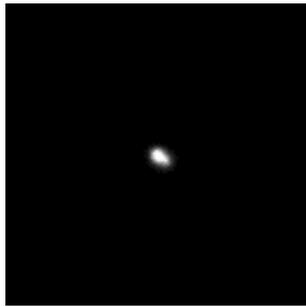
04543+0722 STF612AB (167)



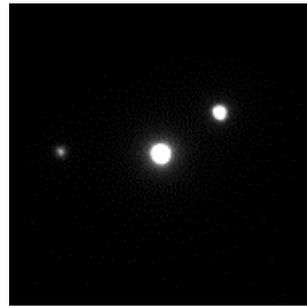
04552+0058 BAL976 (168)



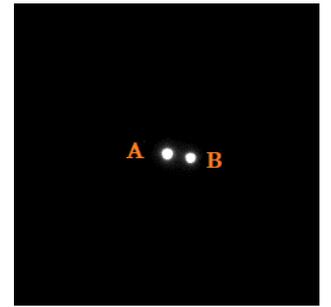
04581+0141 STF622 (169)



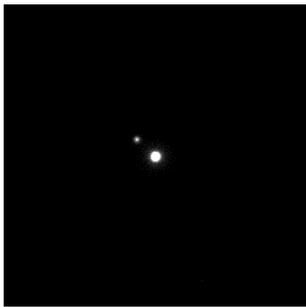
04583+1357 STF 620 (170)



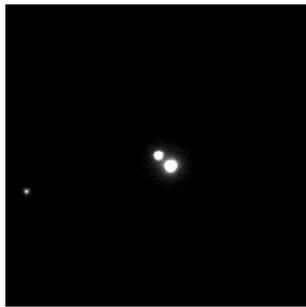
04590+1433 SHJ490AB (171)



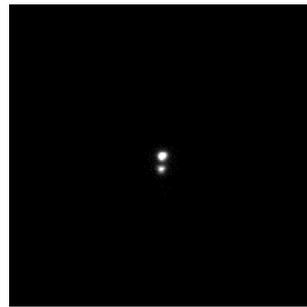
05006+0337 STF627AB
(172)



05007+0316 STF628 (173)



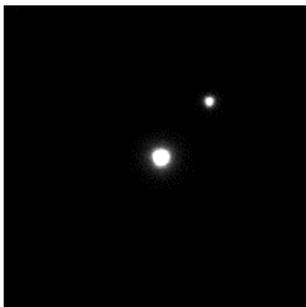
05020+0137 STF630A-BC
(174)



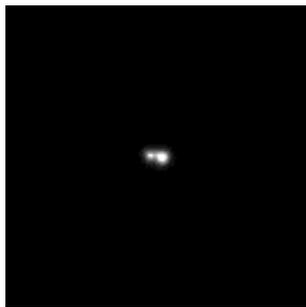
05024+0419 AG85 (175)



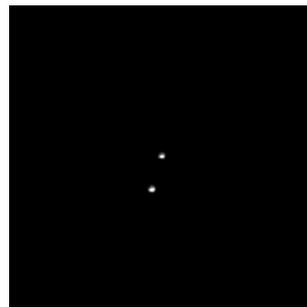
05028+1321 WEI5 (176)



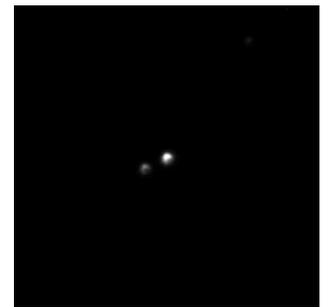
05037-0232 J307A,BC (177)



05040-0251 STF639 (178)

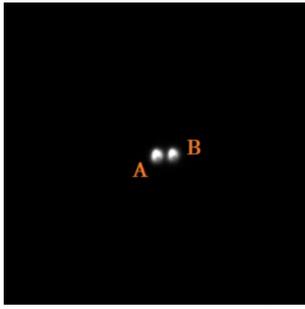


05102+1400 S468 (179)



05187+0359 STF682 (180)

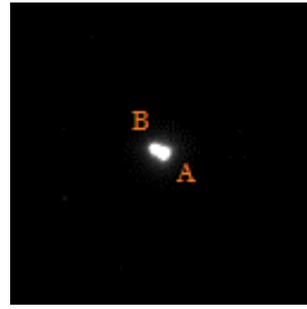
TABLA 2. GALERÍA DE IMÁGENES (CONT.).



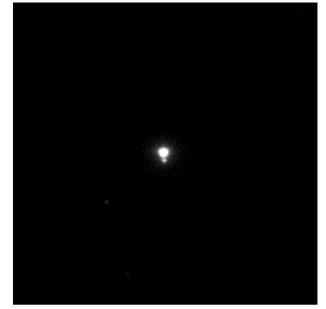
05193-1045 STF688 (181)



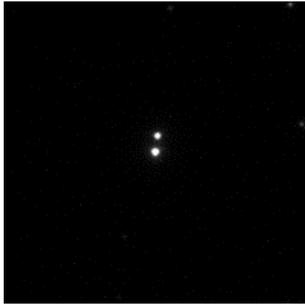
05070+3325 STF640 (182)



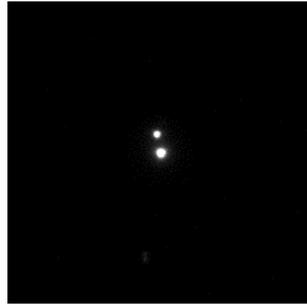
05110+3203 STF648AB (183)



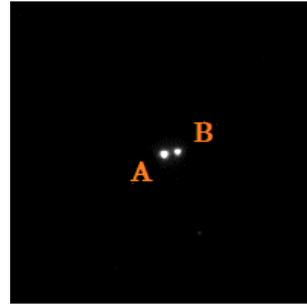
05138+4658 STT101 (184)



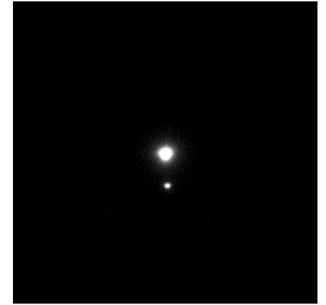
05172+3747HJ3271 (185)



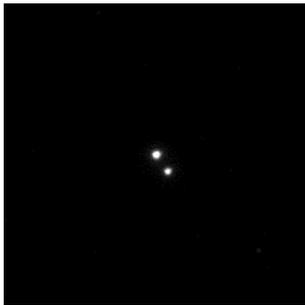
05187+3331 ES59AB (186)



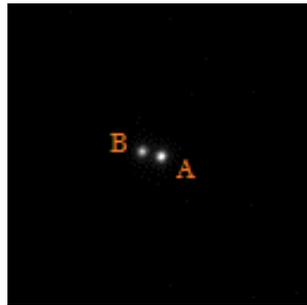
05189+4515 STF669 (187)



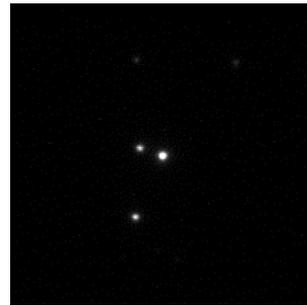
05207+4658 STF681AB(188)



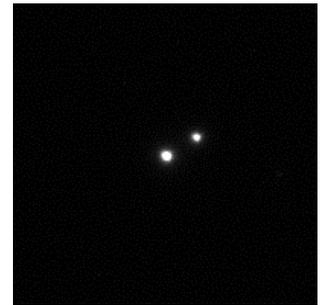
05214+3323 ES332AB (189)



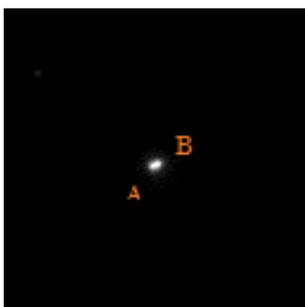
05220+5556 KR26 (190)



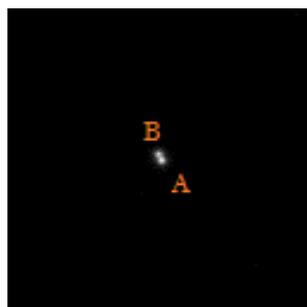
05223+3348 STF687AB (191)



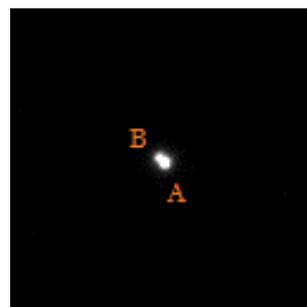
05231+3110 STF691 (192)



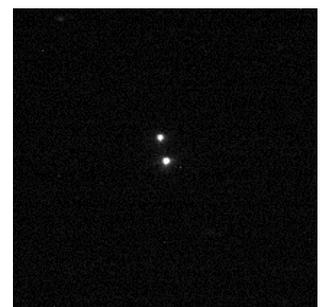
05247+3945 AG94 (193)



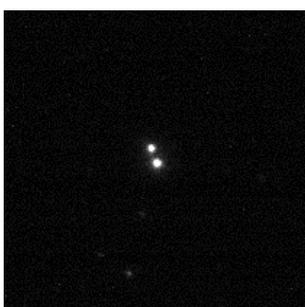
05252+3434 BU191AB (194)



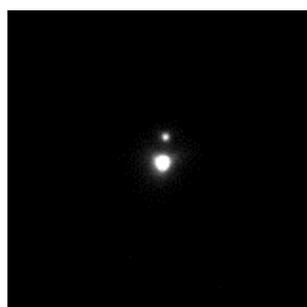
05263+3020 STF706 (195)



05266+3524 STF705 (196)



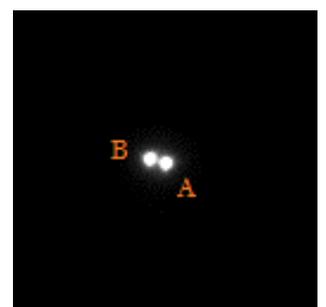
05292+3848 BU1318AC
(197)



05301+2933 STF719AC (198)



05315+5439 STF711AB (199)



05323+4924 STF718AB (200)

Binarias de amplia separación angular: 41 nuevos sistemas con distancia y movimiento propio común y velocidades radiales similares

Wide binaries: 41 new common proper motion systems
at common distance with similar radial velocity

Antonio Agudo Azcona

Observatorio Las Vaguadas (IAU MPC 154)

■ Correo-e: agudo.fyq@gmail.com | Blog: elrelojdelasguardas.blogspot.com

En el presente trabajo se muestran 41 nuevas binarias de amplia separación angular obtenidas usando datos de Gaia DR2 a partir del catálogo Tycho-2 con separaciones angulares comprendidas entre 60 y 300 segundos de arco. Las componentes de cada par se encuentran a parecida distancia y tienen movimiento propio común teniendo en consideración los paralajes y movimientos propios. La probabilidad de relación física es alta porque además las velocidades radiales de cada par son similares.

In this work are shown 41 new wide binaries from Tycho-2 Catalog using Gaia DR2 data with angular separations in the range between 60 and 300 arcseconds. All of them are common proper motion systems at common distance considering their proper motions and parallaxes. Every pair have a high probability of physical relation because in addition show similar radial velocities.

Introducción

COMO ES SABIDO, el principal interés del estudio de las estrellas dobles es la obtención de los parámetros orbitales que permitan en última instancia el cálculo de la masa de las estrellas componentes, así como la obtención de otros parámetros astrofísicos que permitan la caracterización del sistema. En este sentido, el principal foco de interés de las estrellas dobles ha sido ocupado por las estrellas binarias cerradas, es decir aquellas con separaciones angulares más pequeñas. Los sistemas dobles más abiertos también han despertado interés cuando presentaban movimiento propio común (CPMs o *comoving stars* en la terminología anglosajona) porque esta característica era un indicador de relación física entre las componentes del par. Por su parte, los sistemas dobles muy separados han carecido tradicionalmente de interés porque en su gran mayoría eran estrellas dobles de naturaleza óptica, aunque también estuvieran incluidos en el *Washington Double Star Catalog* (WDS) junto a los verdaderos sistemas binarios por razones históricas.

Esta situación ha cambiado en los últimos tiempos debido a la obtención de medidas muy precisas de los movimientos propios (y paralajes), hecho que ha conducido al descubrimiento de un gran número de sistemas muy separados a distancia común con movimiento propio común. Estos sistemas se han denominado en la terminología anglosajona *wide binaries* y en castellano podríamos denominarlos como “binarias

de amplia separación angular”. Estos sistemas por los motivos que más adelante se expondrán han despertado gran interés en los últimos tiempos.

Una primera aproximación a la clasificación de las estrellas binarias en función de la separación de sus componentes podría realizarse recurriendo a la ley de Heggie-Hills (Heggie, 1975) que divide las estrellas binarias en binarias fuertes y débiles, según su comportamiento frente a la interacción gravitatoria con las estrellas del fondo galáctico. Serían binarias fuertes las estrellas binarias con energía de enlace superior a la energía cinética media de dispersión de las estrellas de fondo, mientras que en las binarias débiles sucedería lo contrario. Según la ley de Heggie-Hills las binarias débiles incrementarían su órbita y se harían aún más débiles durante los encuentros gravitatorios con las estrellas del fondo galáctico y por el contrario las binarias fuertes disminuirían su órbita y se harían más fuertes. Según algunos autores (Longhitano, 2010) puede establecerse que las binarias con un semieje mayor superior a 200 UA serían binarias débiles en el sentido de Heggie-Hills y a partir de este límite empezar a considerarlas como binarias de amplia separación angular.

Más recientemente (Parker et al., 2009) ha clasificado a las estrellas binarias en 4 grupos usando como criterio la separación proyectada (s) entre ambas componentes. Los 4 tipos serían:

— **binarias cerradas** ($s < 50$ UA) que no se verían afectadas por los efectos dinámicos, incluso en los ambientes más extremos de formación y densidad estelar.

— **binarias intermedias** ($50 \text{ UA} < s < 10^3 \text{ UA}$) que serían destruidas en un grado significativo por su interacción con cúmulos de alta densidad estelar ($10^3\text{-}10^5$ estrellas/ pc^3) y poco afectadas por los cúmulos de baja densidad estelar ($10\text{-}100$ estrellas/ pc^3).

— **binarias de amplia separación angular** ($10^3 \text{ UA} < s < 10^4 \text{ UA}$) que no resistirían las interacciones con los cúmulos de alta densidad estelar y se verían afectadas en gran medida por los cúmulos de baja densidad estelar.

— **binarias de muy amplia separación angular** ($s > 10^4 \text{ UA}$) que podrían verse alteradas incluso en las regiones de baja densidad estelar (< 10 estrellas/ pc^3).

El interés que han despertado en los últimos tiempos las binarias de amplia separación angular se debe a su utilidad como trazadores para el estudio de muchos procesos astrofísicos que actualmente están sometidos a estudio. El motivo es que las binarias de amplia separación angular al tener una cinemática común, pueden considerarse que forman una entidad independiente por sí mismas (Benavides et al., 2010) y también que tienen un origen y nacimiento común (“*coeval*” en la terminología anglosajona) ya que poseen una química similar derivada del estudio de sus metalicidades (Andrews et al., 2018). Por lo tanto, han debido sobrevivir a su entorno dinámico de nacimiento (Oh et al., 2017) y puede considerarse que han evolucionado de manera independiente, sin verse afectadas por los intercambios de masa o por el acoplamiento de marea que acompaña a las binarias más cerradas (Zhao et al., 2012). Por ello, el estudio estadístico de las propiedades de las binarias de amplia separación angular puede ayudar a comprender mejor los procesos de formación estelar y la dinámica galáctica, incluyendo las fuerzas de marea galáctica y otros perturbadores masivos como son los MACHOs (*massive compact halo objects*) o las nubes moleculares (Oh et al., 2017).

Por otra parte, gracias a su origen y nacimiento común también pueden utilizarse para comprobar las relaciones girocronológicas usadas para determinar de forma precisa las edades de las estrellas basadas en su velocidad de rotación (Godoy-Rivera & Chanamé, 2018).

Por último, otro campo de interés en el que las binarias de amplia separación angular son de utilidad es el relacionado con la materia oscura, concretamente en el estudio de las anomalías gravitacionales detectadas en regímenes de baja aceleración a diversas escalas astronómicas, como son las galaxias enanas esferoidales satélites de la Vía Láctea, las regiones más externas de la propia Vía Láctea o incluso los cúmulos globulares (Hernández et al., 2019). El estudio de las binarias de amplia separación angular en estos escenarios puede proporcionar evidencias para discriminar entre la existencia de halos de partículas de materia oscura o las teorías gravitacionales modificadas (MOND) como posibles explicaciones a las anomalías

gravitacionales, ya que es de esperar que las binarias de muy amplia separación angular no puedan existir en los ambientes con elevada densidad de halos de materia oscura (Hernández & Lee, 2008).

Por todos los motivos anteriores expuestos, resulta evidente que el estudio de las binarias de amplia separación angular es un tema que actualmente tiene mucho interés y por ello es necesario tener catalogadas el mayor número posible de este tipo de estrellas dobles. En el presente trabajo se han hallado 41 nuevas binarias de amplia separación angular con distancia y movimiento propio común que presentan además velocidades radiales muy similares.

Metodología

La selección de las binarias de amplia separación angular mostradas en este trabajo se realizó gracias a la base de datos de Gaia DR2 tomando como referencia de búsqueda el catálogo Tycho-2 (Hog et al., 2000). Para realizar la búsqueda se aplicaron varios criterios de selección utilizando herramientas informáticas propias y las herramientas de búsqueda y consulta masiva de VizieR, Simbad y Aladin Sky Atlas del CDS Portal. De este modo se pudieron obtener datos precisos de coordenadas, paralaje, movimientos propios y velocidades radiales de las parejas seleccionadas. Los criterios de selección que han conducido a la obtención de los resultados fueron:

- Ascensión recta comprendida entre 0 y 6 h.
- Paralaje similar de ambas componentes, usando como condición que la diferencia de paralaje de ambas componentes fuera inferior a 2,5s, considerando s el valor medio del error estándar de ambas componentes. Este criterio es utilizado en algunos artículos profesionales (Jiménez-Esteban et al., 2019).
- Movimiento propio común de ambas componentes, usando como condición que el movimiento propio relativo del sistema definido como

$$\Delta|\mu| = \sqrt{(\mu_{RA1} - \mu_{RA2})^2 + (\mu_{DE1} - \mu_{DE2})^2}$$

fuera inferior a 2 mas/año, condición mucho más restrictiva que la utilizada en algunos artículos profesionales (Zhao et al., 2012).

- Separación angular comprendida entre 60 y 300 segundos de arco.
- Diferencia de velocidades radiales inferior 0,2 veces el valor promedio. En este sentido cabe resaltar que se han podido dejar de lado muchos pares de interés que estuvieran a distancia común y tuvieran movimiento propio común por el hecho de no disponer en Gaia DR2 de sus velocidades radiales.

Resultados

Con la metodología anteriormente descrita se obtuvieron finalmente 41 pares de binarias de amplia separación angular que tienen una alta probabilidad de verdadera relación física en base a su distancia común, movimiento propio común y similares velocidades

radiales. Estos 41 pares en el momento de la redacción del presente artículo no se encuentran recogidos en el *Washington Double Star Catalog*. Además de los datos de coordenadas, paralajes, movimientos propios y velocidades radiales obtenidos de Gaia DR2, también se obtuvo la fotometría en banda V procedente de Ty-

cho-2. Para cada sistema también se calculó la astrometría relativa a partir los datos de coordenadas precisas y la separación proyectada entre ambas componentes. Todos estos datos se presentan en la siguiente tabla:

Identificador Gaia DR2	AR	DEC	Plx (mas)	pmRA (mas/yr)	pmDE (mas/yr)	RV (km/s)	V mag	Rho	Theta	s (UA)
Gaia DR2 2414669582050809600	00 09 41,89	-17 11 23,5	2,949	44,83	14,27	-19,25	11,14	89,50	262,4	30045
Gaia DR2 2414669685130015744	00 09 35,70	-17 11 35,3	3,009	46,21	15,09	-18,40	11,90			
Gaia DR2 2875996039403753344	00 10 28,88	+34 40 55,3	2,185	17,56	-5,02	26,70	11,18	262,53	110,7	123185
Gaia DR2 2875992397270158592	00 10 48,79	+34 39 22,5	2,077	18,88	-4,81	24,07	12,02			
Gaia DR2 2860712411165500032	00 13 50,72	+30 00 25,8	4,493	23,21	-13,39	-14,43	10,77	94,92	23,0	21055
Gaia DR2 2860712621618682112	00 13 53,58	+30 01 53,1	4,523	21,87	-13,80	-13,77	11,50			
Gaia DR2 4683977950177829376	00 20 43,28	-76 49 58,6	7,592	78,61	-6,80	-14,96	10,33	94,51	24,4	12429
Gaia DR2 4683978018897305216	00 20 54,70	-76 48 32,5	7,616	78,43	-6,54	-14,20	11,40			
Gaia DR2 536230686996168704	00 36 43,09	+70 34 21,7	12,964	51,68	-13,92	-23,95	8,34	69,62	132,1	5369
Gaia DR2 536230622577134848	00 36 53,45	+70 33 35,0	12,971	50,88	-13,08	-24,55	10,74			
Gaia DR2 2522327232292290688	00 42 15,37	-08 33 03,0	18,221	-17,86	51,24	-10,57	9,80	63,43	146,4	3488
Gaia DR2 252232554866511424	00 42 17,74	-08 33 55,8	18,144	-17,02	50,50	-9,77	10,67			
Gaia DR2 361617627640897792	00 43 16,66	+32 53 35,4	6,430	-23,15	24,24	-10,25	10,15	166,89	349,9	25729
Gaia DR2 361620990599379072	00 43 14,35	+32 56 19,8	6,543	-21,76	24,48	-9,64	11,84			
Gaia DR2 5004254005037049728	00 44 29,43	-35 37 56,8	3,086	56,40	-9,72	-31,38	11,37	142,55	134,5	46191
Gaia DR2 5004250775221643520	00 44 37,77	-35 39 36,7	3,086	56,25	-9,59	-30,43	11,68			
Gaia DR2 370238447342099968	01 08 59,09	+38 50 51,0	8,083	23,33	-12,46	3,29	9,71	228,91	354,8	28368
Gaia DR2 370243090202595712	01 08 57,30	+38 54 39,0	8,056	23,31	-12,62	3,04	11,82			
Gaia DR2 5035896364840529536	01 32 35,75	-27 33 24,8	6,092	-34,59	-79,72	17,30	10,47	294,28	267,2	48219
Gaia DR2 5035893238104338176	01 32 13,64	-27 33 39,2	6,114	-35,45	-80,02	17,35	10,73			
Gaia DR2 347549853104657536	01 50 48,26	+42 05 24,0	2,953	17,85	-7,63	29,85	11,78	145,31	286,9	48439
Gaia DR2 347550269718253568	01 50 35,77	+42 06 06,1	3,046	17,92	-7,55	29,98	11,84			
Gaia DR2 300838063670853760	02 00 51,15	+29 59 02,9	3,605	-40,19	-34,40	-24,33	9,79	222,72	94,5	62851
Gaia DR2 300814321091641728	02 01 08,24	+29 58 45,5	3,482	-38,60	-35,06	-20,50	11,08			
Gaia DR2 326526679681066240	02 26 54,72	+33 11 18,1	3,842	-19,63	21,91	9,31	10,20	148,28	41,6	38768
Gaia DR2 326526610961585152	02 27 02,56	+33 13 09,0	3,807	-18,59	20,89	8,80	12,35			

Identificador Gaia DR2	AR	DEC	Plx (mas)	pmRA (mas/yr)	pmDE (mas/yr)	RV (km/s)	V mag	Rho	Theta	S (UA)
Gaia DR2 4721261221243869824	02 44 17,97	-63 31 09,9	2,071	6,55	10,25	13,79	11,06			
Gaia DR2 4721214251481521536	02 44 30,31	-63 31 30,4	2,075	6,96	10,42	14,39	11,33	85,06	104,0	41034
Gaia DR2 462831108957104000	03 07 38,19	+59 45 26,8	4,738	32,47	-7,03	10,36	11,55			
Gaia DR2 462831933590820096	03 07 33,37	+59 46 16,3	4,680	32,66	-6,40	9,89	12,39	61,41	323,7	13041
Gaia DR2 4627203052369678208	03 36 50,40	-77 05 23,7	3,650	34,51	25,02	16,85	8,18			
Gaia DR2 4627202880570935552	03 36 26,80	-77 06 58,2	3,687	34,86	24,45	18,68	8,99	123,26	219,9	33600
Gaia DR2 3257529735338472832	03 47 28,95	-00 21 23,1	3,026	-3,62	-30,27	-14,93	10,60			
Gaia DR2 3257530869209786240	03 47 14,21	-00 18 37,5	2,920	-3,52	-29,90	-12,98	11,19	276,24	306,8	92919
Gaia DR2 243436139296579840	03 48 32,30	+43 40 03,4	7,556	21,94	-17,18	-59,91	8,13			
Gaia DR2 243436104936842112	03 48 25,99	+43 40 30,5	7,581	22,82	-17,77	-60,99	11,86	73,58	291,6	9722
Gaia DR2 3193531802050857472	03 56 32,38	-10 14 59,5	6,394	-28,48	-33,96	0,70	9,45			
Gaia DR2 3193508059471646464	03 56 33,24	-10 16 07,7	6,333	-28,55	-33,54	0,79	10,15	69,40	169,4	10907
Gaia DR2 38541941299841024	03 59 27,68	+13 35 46,8	1,785	4,97	-19,36	-43,70	11,53			
Gaia DR2 38555582115967488	03 59 25,83	+13 39 42,0	1,728	4,96	-19,45	-45,75	12,49	236,71	353,4	134773
Gaia DR2 4837135384441096960	04 15 36,97	-46 13 05,1	5,122	-3,65	21,10	13,84	10,92			
Gaia DR2 4837135620662889600	04 15 37,12	-46 09 57,4	5,075	-3,64	20,90	12,98	11,74	187,73	0,5	36821
Gaia DR2 5091580070374045952	04 21 44,44	-20 26 31,8	4,753	9,89	-12,47	26,28	11,11			
Gaia DR2 5091592336800644096	04 21 29,69	-20 23 53,5	4,732	9,86	-12,36	26,07	11,16	260,84	307,4	55001
Gaia DR2 3285755951169814656	04 25 51,18	+06 04 42,8	10,336	29,04	-8,03	22,63	9,15			
Gaia DR2 3285744612456149888	04 26 08,82	+06 03 16,3	10,273	28,64	-8,35	23,21	9,59	276,93	108,2	26875
Gaia DR2 4781154948207508480	04 32 01,99	-52 25 52,5	5,076	1,34	22,86	78,95	10,26			
Gaia DR2 4781153642537450880	04 31 56,00	-52 26 48,3	5,047	1,42	22,82	77,63	11,72	78,21	224,5	15452
Gaia DR2 4775574415596751488	04 37 13,20	-56 19 18,2	4,792	9,14	-39,65	37,23	11,41			
Gaia DR2 4775574583099739520	04 37 01,93	-56 18 19,1	4,781	9,24	-42,25	37,89	11,82	110,79	302,2	23145
Gaia DR2 3287673774326941952	04 54 37,87	+05 20 56,8	1,842	10,11	-3,83	57,01	9,84			
Gaia DR2 3287675286155426944	04 54 42,43	+05 21 46,8	1,871	9,98	-3,96	57,05	11,05	84,53	53,7	45531
Gaia DR2 3228050351128589184	04 56 13,13	-00 31 14,5	4,570	1,55	-17,96	-9,58	11,21			
Gaia DR2 3228056535880027008	04 56 12,47	-00 28 53,8	4,519	1,43	-17,77	-8,92	11,20	141,02	356,0	31032
Gaia DR2 153741691551129216	04 58 56,64	+26 35 59,3	9,367	18,34	-19,55	60,28	10,71			
Gaia DR2 153741760270606464	04 58 51,93	+26 36 06,3	9,371	19,06	-19,23	60,79	10,96	63,48	276,3	6776

Identificador Gaia DR2	AR	DEC	Plx (mas)	pmRA (mas/yr)	pmDE (mas/yr)	RV (km/s)	V mag	Rho	Theta	S (UA)
Gaia DR2 3227144628425423488	05 01 02,95	-01 15 09,4	3,521	-3,86	2,15	14,83	9,41			
Gaia DR2 3227141261171061760	05 01 17,32	-01 17 26,0	3,496	-3,95	2,26	14,79	10,60	255,21	122,4	72750
Gaia DR2 3181820147789022592	05 03 51,56	-11 39 42,6	3,439	0,87	-6,97	16,00	8,44			
Gaia DR2 3181820491386399872	05 03 55,90	-11 37 42,1	3,445	0,92	-7,01	16,52	11,26	136,29	27,9	39595
Gaia DR2 2975476037556314880	05 06 56,31	-19 54 37,0	3,251	20,42	-0,06	110,56	10,76			
Gaia DR2 2975475311702997376	05 06 46,06	-19 57 57,0	3,292	19,82	1,25	110,64	11,75	246,77	215,8	75424
Gaia DR2 2962268600804689920	05 08 40,40	-22 53 02,9	2,146	17,69	0,99	29,53	10,74			
Gaia DR2 2962268665224894848	05 08 46,95	-22 52 01,2	2,133	17,87	1,10	30,94	11,83	109,62	55,7	51236
Gaia DR2 4621026339642213376	05 18 06,61	-82 33 19,6	2,474	-8,80	21,16	20,17	12,03			
Gaia DR2 4621120932002256256	05 17 48,11	-82 32 23,7	2,465	-8,68	21,13	18,25	12,36	66,52	327,3	26942
Gaia DR2 4822266207663136384	05 22 00,04	-36 40 58,6	1,869	1,36	9,06	32,63	10,54			
Gaia DR2 4822266070224186624	05 21 49,27	-36 40 25,7	1,909	1,33	9,58	35,68	11,46	133,64	284,2	70757
Gaia DR2 4769565412752201984	05 23 38,18	-55 35 26,8	6,461	-1,12	29,87	14,77	9,29			
Gaia DR2 4769566580983302528	05 23 36,67	-55 33 48,9	6,415	-1,82	29,90	14,02	10,57	98,78	352,6	15343
Gaia DR2 4657131896383577856	05 33 54,68	-70 31 49,9	2,309	4,01	37,45	-3,37	11,87			
Gaia DR2 4657132102541934080	05 33 51,67	-70 29 58,5	2,306	4,26	37,89	-3,51	12,01	112,43	352,3	48724
Gaia DR2 3008492894266247424	05 35 19,51	-13 58 12,3	7,206	5,37	9,19	35,37	10,72			
Gaia DR2 2984473165109820800	05 35 15,34	-14 01 51,8	7,197	5,36	9,55	35,96	11,57	227,73	195,5	31623
Gaia DR2 499684294877336576	05 40 14,09	+74 00 43,6	3,700	5,51	-22,99	-6,00	10,80			
Gaia DR2 499684333534023936	05 39 26,42	+73 59 40,0	3,702	5,83	-22,72	-6,94	12,00	206,99	252,1	55930
Gaia DR2 3448410657639298048	05 40 57,82	+32 53 45,5	14,455	0,01	-0,95	-4,67	6,74			
Gaia DR2 3448457932341125248	05 40 46,80	+32 56 18,7	14,426	-0,67	-0,37	-4,80	9,78	206,73	317,8	14316
Gaia DR2 4796023304648974464	05 43 11,25	-46 19 37,1	2,722	7,74	-10,76	21,61	11,22			
Gaia DR2 4796023167210025472	05 43 23,98	-46 19 50,2	2,713	7,51	-11,10	21,52	11,94	132,55	95,7	48778
Gaia DR2 2918065793825916160	05 57 21,93	-21 03 33,0	3,279	-4,22	18,79	40,62	8,36			
Gaia DR2 2918059536055659264	05 57 14,70	-21 05 43,7	3,327	-4,12	18,74	41,13	12,53	165,30	217,7	50049

Agradecimientos

Este artículo ha utilizado el *Washington Double Star Catalog* mantenido por el *U.S. Naval Observatory*.

Este trabajo ha utilizado datos de la *European*

Space Agency (ESA) mission Gaia (<https://www.cosmos.esa.int/gaia>), procesados por *Gaia Data Processing and Analysis Consortium (DPAC)*, (<https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dpac/consortium>). Los fondos para DPAC han sido proporcionados por instituciones nacionales, en particular por las instituciones participantes en *Gaia Multilateral Agreement*.

El estudio aquí presentado también ha utilizado la *SIMBAD astronomical database* y el *VizieR astronomical catalogs service*, ambos mantenidos y operados por el *Center de Données Astronomiques de Strasbourg (CDS)* (<http://cdsweb.u-strasbg.fr/>).

Este estudio ha utilizado *Aladin sky atlas* también desarrollado por el CDS, *Strasbourg Observatory*, France. 

Referencias

- Andrews, J. J., Chanamé, J., & Marcel A. Agüeros, M. A., 2018, MNRAS, 473, 5393.
- Benavides, R., Rica, F., Reina, E., Castellano, J., Naves, R., Lahuerta, L., Lahuerta, S., 2010, JDSO, 6, 30
- Godoy-Rivera, D. & Chanamé, J., 2018, MNRAS, 479, 4440.
- Heggie, D. C. 1975, MNRAS, 173, 729.
- Hernández, H., Cortés, R., Allen, C., & Scarpa, R., 2019, INT J MOD PHYS D, March.
- Hernández, X. & Lee, W. H., 2008, MNRAS, 387, 1727.
- Hog E., Fabricius C., Makarov V.V., Urban S., Corbin T., Wycoff G., Bastian U., Schwekendiek P., Wicenec A., 2000, A&A, 355, L27
- Jiménez-Esteban, F. M., Solano, E., & Rodrigo, C., 2019, AJ, 157, 78.
- Longhitano M., 2010, Tesis doctoral.
- Oh, S., Price-Whelan, A. M., Hogg, D. W., Morton, T. D., Spergel, D. N., 2017, AJ, 153, 257.
- Parker, R. J., Goodwin, S. P., Kroupa, P., & Kouwenhoven, M. B. N. 2009, MNRAS, 397, 1577
- Zhao, J. K., Oswalt, T.D. & Zhao, G., 2012, AJ, 143, 31.

Tres nuevos sistemas triples y nuevas compañeras para los sistemas LOC 9 y DVG 3

Three new triple systems and new companions for LOC 9 and DVG 3 systems

Manuel José del Valle González

Asociación de Astronomía y Astrofotografía de Almansa (Albacete)

■ Correo-e: mjvallgon@gmail.com

En este breve artículo presento tres nuevos sistemas triples de movimiento propio común, además de dos nuevas compañeras para los sistemas binarios LOC 9 AB y DVG 3 AB, utilizando el catálogo GAIA-DR2, y todas las herramientas que el observatorio virtual Aladin, pone a nuestra disposición.

In this brief paper, I present three new common proper motion triple systems, in addition to two new companions for the LOC 9 AB and DVG 3 AB binary systems, using the GAIA-DR2 catalog, and all the tools that the Aladin virtual observatory puts our disposition.

Introducción

MEDIANTE LA CONSULTA del catálogo GAIA-DR2, en el observatorio virtual (Vizier y Aladin (Bonnarel *et al.*, 2000; Boch & Fernique, 2004), encontramos estos sistemas triples que comparten movimiento propio común, además de la similitud de sus paralajes (tabla 2). Encontramos además tres nuevos sistemas triples, estos se corresponden a tres nuevos sistemas y a dos nuevas compañeras; una para el sistema binario LOC 9 AB, con una magnitud $V=19,550$ y un tipo espectral M4V, situada a una distancia de $78,35''$ en dirección con respecto a la componente principal $266,81^\circ$, y una nueva compañera para el sistema binario DVG 3 AB, cuya magnitud V es $21,881$ con un tipo espectral M0V, situada a una distancia de $47,37''$ y con un ángulo de posición respecto a la principal de $222,90^\circ$. Los movimientos propios están incluidos en la tabla 2.

En las figuras 1, 2, 3 y 4 (página siguiente), podemos ver los cuatro sistemas estelares, donde se han representado los movimientos propios de cada componente, desde los datos del catálogo GAIA-DR2. Podemos apreciar en las imágenes la similitud de estos

movimientos propios.

La denominación provisional de los nuevos sistemas triples, para su futura inclusión en el WDS, es DVG 53 AC, DVG 54 AC y DVG 55 AC, además de las nuevas componentes C de los sistemas LOC 9 AB y DVG 3 AB.

Datos recogidos desde la literatura astronómica

En la tabla 1, podemos ver los datos que el WDS nos muestra para el par LOC 9 AB, y en la tabla 1bis los datos para el sistema DVG 3 AB.

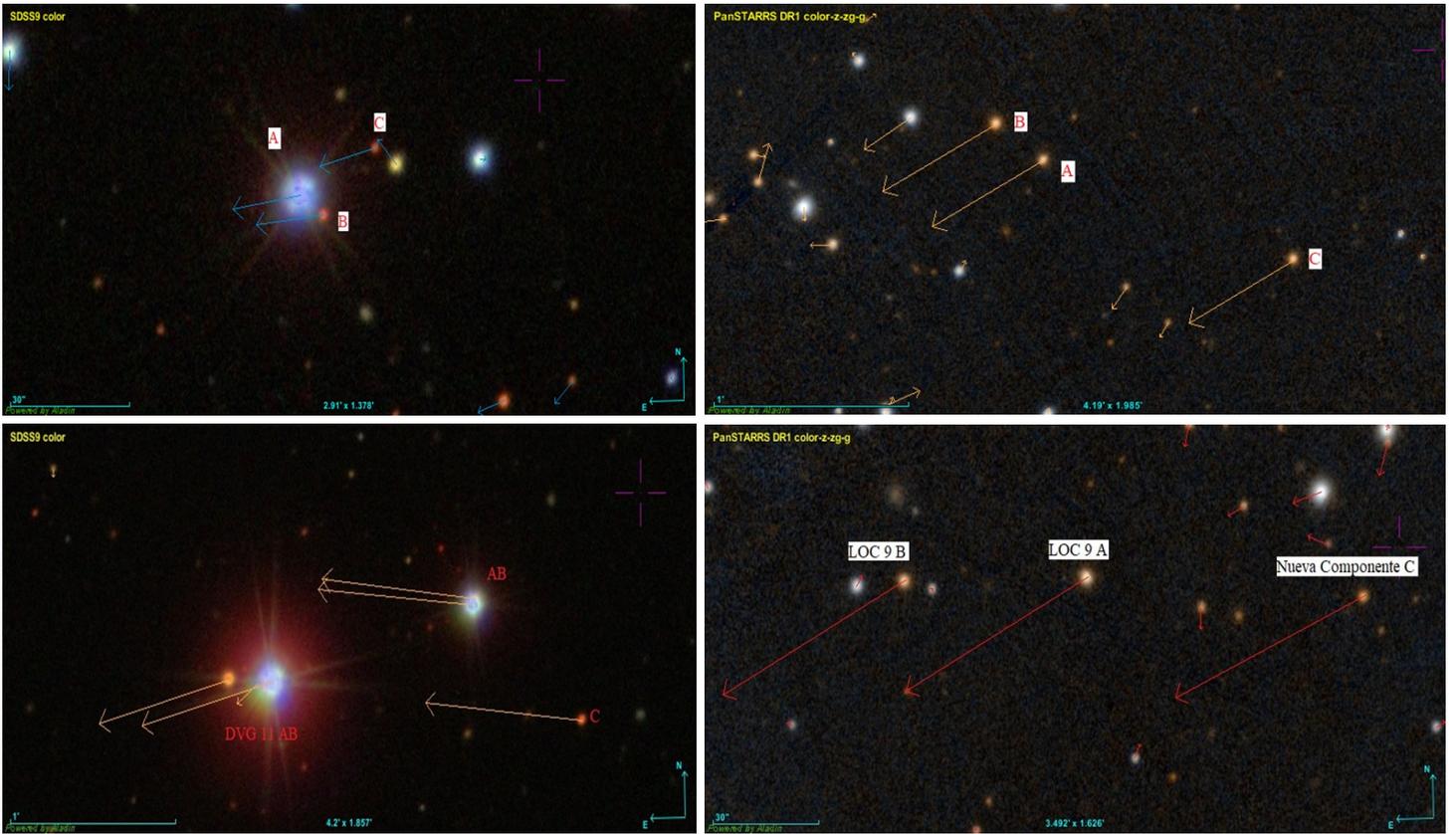
En la tabla 2 (página siguiente), están representados los datos recogidos desde el catálogo GAIA-DR2, para los cinco sistemas triples, solamente se han recogido los datos más importantes para cada estrella.

Fotometría

Para obtener la fotometría, hemos consultado

Full	r	RAJ2000	DEJ2000	WDS	Disc	Comp	Obs1	Obs2	pal	pa2	sep1	sep2	mag1	mag2	DM	Notes	n	RAJ2000	DEJ2000
arcmin	"h:m:s"	"d:m:s"	"h:m:s"				yr	yr	deg	deg	arcsec	arcsec	mag	mag				"h:m:s"	"d:m:s"
1	0.0147	02 52 22.8200	+82 23 48.0000	02524+8224	LOC 9		2000	2015	91	91	51.5	51.60	17.20	18.00		T		02 52 22.82	+82 23 48.0
Full	RAJ2000	DEJ2000	WDS	Disc	Comp	Obs1	Obs2	pal	pa2	sep1	sep2	mag1	mag2	DM	Notes	n	RAJ2000	DEJ2000	
arcmin	"h:m:s"	"d:m:s"				yr	yr	deg	deg	arcsec	arcsec	mag	mag				"h:m:s"	"d:m:s"	
1	08 45 40.9700	+14 29 06.7000	08457+1429	DVG 3		1950	2015	186	186	27.0	26.80	13.70	14.30		V		08 45 40.97	+14 29 06.7	

Tabla 1 (arriba). Datos WDS, LOC 9 AB y Tabla 1bis (abajo). Datos WDS, DVG 3 AB.



De arriba abajo y de izquierda a derecha: **Figura 1.** Imagen SDSS9 del sistema **DVG 53 AC**. **Figura 2.** Imagen PanSTARRS del sistema **DVG 54 AC**. **Figura 3.** Imagen SDSS9 color, del nuevo sistema triple **DVG 55 AC**, junto al sistema doble **DVG 11 AB**. **Figura 4.** Imagen PanSTARRS DR1 del par **LOC 9 AB** y la nueva componente **C**.

TABLA 2. DATOS GAIA-DR2.

	GAIA DESIG.	AR (J2000)	DEC. (J2000)	MP. AR	MP. DEC.	PARALAJE
DVG 53 AC						
A	317342248599584000	01 27 20,766	+34 34 52,503	17,019 ± 0,067	-2,683 ± 0,064	2,4392 ± 0,041
B	317342252895381888	01 27 20,288	+34 34 48,579	17,028 ± 0,696	-1,848 ± 0,643	2,4225 ± 0,402
C	317342454758341760	01 27 19,229	+34 35 02,164	14,145 ± 1,272	-3,801 ± 1,145	2,8307 ± 0,709
DVG 54 AC						
A	569523349328988160	02 34 41,159	+82 50 45,727	34,501 ± 0,251	-19,434 ± 0,184	3,1442 ± 0,104
B	569523280609516544	02 34 49,041	+82 50 55,967	34,955 ± 0,530	-19,474 ± 0,441	3,0188 ± 0,249
C	569523211890021248	02 34 00,108	+82 50 16,743	32,301 ± 0,244	-18,501 ± 0,220	2,7935 ± 0,137
DVG 55 AC						
A	2780038292392621440	00 33 02,976	+14 30 10,576	56,459 ± 0,069	4,305 ± 0,045	2,8732 ± 0,04
B	2780038292392621312	00 33 02,912	+14 30 12,187	55,919 ± 0,881	5,554 ± 0,716	1,3816 ± 0,55
C	278003825373287424	00 33 00,261	+14 29 39,218	56,623 ± 0,525	4,780 ± 0,378	2,9721 ± 0,28
LOC 9 AB – Nueva componente C						
A	569459719388487168	02 52 22,423	+82 23 48,393	51,563 ± 0,161	-27,359 ± 0,141	2,777 ± 0,081
B	569459749453079296	02 52 48,406	+82 23 47,687	51,538 ± 0,258	-27,532 ± 0,258	2,973 ± 0,133
C	569459886892027264	02 51 43,011	+82 23 43,922	53,501 ± 0,463	-24,453 ± 0,465	3,0521 ± 0,263
DVG 3 AB – Nueva componente C						
A	609334882959875712	08 45 40,966	+14 29 06,689	-10,646 ± 0,054	-18,515 ± 0,034	1,243 ± 0,029
B	609334814240400000	08 45 40,786	+14 28 40,051	-8,839 ± 0,053	-18,272 ± 0,036	1,655 ± 0,029
C	609334844305629952	08 45 38,761	+14 28 32,130	-7,361 ± 1,837	-15,236 ± 1,140	1,8041 ± 1,080

los catálogos 2MASS-PSC (Skrutskie *et al.*, 2006), PanSTARRS-DR1 y SDSS-DR9 mediante VizieR y Aladin (Bonnarel *et al.*, 2000; Boch & Fernique, 2014). Estos datos fotométricos están incluidos en la tabla 3.

Estudio astrofísico

Antes de comenzar con el estudio astrofísico hemos calculado el enrojecimiento estelar en la línea de visión, para ello se han utilizado los mapas de extinción de Schaffly & Finkbeiner (2011), a través de la página web “Galactic Dust Reddening and Extinction”, (<http://irsa.ipac.caltech.edu/applications/DUST/>). Para escalar el valor del enrojecimiento a la distancia aproximada del sistema hemos usado la expresión de la ley exponencial de Anthony-Twarog & Twarog (1994):

$$E(B - V)_d = E(B - V)_\infty * (1 - e^{-(0.008d * \sin|b|)});$$

donde $E(B-V)_\infty$ es el enrojecimiento en la línea de visión, d es la distancia en parsecs y b es la latitud galáctica del sistema. Los enrojecimientos estimados para los sistemas a estudio están representados en la tabla 4.

Para la nueva componente C del sistema LOC 9 AB, dado que no tenemos datos del catálogo SDSS-

TABLA 4. ENROJECIMIENTO ESTELAR.

	$E(B - V)_\infty$	$E(B - V)_d$	A_v
DVG 53 AC	0,053	0,041	0,131
DVG 54 AC	0,398	0,243	0,778
DVG 55 AC	0,053	0,020	0,064
LOC 9 AB + C	0,398	0,240	0,768
DVG 3 AB + C	0,022	0,020	0,198

DR9/12, hemos optado por calcular las magnitudes BVI, y los índices de color $B - I$ y $V - I$, a partir de las magnitudes “griz”, del catálogo PanSTARRS-DR1. Para ello hemos utilizado las transformaciones de A. Kostov & T. Bonev (2017).

Para el sistema DVG 53 AC, hemos utilizado los datos obtenidos desde el APASS (*AAVSO Photometric All Sky Survey (APASS) DR9 (Henden+, 2016)*), para la componente A y los datos “ugriz” del SDSS-DR9 (*The SDSS Photometric Catalog, Release 9, Adelman-McCarthy+, 2012*), para las componentes B y C. Para el sistema DVG 54 AC hemos utilizado las magnitudes “griz”, del mismo modo que para DVG 56 AC.

TABLA 3. FOTOMETRÍA DE LOS SISTEMAS A ESTUDIO.

	2MASS			APASS			SDSS DR9					Pan-STARRS			
	J	H	K	B	V	I	u	g	r	i	z	g	r	i	z
DVG 53 AC															
A	11,129	10,821	10,808	12,869	12,256	11,956	--	--	--	--	--	--	--	--	--
B	16,167	15,343	15,438	--	--	--	24,635	20,565	19,488	18,170	18,000	--	--	--	--
C	16,735	15,677	16,183	--	--	--	24,533	22,216	20,602	19,032	18,328	--	--	--	--
DVG 54 AC															
A	15,177	14,511	14,234	--	--	--	--	--	--	--	--	19,747	18,498	17,214	16,631
B	14,827	14,375	13,975	--	--	--	--	--	--	--	--	19,823	18,548	17,075	16,476
C	15,333	14,750	14,465	--	--	--	--	--	--	--	--	20,221	18,934	17,539	16,914
DVG 55 AC															
A	11,649	11,278	11,207	13,753	13,030	12,613	--	--	--	--	--	--	--	--	--
B (1)	--	--	--	--	--	--	15,462	15,647	12,903	12,727	13,493	--	--	--	--
C	15,663	15,137	14,904	--	--	--	23,602	20,659	19,211	17,837	17,054	--	--	--	--
DVG 3 AC															
A	12,414	12,097	12,003	14,452	13,684	13,339	--	--	--	--	--	--	--	--	--
B	12,993	12,594	12,514	15,103	14,315	13,947	--	--	--	--	--	--	--	--	--
C (1)	--	--	--	--	--	--	23,604	22,690	21,247	19,777	18,951	--	--	--	--
DVG 56 AC															
A	14,741	14,072	13,780	--	--	--	--	--	--	--	--	18,876	17,496	16,555	16,104
B	15,265	14,620	14,358	--	--	--	--	--	--	--	--	19,911	18,470	17,320	16,771
C	15,948	15,384	15,373	--	--	--	--	--	--	--	--	21,442	20,066	18,460	17,682

(1). No presentan datos de fotometría JHK, ni en el 2MASS, ni en UKIDSS DR9.

Asimismo, para las componentes A y B del sistema DVG 3 AC, hemos utilizado los datos desde el APASS (*AAVSO Photometric All Sky Survey (APASS) DR9 (Henden+, 2016)*) y los datos del catálogo SDSS-DR9/12 para la componente C.

También hemos optado por utilizar las tablas de E. Mamajek (*"A Modern Mean Dwarf Stellar Color and Effective Temperature Sequence"*), implementadas en la herramienta *Excel* de Francisco Rica, *"Mamajek_Tool_v1.4.xls"*, para determinar la magnitud absoluta M_v , una vez conocidos los espectros y tipo de luminosidad, obtenidos mediante la herramienta *Excel* del mismo autor que la anterior, *"Transformación SDSS-2MASS.Jhonson_v2.3.xls"* y de las magnitudes infrarrojas JHK (2MASS) y BVI (PanSTARRS y SDSS DR9/12). Estos parámetros están incluidos en las tablas 5.1. y 5.2.

Astrometría relativa

En la astrometría relativa de los sistemas solamente hemos utilizado mediciones desde las coordenadas obtenidas del catálogo GAIA-DR2, de las que hemos obtenido " ρ " y " θ ", mediante el software de A. Garro, *RhoThetaRAA*. Solamente hemos utilizado las mediciones astrométricas actuales, dado que estos dos sistemas triples son nuevos y no se dispone de mediciones históricas y en la mayoría de placas antiguas

consultadas no ha sido posible la medición astrométrica. Los datos obtenidos están reflejados en la tabla 6 (página siguiente).

Naturaleza de los sistemas

Para evaluar e intentar dar un poco de luz a la posible naturaleza de estos sistemas hemos utilizado el criterio de Halbwachs (Halbwachs,1986), el cual se basa en la cinemática de las estrellas componentes de un sistema doble.

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

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

Paralelamente, podemos establecer un nuevo parámetro "T", que es el periodo que necesita la estrella con su movimiento propio " μ ", para recorrer una distancia igual a su separación angular " ρ ". Expresado matemáticamente resulta:

$$T = \rho/\mu$$

TABLA 5.1. DATOS ASTROFÍSICOS MÁS RELEVANTES DE LOS NUEVOS SISTEMAS DVG 53 AC, DVG 54 AC Y DVG 55 AC.

	DVG 53 AC			DVG 54 AC			DVG 55 AC		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
B	12,869	21,248	22,959	20,644	20,734	21,139	13,753	16,335	21,366
V	12,256	19,959	21,306	19,095	19,157	19,549	13,030	14,085	19,842
I	11,956	17,675	18,348	16,625	16,481	16,812	12,613	12,103	17,195
B - V	0,613	1,289	1,653	1,549	1,577	1,590	0,723	2,444	1,544
V - I	0,300	2,284	2,958	2,577	2,676	2,737	0,417	1,982	2,647
V - K	1,448	4,521	5,123	4,861	5,182	5,084	1,823	--	4,938
Dist. (pc)	409,97	412,80	353,27	318,05	331,26	357,97	348,04	723,80 (¿?)	336,46
Espectro	F8V	M6V	M3V	M1V	M2V	M2V	G4V	K9V	M4V
M_v	4,01	16,62	11,17	9,80	10,30	10,30	4,94	9,00	12,65
T_{eff} (K)	6170	2750	3400	3700	3550	3550	5640	3880	3200
M_{\odot}	1,18	0,10	0,40	0,53	0,48	0,48	0,99	0,61	0,24
L_{\odot}	2,04	0,0001	0,019	0,038	0,027	0,027	0,93	0,06	0,007
$R_{\odot}^{(1)}$	1,27	0,14	0,39	0,48	0,44	0,44	1,003	0,55	0,28
BCv	-0,07	-1,97	-2,10	-1,53	-1,65	-1,65	-0,10	-1,22	-2,55
MBol.	3,96	12,28	9,07	8,27	8,65	8,65	4,84	7,78	10,10
Log g	4,30	5,15	4,86	4,80	4,83	4,83	4,43	4,75	4,93

1.Popper (1980).

TABLA 5.2. DATOS ASTROFÍSICOS MÁS RELEVANTES DE LAS NUEVAS COMPONENTES DE DVG 3 AC Y DVG 56 AC.

	Componente C (DVG 3 AB)	Componente C (LOC 9 AB)
B	23,223	21,187
V	21,881	19,550
I	19,152	16,856
B - V	1,430	1,637
V - I	2,729	2,694
V - K	--	4,177
Dist. (pc)	554,29	327,64
Espectro	M0V	M4V
M_v	9,16	12,80
T_{eff} (K)	3850	3200
M_{\odot}	0,60	0,22
L_{\odot}	0,06	0,0063
$R_{\odot}^{(1)}$	0,54	0,26
BCv	-1,30	-2,59
MBol.	7,90	10,21
Log g	4,75	4,95

1.Popper (1980).

TABLA 6. ASTROMETRÍA RELATIVA.

SISTEMA	COMPONENTE	ρ (")	θ (°)
DVG 53 AC	AB	7,09	236,39
	BC	18,27	318,04
	AC	20,53	298,07
DVG 54 AC	AB	17,93	55,16
	BC	99,50	246,88
	AC	82,02	249,39
DVG 55 AC	AB	1,86	330,02
	BC	50,69	229,42
	AC	50,38	231,50
LOC 9 AB + C	AB ⁽¹⁾	51,57	90,73
	BC	129,86	268,47
	AC	78,35	266,81
DVG 3 AB + C	AB ⁽²⁾	26,77	185,61
	BC	30,46	254,93
	AC	47,12	222,82

(1). Datos WDS $\rho = 51,60''$ y $\theta = 91,0^\circ$ (J2000)

(2). Datos WDS $\rho = 26,80''$ y $\theta = 186,0^\circ$ (J2000)

TABLA 7. NATURALEZA DE LOS SISTEMAS.

SISTEMA	COMPONENTES	CRIT. HALBWACHS	T (ρ / μ)	SIMILITUD DISTANCIA (%)
DVG 53 AC	AB	SÍ / 99 %	417	99
	BC	SÍ / 60 %	1175	96
	AC	SÍ / 60 %	1192	97
DVG 54 AC	AB	SÍ / 99 %	453	99
	BC	SÍ / 60 %	2488	99
	AC	SÍ / 60 %	2071	98
DVG 55 AC	AB	SÍ / 99 %	33	¿?
	BC	SÍ / 99%	165	¿?
	AC	SÍ / 99 %	888	99
LOC 9 AB (COMPONENTE C)	AC	SÍ / 60 %	1350	99
	BC	SÍ / 60 %	2239	99
DVG 3 AB (COMPONENTE C)	AC	SÍ / 60 %	2462	70
	BC	SÍ / 60 %	1367	98

Como podemos observar en la tabla, estos sistemas estudiados satisfacen el criterio de Halbwachs, entre el 99 y el 60 %, por lo que podríamos considerarlos como sistemas MPC con una alta probabilidad de que sean sistemas físicos (tabla 7, página anterior).

Conclusión

De acuerdo a los datos obtenidos en este estudio podemos concluir que nos encontramos tanto ante tres sistemas triples de movimiento propio común como ante dos nuevas componentes para los sistemas LOC 9 y DVG 3, si atendemos a la similitud de sus movimientos propios y las distancias obtenidas a partir de sus paralajes.

El criterio utilizado en este estudio nos indica que nos encontramos ante sistemas MPC y con una posible naturaleza física este sus componentes. Con los datos obtenidos no podemos asegurar una posible relación gravitacional entre las componentes de los sistemas. Lo que sí podemos inferir es el posible origen común de sus componentes si atendemos como hemos dicho anteriormente a sus movimientos propios y a las distancias.

Agradecimientos

En este trabajo se han utilizado las herramientas *Excel*, cedidas amablemente por Francisco Rica Romero, "*Transformación SDSS-2MASS.Jhonson_v2.3.xls*", "*MamajekTool_v1.4.xls*" y "*Astronomia_v1.5.19.xls*".

Este trabajo ha utilizado datos de la misión Gaia de la Agencia Espacial Europea (ESA) (<https://www.cosmos.esa.int/gaia>), procesados por el Consorcio de Análisis y Procesamiento de Datos de Gaia (DPAC, <https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dpac/consortium>).

Este trabajo se ha utilizado el Washington Double Star Catalog (WDS) - United States Naval Observatory (<https://ad.usno.navy.mil/wds/>).

En este trabajo se han utilizado los datos de los catálogos, APASS (AAVSO Photometric All Sky Survey (APASS) DR9 (Henden+, 2016), y los datos "ugriz" del SDSS-DR9 (The SDSS Photometric Catalog, Release 9 (Adelman-McCarthy+, 2012), del catálogo Pan-STARRS (<https://panstarrs.stsci.edu/>), y el catálogo 2MASS-DR1

En el estudio también se ha utilizado la base de datos astronómica SIMBAD y el servicio de catálogos astronómicos VizieR, ambos mantenidos y operados por el Centre de Données Astronomiques de Strasbourg (<http://cdsweb.u-strasbg.fr/>). Esta investigación ha utilizado el atlas del cielo Aladin también desarrollado en CDS, Observatorio de Estrasburgo, Francia.

Referencias

A. Kostov & T. Bonev., "Transformation of Pan-STARRS1 gri to Stetson BVRI magnitudes. Photometry of small bodies observations". Institute of Astronomy and NAO, Bulgarian Academy of Sciences, BG-1784, Sofia. ARXIV: 1706:06147v2. 18 July 2017.

Anthony-Twarog B. J., Twarog B. A., 1994, Reddening Estimation For Halo Red Giants Using UVBY Photometry AJ, 107, 1577.

Gaia Data Release 2 Documentation release 1.0. European Space Agency (ESA) and Gaia Data Processing and Analysis Consortium (DPAC) 25 April 2018

E. Mamajek, "A Modern Mean Dwarf Stellar Color and Effective Temperature Sequence". http://www.pas.rochester.edu/~emamajek/EEM_dwarf_UBVIJHK_colors_Teff.txt

Halbwachs, J. L., 1986, "Common proper motion stars in the AGK3". Bull. Inf. Centre Donnees Stellaires, 30:129.

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

Mason, B. D.; Wycoff, G.; Hartkopf, W. I., 2003, "The Washington Double Star Catalog", <http://ad.usno.navy.mil/wds/>

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

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

Rica, F. M., 2004, Criterio de caracterización de J. L. Halbwachs: Relación entre ρ y μ , Circular Sección Estrellas Dobles LIADA, N° 6.

Schalafly, E. F., and Finkbeiner, D. P., 2011, ApJ, 737.

Sebastian Jester, Donald P. Schneider, Gordon T. Richards, Richard F. Green, Maarten Schmidt, Patrick B. Hall, Michael A. Strauss, Daniel E. Vanden Berk, Chris Stoughton, James E. Gunn, Jon Brinkmann, Stephen M. Kent, J. Allyn Smith, Douglas L. Tucker, and Brian Yanny. 2005, "THE SLOAN DIGITAL SKY SURVEY VIEW OF THE PALOMAR-GREEN BRIGHT QUASAR SURVEY", The Astronomical Journal, Vol. 130, 873-895.

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

Veeder. G. J., 1974, Luminosities and temperatura of M dwarf stars from infrared photometry, Astronomical Journal, 79, 1056.

Benavides, R, González, J. L., Masa, E.: Observación de estrellas dobles. Ed. Marcombo (2017)

AC 7, una órbita con historia

AC 7: An orbit with History

Antonio Egea Gómez

■ Correo-e: aegeaprimer@gmail.com

Este trabajo trata de realizar un estudio de la órbita del sistema doble AC 7 a lo largo de los años. Se pretende analizar los diferentes periodos midiendo los parámetros orbitales sobre las elipses aparentes construidas según las observaciones disponibles desde 1850 aproximadamente.

This work tries to carry out a study of the orbit of the double AC 7 system over the years. The aim is to analyze the different periods by measuring the orbital parameters on the apparent ellipses constructed according to the available observations since approximately 1850.

Introducción

DESDE QUE COMENZARON las observaciones de AC 7, descubierta por Alvan Clark en 1856, la estrella secundaria ha concluido casi cuatro revoluciones, no es de extrañar por tanto que haya sido seguida y estudiada a lo largo de 150 años. Ya que se disponen de datos que cubren todas las revoluciones y además, existen referencias de primera mano proporcionadas entre otros, por un histórico astrónomo como *Paul Couteau*, parece muy propicio para realizar un estudio intentando comprender cuándo, con qué medios y cómo se pudieron representar las órbitas y medir los parámetros orbitales.

Se comparan así mismo, las diferentes órbitas surgidas en el transcurso de los años de observación con la actualmente admitida y clasificada de grado 1 en “*Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars*”. Para ello se hará uso de las órbitas calculadas en este presente trabajo, todas ellas surgidas de la aplicación de diferentes métodos resueltos con el programa GEOGEBRA, el cual se muestra como una herramienta matemática de primer orden y de sencillo uso, especialmente adaptada al estudio y representación de movimientos keplerianos, entre ellos los de las estrellas dobles.

Muestreo de las observaciones históricas

Se representan en la figura 1, todas las observaciones que figuran en el WDS correspondientes a AC 7 mostrando además, la elipse que produce la

herramienta antes mencionada, *AjusteImplicita (cónica,orden)* de GEOGEBRA.

Se utiliza esta elipse únicamente para enmarcar los datos, ya que se trata de una curva muy genérica donde todas las observaciones tienen el mismo peso y por lo tanto, está influenciada por los datos anómalos (*outliers* en inglés) de los que resulta un ajuste equívoco comparando con las más precisas observaciones.

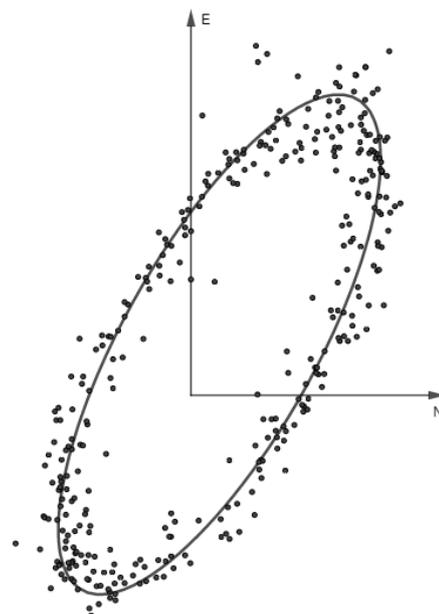


Figura 1. Representación de la órbita con todas las observaciones que figuran en el WDS Catalog

El primer cálculo de la órbita se produjo en 1878. Entonces, tratando de ver la evolución de las mismas a lo largo de los años, se representan las órbitas calculadas con un intervalo de tiempo de 20 años, aproximadamente la mitad del periodo. Esto mismo podrían haberlo hecho los astrónomos en dichos intervalos de tiempo, teniendo en cuenta las nuevas observaciones de las que se iban disponiendo.

El cálculo realizado hace uso de las observaciones de una sola vuelta (aproximadamente) tomadas cada 20 años y calculadas mediante *Ajuste Implícita (cónica, orden)* con el único fin de mostrar visualmente su evolución (figura 2).

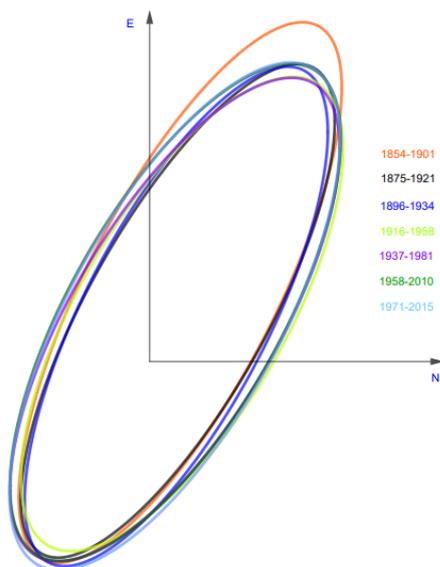


Figura 2. Representación de las órbitas históricas calculadas para AC 7 en intervalos de 20 años.

Naturalmente la primera órbita, la correspondiente al periodo 1854-1901, resulta la más dispar. Sin duda debido a las dificultades para medir, en especial separaciones angulares, al ser AC 7 una pareja de estrellas muy cercanas. Las demás muestran una fuerte homogeneidad. Es decir, desde que se completó la segunda órbita, hacia 1921, ya se pudieron conocer con bastante aproximación los parámetros orbitales. No es de extrañar por tanto, la enorme similitud de la órbita hallada por Couteau con la admitida hoy en día.

La tabla 1 representa una selección de órbitas en diferentes periodos que, sin ser exhaustiva, muestra la tendencia evolutiva de los valores de los parámetros orbitales a lo largo de la historia observada de AC 7.

e	P	T	a	Ω	ω	i	
0,232	47,94	1882,18	1,512	62,13	193,71	71,06	1854-1902
0,275	45,76	1920,53	1,448	61,20	200,60	68,20	1902-1946
0,210	42,30	1965,71	1,394	57,76	179,06	66,68	1929-1971
0,205	43,55	1964,78	1,385	63,64	187,77	66,07	1946-1989
0,192	42,14	1964,46	1,412	59,00	163,71	65,93	1951-1997

Tabla 1. Evolución de los valores de los parámetros orbitales calculados en las diferentes órbitas históricas.

La órbita de Paul Couteau

Muestra *Couteau* en *L'Observation Des Étoiles Doubles Visuelles* (a partir de ahora LOEDV) un ejemplo de cálculo, precisamente de AC 7, órbita previamente publicada por él mismo en 1959. Advierte que se trata de un par de enanas rojas de brillo muy débil, magnitudes 10,5-11,0 que hacen muy difícil e imprecisa la medición de la separación entre ellas. Aunque en las épocas de relativa gran separación, las dos componentes permiten medidas bastantes seguras de los ángulos de posición (LOEDV, pag. 83), por ello hace uso del método de los puntos opuestos (Danjon) cuya explicación cae fuera de este presente trabajo.

De todos los datos disponibles en el momento de realizar esta aplicación para su libro, recordemos que ya había calculado una órbita en 1959 (unos quince años antes), solo hace uso de los mostrados en la figura 3. En esta tabla se recogen además de los datos habituales, fecha, ángulo, separación, el número de noches, los observadores (no todos) y los residuos. Esto es, la diferencia entre las observaciones y el cálculo realizado.

		Observations					Résidus
1857,50	59°,2	1",82	2 n	Dawes		+ 00,4 + 0",22	
65,79	84,1	1,17	7 n	Dembowski 5,0, Struve 2		- 0,2 - 0,06	
78,08	233,5	1,03	13 n			- 0,2 - 0,05	
85,56	286,7	0,67	5 n	H. Struve 2, Hall 3		+ 1,8 - 0,00	
94,74	41,4	1,23	30 n			+ 0,3 + 0,01	
1902,94	63,6	1,63	32 n			- 0,3 + 0,05	
06,28	73,0	1,37	18n			0,0 - 0,02	
08,46	80,1	1,22	22 n			- 1,0 + 0,05	
11,59	102,4	0,72	8 n			+ 0,3 - 0,05	
15,66	175,4	0,49	7 n			- 0,5 - 0,06	
21,11	233,0	1,00	14n			+ 0,4 - 0,07	
28,59	283,3	0,66	3 n	Aitken		+ 1,0 - 0,03	
33,53	8,7	0,64	7 n			- 0,6 - 0,06	
40,00	47,6	1,37	36 n			- 0,3 - 0,05	
46,43	63,7	1,60	26 n			- 0,6 + 0,03	
51,10	79,5	1,26	8 n	Baize 4, Baize 4		+ 1,1 + 0,03	
54,54	99,9	0,77	7 n	Couteau 3, Bz 4		+ 0,4 - 0,03	
56,57	126,8	0,55	9 n	Worley 4, Bz 5		+ 0,1 - 0,03	
60,65	204,0	0,70	4n	Worley		+ 2,8 + 0,10	
64,68	234,2	1,07	4n	Baize		0,0 - 0,01	
74,54	330,8	0,51	7 n			+ 1,2 - 0,02	

Figura 3. Datos usados por Couteau para el cálculo de la órbita de AC 7.

Para hacernos una idea de las observaciones de las cuales dispone, expone otra tabla que muestra ciertos observadores y sus instrumentos. Así, se puede imaginar que debido a la experiencia acumulada por estos observadores y a las calidades de los instrumentos manejados, los datos serán los mejores posibles.

t	θ	ρ	Nomb. nuits	Obser.	Instrument	Ouv. cm
1908,87	267°,0	0",22	3n	Aitken	lun. Lick	91 cm
20,68	247,0	,22	5	Aitken	lun. Lick	91
30,29	237,5	,20	2	van Biesbroeck	lun. Yerkes	102
34,09	242,9	,23	2	Aitken	lun. Lick	91
48,78	205,8	,18	2	van Biesbroeck	tel. Mc Donald	210
58,66	182,3	,20	3	van den Bos	tel. Mc Donald	210
61,73	181,5	,18	2	Couteau	lun. Yerkes	102
65,051	173,6	,19	4	Worley	lun. Washington	66
65,794	170,0	,22	3	Worley	tel. Flagstaff	102
67,78	165,2	,17	3	Couteau	lun. Nice	50
69,74	157,7	,17	2	Couteau	lun. Nice	50
76,81	144,6	,20	1	Couteau	lun. Nice	74

Figura 4. Tabla con los observadores y el instrumental utilizado

Sin extender los pasos seguidos en cálculo de la órbita (LOEDV, pag. 83 a 87), se presentan (tabla 2) los resultados siguientes proporcionados por él mismo.

e	P (años)	T (año)	a	Ω	ω	i
0,178	43,20	1965,40 (2008,60)	1,360	60,7	174	66,2

Tabla 2. Resultados obtenidos por Couteau para AC 7.

Ya que las observaciones presentan cierta dispersión, resulta difícil el ajuste de una elipse a los datos de manera que cumpla la ley de áreas. Es decir, debe ajustarse una elipse tal que el valor de la constante de áreas, no varíe más allá de las centésimas entre los diferentes sectores elípticos determinados por la elección de las fechas. Este asunto es delicado y Couteau lo describe como difícil, pues el ajuste debe hacerse mediante pruebas a mano, bajo estas circunstancias echa en falta un procedimiento numérico, no disponible en esos momentos, según comenta (LOED, pag. 73).

Con todo ello y a pesar de las naturales dificultades, ¿es apropiada la curva obtenida? ¿Los parámetros obtenidos se acercan a los que describen la órbita de AC 7?

Entonces se compara este resultado con los valores actualmente aceptados por el “*Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars*”. La órbita se encuentra clasificada como de grado 1 (definitiva) y es debida a Priour, J.L. & al. Sus valores publicados son (tabla 3):

e	P (años)	T (año)	a	Ω	ω	i
0,1796	43,127	2008,335	1,385	60,07	172,85	66,06
0,0009	0,013	0,073	0,038	0,17	0,64	0,15

Tabla 3. Parámetros de la actual órbita aceptada para AC 7. La fila inferior refleja los errores de cada parámetro.

Comparando los resultados obtenidos, no podemos más que asombrarnos de la sabiduría perspicaz de Couteau que haciendo todos los cálculos a mano, así como los gráficos y la representación de la elipse aparente, es capaz de proporcionar unos valores de los parámetros tan cercanos a los admitidos hoy en día. La órbita actual fue publicada en 2014, justo 45 años después.

¿Qué podría haber hecho Paul Couteau con GEOGEBRA? Para tratar de responder a esta cuestión se utiliza el programa para realizar un estudio de las posibles órbitas de este periodo que va desde 1902 hasta 1974. El procedimiento seguido es el referido en los artículos al respecto en OED nº 21 y 22. Aunque se ha optado por la variante de calcular los elementos de Campbell y el valor del semieje mayor por medio de las constantes de Thiele Innes, en vez del método gráfico de Vidal Abascal.

Con una muestra de cinco órbitas posibles (tabla 4), habiendo elegido para cada una de ellas cinco lugares normales o característicos con objeto de obtener la elipse que pasa por cinco puntos, se han obtenido los siguientes valores:

e	P (años)	T (año)	a	Ω	ω	i	
0,208	43,43	2008,29	1,367	61,00	173,30	68,0	
0,19	42,54	2008,30	1,367	61,00	173,30	68,0	
0,162	41,20	2007,00	1,375	63,61	173,40	69,2	
0,162	42,77	2008,11	1,368	61,50	172,10	67,7	
0,215	45,21	2012,59	1,367	62,60	170,10	67,9	
0,19	43	2009	1,369	62	172	68,2	Promedio
0,02	2	2	0,003	1	1	0,6	Error estándar

Tabla 4. Muestra de cinco órbitas posibles.

Y ya que Couteau hace mención del ajuste por mínimos cuadrados, aunque a él le faltaron los ordenadores necesarios para implementar los métodos numéricos, utilizamos la herramienta “*Ajuste Implícita (cónica, grado)*” de GEOGEBRA. Se produce así una elipse, sobre la cual se mide y cuyo resultado es este (tabla 5).

e	P (años)	T (año)	a	Ω	ω	i
0,189	43,34	2008,29	1,392	61,88	175,09	68,66

Tabla 5. Resultados obtenidos mediante GeoGebra.

Por fin, se representa un dibujo de la órbita aparente (en negro) y de la órbita relativa en verdadera magnitud (en rojo), obtenida para los datos mostrados (figura 5)

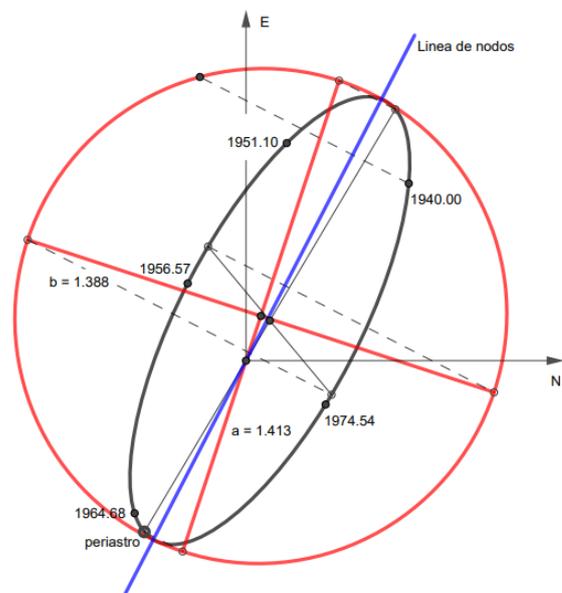


Figura 5. Representación de la órbita aparente (negro) y la relativa en verdadera magnitud (rojo).

Otros observadores: BAZ, RAB y WOR

Además, explorando los datos que posee el *WDS Catalog*, surge de inmediato la cuestión: ¿qué observadores son los que participan en esta y por supuesto en la mayor parte de las observaciones? Participan, desde la primera observación Dawes (DA) y la segunda por Clark (AC), el descubridor. Siguen los conocidos nombres de Otto Struve (STT), Dembowski (D), Burnham (BU), Secchi (SE), Hall (HAL), Schiaparelli (SP) y un largo número de nombres quedan

inscritos al lado de las medidas.

En particular, llama la atención Paul Baize (BAZ) al cual Couteau considera un *amateur*, avanzado eso sí y médico pediatra de profesión que estuvo en la observación y publicación de medidas de estrellas dobles alrededor de 74 años en el observatorio de París con una lente de 38 cm. Recibió en 1989 *the Amateur Achievement Award of the Astronomical Society of Pacific*, haciendo su última contribución ese mismo año a la edad de 92 años.

Se han escogido sus observaciones de este sistema doble y se han representado en el gráfico junto con la elipse ajustada por mínimos cuadrados, según se explicó anteriormente (figura 6).

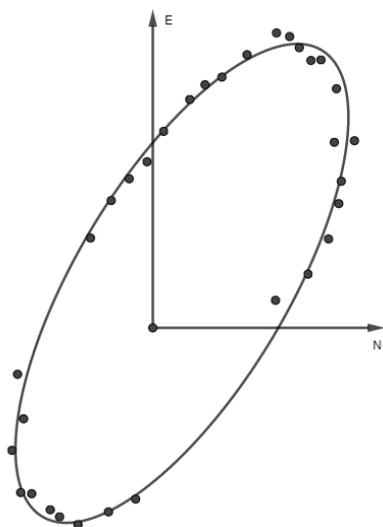


Figura 6. Órbita representada en base a las observaciones de Baize.

Del ajuste tan acertado que se produce, se deduce que Baize además de buen pediatra, fue un preciso y persistente observador. Los parámetros obtenidos se muestran en la tabla 6, en buen acuerdo con las anteriores referencias.

e	P (años)	T (año)	a	Ω	ω	i
0,197	43,73	1965,2	1,434	59,32	177,08	67,34

Tabla 6. Parámetros orbitales de AC 7 según las observaciones de Baize.

Pero existen otros dos astrónomos que también observaron esta doble durante muchos años. W. Rabe (RAB), observó entre 1915 y 1956 con una lente de 27 cm en el observatorio de Munich y C. E. Worley (WOR) en Washington y Flagstaff, con lentes respectivas de 66 cm y 102 cm. Si bien no observaron el tiempo suficiente para ver completa la órbita con sus propios datos. Sin embargo, uniendo los datos de ambos se cubre algo más de una revolución en el periodo que abarca de 1934 a 1989.

La figura representa las observaciones, en verde las de Rabe y en rojo las de Worley. Además, se han incluido las órbitas obtenidas por mínimos cuadrados

(ajuste implícita) teniendo en cuenta todas las observaciones (elipse exterior en negro) y habiendo recortado tres datos que parecen (podrían) ser anómalos (elipse interior azul).

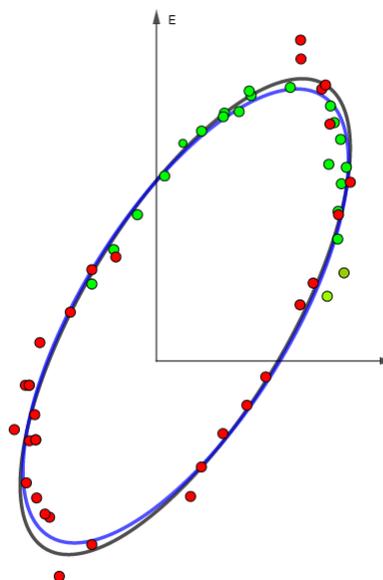


Figura 7. Órbita representada según las observaciones de Rabe y Worley.

El estudio de la elipse interior en color azul produce los valores (tabla 7).

e	P (años)	T (año)	a	Ω	ω	i
0,209	44,61	1965,40	1,364	59,45	175,76	66,41

Tabla 7. Parámetros obtenidos en base a las observaciones realizadas por Rabe y Worley.

Estudio de la última revolución

Como se supone que las observaciones definitivamente se vuelven más precisas para épocas recientes, se estudia a modo de comparación la última de las vueltas seguidas por AC 7. Se sigue el método mostrado en los números de OED nº 20 y 21 anteriormente citados con la variante del cálculo de los elementos de Campbell y del semieje mayor, a través de las constantes de Thiele Innes que consume menos tiempo.

Se estudian siete órbitas como posibles soluciones, a través de cinco respectivos lugares normales para proporcionar un valor del error estándar de las mediciones. En la tabla 8 se presentan los resultados, donde la última fila mide el error estándar de los respectivos parámetros.

e	P (años)	T (año)	a	Ω	ω	i
0,196	42,3	2010,4	1,408	59	195	66,2
0,005	0,4	0,2	0,004	0,3	3	0,3

Tabla 8. Parámetros obtenidos estudiando solo los datos del último periodo orbital.

Los datos proporcionados por WDS muestran

que en el periodo que transcurre entre 1997 y 2007 solo existe una observación, lo que provoca que en un 25% aproximadamente del periodo orbital, la órbita se encuentre escasamente observada. Entonces, se decide aumentar el número de observaciones disponible, hasta que en la vuelta anterior los datos cubran este tramo, manteniendo la serie temporal.

Con estas observaciones añadidas a la última vuelta, se realiza un nuevo estudio disponiéndose entonces de 18 órbitas como posibles soluciones cuyos resultados se muestran en la tabla 9.

e	P (años)	T (año)	a	Ω	ω	i
0,193	42,44	2010,20	1,398	58,8	193	66,11
0,003	0,21	0,19	0,004	0,3	2	0,18

Tabla 9. Parámetros orbitales deducidos incluyendo datos de los dos últimos periodos orbitales.

Finalmente (tabla 10) se muestran todas las medidas de los parámetros orbitales. A saber, la órbita obtenida por Paul Couteau en 1977 que procede de la calculada en 1959, la obtenida en este trabajo, la órbita calificada de grado 1 y la proporcionada por el método de mínimos cuadrados.

e	P (años)	T (año)	a	Ω	ω	i	
0,178	43,20	1965,40	1,360	60,7	174,00	66,2	Couteau
0,193	42,44	2010,20	1,398	58,8	193	66,11	Este trabajo
0,1796	43,127	2008,34	1,39	60,07	172,85	66,06	WDS
0,189	43,91	2010,52	1,447	61,30	181,2	67,60	MMCC

Tabla 10. Comparación de los parámetros orbitales calculados por Couteau frente a los obtenidos en este trabajo, los últimos publicados por el USNO y los calculados por el método de mínimos cuadrados.

Con respecto a la órbita calculada por Prieur, J. L. & al., es necesaria una aclaración. Según las normas establecidas para el redondeo, necesario para hacer una estimación del error, se han modificado los datos proporcionados por WDS, pasando a ser los mostrados en la tabla 11.

e	P	T	a	Ω	ω	i
0,1796	43,127	2008,34	1,39	60,07	172,9	66,06
0,0009	0,013	0,07	0,04	0,17	0,6	0,15

Tabla 11. Parámetros orbitales según la última órbita calculada por Prieur, J. L. et al.

Cálculos

Se han calculado los valores de los parámetros orbitales por procedimientos numéricos, a veces llamados mínimos cuadrados, *AjusteImplicita* es la herramienta de GEOGEBRA para tal fin. Sin embargo, este procedimiento no se ha utilizado para el cálculo de las

órbitas de las tablas 4, 8 y 9 donde se han elegido cinco observaciones para cada órbita estudiada como lugares normales. Entonces, se construye la elipse que pasa por cinco puntos, quedando así matemáticamente definida dicha elipse, sobre la cual se pueden medir los parámetros orbitales que definen en particular esa órbita. Con todas las elipses producidas eligiendo diferentes cinco puntos normales, se puede construir una desviación estándar y finalmente un error estándar en función del número de mediciones realizado.

La clave de estas elecciones de los datos de observación, reside en los valores obtenidos para la constante de áreas que deben ser consistentes. Couteau menciona que la aproximación debe ser de centésimas. Todas las obtenidas en este trabajo utilizando GEOGEBRA, muestran una aproximación de milésimas, produciendo en cada valor de la elipse estudiada, una desviación estándar del orden de las milésimas.

Las órbitas obtenidas mediante procedimientos numéricos están muy influenciadas por los datos anómalos. Ver por ejemplo las producidas con los datos de Rabe y Worley. Por esta razón se asignan diferentes pesos a las observaciones y a los observadores (ver *Evaluating the Observations*, párrafo 6 en *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars*). Esto puede ser un tanto subjetivo, de manera que tratando de minimizar esta subjetividad se utiliza el procedimiento de los cinco lugares normales los cuales se pueden elegir, en cada estudio cinco diferentes, para obtener diferentes valores de los parámetros con los cuales construir una estadística razonable.

Conclusiones

Deteniéndose en la tabla 1, se observa una tendencia hacia valores más pequeños de los parámetros orbitales. A medida que los periodos representativos se acercan a la fecha actual, en particular el periodo P y el semieje mayor “a” que son con los cuales se calcula la suma de masas del sistema, tienden a un valor en buen acuerdo entre los obtenidos en este presente trabajo, los resultados del procedimiento numérico (mínimos cuadrados) y los publicados en *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars*, véase la tabla 10 y las figuras 8 y 9.

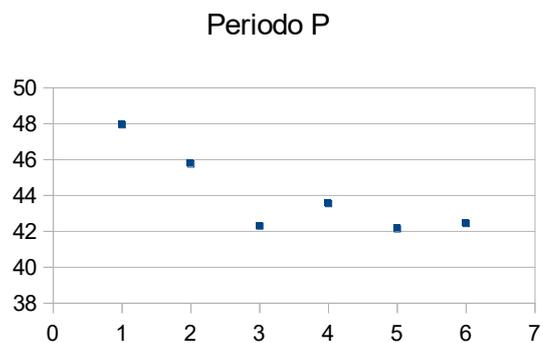


Figura 8. Evolución del valor del periodo (P) en las diferentes órbitas históricas calculadas.

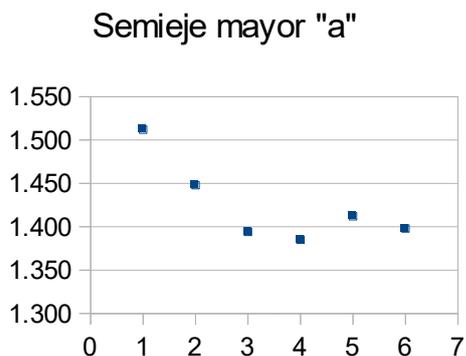


Figura 9. Evolución del valor del semieje mayor (a) en las diferentes órbitas históricas calculadas.

Sin embargo, el método analítico numérico tiende a dar valores más grandes en particular para “a”. Esto podría significar una tendencia a sobrevalorar la separación entre las componentes, tal vez debido a la pequeña separación del sistema teniendo en cuenta, además, que se procesan la mayor parte, sino todas las observaciones.

Desde cumplida la primera vuelta hacia 1900, la órbita ya podía haber quedado más o menos definida. Entonces, los sucesivos periodos habrían permitido afinarla mucho antes de haber llegado a fecha de hoy. De hecho, Couteau en 1959 ya habría definido la órbita de AC 7 con suficiente exactitud de haber contado con las herramientas disponibles actualmente.

Prácticamente todos los históricos nombres de observadores de estrellas dobles se encuentran en el archivo de AC 7. Algunos dedicaron una noche, otros varias y pocos tuvieron una perseverancia tan grande que les permitió adquirir datos de toda una revolución. En particular, Paul Baize observó durante toda la Segunda Guerra Mundial, en el periodo de ocupación alemana, desde el observatorio de París siendo al parecer, el único francés que pudo hacerlo.

Recordando a Couteau quien menciona que todas las observaciones son preciosas y añade, *L’observation astronomique est une activité typiquement monastique, elle nourrit la méditation et fortifie la spiritualité*, sorprende que exista una única observación entre 1992 y 2002 lo cual complica la determinación de la órbita con las observaciones, supuestamente más precisas, de la última vuelta. ©

Agradecimientos

Este estudio ha hecho uso del *Washington Double Star Catalog* mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos.

Igualmente, se ha hecho uso de *Aladin sky atlas* desarrollado por el CDS, Obs. Estrasburgo, Francia.

Referencias

Baize, P. Comment calculer une orbite d’étoile doublée, *L’Astronomie*, janvier 1954.

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

Couteau, P. L’Observation Des Etoiles Doubles Visuelles, FLAMMARION SCIENCES HUMAINES 1978.

Diez, D. M., Barr, C.D., Cetinkaya-Rundel, M., *OpenIntro Statistics*, Third Edition, 2016.

García Pérez, A., *Métodos avanzados de estadística aplicada. Métodos robustos y de remuestreo*, U.N.E.D. 2005.

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.

Prieur, J. L. Thèse d’habilitation à diriger des recherches Contribution en Signal, Image et Instrumentation pour l’Astronomie. Annexe C. Etude d’étoiles doubles visuelles et spectroscopiques, Version 1er septembre 2014

Jean-Louis Prieur, M. Scardia, L. Pansecchi, R. Argyle, A. Zanutta, et al., *Speckle observations with PISCO in Merate (Italy): XV. Astrometric measurements of visual binaries in 2014, and new orbits for ADS 671, 1615, 1709, 5447, 10075 and 12447.. Astronomical Notes / Astronomische Nachrichten*, Wiley-VCH Verlag, 2017, 338 (1), pp.74-90. [ff10.1002/asna.201613244](https://doi.org/10.1002/asna.201613244)[ff](https://doi.org/10.1002/asna.201613244). [ffhal-02357170](https://doi.org/10.1002/asna.201613244)

Vidal Abascal, E., *Cálculo de órbitas de estrellas dobles visuales*. Editado en Santiago de Compostela, CSIC, 1953.

— Programas utilizados

Apache OpenOffice. <https://www.openoffice.org/es/>

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

2MASS J21493346+6338406, ¿una elipsoidal excéntrica?

2MASS J21493346+6338406, An eccentric ellipsoidal?

Javier Ruiz Fernández

Agrupación Astronómica Cántabra (AAC), Observatorio Astronómico de Cantabria (OAC).

■ Correo-e: parhelio@astrocantabria.org

Presentamos un estudio preliminar de la estrella variable 2MASS J21493346+6338406, descubierta desde el Observatorio Astronómico de Cantabria dentro del programa de detección de nuevas variables que venimos desarrollando desde el año 2010.

We present a preliminary study of the variable star 2MASS J21493346+6338406, discovered from the Cantabria Astronomical Observatory within the detection program of new variables that we have been developing since 2010.

UN PROGRAMA DE OBSERVACIÓN que venimos desarrollando desde el año 2010 en el Observatorio de Cantabria*, consiste en el descubrimiento de nuevas variables. Puesto que otros programas requieren la obtención de secuencias de imágenes que se prolongan varias horas, dichas secuencias se pueden aprovechar para examinar todas las estrellas del campo y determinar su posible variabilidad. Otro método consiste en vigilar campos previamente seleccionados con ese fin.

Las secuencias se analizan con FotoDif, un programa desarrollado por Julio Castellano, que es una herramienta única para realizar este trabajo, tanto por su comodidad como por su eficacia. Una vez identificada la variable es necesario un seguimiento para obtener la curva de luz y sus parámetros (periodo, rango, asimetría, tipo de variabilidad, etc.).

El resultado de estos años es un total de 32 variables ya aprobadas por el VSX (Variable Star Index) y unas 10 más que aún tenemos bajo seguimiento. Un ejemplo de la riqueza que se puede encontrar, es una zona de Cefeo donde se han localizado 11 variables en un campo de unos 15 minutos de arco (figura 1a, página siguiente).

Entre las 32 variables aprobadas hay 17 eclipsantes de corto periodo de tipo EW, 1 eclipsante de

tipo Beta Lyrae, 2 elipsoidales, 5 pulsantes de tipo Delta Scuti, 5 pulsantes de tipo RR Lyrae, y 1 semirregular. La que queda para completar la cuenta, es el objetivo de este artículo.

2MASS J21493346+6338406 apareció como variable en una secuencia de octubre de 2011. Es una débil estrella de magnitud 18 con un índice de color $J-K=1,09$ (figura 1b, página siguiente). Esa debilidad dificultó la obtención de la curva de luz, al poder aprovechar únicamente noches sin Luna y con la suficiente estabilidad. Además, a pesar de ser circumpolar, durante varios meses permanece incómodamente cerca del horizonte, de manera que es difícil conseguir secuencias suficientemente largas. Debido a estas circunstancias, hasta 2016 no se pudieron obtener suficientes datos para poder ser aprobada por el VSX.

En la figura 2 (página siguiente) aparece la curva de luz en fase, con un periodo de 0,418005 d y un rango de 0,12 magnitudes, mostrando dos mínimos y dos máximos en cada ciclo. Aparentemente, este tipo de curva podría corresponder a una elipsoidal. Las variables elipsoidales son binarias cuyas componentes generalmente están lo bastante próximas para que las fuerzas de marea las deformen. La variabilidad se debe a la forma no esférica, ya que su superficie observada desde la Tierra va cambiando a medida que describen su órbita.

Sin embargo, la curva de luz muestra un rasgo curioso, y es que la duración de ambos mínimos es muy diferente (el principal es un 36% mayor que el secundario). Esta asimetría solo puede explicarse su-

* El Observatorio de Cantabria es una instalación de la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria, gestionada a través del Instituto de Física de Cantabria (CSIC-UC), y donde participa la Agrupación Astronómica Cántabra.

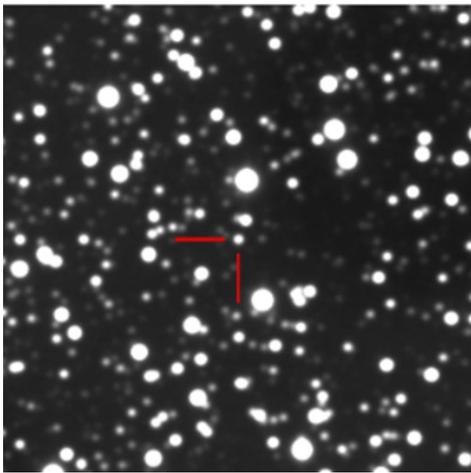
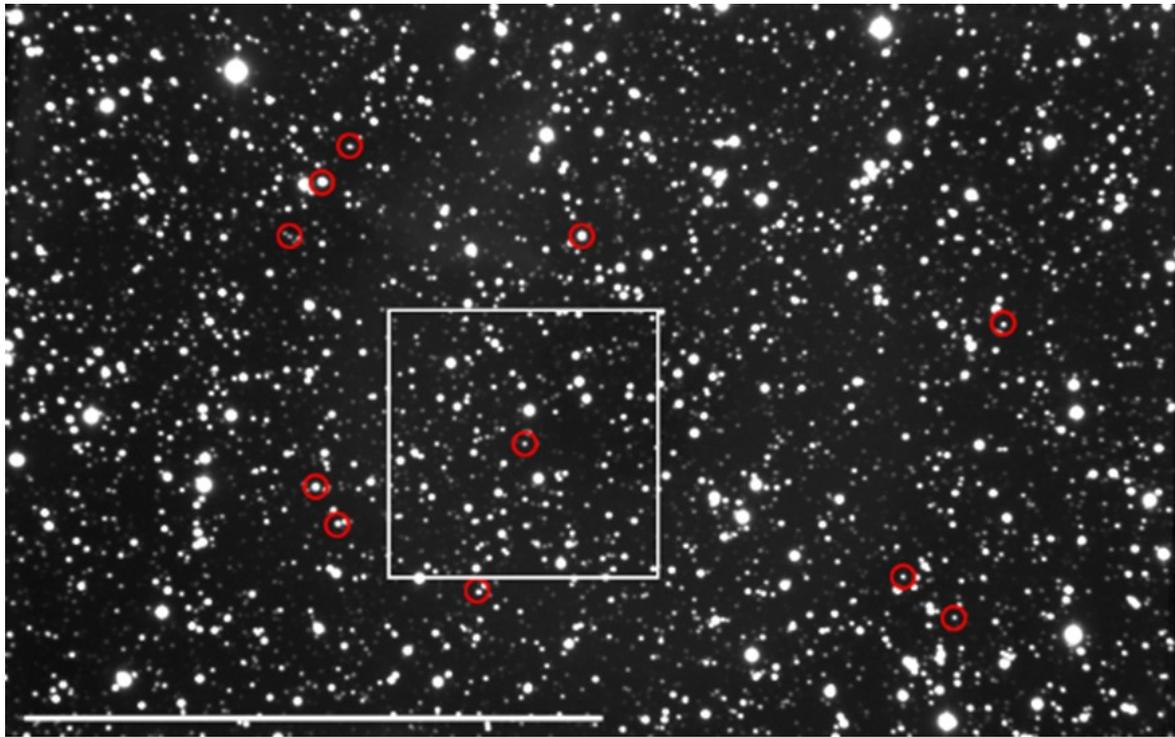


Figura 1a (superior). Las 11 variables descubiertas en un campo de Cefeo, señaladas por círculos rojos. La línea blanca representa 10 minutos de arco. A la izquierda (**Figura 1b**), una ampliación del recuadro, señalando la variable objeto de este artículo.

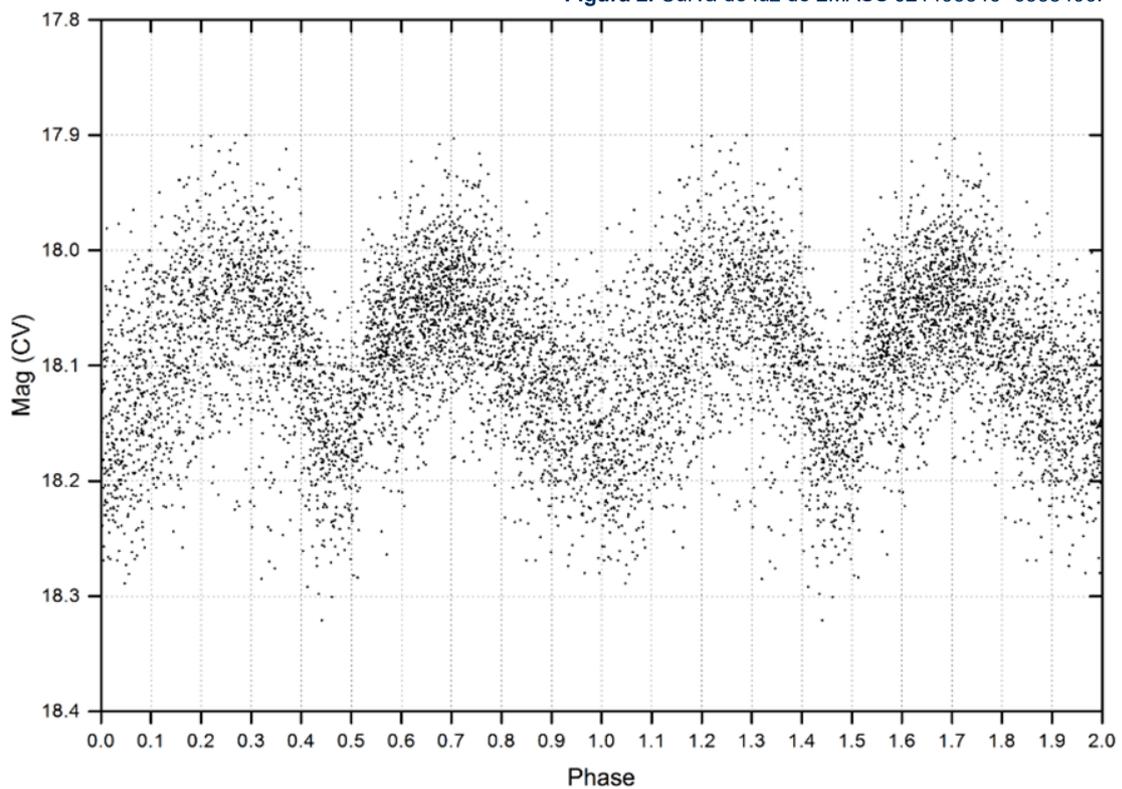


Figura 2. Curva de luz de 2MASS J21493346+6338406.

poniendo que la órbita es excéntrica, de manera que el mínimo principal tiene lugar cerca del afelio, donde las estrellas se mueven más lentamente, mientras que el secundario ocurre más cerca del perihelio.

En ocasiones se han descubierto elipsoidales formadas por estrellas gigantes, suficientemente lejos para que la órbita sea excéntrica, y suficientemente grandes para que se deformen. Sin embargo, esas estrellas poseen periodos superiores a 50 días mientras que nuestra variable tiene un periodo de unas 10 h.

A lo largo de su evolución, las componentes de una binaria pueden ir aproximándose, y a medida que las fuerzas de marea crecen, la órbita se circulariza rápidamente. Autores como Nicholls y Wood dan periodos de circularización del orden de 3500 años. Son valores muy cortos comparados con la duración de la fase elipsoidal, por lo que la probabilidad de encontrar una binaria en ese estado intermedio es insignificante.

Para encontrar una solución, quizás haya que recurrir a algún proceso que permita mantener la excentricidad a lo largo del tiempo. Otros autores como Artymovich o Soker han propuesto dos mecanismos que tendrían ese efecto: la interacción con un disco que rodease a la binaria, o el intercambio de materia durante el paso por el perihelio. Este último en particu-

lar, incrementaría la excentricidad en tiempos comparables o inferiores al de circularización.

Con los datos disponibles es imposible saber lo que está ocurriendo en esta binaria. Solo el tiempo dirá qué tipo de procesos pueden explicar ese comportamiento. ©

Bibliografía

"Eccentric Ellipsoidal Red Giant Binaries in the LMC: Complete Orbital Solutions and Comments on Interaction at Periastron", C. P. Nicholls and P. R. Wood, *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 000, 1-14 (2012)

"Tidal friction in close binary stars", J. P. Zahn, *Astron. Astrophys.* 57, 383-394 (1977)

"The effect of an external disk on the orbital elements of a central binary", P. Artymowicz et al. *The Astrophysical Journal*, 370:L35-L38, 1991 March 20

"Eccentric orbits of close companions to asymptotic giant branch stars", Noam Soker, *Astron. Astrophys.* 357, 557-560 (2000)

"Interacting binaries with eccentric Orbits. III. Orbital evolution due to direct impact and self-accretion", J. F. Sepinsky et al. arXiv:1005.0625v2 [astro-ph.SR] 17 Sep 2010

Tegmine. Un sistema orbital fascinante.

Tegmine: A fascinating orbital system

Ramón Palomeque Messía
Juan Lendínez Moral

Agrupación Astronómica Hubble de Martos, Grupo de Amigos de la Astronomía de Jaén.

■ Correos-e: auramon3@gmail.com y juan_almenara_12@hotmail.com

En este artículo mostramos nuestras observaciones sobre el movimiento orbital de STF 1196 con tres métodos al alcance de cualquier amateur; observación visual periódica, ocular micrométrico y webcam. Deseamos animar a todo principiante a fijarse en este sorprendente par.

In this article we show our observation about the STF 1196's orbital motion with three different amateurs tools: Periodic visual observation, micrometric eyepiece and webcam. We would like to suggest to any beginner amateur to look at this exciting couple.

Introducción

DESDE QUE UNO EMPIEZA A OBSERVAR DOBLES aprende que son sistemas estelares en movimiento, comienza entonces a perseguirlas por el cielo y a observar generalmente que aunque el movimiento existe y es mensurable, suele consistir en pequeñas variaciones de posición que apenas son perceptibles a simple vista si compara las imágenes captadas a lo largo de varios años... Todas las dobles son bellas, unas por su contraste de color, otras por el diseño de su disposición entre ellas, otras por su naturaleza esquiva que nos hace sentir cazadores en medio de un bosque estrellado... pero, por lo general, se necesitarán varias vidas sucesivas para registrar un movimiento visualmente apreciable entre ellas.

Sin embargo, hay unas pocas estrellas especiales, de rápida revolución, cuyo movimiento sí es apreciable a simple vista en la escala de una vida humana, son auténticos relojes siderales que completan su danza a la par que nuestro paso por la vida.

Tal es el caso de la estrella Tegmine, el caparazón del cangrejo (Zeta Cancri, 16 Cancri), o como los doblistas la conocemos: STF 1196

Este sistema es uno de los más famosos del cielo, con un periodo orbital de tan solo 59,6 años.

No vamos a entrar en su descripción para no cansar a nadie, en internet tenemos toda su historia y sus características. Os remito al blog de Rafael Benavides (Cuaderno de observación) y, cómo no, a la Guía del firmamento de D. José Luis Comellas (págs. 580/81), importantes referencias de las que este peque-

ño artículo sólo pretende ser un apéndice.

A lo largo de los últimos 20 años ambos autores de este escrito hemos observado esta estrella con regularidad, no siempre con la suerte de un perfecto desdoblamiento por factores de *seeing* y por la deficiencia inicial de nuestros modestos medios técnicos, pero sí hemos conservado –en nuestras mentes, en nuestras notas de observación y nuestra retina– la imagen del fascinante baile de este par.

Por eso, habiendo mejorado ya la capacidad para fotografiarla, nos propusimos ambos hacer un trabajo que, si salía bien, podía dar pie a un artículo para nuestro querido OED.

Nos propusimos en común un artículo con dos objetivos:

— Por un lado, ilustrar fotográficamente el movimiento con la serie histórica de imágenes, animando a cualquier lector a seguir, siquiera en visual, la danza de este magnífico y asombroso sistema.

— Y por otro, tratar de medir el par con los medios más asequibles a cualquier aficionado no especializado: con un ocular micrométrico y con nuestra querida webcam.

El Resultado:

I.- Observación Visual Periódica.

Las coordenadas de STF 1196 son:

AR 08h 12m 12,27s y DEC +17° 38' 53".



Figura 1. Evolución de STF 1196 a lo largo de los últimos 18 años.

También se puede localizar prolongando dos veces la línea Castor-Pollux en dirección a Cancri.

Las magnitudes de las tres componentes principales van de la 5 a la 6, perfectamente asequibles a un telescopio modesto, lo difícil es la separación del par AB, que necesitará los mayores aumentos disponibles y una *seeing* razonable.

La noche del 08/03/2020 Juan Lendínez la estuvo observando y con el fin de mostrar lo que se ve a través del ocular, la fotografió desde Almenara (Jaén) y localizó otras fotos en internet (R. Benavides) de este sistema triple (en realidad cuádruple) de los años 2002, 2012 y 2017. A ellas añadió, otra más del año 2009 de Ramón Palomeque que en su día no consiguió el desdoblamiento perfecto, pero sí una imagen elongada que permite apreciar suficientemente el movimiento y uniendo a todas ellas realizó este pequeño montaje (figura 1).

El movimiento que se aprecia en el montaje es aparente puesto que no hizo la foto después de tener la cámara calibrada con una estrella de referencia, pero nos sirve para ver su movimiento orbital.

Esta primera parte del artículo solo tiene un fin divulgativo al añadir a secuencias anteriores una foto propia del año 2020.

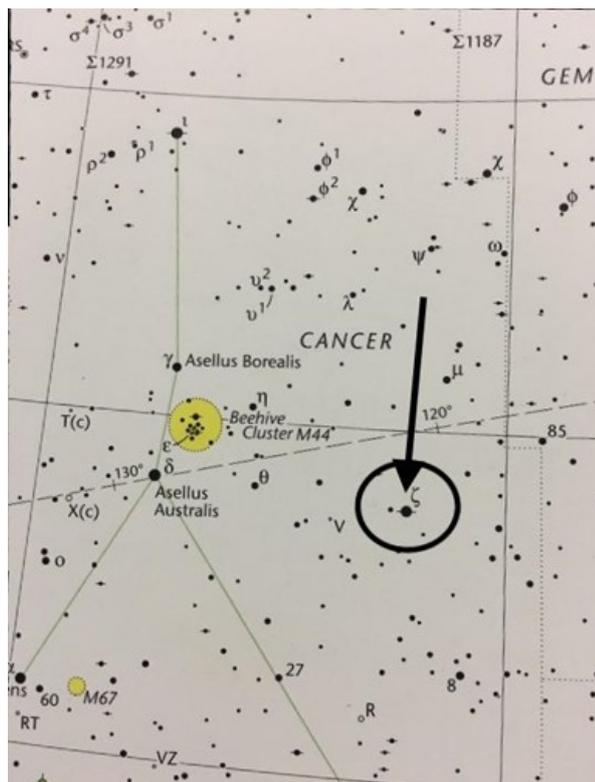


Figura 2. Localización en una Carta Celeste, en este caso del Sky Pocket Atlas.

Después nos pusimos manos a la obra con su medición. Para ello, Ramón montó el telescopio en la terraza de su edificio en pleno centro urbano de Jaén capital, pequeña ciudad de Andalucía, no del todo exenta de contaminación lumínica, pero con condiciones suficientes para nuestro propósito. Contamos con un Telescopio Celestron SC 8 y montura Celestron CG5 GT, que fue estacionado para la ocasión.

2.- Con el Ocular Micrométrico Meade:

Empezamos con el ocular Micrométrico Meade, con el ánimo de obtener solamente una aproximación, pues ni tenemos la suficiente pericia con este tipo de ocular ni con los procedimientos propios de esta técnica de medición, ni la montura (una vieja Celestron CG5 GT) permite confiar en exceso en la calidad mecánica de los engranajes.

Por otra parte el ocular es un 12 mm, y un prisma 90°, que junto al telescopio Celestron SC8 no nos permite una clara separación del par AB, por lo que nos limitamos a tratar de medir AB-C. Calibramos primero con STF 924 (211,0°/19,90”), el par ocupa dos espacios de la escala lineal, por lo que a estos efectos nos basta para determinar que cada espacio completo es cercano a 10”.

En las siguientes fotos podemos observar a Tegmine a través del ocular micrométrico con el cual Ramón, calculó el ángulo de posición AB,C de forma coherente con sus efemérides, en la noche del 19-3-2020.

Con este medio se obtuvo una medida meramente orientativa de: Theta 63° y Rho 7” (ver figuras 3 a 6, página siguiente).

3.- Con la Webcam Phillips SPC 900NC y Reduc:

Ramón usó el programa “Cartes du Ciel” para manejar el telescopio, ayudándose del acople de un Flip Mirror para la correcta ubicación final sin necesidad de mover la cámara en ningún momento. Dado lo apretado del par, se usó en todo momento una Barlow 2x.

Respecto a la cámara, se trata de una antigua webcam, sin más modificación que la retirada del ocular de enfoque que traía de fábrica y acoplada al portaocular por un dispositivo sencillo de venta en cualquier tienda de astronomía. El modelo es antiguo pero

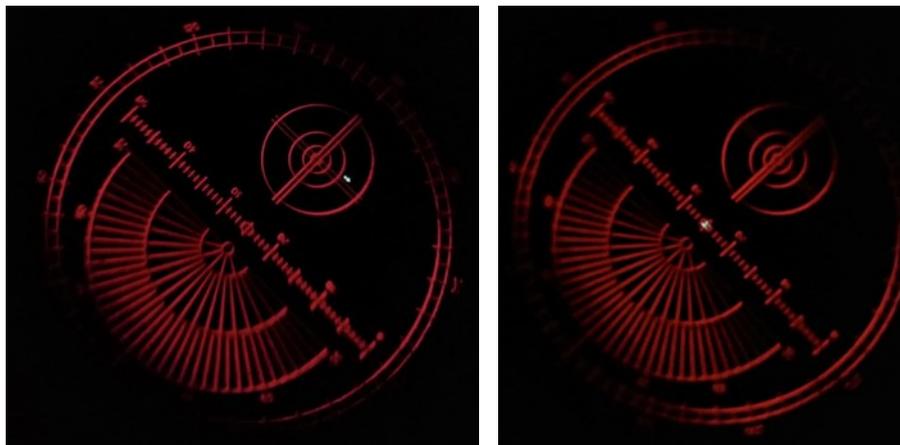


Figura 3 (izquierda). Puesta en paralelo del eje este-oeste de la escala de grados del ocular con el de la estrella dejando la marca de 270° a la derecha de la principal. La doble cruzeta nos facilita la labor. **Figura 4 (derecha).** Centrado.

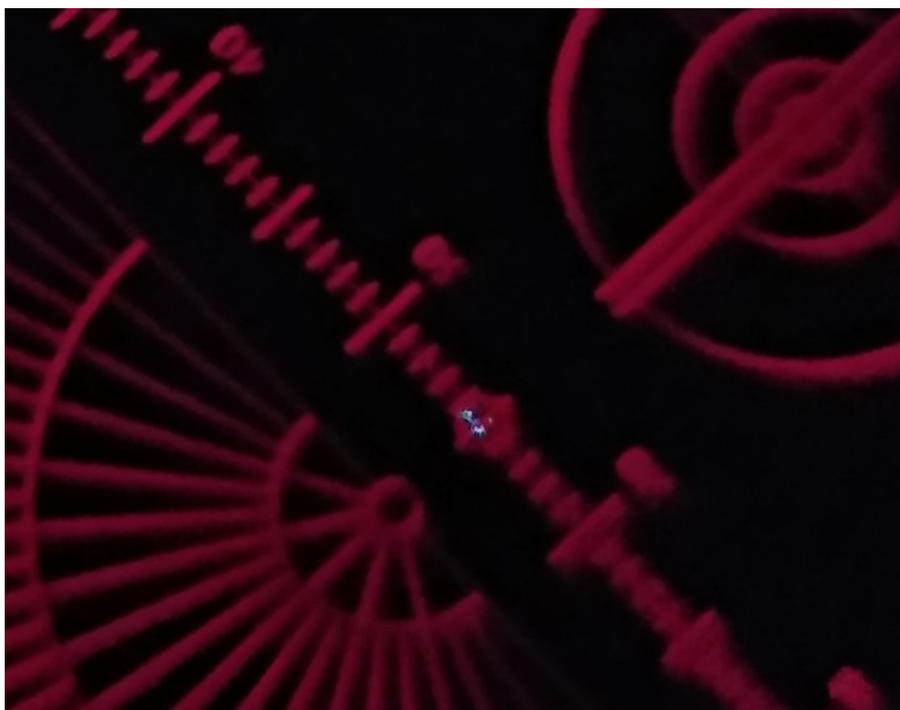


Figura 5. Aproximadamente $3/4$ del espacio de una marca en la escala lineal, así pues, ronda los $7''$ de separación, de modo solo estimativo.



Figura 6. Ángulo de posición AB-C: cada espacio son 5° . Nos marca aproximadamente 297° . Debido a las inversiones de imagen provocadas por los espejos del tren óptico utilizado, para obtener la medición real hay que hacer la siguiente operación: $360^\circ - 297^\circ = 63^\circ$.

WDS ID.	DESCUBRIDOR	WDS MAGS.		ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (°)	RHO (")	Nº IMÁG.	NOCHES
08122+1739	STF 1196 AB	5,30	6,25	2020,000	5,33	1,010	294	1
08122+1739	STF 1196 AB C	4,92	5,85	2020,000	64,07	6,002	307	1
08122+1739	STF 1196 A C	5,30	5,85	2020,000	61,51	6,163	348	1
08122+1739	STF 1196 B C	6,25	5,85	2020,000	70,07	5,506	297	1

Tabla 1. Astrometría relativa obtenida con *Reduc*.

sigue habiendo en el mercado versiones modernas muy similares e igualmente adaptables. Cuenta con un sensor ICX098BQ y un tamaño de píxel 5,6 x 5,6 micras.

El programa de captura fue *WxAstrocapture*, que permite manejarla fácilmente optimizando los parámetros para la obtención de imágenes.

El enfoque fue con una máscara *Bahtinov*, ajustándolo mediante el programa *Bahtinov Grabber*.

Se calibró con capturas de STF 1283 y STF 924. Además se realizó un tránsito a motor parado para asegurar la orientación de la cámara.

Con todos estos factores unidos obtuvo una resolución de 0,19653 "/por píxel.

Se realizaron 5 vídeos AVI de 400 frames cada uno, convertidos en sus correspondientes archivos.bmp mediante el programa *Reduc*.

La medición se hizo con la versión V5.36 de *Reduc* amablemente enviada (precisamente en estos días y con ocasión de esta labor) por Florent Losse.

Para ello se aplicó la herramienta ELI que incorpora la última versión de dicho programa para facilitar la indispensable técnica de "Lucky Imaging" sobre los 400 bmp de cada uno de los vídeos, pues, a pesar del correcto enfoque, la turbulencia hacía inútiles para la medición gran cantidad de los bmp obtenidos. De cada vídeo ELI seleccionó los bmp útiles de cada vídeo sobre los que procedimos a medir sucesivamente con *Autoreduc*.

Una vez obtenidas las cinco medidas correspondientes a los 5 vídeos, promediamos las medidas. Las imágenes fueron capturadas el día 03/04/2020. Hubiéramos querido tomar más imágenes en días posteriores, pero la climatología y las circunstancias lo han hecho imposible.

El resultado se muestra en la tabla 1.

Por último, añadimos los gráficos orbitales proporcionados por la aplicación *ORB6* (figuras 7 y 8).

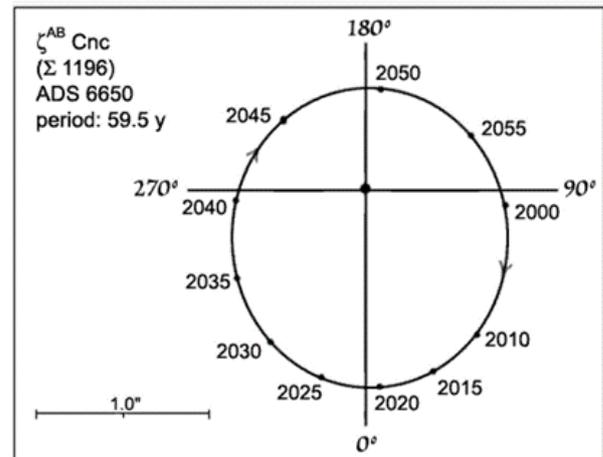


Imagen 7. Órbita AB.

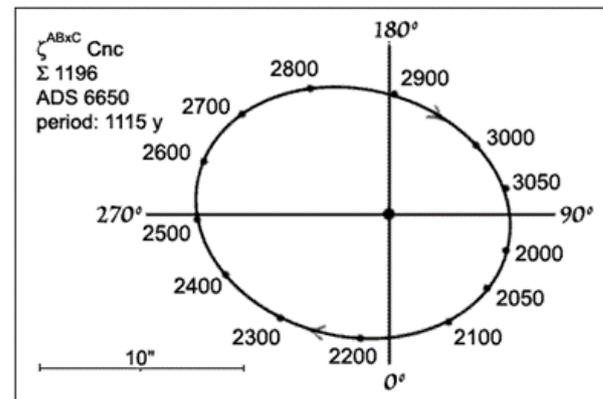


Imagen 8. Órbita AB-C.

Y un precioso detalle histórico: las mediciones del propio Struve, que pone en relación sus datos sobre esta estrella con los de Herschel, reproducimos dos páginas de dichas obras obtenidas a través de la web del Observatorio Astronómico de Brera, Italia (páginas siguientes).

STELLARUM DUPLICIUM ET MULTIPLICIUM
MENSURAE MICROMETRICAE

PER MAGNUM FRAUNHOFERI TUBUM

ANNIS A 1824 AD 1837

IN SPECULA DORPATENSI

INSTITUTAE,

ADJECTA EST SYNOPSIS OBSERVATIONUM DE STELLIS COMPOSITIS DORPATI

ANNIS 1814 AD 1824 PER MINORA INSTRUMENTA PERFECTARUM,

AUCTORE

F. G. W. STRUVE,

A CONSILII STATUS ACTUALIBUS, ORDINIS ST. ANNAE SECUNDAE CLASSIS CORONA DECORATI ET ORDINIS DANEBROGICI EQUITE; ACADEMIAE SCIENTIARUM CAESARAE PETROPOLITANAE MEMBRO ORDINARIO, IN UNIVERSITATE DORPATENSI ASTRONOMIAE PROFESSORE ET SPECULAE DIRECTORE; SOCIETATUM REGIARUM LONDINENSIS, ASTRONOMICAE LONDINENSIS, HAPNIENSIS, GOTTINGENSIS, HARLEMIENSIS, EDINBURGENSIS, ACADEMIARUM SUEVICAE HOLMIENSIS, AMERICANAE BOSTONIENSIS, SOCIETATUM NATURAE SCRUTATORUM MOSQUENSIS, LITERARIAE MITAVIENSIS, MATHEMATICAE HAMBURGENSIS ET OECONOMICAE LIVONICAE, AUT MEMBRO AUT SODALI; INSTITUTI FRANCOGALLICI, ACADEMIARUM REGIAE BEROLINENSIS ET PANORMITANAE A COMMERCIO LITERARIO;

EDITAE JUSSU ET EXPENSIS ACADEMIAE SCIENTIARUM CAESARAE PETROPOLITANAE.

№ 4280

PETROPOLI,

EX TYPOGRAPHIA ACADEMICA.

1837.

1/00 5

Figura 9. Portada de la obra de F. G. W. Struve que contiene sus primeras mediciones de STF 1196.

Epocha	Amplif.	Distant.	Angulus	Magnitudines
* * *				
<p><i>Secundum Herschelium I. pro 1781,91 erat angulus 117°35, qui a nostro 14°74 abest. Quod discrimen utrum mensurae priscae defectui, an motui sit adscribendum vix dijudicare licet. Sed hoc probabilis videtur.</i></p>				
<p>1157. ANONYMA. $\alpha = 7^h45',8$. $\delta = -2^{\circ}20'$. <i>Utraque = 8,0. Aequales albae.</i></p>				
1829,20	520	1,85	267,6	8.8 aeq.
1831,20	480	1,39	267,0	8.8 aeq.
1833,19	480	1,55	87,2	8.8
Medium 1831,20		1,590	267,27	
<p>1187. LYNCIS 85. $\alpha = 7^h58',4$. $\delta = 32^{\circ}44'$. <i>Major = 7,1, minor = 8,0, albae.</i></p>				
1827,27	480	1,68	72,7	7 .8
1827,28	480	1,60	75,2	7,5.8
1828,32	480	1,57	71,4	7 .8
1832,30	320	1,67	66,3	7 .8
1832,34	480*	1,55	69,4	7 .8
Medium 1829,50		1,614	71,00	
<p>1196. ζ CANCRI = H. I. 24 et III. 19. $\alpha = 8^h2',1$. $\delta = 18^{\circ}10'$.</p> <p><i>Stella triplex inter omnes maxime insignis, A = 5,0, B = 5,7, C = 5,5. Color in tribus est idem indubie flavus, at diversi tenoris. B enim est flavior quam A et C, at A flavior quam C.</i></p>				
A et B.				
1826,21	600	1,26	57,1	5.6
1826,22	480	1,14	57,1	
1826,22	600*	1,02	58,7	
1828,31	600*	1,04	39,8	
1829,30	600*	1,04	37,1	5.6
1831,27	600*	1,04	28,6	5,5,5
1831,28	600*	1,02	28,8	
1831,28	600*	1,13	30,0	
1831,29	600*	1,01	30,9	
1831,29	600*	0,99	30,7	
1831,30	600*	1,10	29,8	
1832,27	600*	1,08	28,2	5,5,5
1832,28	600*	1,13	26,0	
1832,28	600*	1,15	26,9	
1832,30	600*	1,24	29,0	
1833,26	1000*	1,23	23,7	
1833,27	1000*	1,13	21,5	
1833,27	1000*	1,08	21,1	
1835,27	800*	1,19	17,4	
1835,28	800	1,08	19,4	
A et C.				
1826,21	600	5,32	155,6	C = 5,5
1826,22	480	5,28	154,7	
1826,22	600*		153,7	
1828,31	600*	5,34	152,45	
1829,30	600*	5,32	150,0	C = 5,5
1829,35	600*	5,28	151,7	
1831,27	600*	5,43	147,7	C = 6

Epocha	Amplif.	Distant.	Angulus	Magnitudines
1831,28	600*	5,42	147,9	
1831,28	600*	5,48	150,4	
1831,29	600*	5,25	147,6	
1831,29	600*	5,32	149,6	
1831,30	600*	5,51	148,2	
1832,27	600*	5,56	148,2	C = 5,2
1832,28	600*	5,42	149,5	
1832,28	600*	5,59	149,0	
1832,30	600*	5,51	147,7	
1833,26	1000*	5,62	146,8	
1833,27	1000*	5,48	148,5	
1833,27	1000*	5,31	147,5	
1835,27	800*	5,37	144,9	
1835,28	800	5,33	145,4	

Primo intuitu manifestus est motus angularis celerissimus inter A et B, lentior inter A et C. Si jam Herscheli I. angulos comparamus, ex nostris vero observationibus vicinis ejusdem anni seu duorum annorum 1828 et 1829 media assumimus, hoc schema prodit relationum in diversis epochis:

A et B.			
1781,90		5,47	
1826,22	1,140	57,63	3 dies.
1828,80	1,040	38,45	2 »
1831,28	1,048	29,80	6 »
1832,28	1,150	27,52	4 »
1833,27	1,147	22,10	3 »
1835,27	1,135	18,40	2 »

Motus indirectus per observationem anni 1828 jam manifestus, postea confirmatus est. Inde ab anno 1781,90 ad 1835,27 inter 53,37 annos systema hoc 345°,07 orbitae perfecit, et tempus integrae revolutionis non multum a 56 annis abest. Idem Herschelius II. in tractatu: micrometrical measures of 364 double stars p. 18 ex suis cum patris observationibus collatis deduxit.

A et C.			
1781,89		181,53	
1826,22	5,300	154,67	3 dies.
1828,99	5,313	151,38	3 »
1831,28	5,402	148,57	6 »
1832,28	5,520	148,60	4 »
1833,27	5,470	147,60	3 »
1835,27	5,350	145,15	2 »

Indubius est motus continuus indirectus a 1781 ad 1826 et a 1826 ad 1835. Quem Herschelius II. ex observationibus suis et aliorum inter 1820 et 1830 institutis non agnovit, sine dubio ex mensurarum hujus temporis imperfectione. Vide tractatum supra citatum p. 20, ex quo angulum pro 1781,89 depromsi.

Cum A et B non multum magnitudine inter se differant, motus stellae C ad medium inter A et B relatus aequae simplicem normam sequi debetur quam ad A solam. Angulos itaque et distantias inter A et C reduxi ad angulos et distantias inter $\frac{A+B}{2}$ et C, unde id emolumentum prodit, priores mensuras, in quibus A et B comparatim spectabantur, praesertim mensuram anno 1802 institutam, comparabiles evadere observatae et reductae hae, quibus

Figura 10. Página dedicada a STF 1196 en la obra de F. G. W. Struve mencionada anteriormente.

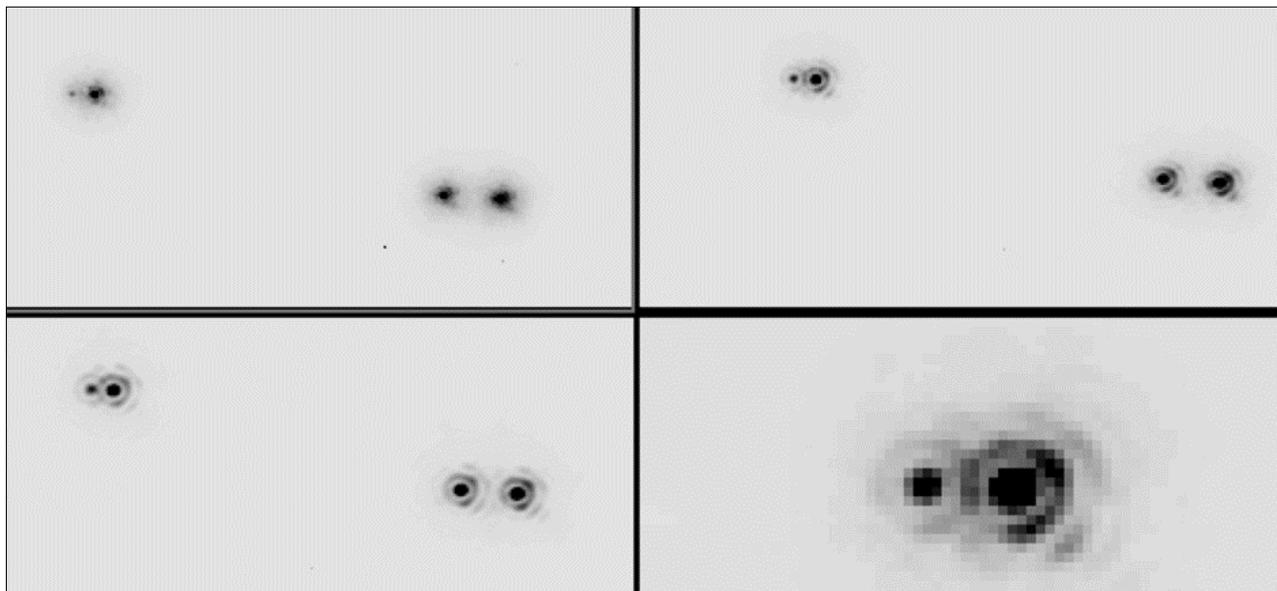


Figura 11. STF 1196 es finalmente una doble-doble. Ver referencias (1) y (2).

Para terminar, anteriormente se expuso que en realidad esta estrella es cuádruple. Investigando en Internet hemos encontrado dos artículos muy interesantes sobre este sistema, incluso apuntando a la posibilidad de que la componente D sea en realidad dos estrellas tipo M muy próximas. En la figura 11 podemos ver las cuatro componentes. En las referencias tenéis los enlaces. ©

Referencias

Foto Tegmine año 2020: Juan Lendínez Moral. C-8 IV-IR DMK 21 barlowX2. 8-3-2020. TU 20.00. Almenara (Jaén).

Fotos Tegmine de años 2002, 2012 y 2017: Blog *Cuaderno de observación*. Fotos de Rafael Benavides Palencia.

Foto año 2009: Ramón Palomeque Messía.

Wikipedia.

José Luis Comellas, Guía del Firmamento. Rialp 1976.

Pocket Sky Atlas.

Reduc: Florent Losse,

Cartes du Ciel: Patrick Chevalley, Software gratuito

Bahtinov Grabber: Niels Noordhoek, Software gratuito

WxAstrocapture: Carsten Arholm, Martin Burri. Software gratuito

Struve, F. G. W., *Mensurae Micrometricae*, disponible en la Web del Observatorio Astronómico de Brera. <http://www.brera.inaf.it/?page=struve>

(1) Hutchings, J. B., Griffin, R. F.; Menard, F. (2000). «Direct observation of the fourth star in the Zeta Cancri system». *Publ. Astron. Soc. Pac.* 112: 833-836. doi:10.1086/316587

(2) Richichi, A. (2000). «An Investigation of the multiple star Zet Cnc by a lunar occultation». *Astron. Astroph.* 364: 225-231

Agradecimientos

Queremos mostrar especial agradecimiento a Rafael Benavides, Edgardo R. Masa y Florent Losse, sin los cuales no habríamos podido hacer este trabajo.

Estudio de las binarias STF 79 (HD 5789) y STF 227 (ι Tri)

Study of the binaries STF 79 (HD 5789) and STF 227 (ι Tri)

Francisco M. Rica Romero

Agrupación Astronómica de Mérida

■ Correo-e: frica0@gmail.com@gmail.com

A primeros del año 1996, el autor visitó y documentó en la revista de la extinta *Agrupación Astronómica de Mérida* las brillantes binarias STF 79 y STF 227. En este artículo 24 años después volvemos a visitar estas binarias para estudiar su dinámica y movimiento orbital. Las evidencias de relación física son claras y por primera vez se publican posibles soluciones orbitales para estas binarias.

At first of the year 1996, the autor documented the two binaries STF 79 and STF 229 in the extincted Astronomical Asociation of Mérida. In this article 24 years after, they are again visited to study the dynamics and orbital motion. The evendence of physical relation are significative and for the first time tentative orbital solutions were published for these binaries.

I. Introducción

ESTE ES UN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN un tanto diferente. Para mí es un viaje al pasado, al encuentro de mi adolescencia y mis inicios en la astronomía.

Revisando en casa de mis padres, cajas con papeles de hace muchos años, encontré las copias maestras de los boletines de astronomía de la modesta *Agrupación Astronómica de Mérida* (A.A.M.). Estos boletines, llamados *El Planetario*, se publicaban mensualmente y se editaban e imprimían con un simple PC de escritorio. Hablamos del año 1996, ¡hace 24 años! Correspondía a los primeros años de vida de la A.A.M., años en los que no existía Internet (solo unos pocos privilegiados disfrutaban de ello) ni el acceso a las fuentes astronómicas que conocemos.

El número de boletín más antiguo que encontré era el de enero de 1996, el número 28. En este número además de publicarse unas detalladas efemérides astronómicas y algunas noticias, también se incluían un par de artículos que escribían sobre las estrellas dobles brillantes STF 79, en Andrómeda, y 6 Tri (STF 227). Para la posteridad os anexo estos breves artículos (ver Anexo al final de este trabajo). En ellos más que un artículo de investigación de los que yo hago desde hace años, eran artículos donde documentaba los datos astrofísicos y de otra índole publicados en las fuentes de información de la época. Y por supuesto daba indicaciones de su observación astronómica sin cámaras CCD (en aquella época era un dispositivo de lujo o escaso entre los aficionados). ¡No os perdáis los modestos mapas que confeccionaba a mano!

En este trabajo que publico en OED quiero traer de nuevo estos sistemas binarios e invitar a los aficionados a que disfrutéis con su observación visual. En esta ocasión disponemos de fuentes más precisas y numerosas que por aquel año de 1996. Es interesante comparar las descripciones y conclusiones sacadas en aquel entonces con las obtenidas ahora.

2. La binaria STF 79 (HD 5789).

STF 79 (WDS 00596-0111) está compuesta por dos estrellas blancas y brillantes de magnitud 6,0 y 6,8 separadas por 7,9" y situadas en la constelación de Andrómeda a 151 parsecs de distancia (dato de *GAIA-DR2*). Sus componentes pertenecen a la secuencia principal y son dos estrellas muy calientes y brillantes de tipos espectrales B9.5V y A2V (ver figura 1).

Cuando hice el artículo para el boletín de la AAM no tenía acceso a ninguna fuente donde se listara la distancia a estas brillantes estrellas. Los datos del satélite *Hipparcos* se publicaron un año después. José Luis Comellas en su "*Catálogo de Estrellas Dobles*" publicado en 1988 listaba unos índices de color estimados visualmente. En 1996 me basé en su tabla de conversión para obtener unos tipos espectrales F8 y A0. Por cierto, en una de las visitas para ver a Comellas en su casa de Sevilla, nos comentó que en ocasiones era su esposa la que estimaba los colores de las estrellas. Él era conocedor de que las mujeres tienen más conos en la cavidad ocular por lo que ellas estiman mejor los tenues colores estelares.

Basándome en los tipos espectrales, estimé las

magnitudes típicas de estas estrellas y posteriormente las distancias de 57 y 300 años luz. Hoy sabemos que estos datos difieren mucho de las precisas distancias calculadas por el satélite Gaia (casi 500 años luz).

En el catálogo WDS se lista una nota donde según un comunicado privado del astrónomo B. MacEvo, HD 5789 es una binaria espectroscópica. Ya que la base de datos SIMBAD no indica nada sobre ello, investigué sin profundizar mucho en la literatura astronómica. Sólo encontré una nota en el *Bright Star Catalogue* indicando que era una binaria espectroscópica. Pero ningún dato más fue encontrado.

STF 79 fue descubierta por de Lalande (1831) en 1794 (180° y $8,0''$) y en 1822 fue observada por Struve (1837) quien publicó su trabajo 15 años después. A lo largo de su historia ha sido observada en 134 ocasiones nada más y nada menos. La última medida fue realizada en el año 2018 (195° y $7,9''$) por el conocido Brian Mason y sus colegas (trabajo que está en preparación). En 1794 se midió un ángulo de posición de 180° y dos años después de 195° . ¿Cambió tan rápido su posición? En absoluto. Tras comprobar que las siguientes medidas mostraban un valor similar a 195° concluí que el ángulo de posición medido en 1794 es erróneo.

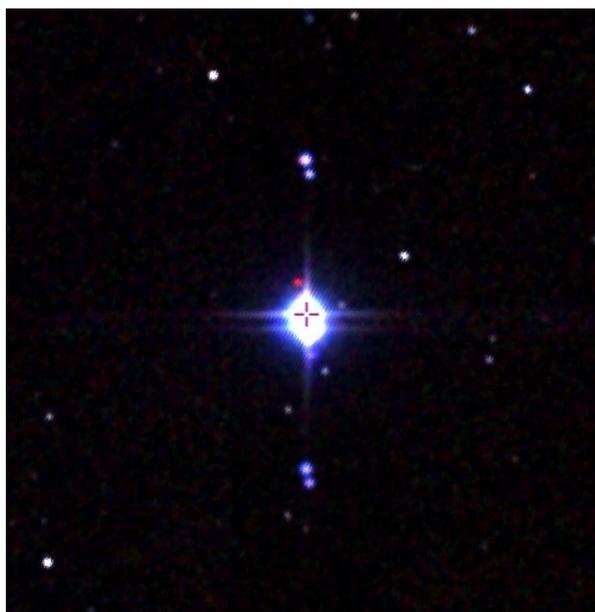


Figura 1. Binaria STF 79 (HD 5789). Imagen procedente del proyecto 2MASS.

El satélite *GAIA*, al igual que hizo el *Hipparcos* años atrás, observó a ambas estrellas de STF 79 mostrando una paralaje y movimientos propios comunes (ver tabla 1). Estas son evidencias que indican que estamos ante un par de estrellas gravitacionalmente unidas.

El estudio dinámico de las mediciones astrométricas históricas determinó que el ángulo de posición aumenta en $+0,008 \pm 0,001$ %/año tal como muestra la figura 2, mientras que la distancia angular aumenta en $+0,83 \pm 0,13$ msa/año (figura 3). Este movimiento relativo constituye el movimiento orbital del sistema. No se detectó curvatura alguna. Los valores RMS

(Root Mean Square) del ajuste astrométrico son de $0,67''$ y $0,09''$ para q y r . Este parámetro mide la dispersión de las medidas. En las figuras 2 y 3 podemos ver las dispersiones y ajustes de las medidas históricas. Usando los datos del catálogo *GAIA-DR2* (Gaia Collaboration 2018) el movimiento relativo de B con respecto a A es de $1,39 \pm 0,17$ msa/año, muy similar al valor obtenido analizando todas las medidas astrométricas históricas ($1,34 \pm 0,20$ msa/año). A la distancia del sistema este movimiento se corresponde con una velocidad relativa de $1,00 \pm 0,12$ km/s.

Llegados a este punto es importante comparar esta velocidad relativa con la velocidad de escape y confirmar si este par de estrellas está gravitacionalmente unido. Para ello debemos determinar las masas estelares. En este trabajo determiné los tipos espectrales de dos maneras independientes:

1. Usando la fotometría multibanda obtenida de los catálogos Tycho-2 (Hog *et al.* 2000) y 2MASS (Cutri *et al.* 2003).
2. Usando las magnitudes V del Tycho-2 (transformada al sistema estándar) y calculando las magnitudes absolutas mediante la paralaje de GAIA. Posteriormente se relacionaron las magnitudes absolutas con los tipos espectrales.

Los tipos espectrales que obtuve fueron de B8/9V y A0V (muy similar a los publicados en la literatura). Una vez conocidos los tipos espectrales y luminosidades, determiné unas masas de 3,0 y 2,4 masas solares. Con ello pude calcular una velocidad de escape de 2,8 km/s, más del doble de la velocidad relativa. Confirmamos por tanto la relación gravitacional de este sistema.

TABLA 1. DATOS DE GAIA-DR2 PARA STF 79.

COMP.	π	$\mu(\alpha)$ [msa/año]	$\mu(\delta)$ [msa/año]
A	$6,64 \pm 0,08$	$+12,67 \pm 0,14$	$-23,51 \pm 0,12$
B	$6,56 \pm 0,07$	$+11,58 \pm 0,10$	$-24,37 \pm 0,10$

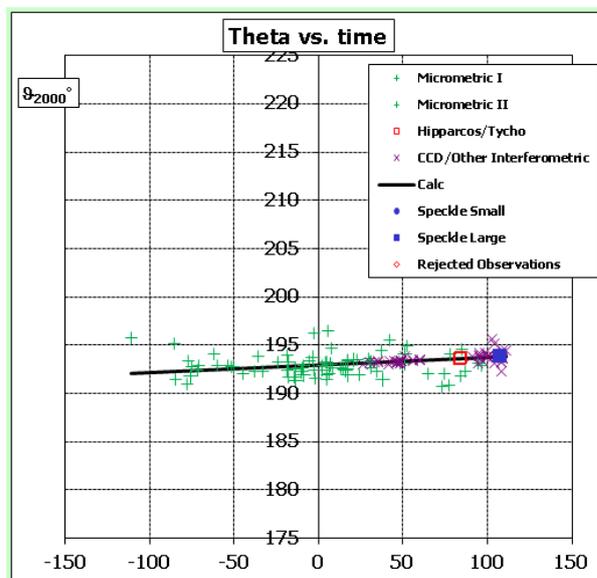


Figura 2. Evolución del ángulo de posición con respecto al tiempo para la binaria STF 79. La línea continua representa la tendencia del cambio ($+0,008 \pm 0,001$ %/año).

El paso siguiente es determinar posibles soluciones orbitales. Para ello utilizamos un método que parte de los vectores de posición (x, y, z) y velocidad (V_x, V_y, V_z), instantáneas para una época determinada. Estos parámetros fueron calculados en base a los datos astrométricos obtenidos por el satélite GAIA. El método de cálculo orbital usado es el publicado en Hauser & Marcy (1999).

En la tabla 2 se muestran los parámetros dinámicos y de posición (procedentes de *GAIA-DR2*) así como las masas estelares (calculadas en este artículo). Estos parámetros fueron usados para estudiar las soluciones orbitales.

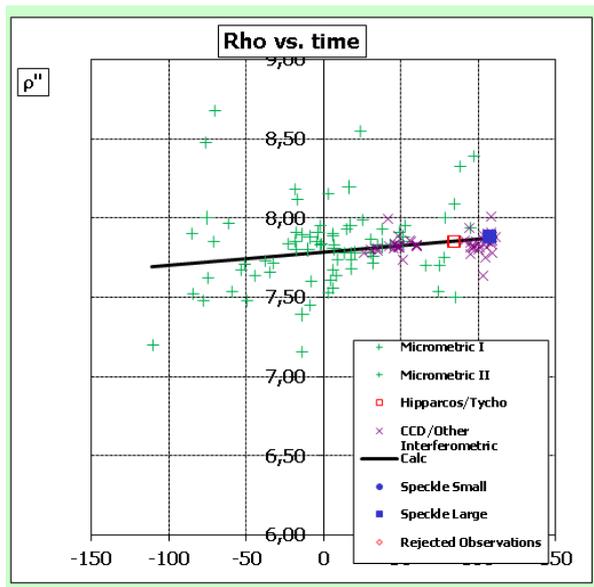


Figura 3. Evolución de la distancia angular con respecto al tiempo para la binaria STF 79. La línea continua representa la tendencia del cambio ($+0,83 \pm 0,13$ msa/año).

Hay dos parámetros que casi siempre son desconocidos: z y V_z . Este último parámetro se corresponde con la diferencia de velocidad radial de ambas estrellas. En este caso no tenemos información sobre las velocidades radiales de las componentes de STF 79. En este trabajo se calcularon, para $V_z = 0$ km/s, un millar de posibles órbitas para diferentes valores de z (compatibles con un sistema gravitacionalmente unido). De entre estas órbitas se eligieron dos de ellas:

- La primera con un valor z correspondiente al valor mediano de la distribución empírica entre el radiovector (r , en ua) y la separación física proyectada (s , en ua).
- La segunda órbita fue elegida en base al semieje mayor esperado ($E(a) = 1,15 * r$). Este factor de 1,15 fue seleccionado de entre los posibles valores obtenidos por Dupuy & Liu (2011).

En la tabla 6 mostramos los valores de las soluciones orbitales calculadas para ambas binarias. Y en la figura 7 se muestran gráficamente ambas soluciones orbitales para STF 79.

TABLA 2. DATOS ASTROMÉTRICOS, DINÁMICOS Y DE VELOCIDAD PARA STF 79.

DATO	VALOR
ρ (arcosegundos)	7,88
θ (grados)	193,81
Época	2015,5
x (ua)	-285,0
y (ua)	+9369,1
dx/dt (msa año ⁻¹)	-1,09 \pm 0,17
dy/dt (msa año ⁻¹)	-0,86 \pm 0,16
V_x (km s ⁻¹)	-0,78 \pm 0,12
V_y (km s ⁻¹)	-0,62 \pm 0,11
V_z (km s ⁻¹)	0
Vesc_max (km s ⁻¹)	2,80
M_A (M_\odot)	3,0 \pm 0,3
M_B (M_\odot)	2,4 \pm 0,2
Distancia (pc)	151,2 \pm 1,7

3. La binaria STF 227 (t Tri).

STF 227 (WDS 02124+3018) está compuesta por estrellas blancas y brillantes de magnitud 5,3 y 6,7 separadas por 3,9" y situadas en la constelación del Triángulo a 85,5 parsecs de distancia (dato de *GAIA-DR2*).

Ambas estrellas son binarias espectroscópicas (Tokovinin, 2018). La primaria (componente A) es una binaria espectroscópica de doble línea y a la vez una binaria eclipsante (su órbita tiene 90° de inclinación) y visual (magnitudes 5,1 y 6,1) con un periodo orbital de 14,7 días y una separación de 0,002". Está clasificada como la estrella variable TZ Tri. Observar en la figura 4 la estructura jerárquica.

La componente B es otra binaria espectroscópica de doble línea con un periodo orbital de 2,236 días y componentes estelares de magnitudes 7,2 y 7,8. Por tanto estamos ante un sistema de 4 estrellas.

El tipo espectral (G5III) listado en Simbad para B, debe ser erróneo ya que su color es más caliente que el de la primaria. El *Multiple Star Catalog* (MSC) lista tipos G5III + F5V. El autor de este artículo representó las componentes en una isócrona de evolución, usando colores B-V del catálogo Tycho-2 y paralajes de *GAIA-DR2*. Ambas componentes podrían estar evolucionadas.

Esta binaria ha sido muy estudiada astrométricamente. El catálogo WDS lista nada más y nada

menos que 257 medidas astrométricas. Fue descubierta en 1781 (180° y 8,0'') por William Herschel (1782). La última medida fue realizada en el británico Bob Argyle (2017) usando un micrómetro, como es habitual en él. El estudio de las mediciones históricas detectó un movimiento orbital claro: el ángulo de posición se reduce 12 grados (de 80 a 68 grados) mientras la distancia angular permace constante dentro de los márgenes de error.

El satélite *GALIA*, al igual que hizo el *Hipparcos* años atrás, observó a ambas estrellas de STF 227 mostrando una paralaje y movimientos propios comunes (ver tabla 3). Estas son evidencias que indican que estamos ante un par de estrellas gravitacionalmente unidas.

El estudio dinámico de las mediciones astrométricas determinó que el ángulo de posición cambia claramente a razón de $-0,061 \pm 0,001$ °/año (figura 5), mientras que la distancia angular se mantiene constante ($+0,05 \pm 0,23$ msa/año). Ver figura 6. No se detectó curvatura alguna. Los valores RMS del ajuste son de 0,88" y 0,11" para θ y ρ . Este parámetro mide la dispersión de las medidas.

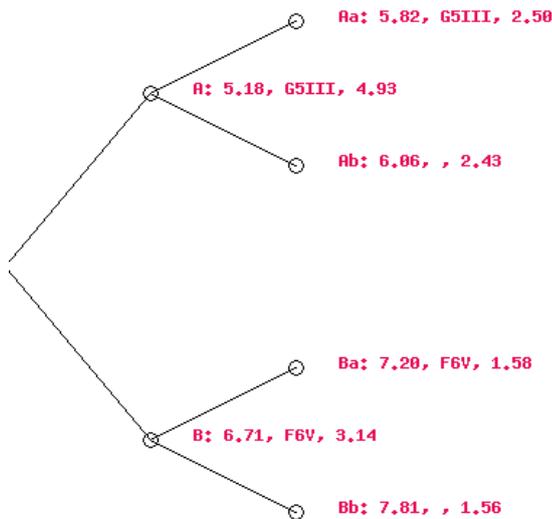


Figura 4. Jerarquía de la binaria STF 227 según el catálogo MSC.

Usando los datos de *GALIA-DR2* el movimiento relativo de B con respecto a A es muy diferente al obtenido en este trabajo mediante el uso de las medidas astrométricas históricas. Sabemos que los resultados astrométricos de *GALIA* pueden verse afectados de forma nada despreciable debido a la binariedad no resuelta de las estrellas que observa. Como dije anteriormente, ambas estrellas son binarias espectroscópicas, pero poseen periodos orbitales mucho más pequeños que la ventana de observación del satélite *GALIA* (varios años). En conclusión creemos que no debería afectar a su astrometría. El catálogo *GALIA-DR2* lista un exceso de ruido astrométrico (campo *astrome-*

TABLA 3. DATOS DE GALIA-DR2 PARA STF 227

COMP.	π	m(a) [msa/año]	m(d) [msa/año]
A	$11,78 \pm 0,16$	$-65,06 \pm 0,30$	$-58,59 \pm 0,25$
B	$11,53 \pm 0,26$	$-60,50 \pm 0,50$	$-57,34 \pm 0,48$

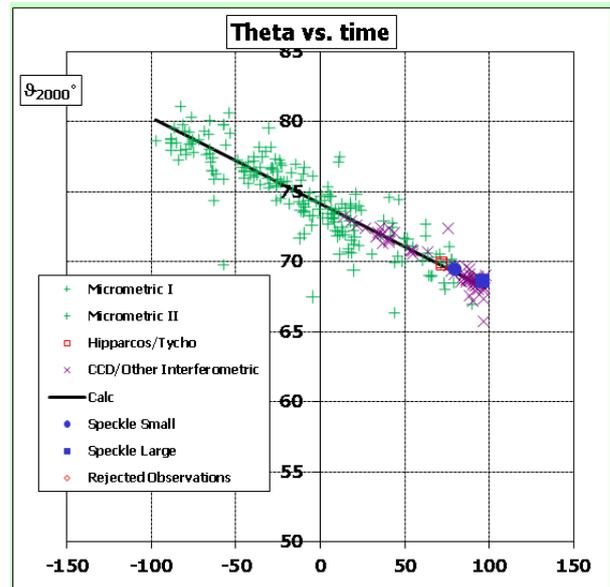


Figura 5. Evolución del ángulo de posición con respecto al tiempo para la binaria STF 227. La línea continua representa la tendencia del cambio ($-0,061 \pm 0,001$ °/año).

tric_excess_noise) de 0,62 y 1,05 msa/año. Valores superiores a 1 msa podrían ser producidos por una fuente estelar no resuelta. ¿Quizá el carácter de binaria astrométrica ha influido en la astrometría de *GALIA*?

En este trabajo utilizamos los valores de movimiento relativo obtenidos en base a las medidas astrométricas del catálogo WDS ya que proceden de un registro astrométrico superior a 200 años y proporcionan información sobre la dinámica del sistema sin que le afecte una binariedad no conocida.

El movimiento relativo de B con respecto a la componente A es de $4,49 \pm 0,25$ msa/año que a la distancia del sistema se corresponde con una velocidad relativa de $2,13 \pm 0,12$ km/s.

Para obtener el valor de la velocidad de escape, usamos los valores de las masas estelares publicadas en el catálogo MSC (ver figura 4). Con ello pude calcular una velocidad de escape de 6,5 km/s y por tanto mucho mayor que la velocidad relativa. Confirmamos por tanto la relación gravitacional de este sistema.

El paso siguiente es determinar posibles soluciones orbitales. Para ello utilizamos el mismo método que para la binaria STF 79 pero en esta ocasión los valores para los vectores de posición y velocidad fueron obtenidos en base al estudio astrométrico de las medidas históricas del WDS en lugar de *GALIA*.

En la tabla 4 (página siguiente) se muestran los parámetros dinámicos y de posición así como las ma-

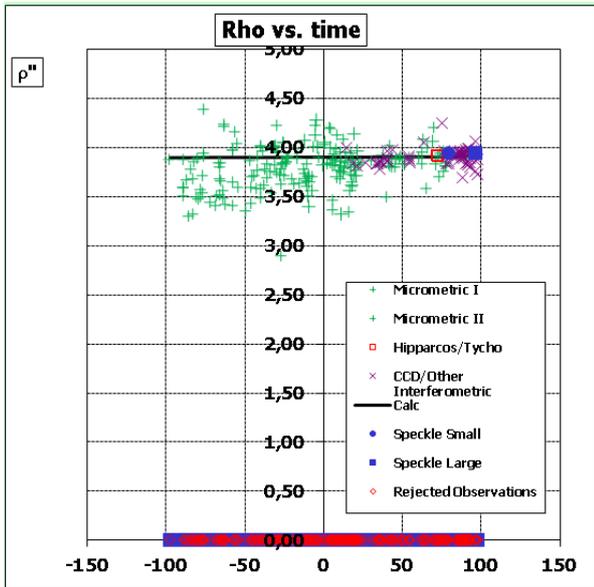


Figura 6. Evolución de la distancia angular con respecto al tiempo para la binaria STF 227. La línea continua representa la tendencia del cambio ($+0,05 \pm 0,23$ mas/año).

sas estelares (calculadas en este artículo). Estos parámetros fueron usados para estudiar las soluciones orbitales.

Al igual que con la binaria STF 79 tenemos dos parámetros desconocidos: z y V_z . Pero al contrario que para STF 79, para aprovechar el claro movimiento orbital de STF 227, calculamos unas 25000 posibles órbitas para diferentes valores de V_z (entre -6 y $+6$ km/s) y z (entre -1600 y $+1600$ ua). De entre todas estas órbitas seleccionamos dos de ellas:

- La primera fue aquella que mostró un menor residuo astrométrico.
- La segunda órbita fue elegida en base al semieje mayor esperado ($E(a) = 1,15 * r$).

En la tabla 5 listamos las efemérides para ambas binarias en épocas entre el año 2020 y el 2060. Para STF 79 las efemérides son las mismas independientemente de la solución orbital que tomemos. Pero para STF 227 cambia muy ligeramente, por ello se muestran las efemérides para las dos soluciones orbitales calculadas en este trabajo.

En la tabla 6 (página siguiente) mostramos los valores de las soluciones orbitales calculadas para ambas binarias. Y en la figura 8 se muestran gráficamente ambas soluciones orbitales para STF 227. ©

Agradecimientos

Esta publicación hace uso del *Washington Double Star Catalog* mantenido en el Observatorio Naval de los Estados Unidos, además de la base de datos astronómica SIMBAD y el servicio de catálogos astronómicos VIZIER ambos mantenidos y operados por el Centro de Datos Astronómicos de Estrasburgo (<http://cdsweb.u-strasbg.fr/>).

TABLA 4. DATOS ASTROMÉTRICOS, DINÁMICOS Y DE VELOCIDAD PARA STF 227.

DATO	VALOR
ρ (arcosegundos)	$3,90 \pm 0,02$
θ (grados)	$74,15 \pm 0,09$
Época	1919,460
x (ua)	$+320,7 \pm 5,2$
y (ua)	$91,1 \pm 1,4$
dr/dt (msa año ⁻¹)	$0,05 \pm 0,23$
dq/dt (grados año ⁻¹)	$0,062 \pm 0,001$
dx/dt (msa año ⁻¹)	$-1,33 \pm 0,24$
dy/dt (msa año ⁻¹)	$+4,28 \pm 0,08$
V_x (km s ⁻¹)	$-0,54 \pm 0,10$
V_y (km s ⁻¹)	$+1,74 \pm 0,04$
V_z (km s ⁻¹)	0
V_{esc_max} (km s ⁻¹)	6,47
M_A (M_{\odot})	4,83
M_B (M_{\odot})	3,14
Distancia (pc)	$85,5 \pm 1,4$

TABLA 5. EFEMÉRIDES.

	AÑO	θ (°)	ρ (")
STF 79	2020	193,8	7,88
	2030	193,9	7,90
	2040	194,0	7,91
	2050	194,0	7,92
	2060	194,1	7,93
STF 227 ORB 1	2020	68,0	3,92
	2030	67,4	3,92
	2040	66,8	3,93
	2050	66,2	3,93
	2060	65,6	3,94
STF 227 ORB 2	2020	68,0	3,91
	2030	67,4	3,91
	2040	66,8	3,91
	2050	66,2	3,91
	2060	65,6	3,91

Referencias

- Argyle, R.W., 2017, Webb Soc., Double Star Circ. 25, 1
- Cutri, R. M. *et al.*, 2003y Cat.2246...0C
- de Lalande, J.-J. 1831, MmRAS, 4, 165
- Dupuy & Liu, 2011, ApJ, 733, 122
- GAIA Collaboration, 2018, A&A, 616A, 1G
- Hauser, H. M., Marcy G. W., 1999, PASP, 111, 321
- Herschel, W., 1782, RSPT, 72, 112H
- Hog, E. *et al.*, 2000, A&A, 355L, 27H
- Struve, F.G.W., 1837, AN, 14, 249
- Tokovinin, A., 2018, ApJS, 235, 6T (Multiple Star Catalog, MSC).

TABLA 6. SOLUCIONES ORBITALES PARA STF 79 Y STF 227.

Parámetros de entrada	STF 79		STF 227	
	ORB1	ORB2	ORB1	ORB2
	z = 1325 ua	a = 1,15r	Vz = 0,48 km/s z = 896 ua	a = 1,15r
P (año)	9156,5	21676,5	5172,5	2647,0
T (año)	-983,3	-5547,9	-212,2	3164,1
e	0,88	0,67	0,63	0,74
a (")	5,07	9,00	7,037	4,502
i (°)	38,0	67,4	110,3	119,9
ω (°)	324,4	131,5	277,5	270,3
Ω (°)	51,7	-128,3	158,8	169,6
RMS (θ)	0,68	0,68	0,88	0,88
RMS (ρ)	0,091	0,090	0,106	0,107

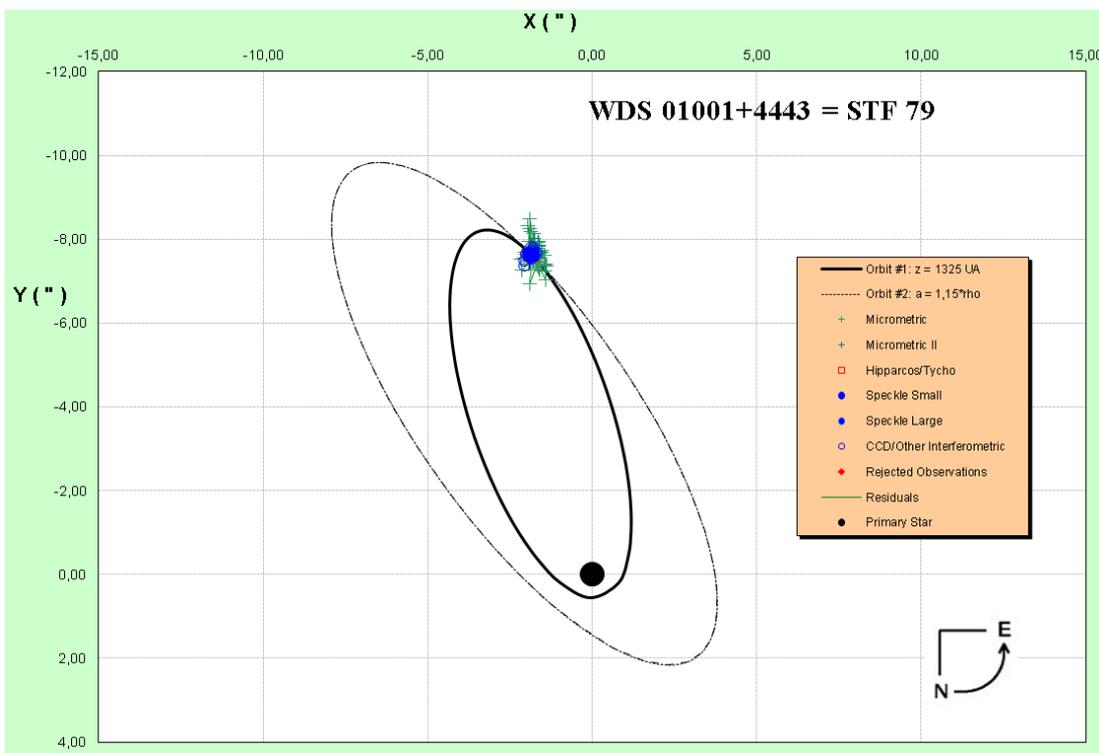


Figura 7. Dos posibles soluciones orbitales para STF 79. La Órbita 1 tiene un valor z correspondiente al valor mediano en la relación ρ y σ . La Órbita 2 tiene un semieje mayor (a) con un valor promedio en la relación entre α y ρ .

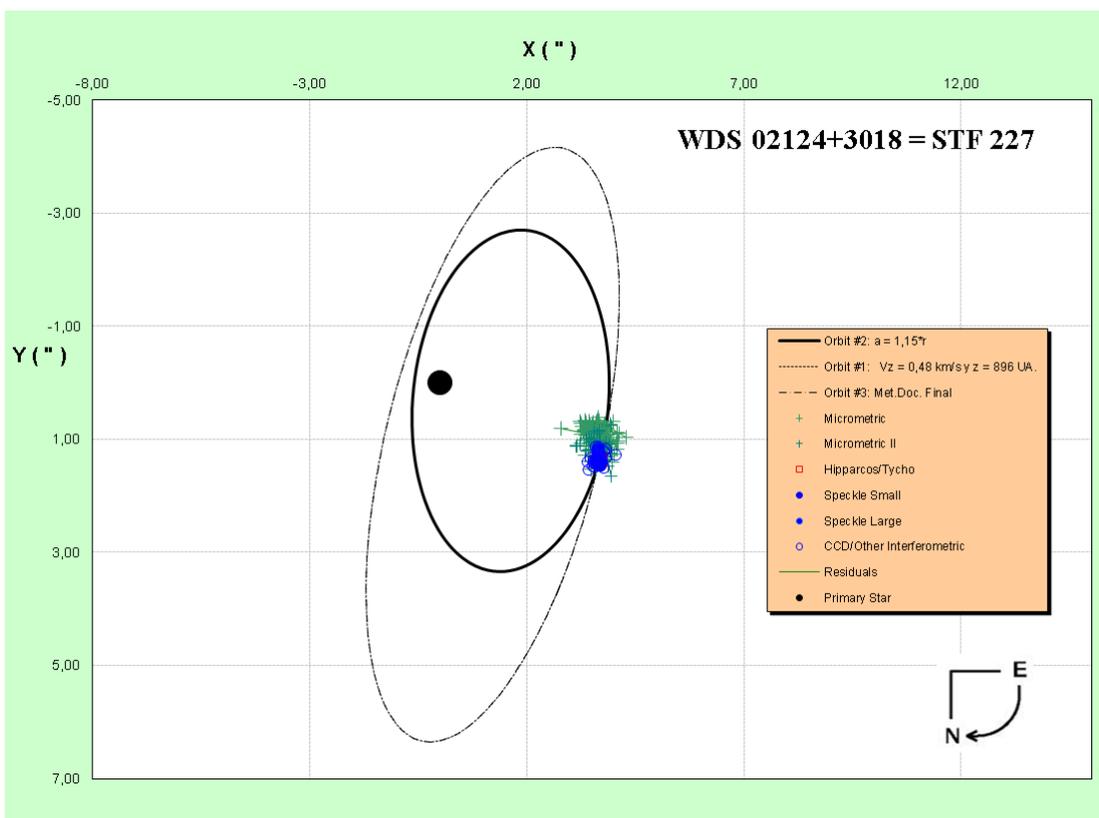


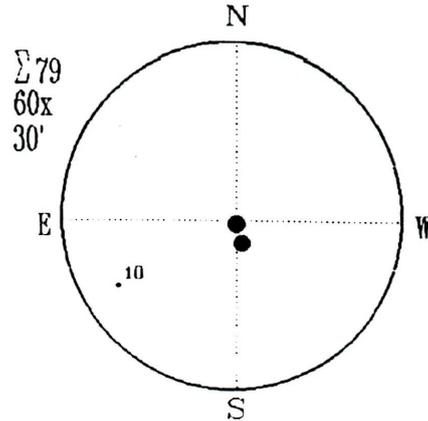
Figura 8. Dos posibles soluciones orbitales para STF 227. La Órbita 1 mostró el menor residuo para un rango de valores de z y Vz (z = 896 ua y Vz = 0,48 km/s). La Órbita 2 tiene un semieje mayor (a) con un valor promedio en la relación entre α y ρ .



$\Sigma 79$

Por Francisco Manuel Rica Romero

Struve 79		
Coordenadas:	00h57m +44º27'	(1950.0)
	00h59m50s +44º43'09"	(2000.0)
Distancia angular :	7"7 (1832-1967)	
Angulo de posición :	192º (1832-1967)	
Tipo:	Binaria fija (?)	
Epoca de observación:	Octubre-Febrero	
Primera y última medidas oficiales:	1832 y 1967	
	Struve 79 A	B
Mv. aparente:	6,00	6,6
Mv. absoluta:	4,8	2,0
Espectro:	F8V	A0V
Masa (Sol = 1):	1,0	3,1
Luminosidad (Sol = 1):	1	14
Radio (Sol = 1):	1,1	2,3
Temperatura (°k):	6100	9800
Distancia (a.l.):	(57)	(300)
Indice cromático B-V:	0,5	0,6
Gravedad media (Tierra=1):	23	16
Densidad media (gr./cc.):	1,1	0,4
Características en el centro de la estrella:		
Densidad (agua = 1):	55-80	38-45



DESCRIPCION: Estamos ante una estrella doble poco conocida y cuyo nombre más familiar para nosotros es Struve 79. Pero por ser poco conocida no es menos atractiva que otras.

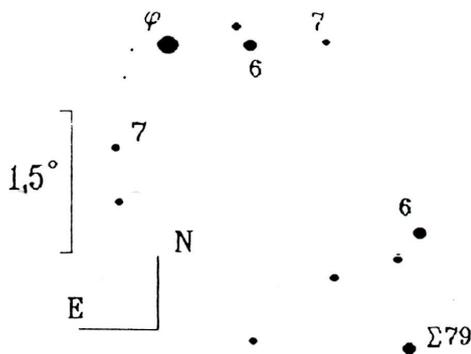
Puede ser desdoblada fácilmente con un pequeño telescopio empleando 60x. No se sabe con seguridad que naturaleza tienen esta doble. Desde el año 1832 en que fue descubierta no se han observado cambios en su distancia y ángulo de posición.

Consultando las distintas fuentes de información a la que tengo acceso no he podido conseguir obtener el valor de su distancia. Según unos cálculos realizados con un programa informático las distancias más probables a la que pueden encontrarse son de 60 y 300 años-luz, para la principal y secundaria, respectivamente.

En cuanto a los espectros de sus componentes J.L. Comellas les asigna F8V y A0V mientras que Sky Catalogue 2000.0 B9V y B9V, con posible influencia del espectro de la principal por la secundaria.

LOCALIZACION: Entre las brillantes estrellas phi y nu de Andrómeda y situado a 39' al Norte de la conocidísima galaxia de Andrómeda, M31. La estrella phi (de la 4.2ª en 01h09m +47º14').

CAMPO: Muy pobre. No encontraremos más que una estrella de la 10ª unos 10' hacia el ESE.

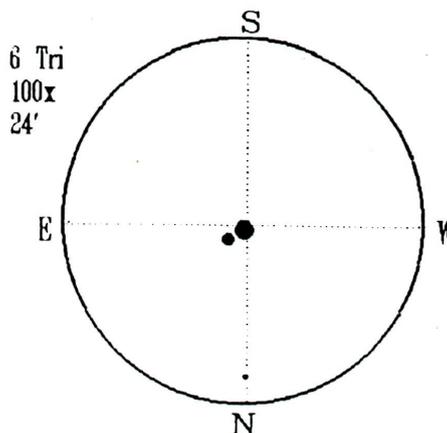




1 Tri, 6 Tri, Σ227

Por Francisco Manuel Rica Romero

6 Tri		
Coordenadas:	02h12m08s +30º16'53" (2000.0)	
	02h09m +30º04' (1950.0)	
Distancia angular :	3'8 (1836); 3'9 (1973)	
Angulo de posición :	80º (1836); 71º (1973)	
Tipo:	Doble con relación gravitatoria demostrada.	
Epoca de observación:	Octubre-Marzo	
Primera y última medidas oficiales:	1836 y 1973	
6 Tri A B		
Mv. aparente:	5,2	6,5
Mv. absoluta:	0,56	---
Espectro:	G5III	F ó G
Masa (Sol = 1):	---	---
Luminosidad (Sol = 1):	52	---
Radio (Sol = 1):	---	---
Temperatura (°k):	5000	---
Distancia (a.l.):	276	---
Indice cromático B-V:	0,9	---
Gravedad media (Tierra=1):	---	---
Densidad media (gr./cc.):	---	---



LOCALIZACION: Situada unos 3º al Este de la estrella alfa del Triángulo, brillando con la 4,9ª magnitud.

CAMPO: Tan sólo se localiza una débil estrella de la 9ª-10ª magnitud unos 12' al Norte. Estamos en una zona muy pobre en estrellas débiles ya que no aparece ninguna estrella más brillante de la 11ª-12ª magnitud.

(cont. DESCRIPCION)

Y como dijimos anteriormente, la magnitud de la principal también varía según las fuentes consultadas entre la 4,9 y 5,3ª.

Pero aquí no acaba todo. Al parecer 6 Tri es una estrella cuádruple ya que cada uno de sus dos principales miembros son una binaria espectroscópica con periodos de 14,732 y 2,2236 días, respectivamente. Y aún hay más. La componente A recibe también el nombre de TZ Tri, es decir se trata de una variable cuya variación debe ser mínima al no encontrar ninguna referencia en la documentación consultada.

DESCRIPCION: Estamos ante una doble no muy conocida, aunque no por ello menos bonita. La distancia de 3'9 y su magnitud no excesivamente débil la hace muy interesante para un refractor de 60 mm. Podremos intentar desdoblirla en días estables y utilizando no menos de 60x, mejor 100x.

Esta es una doble cuyas componentes parecen tener una relación física demostrada. La principal es una gigante roja. Sus tonalidades cromáticas son amarillo-anaranjada y verde. Su distancia discrepa según las fuentes entre los 200 y los 330 años-luz.

También en cuanto a su espectro y magnitud he podido encontrar algunas discrepancias. Parece ser que todas las fuentes coinciden en que la componente A es del tipo espectral G, aunque unos asignan G0 y otros G5. El programa informático "Star Catalogue" le asigna el espectro G5III, es decir se trata de una gigante roja. Según los cálculos realizado por un programa informático realizado por mí, lo más probable es que esta estrella estuviera situada a poco más de 300 años-luz (318 años-luz), coincidiendo bien con el valor más alto ofrecido por las fuentes consultadas.

En cuanto a la secundaria una de las fuentes le asigna el espectro F6V mientras que otra le asigna G5. Si perteneciera a la Secuencia Principal del diagrama H-R estarían situada a una distancia aproximada de 80 y 40 años-luz, respectivamente, muy alejado del valor ofrecido para la distancia de la componente A. Evidentemente, si consideramos que ambas componentes están ligadas gravitatoriamente esta diferencia es inviable. Otra posibilidad es que B sea otra gigante. Esto se refuerza con un comentario realizado por J.L. Comellas en su libro "Guía del Firmamento"; por tanto posiblemente estemos ante una pareja de gigantes rojas.

[*firma invitada*]

¿Por qué observo **estrellas dobles**?



“ Su observación se convirtió pronto en mi dedicación principal, ya que era una actividad que resultaba accesible con mi equipo. Disfruté muchísimo con los paseos por las diferentes constelaciones que proponía José Luis Comellas, usando las coordenadas celestes y saltando de estrella en estrella hasta que localizaba los pares que él proponía. ”



Antonio Agudo Azcona

EN MI OPINIÓN, es un honor poco merecido que Juan-Luis, Rafael y Edgardo hayan pensado en mí para esta sección. Intentaré estar a la altura del magnífico grupo de compañeros que me han precedido y para ello voy a hacer un relato del recorrido que he seguido junto a las estrellas dobles en el que saldrán los nombres de varios compañeros a modo de agradecimiento por todo lo que me han aportado. Espero que os resulte de interés.

Realmente mi afición por la astronomía y más concretamente por el estudio de las estrellas dobles surgió de forma tardía, a diferencia de lo que suele ocurrirles a otros compañeros de afición, que siempre hablan de su infancia o adolescencia como los momentos de su vida en la que se despierta esa pasión por la observación astronómica. Sí es cierto que recuerdo las noches de verano de mi niñez en la casa de campo de mis padres en Argamasilla de Calatrava y me viene a la imaginación cómo me sorprendía la enorme imagen de “El Carro” cerca del horizonte que iba cambiando de posición a lo largo de la noche, o el brillo del lucero del atardecer o la lluvia de estrellas fugaces, que sin yo saber por qué, siempre se hacían más frecuentes en pleno verano. Pero realmente, salvo el aspecto meramente contemplativo, no tuve ningún acercamiento a la astronomía hasta el año 2000 cuando ya tenía más de 30 años.

Fue en ese año cuando obtuve mi primer destino definitivo como profesor de instituto de la especialidad

de Física y Química en un pueblecito de la Siberia Extremeña llamado Orellana la Vieja y me encontré al llegar allí con la papeleta de que tenía que impartir a los alumnos de 3º de la ESO una materia optativa llamada “Taller de Astronomía”. Mi primera sensación fue de pánico, pues mis conocimientos de astronomía eran casi nulos pero, en verdad, ahora lo único que puedo hacer es dar las gracias al destino por ese giro inesperado que me deparó. Me compré el único libro de texto de esa asignatura que encontré, de Ediciones Laberinto, y preparando las primeras clases sobre el conocimiento del cielo nocturno y el uso del planisferio celeste empecé a engancharme con la observación del cielo a simple vista y con unos prismáticos 7x50 que mi padre me prestó. Tuve también la suerte de haberme mudado recientemente con mi familia a una casa unifamiliar en las afueras de Badajoz con unas vistas muy despejadas hacia el sur y sin apenas farolas, lo cual favoreció que pudiera dedicar muchos ratos a contemplar el cielo nocturno. Todos los ingredientes estaban servidos y a las pocas semanas el gusanillo por la astronomía había calado muy fuerte. Lo siguiente fue el regalo de un telescopio por mi cumpleaños, un newtoniano 130 f/6,9. Como suele ocurrir al principio fue un poco decepcionante, sobre todo esperando obtener unas buenas imágenes de cielo profundo y planetaria. Evidentemente, no se le podía pedir más a ese tubo. Por aquel entonces ya me había comprado algunos libros



sobre observación astronómica y el manejo del telescopio, pero evidentemente tengo que resaltar la conocida “Guía del Firmamento” de nuestro querido José Luis Comellas. Con esta guía aprendí a observar la Luna y descubrí por fin las queridas estrellas dobles. Su observación se convirtió pronto en mi dedicación principal, ya que era una actividad que resultaba accesible con mi equipo. Disfruté muchísimo con los paseos por las diferentes constelaciones que proponía José Luis Comellas, usando las coordenadas celestes y saltando de estrella en estrella hasta que localizaba los pares que él proponía. Me compré una Barlow 2x y un ocular reticulado y pasé muchos ratos intentando desdoblarse parejas apretadas e intentando verificar “grosso modo” el ángulo de posición y la separación angular de las más separadas. Evidentemente no hacía medición de estrellas dobles, realmente desconocía que se pudiera hacer, sin embargo, a mí me bastaba con apreciar su disposición y los colores que presentaban. Guardo muy gratos recuerdos de esas noches de observación.

Para el año 2003 había adquirido un C8 y una CG5 manual, a la que más tarde añadí un sistema “gato”. Con este equipo la observación se hizo mucho más fácil y podía sacar más tiempo de calidad, pero todo lo que hice durante varios años fue solo astronomía visual, hasta que llegó 2008 cuando hubo un gran punto de inflexión. Ese año tuve la inmensa suerte de conocer a Juan-Luis González Carballo a través del foro de la Asociación Hubble de Martos en un hilo

sobre medición de estrellas dobles de mayo de aquel año en el que también recuerdo que participaron Rafael Caballero, Rafael Benavides y Paco Rica, ahí es nada, menudo póquer de doblistas. Parece mentira, pero viviendo Juan-Luis y yo en Badajoz nos conocimos a través de Internet. Al poco tiempo quedamos para conocernos en persona y fue él quien me abrió los ojos a la medición de estrellas dobles usando CCD. Empecé con una Philips spc900nc modificada, que hacía las capturas en vídeo, pero pronto adquirí una Atik 16IC-S con la que realicé medidas varios años, publicando muchas de ellas en OED y participando en ocasiones en el programa SEDA-WDS.

Aparte de la medición de estrellas dobles, también por esa época empecé a tener interés por el estudio de los parámetros astrofísicos de los sistemas binarios, a raíz de realizar el Curso de Estrellas Dobles de la LIADA, que dirigía Carlos A. Krawczenko y en el que tuve como profesor a Edgardo R. Masa. Evidentemente, hablando de la astrofísica de las estrellas dobles tengo que citar a Paco Rica, a quién conocí personalmente a través de Juan-Luis. De él he aprendido muchas cosas acerca de la caracterización de los sistemas dobles y fruto de ello compartimos un par de publicaciones en OED y JDSO.

Y no puedo olvidarme de citar uno de los proyectos más ilusionantes en el cuál trabajé entre 2012 y 2013 junto a Juan-Luis González Carballo y Rafael Benavides. Se trata del proyecto CSO (Cielos del Suroeste) de



búsqueda de estrellas dobles de movimiento propio común, en el que usando minería de datos a partir del catálogo PPMXL descubrimos un total de 564 nuevos pares, de los cuales 190 llevan el código de descubridor AZC que me asignó el WDS.

A partir de ese momento, tuve un paréntesis de más de tres años en el que por motivos personales estuve apartado casi por completo de la astronomía, viéndome obligado a abandonar la casa donde tenía mi observatorio. Afortunadamente desde 2018 he vuelto a retomar la observación y estudio de las estrellas dobles, primero con un trabajo de discusión sobre el carácter físico de algunos sistemas del catálogo TDS y más adelante de nuevo con el descubrimiento y caracterización de pares de movimiento propio común, centrándome esta vez en las binarias de amplia separación angular (wide binaries), objetos que actualmente han despertado el interés por parte de algunos profesionales. En ambos trabajos he utilizado los datos aportados por el proyecto GAIA DR2, añadiendo a los movimientos propios, las paralajes y las velocidades radiales de las componentes de los sistemas estudiados.

Respecto a la actividad de observación, aunque la ubicación actual de mi equipo no es la más idónea, sigo realizando medidas, aprovechando sobre todo el verano que es cuando dispongo de más tiempo. Disfruto de la tranquilidad de la noche, escuchando música o algún podcast de ciencia, consiguiendo una pequeña alegría cada vez que localizo y consigo ubicar dentro de la pantalla del ordenador el par que estoy buscando. También me divierte la preparación de las sesiones de observación y sobre todo el proceso posterior de tratamiento de las imágenes y reducción de datos, que hago con la ayuda inestimable del programa Reduc que generosamente nos facilita Florent Losse. Actualmente mi equipo consta de un C8 sobre CGEM y utilizo una Atik 383L+, mucho más sensible que la anterior 161C-S, que además tiene un sensor generoso que facilita la localización de los pares y un tamaño de píxel más pequeño, que proporciona una mejor resolución. Con este equipo en noches buenas he llegado a resolver sistemas con separaciones angulares de 3 segundos de arco. Mi próximo objetivo es bajar algo ese límite siguiendo los buenos consejos de Rafa Benavides acerca de la técnica de “lucky imaging”. Esperemos que este verano sea el momento. ©



NUNCA hubiera imaginado...

Y es que esta frase de la película *Contact* resume muy bien mi experiencia con la astronomía. Desde pequeña soñaba con ser astrónoma. Mi padre me regaló un telescopio en 1989 y fui autodidacta hasta que ingresé en la asociación de astronomía de Alcalá de Henares (AAC) donde comencé a hacer divulgación. Observaba y dibujaba lo que veía, también realizaba astrofotografía, pero dibujar marcó una parte importante de mi vida culminando en 2017 con la publicación del primer manual de Dibujo Astronómico (AstroMarcombo).

Pasaron los años y por circunstancias personales no pude estudiar una carrera: mi sueño de ser astrónoma se truncó. Pero resulta que la vida a veces te da nuevas oportunidades cuando menos te lo esperas, y donde menos te imaginas.

En 2007 descubrí AstroHita (www.fundacionastrohita.org) un observatorio privado en mitad de La Mancha Toledana creado de manera artesanal por Faustino Organero quien decidió construir sus sueños. Y pensé: ¿y si emprendo yo también una ruta alternativa hasta mi destino? La respuesta fue: “pies para qué os quiero”.

Así me uní a la aventura de AstroHita: una experiencia cargada de dedicación, esfuerzo, constancia, intolerancia al desaliento. Fiel al lema “el que la sigue la consigue” un día eché la vista hacia atrás y confirmé que estaba viviendo mi propio sueño.

Hoy me dedico a la divulgación con actividades de observación nocturna, talleres, cursos de dibujo astronómico, de iniciación, etc. Para ello construimos nuestros propios telescopios, como el reflector TEDI+ de 77 cm a f3,2 o el celostato “Helianthus” con el que proyectamos un inmenso Sol de más de un metro de diámetro y con el que además descomponemos la luz para ver las líneas de Fraunhofer en directo. Otro sueño hecho realidad.

Este instrumento está integrado en nuestro nuevo espacio didáctico llamado Carolina Herschel, un aula multifunción donde vienen alumnos de todas las edades para hacer divertidos experimentos de ciencia. Su nombre es porque crecí sin apenas referentes femeninos en astronomía y quise aportar mi granito de arena dedicando el observatorio a la mujer astrónoma con todos sus edificios nombrados en honor a pioneras de su tiempo. El aula alberga una gran exposición permanente con más de cincuenta biografías de astrónomas: “*Hijas de*

AstroHita: Ad Astra Per Aspera

por

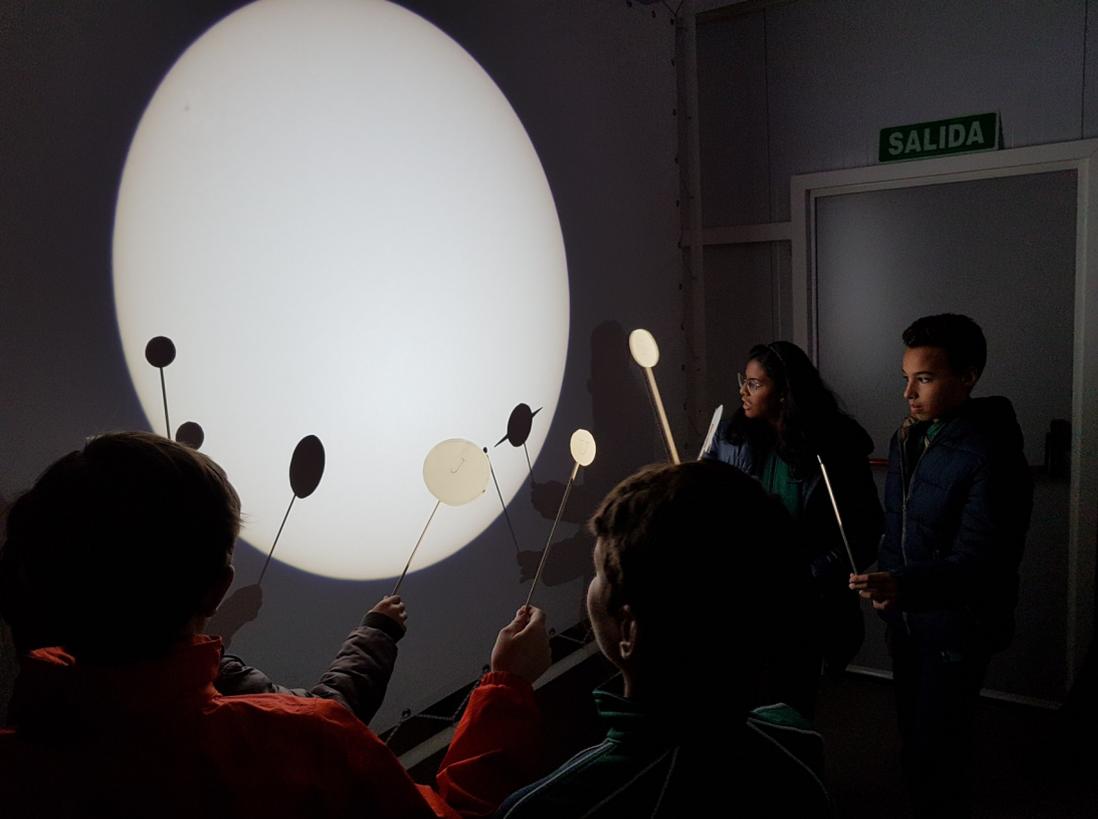
LEONOR ANA HERNÁNDEZ

las estrellas, pioneras que tocaron el cielo”. Incluye un monográfico de la historia de la familia Herschel contada por Carolina junto a una réplica de uno de sus vestidos y su telescopio a escala 1:1 realizada por nosotros. El aula se complementa desde 2019 con tres relojes de sol gigantes, un mirador de solsticios y equinoccios y un observatorio del sonido.

También participo activamente en el mantenimiento del centro, reparación y construcción de nuevo instrumental. Es un camino apasionante que hoy nos relaciona con observatorios de ámbito profesional nacional e internacional. El sueño de mi infancia.

En 2019 instalamos un radiotelescopio dentro de un convenio de colaboración con la Universidad Complutense de Madrid para ofrecer ejercicios de radioastro-





(Todas las imágenes han sido cedidas por la autora).

nomía al alumnado de secundaria en toda Europa.

El observatorio cuenta con dos cúpulas y telescopios artesanales automatizados destinados a investigación científica. No soy investigadora, pero desde aquí prestamos soporte tecnológico a tres líneas de investigación dependientes del IAA-CSIC:

— **Proyecto SMART (Spectroscopy of Meteoroids in the Atmosphere by means of Robotic Technologies)**, liderado por el profesor José María Madiedo. Operativo en AstroHita desde 2010. Con 8 detectores que monitorizan el cielo en un radio de más de 500 kilómetros. En

el proyecto participa también el Observatorio de Calar Alto, el IAA-CSIC y el INTA.

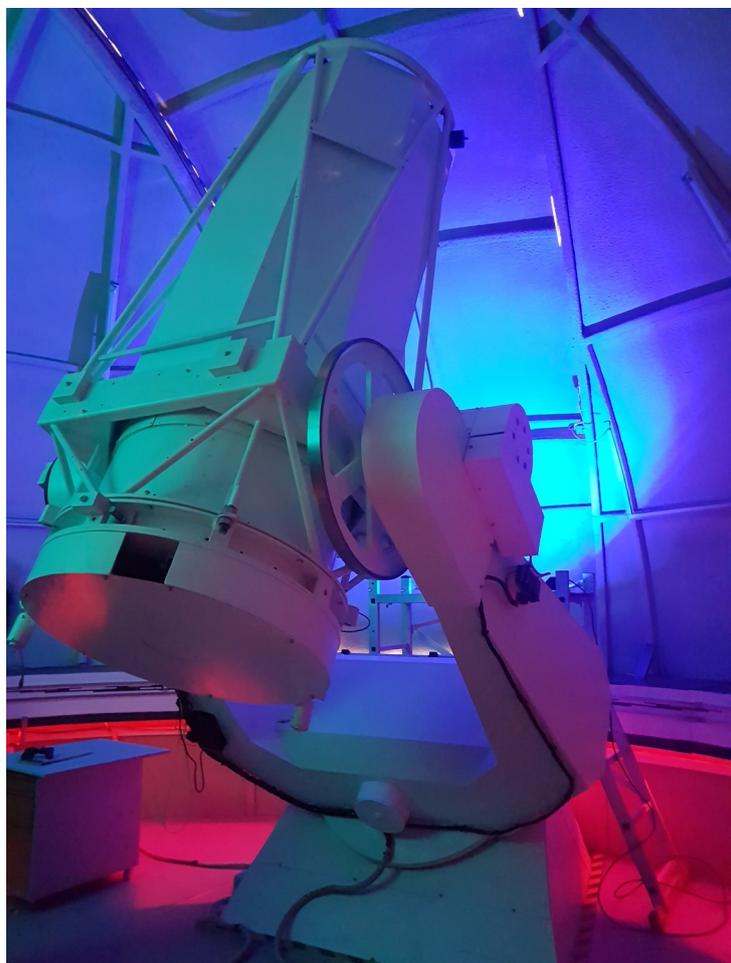
— **Proyecto MIDAS (Moon Impacts Detection and Analysis System)** desarrollado desde el IAA por los investigadores José María Madiedo y José Luis Ortiz para detectar y analizar el impacto de meteoroides contra la superficie de la Luna. Opera en AstroHita con el telescopio de 40 cm desde 2012 y trabaja en coordinación con telescopios desde Sevilla y La Sagra (Granada).

— **TNOS**. Desde 2009 colaboramos con el IAA en la obtención de datos de TNOS aportando el telescopio más grande del observatorio: un reflector de 77 cm (manejado en remoto por el personal del IAA especializado) con MPC I95.

Es un esfuerzo astronómico. La recompensa al trabajo llega con la aparición, de la mano de los investigadores responsables, en varias publicaciones profesionales tales como NATURE, MNRAS o Astrophysical Journal. Uno de los hitos más importantes ha sido la colaboración en el descubrimiento de un anillo de materia en torno al planeta enano Haumea, publicado el 6 de octubre de 2017 en NATURE por el equipo de investigación del IAA.

Estamos en La Puebla de Almoradiel, en el corazón de la tierra de Don Quijote, en plena Mancha Toledana, y como buenos quijotes seguiremos avanzando para mejorar y alcanzar nuevas metas con ilusión, apoyando la ciencia y demostrando que los sueños se cumplen.

¿TE ATREVES A SOÑAR? 



Leonor Ana Hernández es una activa y apasionada observadora amateur con cerca de 25 años de experiencia en divulgación, observación visual y dibujo astronómico. Además de su labor en la *Fundación AstroHita*, mantiene el blog de dibujo astronómico *Dibujando el Alma de la Noche* y colabora habitualmente en la prestigiosa revista *Astronomía*. Es autora del libro *Dibujo astronómico* publicado en 2017 por la Ed. Marcombo.