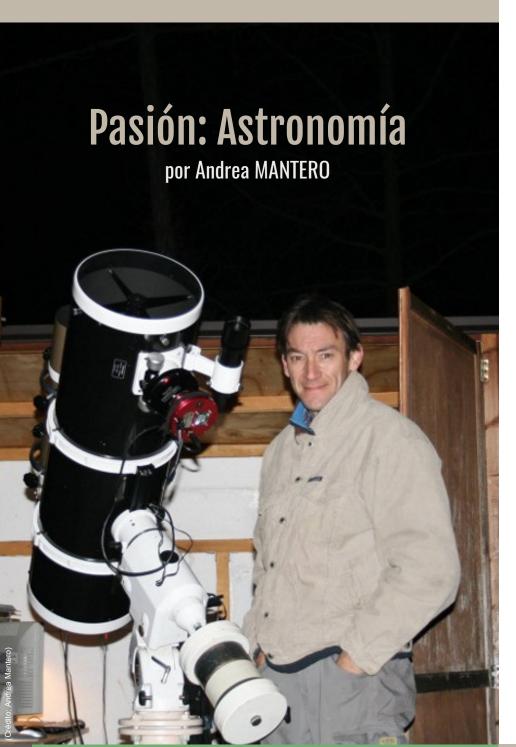
el observador de estrellas dobles



24

enero · junio de 2020

Medidas de estrellas dobles abandonadas

Joseph Carro Carlos Krawczenko

Cien dobles para telescopios pequeños Ramón Sobrino



Medidas de estrellas dobles con Lucky Imaging

Nuevos sistemas dobles mpc Manuel del Valle José Antonio Gutiérrez Carlos Krawczenko

GAIA Y LAS ESTRELLAS DOBLES

Reestudio de estrellas dobles

observadas por la LIADA

usando datos de GAIA-DR2

Francisco M. Rica

SEDA WDS

PROYECTO SEDA-WDS
NIJEVA CAMDA

Nueva campaña y resultados de la anterior Montse Campàs

FUERA DE FOCO



el observador

estrellas dobles

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

año XI — número 24 — enero/junio 2020

ISSN 1989-3582

indice

Editorial | 3

ACTUALIDAD

Noticias de actualidad | 4

por Francisco M. Rica

Noticias Comisión G1 de la UAI | 8

por Edgardo R. Masa Martín

COMUNICADO

Comunicado del US Naval Observatory (USNO) | 9

SEDA-WDS

Presentación de la nueva campaña del Proyecto SEDA-WDS | 11

Resultados de la 11ª Campaña del Proyecto SEDA-WDS | 14

por AA.VV.

OBSERVACIÓN

Medidas de sistemas dobles cerrados con la técnica Lucky Imaging | 16

por Lluís Ribé

Medición de 23 estrellas dobles abandonadas | 22

por Carlos A. Krawczenko

Medición de 40 estrellas dobles abandonadas | 27

por Joseph M. Carro

Cien dobles para telescopios pequeños | 34

por Ramón Sobrino

INVESTIGACIÓN

Un nuevo sistema triple con características peculiares | 44

por Manuel J. del Valle

Identificación de 13 nuevos sistemas dobles con mpc | 52

por José Antonio Gutiérrez

Nuevo sistema estelar mpc en Indus | 65

por Carlos A. Krawczenko

Reestudio de estrellas dobles observadas por la LIADA | 71

por Francisco M. Rica

¿POR QUÉ...?

¿Por qué observo estrellas dobles? | 85

Firma invitada: Andrea Mantero

FUERA DE FOCO

Cómo ser astrónoma y no morir en el intento | 87

Firma invitada: Montse Campàs

condiciones de publicación

Cualquier trabajo **relacionado con la astronomía de las estrellas dobles** es bienvenido para ser publicado en **El Observador de Estrellas Dobles** (OED). Los interesados deben atenerse a las siguientes pautas:

- Se aceptará cualquier tipo de trabajo que tenga relación con las estrellas dobles, independientemente de la temática que aborde.
- Los trabajos deberán remitirse a cualquiera de los editores a través de los correos electrónicos que figuran en la parte inferior de la página siguiente.
- Se remitirán archivos de texto en formato Word o similar. Se agradece que vengan corregidos ortográfica y sintácticamente. No hay que dar formato al texto (sin columnas ni tipografía especial).
- Se deberán adjuntar las imágenes o dibujos que se desean publicar, preferentemente insertados en el texto.
- En la cabecera del artículo deberán figurar los siguientes datos: nombre y apellidos del autor, agrupación o asociación astronómica a la que pertenezca y dirección de correo electrónico.
- Los artículos deberán venir precedidos por un breve resumen del contenido del mismo (4 líneas) en inglés y en español.
- OED tendrá una periodicidad semestral. La fecha límite de recepción de trabajos para el próximo número será el Lde mayo 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.

editorial

Un año más, y van once, llega fiel a su cita en el día de Reyes **El Observador** de estrellas dobles. Y una vez más lo hace con un número cargado de excelentes artículos, noticias y novedades relacionadas con el mundo de las estrellas dobles.

A las firmas habituales (como son nuestros queridos compañeros Carlos Krawczenko, Lluís Ribé, Francisco Rica, Manuel del Valle, Ramón Sobrino o Joseph M. Carro), se suman otras nuevas, como es el caso de José Antonio Gutiérrez, cosa que siempre nos agrada sobremanera. En sus trabajos podréis ver los resultados de sus observaciones e investigaciones.

Además, nos alegra contar con dos colaboradores de lujo. Por un lado, tenemos a Andrea Mantero en la sección ¿Por qué observo estrellas dobles? Le agradecemos la deferencia de contarnos el cómo y el porqué de su afición por estos astros. Sabemos que es una de vuestras secciones favoritas y es que siempre es inspirador conocer el lado más cercano, y hasta íntimo, de los observadores de estrellas dobles.

Además, cerrando la revista como siempre hace la sección Fuera de foco, contamos con Montse Campàs, una astrónoma aficionada que no necesita muchas presentaciones dada su dilatada dedicación astronómica que es bien conocida por todos. Su colaboración titulada "Cómo ser astrónoma y no morir en el intento" seguro que os agrada y sorprende a la vez.

Como es habitual, también podréis encontrar las habituales páginas de actualidad de la mano de Francisco Rica (sección de Noticias) y de Edgar Masa que nos mantiene al tanto de las últimas novedades de la Comisión de Estrellas Dobles de la Unión Astronómica Internacional. Pero es que, además, presentamos un comunicado oficial del Observatorio Naval de Estados Unidos (USNO) en relación a la publicación de nuevos pares por astrónomos aficionados a partir de la minería de datos. Y son malas noticias. De momento no se van a admitir nuevos pares descubiertos por aficionados que hayan usado datos extraídos estados estado

dos de los grandes surveys actuales, especialmente de Gaia. Sabemos de muchos aficionados que tenían en preparación centenares de nuevos pares con movimiento propio común y que, de esta manera, han visto cómo sus esfuerzos caen en saco roto. Entendemos, por otro lado, la necesidad de poner orden en la veda que se abrió tras la publicación de la DR2 de Gaia y que la prioridad de estos descubrimientos debe ser, en primera instancia, atribuidos a los astrónomos involucrados en el desarrollo de estas misiones espaciales. No obstante, creemos necesario que el USNO agilice las labores de mantenimiento y puesta al día del catálogo de referencia, el WDS, para que siga siendo la referencia que siempre fue en el mundo de las estrellas dobles. A pesar de todo ello, conviene recordar que sigue existiendo un trabajo en el que los astrónomos aficionados podemos centrarnos con plena dedicación: la observación de estrellas dobles, la publicación de datos actualizados y la confirmación de parejas olvidadas (o no observadas) desde hace décadas.

No queremos terminar sin desearos a todos un muy feliz año 2020. Un año nuevo que, esperemos, venga cargado de noches despejadas que nos permitan observar mucho. Y si alguna de esas observaciones va dedicada a las estrellas dobles, ya sabéis donde tenéis un lugar para publicar vuestras medidas. Que así sea. ¡Feliz 2020! Muchas gracias a todos. ©

LOS EDITORES

director honorífico editores

sitio web colaboradores

Sr. D. José Luis Comellas García-Llera

Rafael Benavides Palencia Juan-Luis González Carballo Edgardo R. Masa Martín rafaelbenpal@gmail.com struve1@gmail.com ermasa.dsa@gmail.com

www.elobservadordeestrellas dobles.wordpress.com

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

con el apoyo de



Descubrimiento del primer sistema triple de enanas blancas

■ Un equipo de astrónomos liderado por Perpinyan-Valles, M. (Universidad Politécnica de Cataluña) ha informado del descubrimiento del primer sistema triple formado por enanas blancas. Está compuesto de una binaria interior de enanas blancas y otra componente más separada. Usando la fotometría y astrometría combinada de GAIA DR2 junto con el seguimiento espectroscópico obtenido, estos astrónomos obtuvieron las temperaturas efectivas, gravedad superficial, masas y edad de enfriamiento de las tres enanas blancas. Las tres enanas blancas tienen atmósferas puras de hidrógeno, masas entre 0,60 y 0,63 masas solares y edades de enfriamiento de entre 40 y 290 millones de años. La masa estimada de las estrellas que dieron origen a las enanas blancas oscila entre las 1,6 y 2,6 masas solares.

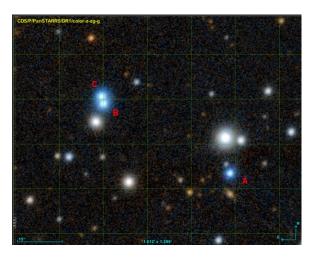


Figura 1. Imagen compuesta del proyecto PanStarss donde observamos a las tres componentes enanas blancas del sistema triple J1953-1019 estudiadas recientemente. Crédito: Aladin.

Los astrónomos también calcularon la separación física proyectada de la binaria interna (unas 303 ua) y con respecto el centro de masas de la binaria interna y la compañera externa (unas 6399 ua). A partir de estos datos, y teniendo en cuenta el rango de posibles configuraciones para estar ante un sistema triple estable, los astrónomos analizaron la futura evolución del sistema y encontraron que una colisión entre las dos estrellas que forman la binaria interna debido a oscilaciones Lidov-Kozai, es improbable, aunque si esto ocurriera podría acabar como una explosión de supernova Tipo Ia. [Perpinyan-Valles, M. et al., febrero 2019, MNRAS, 483, 901P].

Un catálogo de brillantes sistemas binarios y múltiples a partir de GAIA-DR2 y el SVO



Las estrellas binarias y múltiples han proporcionado durante mucho tiempo un método empírico para estudiar las teorías de la formación y evolución estelar. En particular la existencia de binarias separadas (> 20.000 ua) es un reto para los modelos de formación de binarias ya que sus separaciones físicas están más allá del tamaño típico del núcleo de una nube en colapso (entre 5.000 y 10.000 ua).

Un equipo de astrónomos españoles liderado por F. M. Jiménez-Esteban (Centro de Astrobiología, INTA-CSIC, de Villanueva de la Cañada, Madrid) y perteneciente al Observatorio Virtual Español, llevó a cabo un trabajo de minería de datos del catálogo GAIA-DR2 para identificar sistemas brillantes en co-movimiento en el espacio de 5 dimensiones (posición en el cielo, paralaje y movimiento propio). Este equipo de astrónomos identificó 3741 candidatos a sistemas binarios y múltiples de comovimiento. Entre ellos 575 tiene velocidades radiales (VRs) compatibles para todos los miembros del sistema.

Los sistemas candidatos tenían separaciones entre las 400 y las 50.000 ua. Los astrónomos usaron herramientas de análisis del Observatorio Virtual Español para caracterizar los miembros de los sistemas de comovimiento y analizar su fiabilidad. La comparación con catálogo de sistemas de co-movimiento anteriores obtenidos a partir del catálogo astrométrico TGAS, mostró que estos catálogos contenían un gran número de falsos sistemas. El catálogo está disponible virtualmente desde el portal del Observatorio Virtual. [Jiménez-Esteban, F. M., Solano, E., Rodrigo, C., febrero 2019, AJ, 157, 78J]. @

Figura 2. Logotipo para el Observatorio Virtual Español. Crédito: https://svo.cab.inta-csic.es/main/index.php

La órbita del sistema planetario T Bootis

■ La formación de planetas en binarias altamente excéntricas y compactas y la migración de planetas de tipo Júpiter caliente son dos problemas existentes en la formación de planetas. La caracterización detallada de los sistemas conocidos es importante para testar los modelos astrofísicos. El planeta tipo Júpiter caliente orbita la estrella primaria del sistema estelar binario Tau Bootis. Este sistema es altamente excéntrico (e = 0,9 aproximadamente) y de largo periodo (P > 1000 años). Debido a su largo periodo orbital, su órbita es poco conocida.

Los astrónomos Justesen, A. B. y Albrecht, S. de la Universidad de Aarhus (Departamento de Física y Astronomía) pudieron acotar los parámetros orbitales de la órbita de Tau Bootis AB con el objetivo de investigar la historia de formación y migración del sistema. La inclinación de las órbitas del planeta y la binaria tiene importantes implicaciones.

Los astrónomos de este trabajo combinaron datos astrométricos de más de 150 años con medidas de velocidades radiales obtenidas durante más de 25 años. El uso de estos dos tipos de conjunto de mediciones permite limitar de forma importante la inclinación, excentricidad y distancia del periastro de Tau Boo AB. Se obtuvieron los siguientes datos: una inclinación mutua de unos 47 grados; una distancia al periastro de sólo 28 ua y una excentricidad de 0.87. Los resultados son consistentes con un sistema coplanar bien alineado lo que sugiere una migración planetaria dentro de un disco protoplanetario bien alineado. Debido a la alta excentricidad y pequeña distancia perihélica de la órbita estelar, el disco protoplanetario fue truncado a una distancia de 6 ua. Los astrónomos sugieren que el planeta se formó cerca del borde del disco truncado y migró acercándose a su estrella con alta excentricidad. [Justesen, A. B. y Albrecht, S., mayo 2019, A&A, 625A, 59J]. @

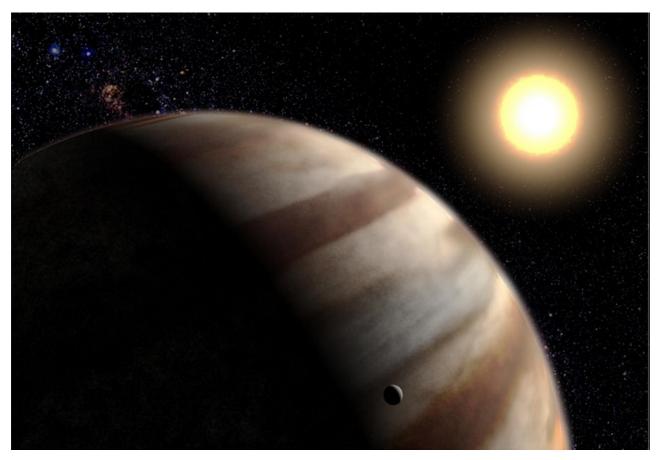


Figura 3. El planeta Tau Bootis y su estrella. Crédito: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/9b/HD 209458 b Artwork.jpg.

Detectando binarias no resueltas en datos del satélite TESS



Figura 4. El Satélite de Sondeo de Exoplanetas en Tránsito (TESS) es un telescopio espacial de la NASA y está diseñado para buscar exoplanetas utilizando el método de tránsito en un área 400 veces mayor que la abarcada por la misión Kepler. Fue lanzado en Abril del 2018. Crédito: Wikipedia.

El satélite TESS desde hace dos años está llevando a cabo un estudio de búsqueda de exoplanetas en tránsito de estrellas brillantes y cercanas que serán ideales para realizar un posterior seguimiento. Para realizar, estudios de composiciones de planetas y propiedades de atmósfera, es necesario obtener un preciso radio planetario mediante curvas de luz. Ya que en torno al 40-50% de las estrellas que albergan exoplanetas forman parte de un sistema estelar múltiple, la profundidad del tránsito de un planeta puede verse alterado por la presencia de una compañera estelar. Esto causa que el radio del planeta sea subestimado.

Imágenes de alta resolución pueden detectar estas compañeras estelares que no son resueltas en el catálogo de entrada del satélite TESS, para validar candidatos a exoplanetas y determinar el radio del planeta con precisión. Un equipo de astrónomos liderados por Rachael A. Matson (Centro de Investigación Ames de la NASA) ha estudiado el número de compañeras estelares alrededor de estrellas con planetas descubiertos por el satélite TESS que serán detectables y aquellas que no serán detectables. Para ello han usado límites de detección de imágenes speckle con una población estelar simulada. Para compañeras estelares con diferencias de magnitud entre 7-9 magnitudes y separaciones entre 0,02 y 1,2 arcosegundos, las imágenes speckle pueden detectar compañeras estelares tan débiles como M-temprano alrededor de estrellas de tipo A-F y estrellas tan débiles como M-medio alrededor de estrellas de tipo G-M. [Rachel A. Matson et al., mayo 2019, AJ, 157, 211M]. ©

Nuevas órbitas basadas en mediciones Speckle desde el telescopio SOAR

Las estrellas cefeidas clásicas (CCs) y las RR Lyrae (RRLs) son clases importantes de estrellas variables usadas como candelas estándar para estimar distancias galácticas y extragalácticas. Su multiplicidad es pobremente conocida, particularmente para las RRLs. Sorprendentemente, hasta la fecha solo una RRL ha demostrado ser una binaria, TU UMa, de entre decenas de miles de RRLs conocidas.

Un equipo internacional de astrónomos liderado por el francés Pierre Kervella (Observatorio de París) tiene como objetivo detectar estrellas binarias y múltiples presentes en una muestra de CCs y RRLs de la Vía Láctea. Para ello han combinado las posiciones de los catálogos HIPPARCOS y Gaia DR2 para determinar el movimiento propio medio de las estrellas de la lista. Posteriormente, los astrónomos buscan estrellas con anomalías de movimientos propios (MPa) causados por compañeras orbitando aún no resueltas.

El resultado de este estudio fue 57 binarias CC de las 254 estudiadas además de otras 75 candidatas, confirmando la alta fracción de binarias de estas estrellas masivas. Los astrónomos también detectaron 13 RRLs (de un total de 198 estudiadas) mostrando un MPa significativo, además de 61 candidatas adicionales. Por tanto, se puede concluir que al menos el 80% de las CCs son múltiples mientras que al menos el 7% de las RRLs son múltiples. [Kervella, P. et al., marzo 2019, A&A, 623A, 116K]. ©



Figura 5. Recreación de una estrella cefeida con su compañera estelar. Hasta la presentación del trabajo presentado en esta sección sólo existía una estrella cefeida en un sistema binario (OGLE-LMC-CEP0227 en la Nube de Magallanes). Crédito: https://www.elmundo.es/elmundo/2010/12/07/ciencia/1291719351.html.

Compañeras estelares y subestelares de estrellas cercanas usando GAIA-DR2. Binariedad a partir de anomalías de movimiento propio.

El censo de compañeras estelares y subestelares de estrellas cercanas es muy incompleto, en particular cuando se trata de enanas marrones de baja masa y exoplanetas de largo periodo. Sin embargo, es fundamentalmente importante para mejorar el entendimiento del mecanismo de formación y evolución de estrellas y planetas. Las estrellas cercanas son objetivos favorables para trabajos de alta precisión astrométrica.

Un equipo francés de astrofísicos liderado por Pierre Kervella (Observatorio de París) ha caracterizado la presencia de compañeras físicas de masa estelar y subestelar en órbita alrededor de estrellas cercanas.

Un objeto orbitando causa una influencia en el movimiento propio de la estrella padre a través de su movimiento reflejo gravitacional. Usando los catálogos HIPPARCOS y Gaia DR2, este equipo de astrónomos determinó los movimientos propios de largo término de las estrellas comunes entre estos dos catálogos. Posteriormente, buscaron movimientos propios anómalos (MPa) entre los vectores de movimiento propio de largo térmi-

no y el movimiento propio de Gaia DR2 (o HIPPAR-COS). Estos movimientos propios anómalos son indicativos de la presencia de otro objeto orbitando. El equipo de Kervella se centró en el análisis de 6741 estrellas más cercanas que 50 parsec presentando un catálogo de anomalías de movimientos propios.

El resultado fue que el 30% de las estrellas estudiadas presentaban un MPa mayor que 3σ. Confirmaron la relación gravitacional entre Próxima y α Cen, recuperaron la masa de las compañeras conocidas de ε Eri, ε Ind, Ross 614 and β Pic. También detectaron la firma de un posible planeta orbitando τ Ceti. Las conclusiones obtenidas son interesantes. Los datos de GAIA DR2 usados (con 22 meses de información) tienen sus limitaciones. Pero combinados con el catálogo HIPPARCOS consigue vectores de MPa muy precisos. Este tipo de análisis permite detectar compañeras de largo periodo orbital que de otra forma son inaccesibles. [Kervella, P. et al., marzo 2019, A&A, 623A, 72K].

Observaciones Speckle desde el Telescopio SOAR

Un equipo de astrónomos compuesto por los conocidos Andrea Tokovinin (CTIO), Brian Mason (USNO) y Elliot Horch (Universidad de Conectica del Sur) entre otros, ha presentado los resultados de mediciones speckle realizadas con el telescopio SOAR de 4,1 metros en 2018. En total realizaron 3097 mediciones de 2427 pares resueltos con separaciones desde los 0,011 a los 5,9 segundos de arco. El principal objetivo de este programa observacional es monitorear el movimiento orbital de binarias cerradas, incluyendo miembros de sistemas jerárquicos y pares descubiertos por el satélite Hipparcos situados en la vecindad solar.

También fueron estudiadas estrellas presecuencia principal de la asociación de Orión, resolviendo 26 de los 118 objetivos observados. Además, los astrónomos reportaron el descubrimiento de 35 nuevas compañeras entre los sistemas múltiples visuales de campo (alguno de los cuales son probablemente ópticos). También obtuvieron la primera resolución para otros 31 pares. Combinando las medidas presentadas por estos astrónomos con las ya publicadas con anterioridad, calcularon por primera vez un total de 76 órbitas y actualizaron los elementos orbitales de otras 34 binarias visuales. Sus periodos orbitales oscilan entre los 0,65 y los 1100 años. [A. Tokovinin, julio 2019AJ....158...48T].

Masas dinámicas para binaria de las Hyades 80 Tau

La relación de masa-luminosidad en el cúmulo de las Hyades se basa en las determinaciones de masas dinámicas de 5 sistemas binarios, de los cuales uno es eclipsante y los otros 4 son visuales e interferométricos. La última fue identificada y medida por primera vez hace más de 20 años. En este trabajo Guillermo Torres presenta las medidas de masa dinámica para una nueva binaria en el cúmulo, 80 Tau, la cual es también un par visual con un periodo mucho más largo de unos 170 años. Aunque no se disponen de datos para la velocidad radial, que habría permitido las determinaciones de masas para cada componente en todas las binarias previamente estudiadas, Guillermo Torres muestra que es todavía posible obtener masas individuales para cada componente de 80 Tau usando solamente observaciones astrométricas. Esto es posible por la precisión de las medidas de movimientos propios de las misiones Hipparcos y GAIA las cuales limitan la aceleración orbital en el plano del cielo. Valores de los mp separados para la componente primaria y secundaria proporcionan una limitación directa sobre la relación de la masa.

La medida de la masa para la primaria fue de 1,63 (errores de +0,30 y -0,13) y 1,11 (errores de +0,21 y -0,14) masas solares para la componente B. Ambos valores son consistentes con la relación masa-luminosidad definida por los 5 sistemas binarios ©conocidos, los cuales también están en buen acuerdo con los modelos evolutivos. [Torres, Guillermo (septiembre 2019, ApJ, 883, 105T)]. ©



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





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

El pasado mes de octubre se publicó la circular informativa nº 198 de la Comisión G1 de UAI

Formando parte de los contenidos habituales, en esta circular se incluye la presentación de 37 nuevas órbitas para otros tantos sistemas binarios. Los cálculos fueron realizados tanto por astrónomos individuales (Tokovinin, Cvetkovic), como colaborando en pareja (Docobo y Campo) o equipos más numerosos y muy habituales en este tipo de trabajos como los integrados por Scardia, Prieur, Pansecchi, Ling, Argyle, Aristidi, Zanutta, Abe, Bendjoya, Rivet, Suarez y Vernet.

Nuestro compañero y redactor de la sección de noticas de OED, Francisco Rica, da a conocer una nueva componente en una estrella anfitriona de exoplanetas. Se trata de la estrella WASP-3. La componente descubierta tiene una magnitud 14,1 y dista 18,33" de la estrella principal en dirección 245,8°. El descubrimiento ha sido posible gracias al uso de los datos del catálogo GAIA DR2.

Continuando con su programa de observación se presentan siete nuevas estrellas dobles descubiertas por André Debackère trabajando con el *LCO global telescope network*. Los siete son pares cerrados casi todos por debajo de los 5 segundos de arco de separación. Con estos últimos añadidos el catálogo de Debackère ya asciende a 320 sistemas.

Finalmente, Kacper Wierzchos usando una cámara CCD sobre el telescopio STC de 0,2 m del Observatorio Aravaca, en España, añade otros tres nuevos pares a su lista de descubrimientos.

Recordamos que, en los próximos meses y hasta que concluyan las labores de remodelación en los catálogos mantenidos por el USNO, para descargar esta y otras circulares informativas de la Comisión G1 será necesario acceder al sitio alternativo correspondiente:

http://www.astro.gsu.edu/wds/bsl/



COMUNICADO DEL USNO

Acceso al Catálogo y Nuevas Listas de Estrellas Dobles Abandonadas

Brian D. Mason
U.S. Naval Observatory
3450 Massachusetts Avenue, NW, Washington, DC, 20392-5420
Electronic mail: brian.d.mason@navy.mil

1. Acceso al catálogo.

Los sitios web del Observatorio Naval de Estados Unidos (USNO) se están modernizando y han estado fuera de línea desde el jueves 24 de octubre de 2019. La finalización prevista del trabajo y la devolución del servicio se estima alrededor del 30 de abril de 2020. Hasta ese momento, el único acceso a los catálogos de estrellas dobles será a través de nuestros sitios web 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

2. Crecimiento del WDS y Minería de Datos.

La disponibilidad de grandes catálogos astrométricos y la admirable perspicacia de los usuarios ha acarreado una repetida publicación de las mismas medidas y la identificación de los mismos "nuevos" sistemas por múltiples *mineros de datos*. Este hecho ha aumentado significativamente la cantidad de trabajo necesario para incorporar adecuadamente estos datos en los catálogos de estrellas dobles del USNO. Por lo tanto, en el futuro, los resultados de la minería de datos se agregarán al *Washington Double Star (WDS)* y *Washington Double Star Supplement (WDSS)* a discreción de los catalogadores. Además, se dará preferencia a los datos preparados por aquellos investigadores específicamente asociados con el proyecto del catálogo original.

Como se puede ver en la figura 1 (página siguiente), el WDS y los otros catálogos que mantenemos están creciendo a un ritmo prodigioso. Gran parte de este trabajo proviene de la minería de datos, más recientemente de Gaia (DR2). Si bien esto puede ser útil, siempre estará ahí para ser extraído y, en base a algunas discusiones privadas, es posible que la mejor y la final solución astrométrica de Gaia no se producirá hasta la versión DR4 o posterior, por lo que, para evitar que los esfuerzos actuales de minería de datos sean finalmente mejorados y reemplazados, no se recomienda la extracción de datos de los resultados de Gaia en este momento.

actualidad

3. ¿Qué hay que hacer?

Observar. Las observaciones reales no pueden ser dupli-Las observaciones hechas esta noche no se pueden hacer mañana por la noche o la próxima semana. Debido a la lentitud de muchos de los pares en el WDS y en el WDSS, a priori, el asunto es absurdo: el movimiento de los más conocidos pares visuales es insignificante y muy por debajo del error de medición en noches consecutivas. Sin embargo, aquí llegamos al quid de la cuestión: sus observaciones son un conjunto de datos único que no puede ser replicado. Como resultado, se han generado listas de pares que deben observarse. Estas listas incluyen pares que no están confirmados o pares que no se han medido en muchos ("muchos" ha sido establecido arbitrariamente en 20 años). En la formulación inicial se han generado dos listas:

• https://ad.usno.navy.mil/wds/ Webtextfiles/neglected list1.txt: Listado 1:

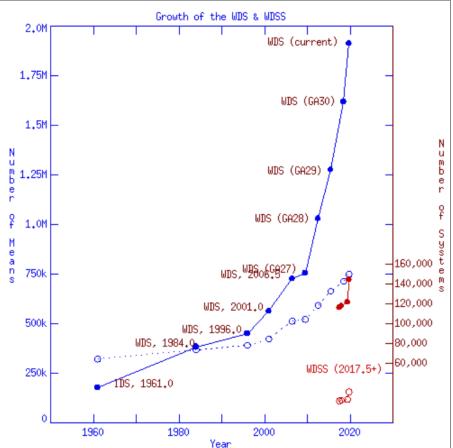


Figura 1. Crecimiento del WDS. La línea azul continua y sus puntos indica el número de posiciones medias en el WDS, mostrado en el margen izquierdo para ciertas fechas clave. Se indica la publicación del IDS (1961), las principales versiones del WDS (1984 - 1996 - 2001 y 2006,5), las fechas más recientes correspondientes a las Asambleas Generales de la UAI (2009,5 – 2012,5 – 2015,5 – 2018,5) y la más actual (2019,75). La línea azul discontinua y los círculos azules vacíos indican el número de sistemas en esas mismas fechas y se muestran en el margen derecho. Las líneas rojas continuas/discontinuas y respectivamente los puntos rojos sólidos/vacíos indican el crecimiento del nuevo catálogo suplementario del WDS (WDSS) al inicio y con posterioridad (2017,5 – 2018,0 – 2019,41 y 2019,75) y a la misma escala que las gráficas del WDS.

Pares sin confirmar o (última fecha) > 20 años., Va < 12, sistemas sin código X o K.

• https://ad.usno.navy.mil/wds/Webtextfiles/neglected list2.txt: Listado 2: como arriba, pero sin restricción en las magnitudes.

Las listas anteriores están en línea en el WDS y también están disponibles en los sitios web alternativos a través de los enlaces mostrados a continuación. Estos archivos se actualizarán automáticamente desde el WDS a medida que se agreguen nuevas observaciones y sistemas. La actualización de las listas ocurrirá al menos mensualmente, aunque también puede realizarse con más frecuencia.

- http://www.astro.gsu.edu/wds/Webtextfiles/neglected list1.txt
- http://www.astro.gsu.edu/wds/Webtextfiles/neglected list2.txt

Para estos pares abandonados, incluso una *no detección* puede ser útil si su capacidad de observación es mucho mayor que los parámetros del par en cuestión. Para las parejas abandonadas donde *(última fecha)* es un número muy grande, el par puede estar perdido o mal catalogado, implicando trabajo detectivesco o la lectura de artículos antiguos. Este tipo de trabajo de investigación puede ser especialmente atractivo.

¡Buena observación!



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 Pegaso; 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 142000 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 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, pretendiendo 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 SEDAWDS. En esta nueva propuesta hemos querido que

seda-wds

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 enero/junio 2020

En esta ocasión hemos elegido la constelación de Monoceros y proponemos un segundo listado de 17 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 junio.

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 | MONOCEROS

Desc.	Rho	Theta	Mg. A	Mg. B	°	Última	Coordenadas	pmA AR	pmA DEC	pmB AR	pmB DEC	Coord. precisa
2.3	က	262	11.53	11.65	_	1991	065904.52-061621.6	+003	900+	+003	900+	Š
2.3		125	10.45	11.05	2	1991	065921.94+055733.1	-013	-008			SÍ
4.0		330	10.59	11.6	_	1941	065946.65-084239.0	000	-013			ŝ
2.7		113	11.28	12.13	~	1991	070223.83+094021.6	-008	-005	-008	-005	sí
2	2.6	213	11.69	12.13	~	1991	070330.32+004943.8	+001	-002			sí
2	2.8	138	11.97	12.04	-	1999	070501.25+075701.1	000	-005	000	-005	Š
6	9.5	335	9.5	9.5	-	1911						no
15	15.0	62	11.7	11.4	_	1910						no
4.1	_	157	10.0	10.4	_	1999						no
16	16.4	181	12.23	12.8	_	1893	071029.73-030521.3	-008	002			sí
2	2.7	105	10.65	11.33	_	1991	071248.50-023611.9	-011	-002	-011	-005	sí
3	3.4	253	12.84	12.83	_	1893	071312.72-015003.2	-001	-012			no
2	2.2	34	11.63	11.65	_	1991	071652.06-061655.7	-018	-013	-018	-013	sí
2;	22.8	229	12.14	12.26	2	1982				-019	+011	no
4	6.4	270	12.63	12.84	7	1900	072132.81-010056.5	600+	-014			Š
4	4.9	167	12.53	12.58	-	1893	072655.76-090906.7	+005	600-			sí
(-)	3.0	151	12.3	12.3	_	1893	072846.41-022445.8	-018	007			sí

Resultados de la 11^a campaña del Proyecto SEDA-WDS: dobles abandonadas en Pegaso (2º semestre de 2019)

Results of the IIth Campaign of SEDA-WDS Project: Neglected Double Stars in Pegasus (2nd Half of 2019)

Enrique de Ferra Fantín y Carlos Botana Albá

■ Correo-e: seda-wds@gmail.com

Presentamos las medidas recibidas por parte de los observadores participantes en la campaña dedicada a la constelación de Pegaso del Proyecto SEDA-WDS. Dichas medidas corresponden al segundo semestre de 2019. We present the measurements received by the participant observers in the SEDA-WDS Project campaign (Pegasus constellation). These measurements are from the second half of 2019

El programa observacional

La CONSTELACIÓN ELEGIDA para esta campaña fue Pegaso, bien visible desde ambos hemisferios durante el tiempo de vigencia del programa (segundo semestre de 2019).

Los observadores

En esta edición hemos contado con dos observadores. 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, y querido colaborador nuestro, Florent Losse.

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

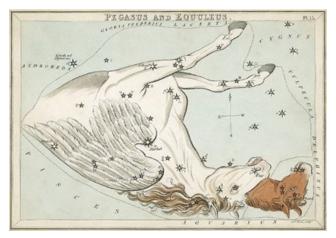


Figura 1. Representación de Monoceros realizada por Sydney Hall en 1824. El grabado está incluido en su obra *Urania's Mirror*, placa n.º 15.

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

Resultados

Desgraciadamente, según comunican los observadores, los pares propuestos han sido en general 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 se han observado 8 sistemas (9 medidas en total) de los 20 propuestos en la campaña.

OBSERVADOR	TELESCOPIO	CCD	ESCALA DE PLACA ("/PÍXEL)	CÓDIGO
Enrique de Ferra	Newton TSO 150 mm	ATIK 16IC	2,04	EDF
Carlos Botana	Newton Skywatcher 200 mm	ZWO ASI120 MM	0,774/0,291	вот

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

NOMBRE OBSERVADOR	MÉTODO
Enrique de Ferra	Astrometrica+Reduc
Carlos Botana	Reduc

Tabla 2. Métodos de reducción usados por cada observador.

Agradecimientos

A cada uno de los observadores que han participado 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 EN PEGASO POR ENRIQUE FERRA.

WDS id.	Desc.	Mag A	Mag B	Época	Theta (°)	Sigma Theta	Rho (")	Sigma Rho	Noches	Método	Notas
22046+1122	OSO 167	13,2	14,7	2019,932	100,19	0,30	63,664	0,350	1	Astr+Reduc	1
22032+2358	J 289 AC	12	16,3	2019,932	27,85	1,23	20,921	0,771	1	Astr+Reduc	2
22191+2000	LDS 1492	12,8	12	2019,932	259,59	0,20	91,696	0,309	1	Astr+Reduc	3
22246+2337	POU 5698	9,8	10,9	2019,932	88,92	0,16	107,30 8	0,165	1	Astr+Reduc	4

Notas

- 1. Claramente óptica; UCAC-3 indica MP muy diferentes. A es muy rápida.
- 2. El sistema cerrado J289AB tiene posiblemente 4 componentes más, con solo la C en WDS. Al no estar claro cuál de estas es la C, asumí que sería la que tiene rho similar (21,8) y que se mueve en la dirección de B.
- 3. El WDS no proporciona las coordenadas exactas. La mejor coincidencia en la zona según theta y rho y la magA y magB es "22 19 53.39 +20 01 18.8" (UCAC-3). A y B en el catálogo parecen claramente invertidas.
- 4. Identificación no segura. Las coordenadas del WDS apuntan a una estrella más brillante (9,8) respecto al descubridor (10,8), además la única B posible está a una distancia >>11,6".

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN PEGASO POR CARLOS BOTANA.

WDS id.	Desc.	Mag A	Mag B	Época	Theta (°)	Sigma Theta	Rho (")	Sigma Rho	Noches	Método	Notas
21401+2426	POU5456	12,2	12,3								2
22115+3205	HO 178	7,4	11,16	2019,609	220,92	2,19	3,390	0,250	2	Surface	
22191+2000	LDS1492	12,6	13	2019,663	260,27	0,08	90,952	0,154	3	AutoReduc	1
22229+3402	ES 2201	10,18	13,9	2019,609	258,82	0,08	5,224	0,003	2	Surface	
22502+2229	COU 237	11,18	12,7	2019,609	111,14	3,68	2,437	0,066	2	Surface	

Notas

En esta campaña solamente pude medir cuatro sistemas, porque varios tienen magnitudes que superan el rango que puedo registrar al no tener refrigerada la cámara que utilizo, y otros no conseguí resolver por separación muy estrecha. Y entre los que medí, LDS 1492 no se encuentra en las coordenadas que hay en el catálogo WDS. Pero cerca (12' y a 83°), se encuentra UC 4717 que tiene magnitudes, separación y ángulo muy parecidas, pudiendo tratarse del mismo sistema. Por ello, las medidas que hice son de UC 4717.

- 1. Los datos medidos son de UC 4717, porque creo que es el sistema identificado erróneamente como LDS 1492.
- 2. POU 5456: en esa posición no hay nada. Coordenadas erróneas.

Medidas de sistemas dobles cerrados con la técnica Lucky Imaging (7^a serie)

Close Double-Star measurements using Lucky Imaging technique (7th 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 julio de 2019 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 μ m x 2,9 μ m. 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 *subframes*, 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 amplio la imagen mediante la función "*QuadPx*" y a continuación la mido con "Surface".

Álbum fotográfico

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 x128 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, nº 9, 91-98.

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

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

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.

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

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

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

Ribé de Pont, Ll.; 2017, Medidas de sistemas cerrados con la técnica de Lucky Imaging (Segunda serie), El Observador de Estrellas Dobles, nº 19, 19-33.

Ribé de Pont, L1.; 2018, Medidas de sistemas cerra-

dos con la técnica de Lucky Imaging (Tercera serie), El Observador de Estrellas Dobles, nº 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, nº 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, nº 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, nº 23, 109-125.

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.

SISTEMA	CONST.	MAG. A	MAG. B	RHO	σ RHO	THETA	σ ΤΗΕΤΑ	ÉPOCA	NOTA
STF 1785	Воо	7,36	8,15	2,771	0,042	189,67	0,42	2019,556	1
STF 1793	Воо	7,46	8,39	4,763	0,05	242,95	0,48	2019,556	
STF 1804	Воо	8,17	9,28	4,701	0,041	13,33	0,49	2019,556	
STF 1808 AB	Воо	8,83	9,63	2,46	0,049	82,45	0,37	2019,556	
STF 1810	Воо	8,98	9,6	2,371	0,036	183,48	0,36	2019,556	
STF 1820	UMa	9,06	9,42	2,791	0,043	122,82	0,47	2019,556	2
STF 1813	Vir	8,45	8,63	4,633	0,043	193,31	0,51	2019,556	
STF 1826 AB	Воо	8,94	9,69	4,31	0,045	310,35	0,46	2019,556	
STF 1829	Воо	8,1	8,63	5,553	0,045	151,39	0,45	2019,556	
STF 1823 AB,C	Воо	9,19	9,77	3,879	0,042	147,87	0,52	2019,556	
STF 1825	Воо	6,47	8,42	4,223	0,043	153,99	0,52	2019,556	3
HO 543	Воо	9,57	9,72	4,619	0,038	237,06	0,29	2019,556	
STF 1853	Vir	9,2	9,8	2,749	0,04	82,92	0,44	2019,556	
STF 1858 AB	Воо	8,13	8,98	3,037	0,046	38,32	0,36	2019,556	4
A 1622	Воо	8,86	10,57	1,934	0,051	253,68	0,53	2019,556	
STF 1864 AB	Воо	4,88	5,79	5,359	0,038	112,56	0,43	2019,556	
STF 1872 AB	Dra	7,53	8,32	7,41	0,043	50,21	0,47	2019,556	5

SISTEMA	CONST.	MAG. A	MAG. B	RHO	σ RHO	THETA	σ ΤΗΕΤΑ	ÉPOCA	NOTA
STF 1871	Воо	8,02	8,07	1,798	0,039	313,46	0,56	2019,556	
STF 1884	Воо	6,58	7,48	2,087	0,059	57,68	0,38	2019,562	
STF 1890	Воо	6,31	6,67	2,527	0,037	45,77	0,40	2019,562	
STF 1905	UMi	9,05	9,43	2,726	0,033	161,33	0,52	2019,562	
STF 1910	Воо	7,35	7,54	3,915	0,031	210,66	0,42	2019,562	
STF 1917	Ser	9,84	9,91	2,514	0,048	231,64	0,37	2019,562	
STF 1932 AB	CrB	7,32	7,41	1,422	0,042	268,36	0,26	2019,562	6
STF 1938 Ba,Bb	Воо	7,09	7,63	2,288	0,049	3,11	0,48	2019,562	7
STT 296 AB	Воо	7,83	9,09	2,074	0,34	273,90	0,40	2019,562	
STF 1943	Ser	9,29	9,58	5,084	0,039	148,23	0,41	2019,562	
STF 1950	Ser	8,07	9,23	3,295	0,033	91,51	0,42	2019,562	
STF 1954 AB	Ser	4,17	5,16	4,006	0,048	171,12	0,32	2019,562	8
A 1124	Dra	9,24	9,6	1,353	0,025	144,89	0,25	2019,562	
STF 1963 AB	CrB	8,54	8,85	5,188	0,047	298,22	0,31	2019,562	
STF 1964 CD	CrB	8,06	9,02	1,489	0,43	20,91	0,43	2019,562	9
STF 1965	CrB	4,96	5,91	6,253	0,037	306,24	0,51	2019,562	
AG 197	Ser	10,1	10,2	3,11	0,04	125,98	0,43	2019,562	
STF 1982	Her	9,95	10,12	4,793	0,043	299,23	0,48	2019,562	
STF 1988	Ser	7,59	7,84	1,695	0,044	248,94	0,48	2019,562	
STF 1990 BC	Ser	9,25	9,29	3,971	0,038	25,93	0,48	2019,562	
STF 1992 AB,C	Ser	9,46	9,72	6,855	0,04	325,79	0,51	2019,562	
STT 303 AB	Ser	7,69	8,06	1,55	0,028	174,57	0,40	2019,562	10
J 445	Ser	9,7	10	3,387	0,046	291,92	0,34	2019,562	
STF 2000	Ser	8,42	9,22	2,491	0,037	226,51	0,50	2019,562	
STF 2015 AB	Her	8,24	9,52	2,98	0,05	159,25	0,50	2019,562	
STF 2021 AB	Ser	7,43	7,48	4,035	0,031	358,12	0,43	2019,562	11
STF 2023	Her	8,7	9,38	1,832	0,049	222,32	0,33	2019,562	
STF 2032 AB	CrB	5,62	6,49	7,174	0,046	239,22	0,43	2019,562	12
STF 2026 AB	Her	9,48	9,86	3,508	0,041	15,61	0,45	2019,562	13
HU 1172	CrB	10,02	10,06	1,675	0,048	327,77	0,49	2019,562	
STF 2047	Her	8,54	8,65	1,765	0,046	325,46	0,51	2019,562	

Notas

- 1. STF 1785. Periodo orbital de 155 años y es de grado
- 2. Clase espectral K4V y K6V. Está a 43 años-luz.
- 2. STF 1820. La principal es binaria espectroscópica con periodo orbital de 2,87 años. Es de grado 9. Clase espectral K2. Está a 124 años-luz.
- 3. STF 1825. Periodo orbital 986,6 \pm 299,4 años. Gra-

- do 5. Clase espectral F6V. Está a 32 años-luz.
- 4. STF 1858 AB. Periodo orbital de 1750 años. Grado
- 5. Clase espectral G5. Está a 120 años-luz.
- 5. STF 1872 AB. Periodo orbital de 18900 años. Grado 5. Clase espectral K0. Está a 181 años-luz.
- 6. STF 1932 AB. Periodo orbital de 2013,1 años. Grado 2. Clase espectral FLV+F6V. Está a 117 años-luz.

- 7. STF 1938 Ba, Bb. Periodo orbital de 265 años. Grado 2. Clase espectral G0V. Está a 117 años-luz.
- 8. STF 1954 AB. Del Ser. Periodo orbital de 1038 años. Grado 4. Clase espectral F0IV. Está a 228 añosluz.
- 9. STF 1964 CD. Periodo orbital de 1230 ± 261 años. Grado 5. Clase espectral F5. Está a 90 años-luz.
- 10. STT 303 AB. Periodo orbital de 1460 años. Grado4. Clase espectral F7V. Está a 97 años-luz.
- 11. STF 2021 AB. 49 Ser. Periodo orbital de 1354 años. Grado 4. Clase espectral G9V. Está a 77 añosluz.
- 12. STF 2032 AB. Sig CrB. Periodo orbital de 726 \pm 62 años. Grado 4. Clase espectral G0V+G1V. Está a 21 años-luz.
- 13. STF 2026 AB. Periodo orbital 441,8 \pm 25 años. Grado 3. Grado 3. Clase espectral K5. Está a 85 años-luz

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.

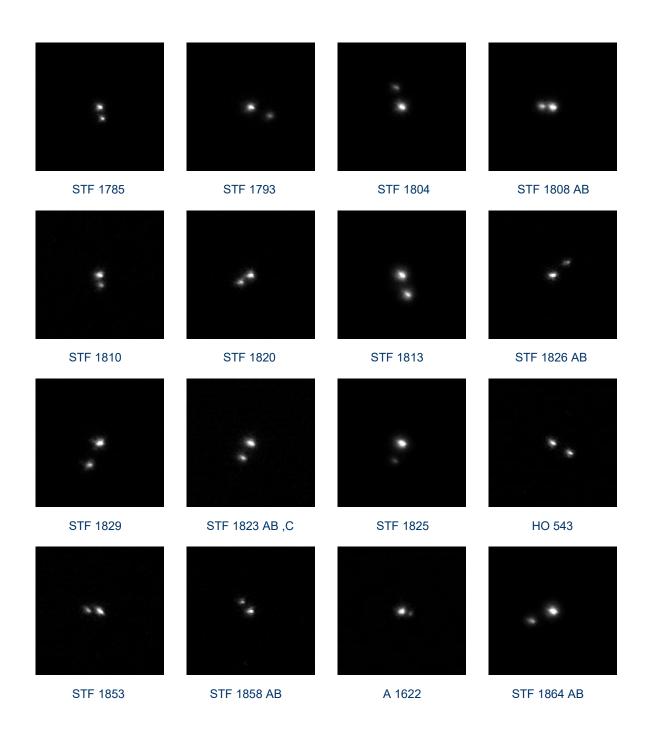


TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO. (CONT.).

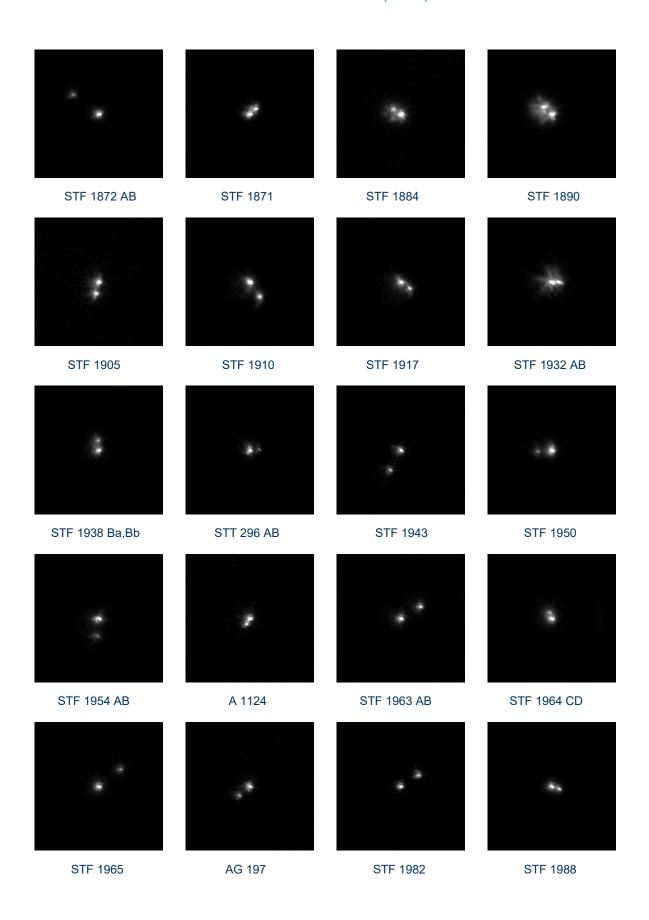
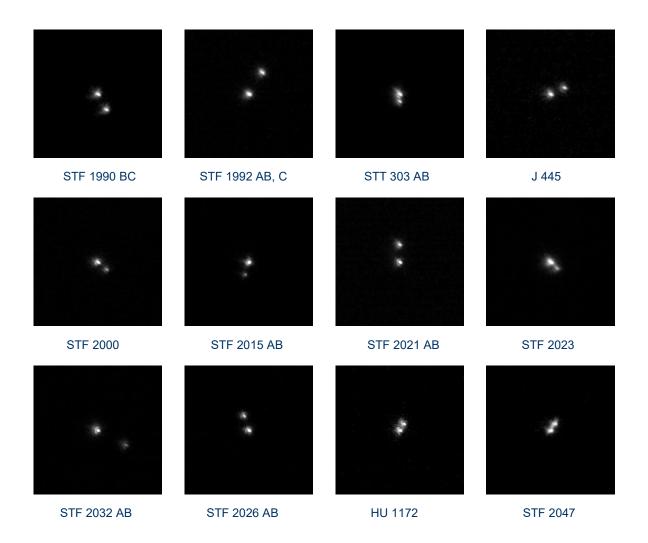


TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO. (CONT.).



Medición de 23 estrellas dobles abandonadas desde el Observatorio Astronómico W Crucis

Measurement of 23 neglected double stars from O. A. W Crucis

Carlos A. Krawczenko

Observatorio Astronómico W Crucis (OAWC—IAU MPC 145)

■ Correo-e: oawc2010@gmail.com

En el presente trabajo se presentan las mediciones astrométricas de 22 estrellas dobles australes no medidas con posterioridad al año 2010 realizado desde el Observatorio Astronómico W Crucis (OAWC).

In this paper we present the astrometric measurements of 22 southern double stars not measured after the year 2010 made from W Crucis Observatory.

Introducción

DURANTE EL MES de septiembre de 2019 he realizado mediciones de estrellas dobles australes. Las observaciones fueron realizadas durante 4 noches, todas ellas con buenas condiciones de estabilidad y transparencia atmosféricas.

Gracias a la aplicación WDSTools, que permite filtrar las estrellas dobles según varios criterios, se confeccionó un programa observacional seleccionando algunas estrellas dobles del hemisferio sur de acuerdo a varias condiciones que garantizaran las mediciones astrométricas.

El primer criterio que se estableció es que no hayan sido medidas con posteridad al año 2010, aunque se incluyó un sistema orbital (STF 1985) que su última medida data del año 2018. Se incluyó ya que es para un futuro estudio dinámico.

El rango de las separaciones angulares está comprendido entre 4,321" y 14,870", siendo la separación media de 8,432. También se estableció que la diferencia de magnitudes no sea mayor a 2,5 (Δ m). Todo esto para garantizar una correcta observación y medición.

Equipo

El equipo utilizado es un telescopio Newtoniano Skywatcher de 10" (0,25 m) y una focal de 1200 mm con una relación F/D = 4,98. La cámara CCD es una Atik 16IC monocroma con refrigeración

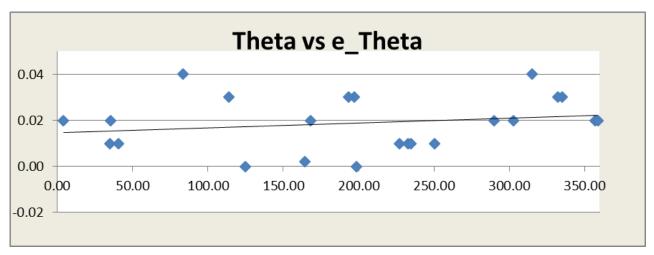
termoeléctrica. El sensor de la cámara es Sony ICX 424AL con un tamaño de 7,4 x 7,4 micras, dando una resolución de 659 X 494 píxeles. Con esta configuración óptica (a foco primario) se obtiene una escala de placa de 1,28±0,01"/píxel.

Además, se utilizó un filtro infrarrojo (IR) MEADE que tiende a disminuir los efectos adversos de la atmósfera (*seeing*). El programa empleado para la captura de las imágenes es MaxIm DL v.6.

Calibración

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

El FOV con el que se trabajo es de 14' x 10,5', esto hace posible contar en las imágenes con suficiente número de estrellas de referencia para poder calibrar las imágenes con el programa Astrometrica v4.6.5.390 (Hebert Raab). En primer lugar, haciendo uso de la herramienta PinPoint Astrometry (incluido en el programa MaxIm DL) se identifica el campo estelar obteniendo de forma automática, la focal efectiva del telescopio, la orientación y la escala de la imagen. Estos valores son los que se introducen en el setup de Astrometrica. De esta manera obtenemos una escala de 0,28"/píxel. Con el fin de aumentar la precisión y fiabilidad de esta calibración se ha hecho uso del log de Astrometrica en conjunción con la hoja Excel de nuestro amigo Francisco Rica llamada Calculador escala Astrometrica v 2.0. De esta manera obtenemos una escala media de 0,2723 \pm 0,0001 "/píxel; esta fue una



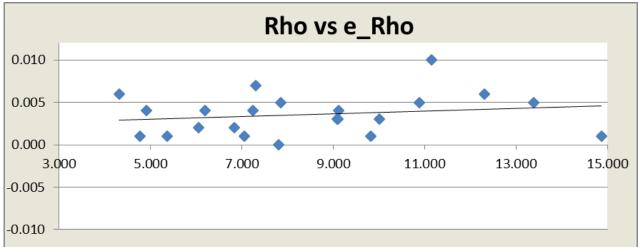


Figura 1. Dispersión media en Theta (arriba) y Rho (abajo) de la serie medida.

constante en todas las noches de observación. Las mediciones se realizaron con la técnica tradicional de captura del par estelar para después medirlo con el fabuloso programa *Reduc v4.7* de Florent Losse. Cabe destacar que para obtener la escala se obtuvieron para cada doble una serie de 20 imágenes de 20 segundos cada una que fueron convenientemente apiladas y alineadas y que fueron destinadas a la calibración y otra serie de 10 imágenes con tiempo de exposición variable dependiendo de la separación angular y de la diferencia de magnitudes.

La orientación de la cámara se determinó por medio de la herramienta *PinPoint Astrometry*, que resultó ser de 167,5°, no se modificó esta orientación ya que se contaba con series de imágenes de calibración (Dark, Bias y Flats), fue muy conveniente no modificar este valor para no tener que repetir las mencionadas imágenes.

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

sobre cada una de las dobles consideradas.

Astrometría relativa

Se midieron 23 estrellas dobles.

En todos los casos, además de las imágenes de calibrado, se obtuvieron por cada par 10 imágenes con un tiempo de exposición variable entre 1 y 5 segundos, dependiendo de la separación angular y de la diferencia de magnitudes. En aquellos pares más cerrados se utilizaron las herramientas *QuadPx* y *Surface* incluidas en el programa *Reduc* y que mejoran la visualización del par aumentando la calidad de las mediciones.

Cada imagen apilada y alineada se midió 20 veces para obtener la media de los valores, como así también la desviación estándar, todo ello con el programa Reduc. Complementa este trabajo el análisis de los errores internos tanto en el ángulo de posición (θ) como en la separación angular (ρ). La mediana que se obtiene en ambas coordenadas es de 0,02 en θ y de 0,004 en ρ , unos valores muy satisfactorios. La figura 1 ilustra las dispersiones obtenidas en ambas coordenadas polares.

La tabla 1 (página siguiente) contiene las astrometrías relativas de las estrellas dobles seleccionadas.

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

- Columna 1: Identificador WDS.
- Columna 2: Denominación de la estrella doble.
- Columnas 3 y 4: Magnitudes aparentes tabuladas en el Washington Double Catalog (WDS).
- Columna 5: Época besseliana de la observación.
- Columnas 6 y 7: Ángulo de posición y su correspondiente error.
- Columnas 8 y 9: Separación angular con su correspondiente error.
- Columna 10: Diferencia de magnitud obtenida con *Reduc*.

Notas sobre algunas dobles

- STF 1985: Es una interesante binaria que en el año 2010 se le calculó una órbita prematura. Cuenta con 183 mediciones desde 1823; su órbita es de grado 5. La primaria se identifica como HIP 78024 y la secundaria HIP 78024 / ADS 9842
- HJ 5167AB, C: El par AB es el sistema RST 5153
 AB cuya separación angular es de 0,3" (1991). La componente C es identificada como HIP 99521.
- HJ 5181: La primaria es SAO 211937. Cuenta solamente con 8 observaciones desde 1837.
- **HJ 5204AB,** C: El par AB es RST 5470 AB cuya separación es 0,2" (2017). La componente C se identifica como HIP 101319.
- HJ 5351: Interesante sistema triple fácilmente resoluble en la constelación Gru. Cinemática totalmente incompatible.

Galería de imágenes

Se presentan algunas de las imágenes de las estrellas dobles medidas.

Agradecimientos

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

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

También, gracias a Florent Losse por su programa *Reduc* con el que se realizaron las mediciones astrométricas. A Francisco Rica por su hoja *Excel* que me permitió aumentar la precisión de este trabajo. Para el calibrado de las imágenes se ha utilizado el programa *Astrometrica* de Herbert Raab.

Para la localización de los sistemas, control del telescopio y la cámara CCD se utilizó el programa *Carte du Ciel* v3.6 de Patrick Chevalley y MaxIm DL v6.

Bibliografía

Masa, E. R., 2015, Mediciones CCD desde el Observatorio Astronómico Camino de Palomares (OACP): 6ª serie, El Observador de Estrellas Dobles, 14, 14-34.

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

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ld. WDS	Doble	Mag_A	Mag_B	Época	θ	e _θ	ρ	e _ρ	Δ_mag
		W	DS						
15559-0210	STF1985	7,03	8,65	2019,354	356,9	0,02	6,09	0,002	1,10
20008-3938	WG249	10,90	11,45	2019,732	124,82	0,00	13,381	0,005	0,39
20118-6337	HJ5167A B,C	8,20	9,32	2019,732	34,65	0,01	7,251	0,004	1,11
20156-3154	HJ5181	10,31	11,90	2019,732	3,94	0,02	9,817	0,001	1,51
20322-4521	HJ5204A B,C	8,25	9,38	2019,732	35,32	0,02	6,201	0,004	1,16
20370-4208	АОТ86	13,20	14,00	2019,732	302,57	0,02	9,092	0,003	0,39
20411-3327	SEE42- 4A,BC	10,06	11,00	2019,732	334,91	0,03	11,159	0,010	0,14

(Continua en la página siguiente)

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

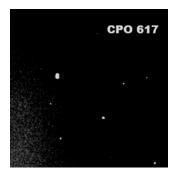
ld. WDS	Doble	Mag_A	Mag_B	Época	θ	e_θ	ρ	e _ρ	∆_mag
		WI	DS						
20413-4725	CPO617	11,30	11,70	2019,732	164,52	0,00	4,782	0,001	0,68
20539-5111	CPO618	11,59	12,10	2019,732	315,05	0,04	6,050	0,002	0,50
20587-7025	HJ5231A, BC	7,91	8,71	2019,732	114,02	0,03	6,832	0,002	0,89
21166-2746	BRT3100	10,63	12,01	2019,732	168,29	0,02	7,061	0,001	1,26
21176-3914	SEE442	11,24	10,92	2019,732	40,34	0,01	4,923	0,004	0,87
21185-4225	RED27	11,40	12,60	2019,732	198,77	0,00	7,814	0,000	1,10
21186-6406	UC4438	10,30	11,30	2019,732	226,99	0,01	9,113	0,004	1,70
21359-3829	WG 274	10,50	11,40	2019,727	196,96	0,03	9,109	0,003	1,63
21395-2928	HJ5285	9,13	10,20	2019,727	290,01	0,02	10,011	0,003	0,33
21586-3511	SEE462	9,33	11,10	2019,727	193,43	0,03	10,886	0,005	1,72
22151-2258	ARA2283	12,10	13,10	2019,732	358,83	0,02	5,374	0,001	0,68
22293-4737	HJ5351 AB	10,40	11,40	2019,727	232,96	0,01	7,305	0,007	0,90
22293-4737	HJ5351 AC	10,40	10,60	2019,727	332,12	0,03	7,853	0,005	0,37
22525-4247	HJ5366 AB	8,47	9,40	2019,727	250,57	0,01	14,870	0,001	0,06
231402551	SWR270	11,00	11,80	2019,727	83,23	0,04	12,308	0,006	0,56
23375-3301	BRT1831	11,25	11,99	2019,727	234,89	0,01	4,321	0,006	0,30

GALERÍA DE IMÁGENES











GALERÍA DE IMÁGENES (CONT.).









Medición de 40 estrellas dobles abandonadas. Reporte de agosto de 2019.

Measures of 40 neglected double stars. August 2019 report.

Joseph M. Carro

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

■ Correo-e: falta

Se determinaron los ángulos de posición y las separaciones de 40 estrellas dobles abandonadas utilizando fotografías tomadas remotamente. Se enumeran las estrellas dobles del Washington Double Star Catalog, publicado por el Observatorio Naval de los Estados Unidos. Cuando fue posible, se realizaron comparaciones con los datos publicados. Se tomaron las fotografías en la Universidad Abierta ubicada en las Islas Canarias, España. Los datos del WDS estaban vigentes al 31 de julio de 2019. Los análisis de datos fueron realizados por el

The position angles and separations of 40 neglected double stars were determined utilizing photographs taken remotely. The double stars were selected from the WDS, which is published by the United States Naval Observatory. When it was possible, comparisons were made with published data. The photographs were taken at the Open University located on the Canary Islands, Spain. The WDS data was current as of 31 July 2019. The data analyses were done by the author.

Datos de los sitios del Observatorio SLOOH

EL OBSERVATORIO está ubicado en las Islas Canarias, España, en la latitud 28° 17' 59" N y la longitud 16° 30' 30" O. La altitud es de 2.360 metros en el alto de Teide en la isla de Tenerife. El telescopio tiene una abertura de 420 mm y es de diseño Dall-Kirkham.

La cámara es Proline y el modelo de sensor KAF 16803 sin filtros. Se encontraban todos los ajustes por defecto.

Metodología

Las fotografías fueron reducidas por el autor utilizando SKY X versión 10.5.0, un producto de Software Bisque. No se reportaron en el observatorio varios factores, a saber, la temperatura ambiente, la humedad, el viento ni la visibilidad. No todas las fotografías fueron útiles, y el número de las medidas posibles para cada estrella está reportado. Se realizó una búsqueda en la literatura para cada estrella y se reportaron las fuentes de los datos.

Reporte

La información incluida en este informe consiste del identificador del WDS, las componentes, la constelación, el código de descubridor, el ángulo de posición, la separación, el número de medidas, y la fecha de la medida más reciente. @

Referencias

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

Arnold, D., "Divinus Lux Observatory Bulletin: Report 11", Journal of Double Star Observations 2007 p70.

Arnold, D., "Divinus Lux Observatory Bulletin: Report 16", Journal of Double Star Observations 2009 p4.

Berkó, E., "Double Star Measurements Usiong a DSLR Camera #3" Journal of Double Star Observations 2009 p173.

Berkó, E., "Double Star Measurements Usiong a DSLR Camera #4" Journal of Double Star Observations 2009 p173.

Bertoglio, A., "Capella Observatory CCD Double Star Measurements", Journal of Double Star Observations 2010 p118.

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

Carro, J., "Measurements of Neglected Double Stars", Journal of Double Star Observations 2018

Frey, T. "Comparison Study", Journal of Double Star Observations 2010 p263.

Gulick, H., "Neglected Northern Hemisphere Binary Star Systems', *Journal of Double Star Observations 2018 p365*.

Harshaw, R. "The Spring 2016 Observing Program ..." *Journal of Double Star Observations* 2017 p104.

Hipparcos and Tycho 2 Catalogue, 1991.

Mason, B., +, *Washington Double Star Catalog* 2016 website.

Maiwald, M., Double Star Observations with a 150mm Refractor", *Journal of Double Star Observations* 2015 p102.

Nugent, R., Iverson, E., "Double Star Measures Using the Video Drift Method III", *Journal of Double Star Observations* 2013 p121.

Nugent, R., Iverson, E., "Double Star Measures Using the Video Drift Method IX", *Journal of Double Star Observations* 2017 p608.

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

Romero, F. "Double Stars Studied by LIADA in 2002", *Journal of Double Star Observations* 2005 p24.

Schlimmer, A. "Double Star Measurements Using a Webcam", *Journal of Double Star Observations* 2015 p151.

Seim, C., "Double Star Observations Conducted at Fairbank Observatory", *Journal of Double Star Observations* 2010 p238.

Smith, F., "Neglected Double Star Observations at Kitt Peak Advanced Observer Program 2010", *Journal of Double Star Observations* 2011 p228.

Spangle, M., "2007 Observations with a CCD camera and Various Telscopoes", *Journal of Double Star Observations* 2008 p85.

Williams, S., "Astrometric Observations of WDS Neglected Stars", *Journal of Double Star Observations* 2010 p135.

00032+3315 en Andrómeda	ES 2400 AB	105,31	6,4	3	2019,0517
GAIA DR2		105,67	6,07		2018
JDSO (Bertoglio)		105,6	6,0		2010
WDS AB		105	6,0	14	2015
00435+3351 en Andrómeda	BUP 241 AB	177,9	258,0	4	2019,5828
OAG (Tobal)		177	251,6		1982
Tycho – 2		177	258,6		1991
WDS AB		177	254,8	14	2001
00435+3351	WEI 46 AC	271,55	998,7	4	2019,5828
WDS AC		273	999,9	3	2001`
	•	•	•		
01149+3236 en Piscis	SEI 14 AC	115,23	11,2	3	2019,0517
WDS AC		116	11,4	1	1894
02193-0259 en Cetus	STG 1 AD	324,28	166,9	3	2019,0517
OAG (Tobal)		322,1	159		1995
WDS AD		324	166,6	7	2017
02193-0259	H 6 1 BC	68,44	50,3	3	2019,0517
WDS BC		67	50,3	5	2017
05067+5121 en Auriga	SMA 47 AB	135,26	5,3	3	2019,0517
JDSO (Bertoglio)	JIVIA TI AD	135,20	5,16		2019,0317
JDSO (Williams)		135	5,1		2010
WDS AB		136	5,2	14	2018

05202+3147 en Auriga	SEI 198 AB	1,27	12,9	3	2019,0517
WDS AB	3EI 196 AB	2	12,9	1	1894
WD3 AD			12,9	Τ	1034
05514+3535 en Auriga	HJ 710 AB	334,03	10,2	3	2017,0037
GAIA DR2		303,01	6,12		2018
JDSO (Berkó)		300,49	6,67		2009
JDSO (Romero)		335	10,0		2002
WDS AB		303	6,1	5	2015
05514+3535	HJ 710 AC	118,20	57,4	3	2017,0037
WDS AC		118	57,0		
05520+3750 en Auriga	SEI 397 AB	113,27	8,7	3	2019,0517
JDSO (Arnold)		120,2	9,3		2009
JDSO (Berkó)		120,2	9,3		2009
OAG (Tobal)		113,1	23,4		1991
WDS AB		115	8,6	9	2015
06125+2025 en Orión	J 1926 AB	355,80	6,7	3	2019,0517
GAIA DR2		1,76	5,99		2018
JDSO (Gulick)		354,4	6,1		2018
WDS AB		0	6,1	15	2017
Nota: En su informe, la medida para e	l ángulo de posición fue rep un rango de 35		ich con una c	lesviación d	le +/- 5,8 que presenta
06500+4100 en Auriga	H 2 71 AC	210,21	44,6	7	
Nota: No se pudo encontrar esta estre	lla m: am laa aakilaasa da CA		•	,	2019,0037
	ila ni en los catalogos de GA		OAG, Tycho2		
08515+4610 en Lince	ES 1146 AB		OAG, Tycho2		
08515+4610 en Lince GAIA DR2		IA DR2, JDSO, (, ni en el W	DS.
		169,89	5,5	, ni en el W	DS. 2019,4788
GAIA DR2		169,89 170,68	5,5 5,4	, ni en el W	2019,4788 2018
GAIA DR2 WDS AB	ES 1146 AB	169,89 170,68	5,5 5,4 5,4	, ni en el W	2019,4788 2018 2015
GAIA DR2 WDS AB 08515+4610	ES 1146 AB	169,89 170,68 171 30,05	5,5 5,4 5,4 46,6	3 9 4	2019,4788 2018 2015 2019,4788
GAIA DR2 WDS AB 08515+4610 WDS AC	ES 1146 AB SIN 40 AC	169,89 170,68 171 30,05	5,5 5,4 5,4 46,6 47,2	, ni en el W	2019,4788 2018 2015 2019,4788 1989
GAIA DR2 WDS AB 08515+4610 WDS AC 09047-0806 en Hidra	ES 1146 AB SIN 40 AC	169,89 170,68 171 30,05 30	5,5 5,4 5,4 46,6 47,2	, ni en el W	2019,4788 2018 2015 2019,4788 1989 2019,3227
GAIA DR2 WDS AB 08515+4610 WDS AC 09047-0806 en Hidra GAIA DR2	ES 1146 AB SIN 40 AC	169,89 170,68 171 30,05 30 170,11 183,75	5,5 5,4 5,4 46,6 47,2 7,6 8,2	, ni en el W	2019,4788 2018 2015 2019,4788 1989 2019,3227 2018
GAIA DR2 WDS AB 08515+4610 WDS AC 09047-0806 en Hidra GAIA DR2 JDSO (Carro)	ES 1146 AB SIN 40 AC	169,89 170,68 171 30,05 30 170,11 183,75 170,45	5,5 5,4 5,4 46,6 47,2 7,6 8,2 7,4	9 4 1 2	2019,4788 2018 2015 2019,4788 1989 2019,3227 2018 2018
GAIA DR2 WDS AB 08515+4610 WDS AC 09047-0806 en Hidra GAIA DR2 JDSO (Carro) WDS AB	ES 1146 AB SIN 40 AC J 2895 AB	169,89 170,68 171 30,05 30 170,11 183,75 170,45	5,5 5,4 5,4 46,6 47,2 7,6 8,2 7,4 7,9	9 4 1 2 12	2019,4788 2018 2015 2019,4788 1989 2019,3227 2018 2018 2018
GAIA DR2 WDS AB 08515+4610 WDS AC 09047-0806 en Hidra GAIA DR2 JDSO (Carro) WDS AB 09436-0301 en Sextante	ES 1146 AB SIN 40 AC J 2895 AB	169,89 170,68 171 30,05 30 170,11 183,75 170,45 170	5,5 5,4 5,4 46,6 47,2 7,6 8,2 7,4 7,9	9 4 1 2 12	2019,4788 2018 2015 2019,4788 1989 2019,3227 2018 2018 2018 2019,3227

10302+3050 en Leo menor	SEI 520 AB	1,39	7,6	2	2019 ,3227
GAIA DR2		0,81	7,8		2018
Jdso (Bertoglio)		1,6	7,7		2010
JDSO (Buchheim)		2,3	7,7		2008
JDSO (Carro)		359,78	7,9		2018
WDS AB		0	8,9	17	2018
10302+3050	CTT 24 AC	351,31	59,1	2	2019,3254
WDS AC		352	59,7	12	2015
10375+3015 en Leo menor	HJ 487 AB	2,38	13,6	2	2019,3227
OAG (Tobal)		1	13,35		1984
GAIA DR2		1,08	12,67		2018
WDS AB		2	12,4	25	2018
10375+3015	PI 17 AC	290,31	52,5	2	2019,3227
WDS AC		284	52,6	19	2018
11117+3441 en Osa mayor	KZA 10 AB	42,88	24,5	5	2019,1749
WDS AB	NEA 10 AD	42	25,1	1	1984
11117+3441	KZA 10 AC	287,94	44,9	5	2019,1749
WDS AC	11271 20710	289	45,3	1	1984
11117+3441	KZA 10 BC	85,99	59,7	5	2019,1749
WDS BC	112112	87	59,4	8	2015
	l		/		
11279+0251 en Leo	STFA 19 AB	181,29	89,2	2	2019,3327
JDSO (Frey)		181	88,9		2010
JDSO (Maiwald)		181,7	88,5		2015
JDSO (Seim)		180,6	87,7		2010
JDSO (Schlimmer)		181,6	88,3	11	2015
OAG (Tobal)		180	89,8		1994
Tycho 2		180,1	89,3		1991
WDS AB		182	88,5	75	2018
11279+0251	STFA 19 AD	92,14	761,5	2	2019,3227
WDS AD		92	761,2	9	2018
11279+0251	STFA 19 BC	233,63	102,4	2	2019,3227
WDS BC		231	102,7	7	2015
11279+0251	STFA 19 BD	85,78	767,5	2	2019,0024
WDS BD		85	764,6	8	2018
11401 0226 on Virgo	DAM 73 AB	11 26	10.0	2	2010 0024
11401-0326 en Virgo WDS AB	DAIVI /3 AD	11,36	18,9	7	2019,0024 2015
	GALL 12 DC	11	18,6		
11401-0326 WDS BC	GAU 13 BC	1,22	16,9	2	2019,0024
WD3 BC		2	17,2	8	2015
12182+0515 en Virgo	HJ 2609 AB	105,74	12,8	2	2019,3227
GAIA DR2		105,74	12,75		2018
WDS AB		105	12,6	12	2018

12463+0847 en Virgo	BGH 41 AB	269,51	117,1 2		2019,3227			
WDS AB		269	116,7	3	2018			
Nota: No se pudo encontrar a la componente C								

13394-1921 en Virgo	BHA 59 AB	168,81	20,6	5	2019,3227
GAIA DR2		169,17	20,6		2018
OAG (Tobal))		165,4	21,2		1977
JDSO (Nugent)		168	20,4		2018
WDS AB		168	20,4	7	2017
13394-1921	TOB 235 AC	44,90	23,4	5	2019,3227
GAIA DR2		43,99	23,3		2018
OAG (Tobal)		41,3	23,9		1977
JDSO (Nugent)		45,5	23,1		2018
WDS AC		46	23,1	6	2017

13572-1233 en Virgo	НЈ 4637 АВ	142,54	13,5	2	2019,3227
GAIA DR2		141,55	13,49		2018
JDSO(Harshaw)		142	13,4		2017
JDSO(Muller)		137	13,2		2008
JDSO(Nugent)		142	13,4		2013
JDSO(Spangle)		141,06	13,42		2008
OAG (Comellas)		137	13		1980
WDS AB		142	13,6	24	2016

13599+2520 en Boyero	BUP 156 AB	88,06	1005,1	3	2019,5198	
WDS AB		83	999,9	8	2015	

14505-0527 en Libra	HJ 4708 AB	167,09	25,5	3	2019,4788		
GAIA DR2)		166,48	25,08		2018		
JDSO (Nugent)		165	23,8		2013		
OAG (Tobal)		164,6*	23,5		1983		
WDS AB		166	23,7	18	2018		
Nota: El valor del AP reportado por Tobal fue 344,6. Es posible que el valor fuese el complementario.							

15171+2851 en Corona boreal	BGH 57 AB	40,50	575,6	6	2019,4952	
JDSO (Buchheim)		220,5*	575,27		2007	
WDS AB		41	575,4	13	2018	
Nota: Es posible que la dirección medida por Buchheim fuera de B a A						

	HJ 4775 AB	7,16	11,5	3	2019,0352
GAIA DR2		7,42	11,29		2018
WDS AB			11,3	14	2015

15565+1540 en Serpiente	STT 584 AB	325,42	313,4	5	2019,3227	
WDS AB		326	313,8	13	2018	
15565+1540	STT 584 BC	163,13	178,9	5	2019,3227	
WDS BC		163 178,7		4	2015	
16104+1720 en Hércules	ROE 140 AB	167,84	13,5	9	2019,0024	
OAG (Comellas)		153			1980	
WDS AB		169	13,2	15	2015	
16104+1720	JRN 3 AC	327,09	136,2	9	2019,0024	
WDS		327	136,6	6	2015	
16104+1720	ROE 140 AD	328,09	152,1	9	2019,0024	
WDS		329	148,8	4	2015	
16104+1720	ROE 140 AE	324,26	66,7	9	2019,0024	
WDS		320	69,5	2	2015	
16104+1720	JRN 3 BC	328,78	149,1	9	2019,0024	
WDS		329	148,9	9	2015	
16104+1720	ROE 139 CD	335,11	16,3	9	2019,0024	
WDS		336	15,5	10	2015	
16104+1720	ROE 139CE	329,71	70,2	9	2019,0024	
WDS		321	69,7	9	2015	
16152-0046 en Serpiente	HJ 1290 AB	112,39	19,8	6	2019,4815	
GAIA DR2		112,70	19,7		2018	
WDS AB		113	20,1	25	2018	
17577+0426 en Ofiuco	BAR 44 AB	67,89	145,0	6	2019,4815	
WDS AB		69	145,2	2	2018	
17349-0044 en Ofiuco	BAL 891 AB	204,29	20,0	3	2019,4815	
GAIA DR2		203,13	19,8		2018	
WDS)		204	20,0		2018	
17349-0044	BAL 891 AC	194,25	18,5	3	2019,4815	
GAIA DR2		193,14	18,7		2018	
WDS AC		194	18,5	6	2018	
17349-0044	BAL 891 BC	85,21	3,8	3	2019,4815	
GAIA DR2		90,24	3,5		2018	
WDS BC		90	3,8	12	2018	
17200-0801 en Ofiuco	ENG 60 AB	232,26	89,8	6	2019,4815	
JDSO (Arnold)		231,4	90,85		2007	
WDS AB		233	90,9	12	2018	
18109+4242 en Hércules	ROE 5 AB	114,85	14,9	3	2019,4979	
GAIA DR2		114,65	14,8		2018	
WDS AB		115	14,8	10	2015	

18256-2724 en Sagitario	COO 25 AB	358,54	5,9	3	2019,1749
GAIA DR2		358,78	6		2018
OAG (Comellas)		360	5,6		1980
WDS AB		359	5,9	15	2015
18256-2724	SIN 109 AC	88,86	69,0	3	2019,1749
WDS AC		86	67,1	5	2015
20162+1534 en Delfín	CHE 257 AB	37,55	29,0	3	2019,5390
GAIA DR2		37,55	29,05		2018
WDS AB		38	29	10	2015
Nota: En su artículo el JDSO, Berk	xó reportó 20162+1534 com	o CHE 256; per	o CHE 256 tie	ene el código	o de 20162+1535
20171+1536 en Delfín	CHE 272 AB	104,27	17,4	3	2019,4815
JDSO (Berkó)		105,05	10,4		2009
WDS AB		105	17,9	12	2015
20467+2044 en Zorro	HJ 2999 AB	221,01	10,3	3	2018,9880
GAIA DR2		221,56	10,3		2018
OAG (Tobal)		219,1	10,1		1983
WDS AB		220	10,5	11	2018
20467+2044	TOB 197 AC	271,46	19,5	3	2018,9880
GAIA DR2		269,48	19,7		2018
WDS AC		271	19,3	8	2018
21106-0837 en Acuario	НЈ 930 АВ	114,07	10,3	3	2019,4788
GAIA DR2		113,72	10,2	2	2018
WDS AB		114	10,2	12	2015
23291+3001 en Pegaso	MLB 588 AB	199,45	9,4	3	2018,9853
GAIA DR2		198,11	9,4		2018
OAG (Comellas)		201	8,6		1980
WDS AB		198	9,4	20	2015

Cien estrellas dobles para pequeños telescopios (1ª parte)

100 Double Stars for small telescopes (Ist Part)

Ramón Sobrino Muñoz

Observatorio Astronómico del INEI, Universidad de Castilla la Mancha.

■ Correo-e: ramonsobrino@oulook.com

El presente trabajo ha sido realizado íntegramente en las instalaciones del observatorio astronómico que la Universidad de Castilla la Mancha (UCLM) posee en el Instituto de Investigaciones Energéticas y Aplicaciones Industriales (INEI) en el campus de Ciudad Real. Tiene como objeto llamar la atención, en el sentido más bondadoso de la frase, a todos aquellos amantes de la astronomía que, o bien se inician en esta maravillosa andadura, o bien ya lo han hecho y aún no han contemplado en su proyecto de observación y disfrute el maravilloso mundo de las estrellas dobles.

This work has been carried out entirely in the astronomical observatory of the University of Castilla la Mancha (UCLM) at the Institute for Energy Research and Industrial Applications (INEI) in the campus of Ciudad Real. Our main objective is to attract the attention of those astronomy lovers, whether they are beginners in this field or initiates who have not yet considered enjoying the wonderful world of double stars.

Introducción

COMENCÉ A OBSERVAR EL CIELO con un modesto telescopio de seis centímetros hace treinta años sin tener en el horizonte un modelo a seguir, pero muy poco tiempo después llegó a mis manos *La Guía del Firmamento* del afamado D. José Luis Comellas a quien tengo en una altísima estima. En su libro, D. José Luis, describe con exquisita delicadeza miles de objetos celestes para telescopios modestos entre los que se encuentran con cierta preferencia las estrellas binarias. A partir de entonces he sido principalmente observador de estas joyas celestes.

Reconozco haber llegado más tarde que otros compañeros a las nuevas tecnologías, esto se debe principalmente a mis preferencias como observador y divulgador. Ahora me incorporo con muchas ganas e ilusión a la magnífica solución que tenemos actualmente con las aplicaciones diseñadas para hacer fotometría y astrometría de binarias, un campo de trabajo inagotable y muy reconfortante.

Mi mensaje para todos aquellos que se inician en la andadura de estudiar el cielo, es que, debido a las adversidades que actualmente encontramos en las sociedades avanzadas, como son la contaminación lumínica, la falta de tiempo o la indisposición de un lugar adecuado para hacer astronomía visual o astrofotografía, busquemos aquellos objetos que son blanco "fácil" desde las ciudades. Apostados en nuestra terraza, patio o azotea, hay miles de estrellas dobles que lo

son.

La primera entrega propone 100 binarias para pequeños telescopios dando por hecho que la mayoría de los aficionados que se inician adquieren telescopios modestos.

Período de observación: verano/otoño.

Todas las dobles elegidas para este trabajo, son asequibles visualmente a telescopios de 80 mm de abertura. Sólo unas cuantas parejas cerradas con gran diferencia de brillo entre sus componentes, resultarán complicadas para estos tubos si la observación se realiza en sitios con alta contaminación lumínica.

Naturalmente esas dificultades serán resueltas si se tiene la oportunidad de observar en cielos oscuros o con aberturas algo mayores.

En cuanto a hacer captura de ellas, simplemente necesitaremos una cámara CCD de las que utilizamos para autoguiado tipo QHY5 o similar y un software de captura como *FireCapture* o *SharCap* entre otros.

Instrumentación

Tratándose de un trabajo que propone binarias para pequeños telescopios, decidí utilizar un tubo refractor acromático TS 102mm a f11 sobre montura ecuatorial alemana EQ6R con función GoTo.

Tipo de sensor	Sensor CMOS (Sony IMX174LLJ/ IMX174LQJ)
Megapíxel	2,3
Resolución foto	1936x1216
Tamaño de píxel	5,86 µm
Interfaces	USB 3.0

Cámara ASI 174 monocroma. La resolución obtenida con este equipo es de 1,1078" /píxel en Binning 1x1

Metodología

La selección de las parejas se hizo principalmente desde el WDS (*Washington Double Star*), 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 80 mm de abertura en adelante. Las constelaciones elegidas están ordenadas por Ascensión Recta creciente y cada una de ellas contiene 10 parejas. De cada constelación se capturaron al menos 14 binarias por si alguna presentaba problemas en la medición.

Las imágenes tienen orientación con el norte arriba y el este a la izquierda y están recortadas con el fin de dar interés a la pareja en cuestión.

Hay muchos casos en que las dos componentes son gemelas o tienen una diferencia de magnitud de unas pocas décimas y la imagen nos haría dudar de cuál es "A" y cuál es "B" en pares muy cerrados. Para evitar la confusión, las imágenes presentan a la estrella principal "A" en el centro y se ha identificado con su letra correspondiente.

Al contrastar mis medidas con *StelleDoppie* y el WDS, he encontrado pares de componentes gemelas que estaban cambiadas ofreciendo un resultado en el ángulo de posición (Theta) completamente distinto. He seguido el criterio de *StelleDoppie* porque las tablas de resultados que presenta son coincidentes entre varios observadores excepto en una medida del par **STF2087AB** (n.º de orden 28) en el año 1999.

Mis medidas en **HJ4891** (n.º de orden 18) y **STF2087AB** no coinciden con el WDS. Dando por hecho que el WDS tiene errores, estos casos podrían estar entre ellos.

El telescopio

Es un instrumento de muy buena calidad con un cromatismo casi inexistente dada su larga focal y muy apto para estrellas dobles. Las parejas con mayor dificultad han sido revisadas visualmente con este tubo desde las instalaciones del observatorio astronómico del INEI-UCLM en un entorno suburbano llegando a la magnitud 11. Solamente tuve dificultades para ver la componente "B" del sistema ES1589 (n.º de orden 80) donde tuve que aplicar la técnica de visión indirecta con un *seeing* aproximado de 3 sobre 5.

La cámara

Para la captura utilicé el modo de Binning 1x1 en formato FIT.

Para los pares más abiertos utilicé el formato completo del sensor a 1936x1216 píxeles y para los más cerrados, por debajo de (Rho) 7" de arco utilicé regiones de interés de 640x480 píxeles aumentando el zoom de pantalla hasta el 150% como máximo. Este método me permitió medir sin dificultad hasta (Rho) 3,6" de STF2404 (n.º de orden 42) en la constelación del Águila. No se añadieron en ningún caso lentes de Barlow.

Debo añadir que el telescopio utilizado tiene un poder de separación (resolución) de 1,137" de arco, lo que visualmente le permite separar dobles más complicadas que las presentadas en este trabajo, pero imposible de alcanzar con la cámara dado que el píxel tiene un tamaño de 5,86 µm. Por este motivo no se han incluido pares más cerrados ya que en la imagen parecerían solapados. Queda para una ocasión posterior aplicar la técnica de *Lucky Imaging*.

La captura

En la mayoría de los casos se obtuvieron secuencias de entre 25 y 100 imágenes y solo para las más complicadas se obtuvieron secuencias de 500 imágenes. En noches de cierta turbulencia se utilizó un filtro IR para atenuar los efectos del mal seeing.

Calibración con Reduc

Al tratarse de un equipo portátil, en cada sesión de captura colocaba la cámara de forma aproximada para que el norte apareciera arriba y el este a la izquierda. Cada noche utilicé al menos tres estrellas de calibración para cada serie de las consideradas "dobles fijas" correspondientes a cada constelación. Con este método, los resultados han sido muy buenos en la mayoría de los casos.

Mediciones

Una vez abiertas las imágenes con Reduc, las ordené por calidad con el comando *BestOf* y seleccioné las 10 o 20 mejores para su medición. En los pares abiertos utilicé la función *AutoReduc* y los casos que presentaron dificultad media los medí manualmente. Parejas como **STF2328AB** (n.º de orden 33) con Rho inferior a cuatro segundos de arco utilicé el comando *QuadPx* para agrandar la imagen y las medí manualmente con la función *Surface*.

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 Palencia, R., 2018, Medidas de sistemas cerrados mediante la técnica de Lucky Imaging con filtro IR Pass, 4^a serie, El Observador de Estrellas Dobles, nº 21, 19-45.

Ribé de Pont, Lluis, *Medidas de sistemas dobles cerrados con la técnica Lucky Imaging (6^a serie)*, El Observador de Estrellas Dobles, nº 23, 109-125.

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

Agradecimientos

A los editores de la revista por permitir la publicación de este trabajo.

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

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

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

TABLA 1. RESULTADOS.

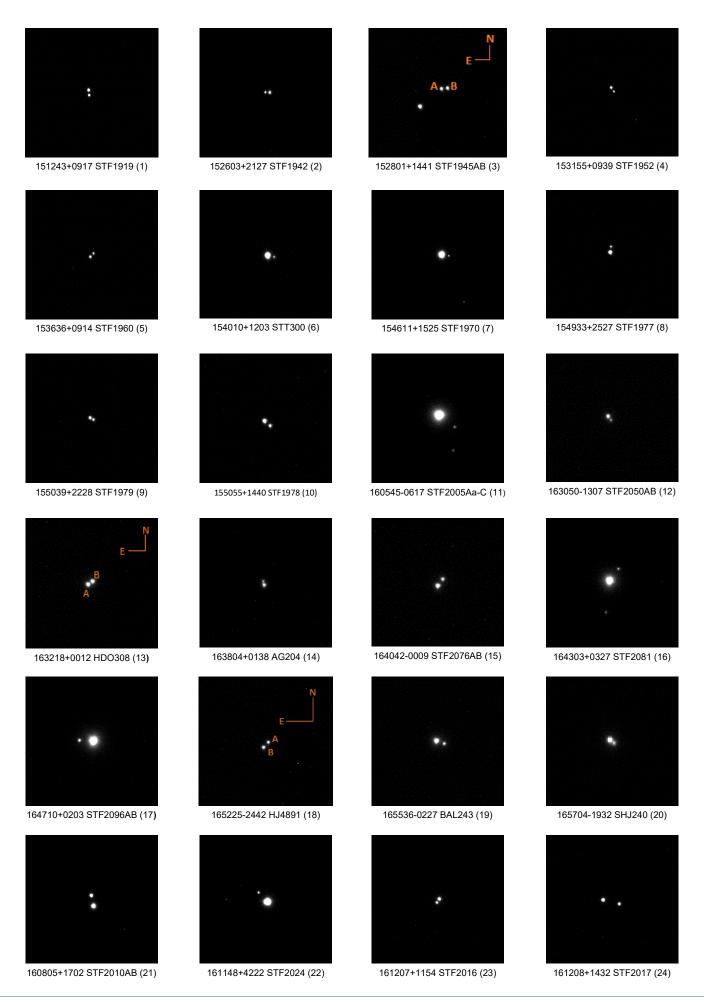
SISTEMA	WDS DESIG.	MAG A	MAG B	ÉPOCA	THETA	σΤΗΕΤΑ	RHO	σRHO	N.º DE ORDEN
STF 1919	151243+1917	6,6	7,3	2019,4855	10,68	0,3	23,355	0,093	1
STF 1942	152603+2122	9,4	10,6	2019,5457	91,42	0,84	9,749	0,128	2
STF1945AB	152759+1442	10,12	10,62	2019,4855	313,8	0,24	40,857	0,162	3
STF1952AB-C	153155+0939	8,6	10,0	2019,4855	220,37	0,32	16.145	0,115	4
STF 1960	153636+0914	9,9	10,5	2019,4856	319,75	0,78	12,051	0,121	5
STT 300	154010+1203	6,2	10,0	2019,4856	262,02	0,57	14,464	0,26	6
STF1970AB	154611+1525	3,7	10,0	2019,4856	265,07	0,29	29,373	0,146	7
STF 1977	154933+2527	8,7	10,9	2019,4856	356,27	0,43	13,925	0,138	8
STF 1979	155039+2228	9,5	10,1	2019,4856	245,88	0,22	9,318	0,07	9
STF 1978	155055+1440	9,1	10,0	2019,4856	232,97	0,46	14,808	0,099	10
STF2005Aa-C	160545-0617	6,4	11,3	2019,6333	232,75	0,34	28,614	0,1	11
STF2050AB	163050-1307	8,3	9,7	2019,6333	217,87	1,05	5,703	0,072	12
HDO 308	163218+0012	9,4	9,5	2019,6333	304,55	0,76	6,996	0,075	13
AG 204	163804+0138	9,7	10,8	2019,6333	14,79	0,53	4,315	0,031	14
STF2076AB	164042-0009	9,5	10,4	2019,6333	322,89	0,8	9,43	0,108	15
STF 2081	164303+0327	7,4	11,5	2019,6333	321,83	0,27	20,065	0,101	16
STF2096AB	164710+0203	6,1	9,7	2019,6333	87,76	0,2	23,891	0,074	17
HJ 4891	165225-2442	10,40	10,40	2019,6334	136,64	0,74	10,827	0,149	18
BAL 243	165536-0227	8,5	10,2	2019,6334	250,3	0,59	12,46	0,119	19
SHJ 240	165704-1932	6,6	7,6	2019,6334	233,41	1,82	4,381	0,19	20
STF2010AB	160805+1702	5,0	6,1	2019,5458	13,74	0,14	27,034	0,08	21
STF 2024	161148+4222	5,9	10,7	2019,5458	44,67	0,47	23,824	0,19	22
STF 2016	161207+1154	8,5	9,6	2019,5458	146,71	0,95	7,48	0,151	23
STF 2017	161208+1432	8,5	9,0	2019,5458	257,66	0,32	29,861	0,146	24
STF 2051	162925+1035	7,6	9,4	2019,6280	19,18	0,37	13,81	0,075	25
STF 2063	163147+4535	5,7	8,7	2019,6280	195,79	0,45	16,239	0,043	26
STF 2085	164226+2135	7,4	9,1	2019,6280	309,68	1,58	6,049	0,058	27

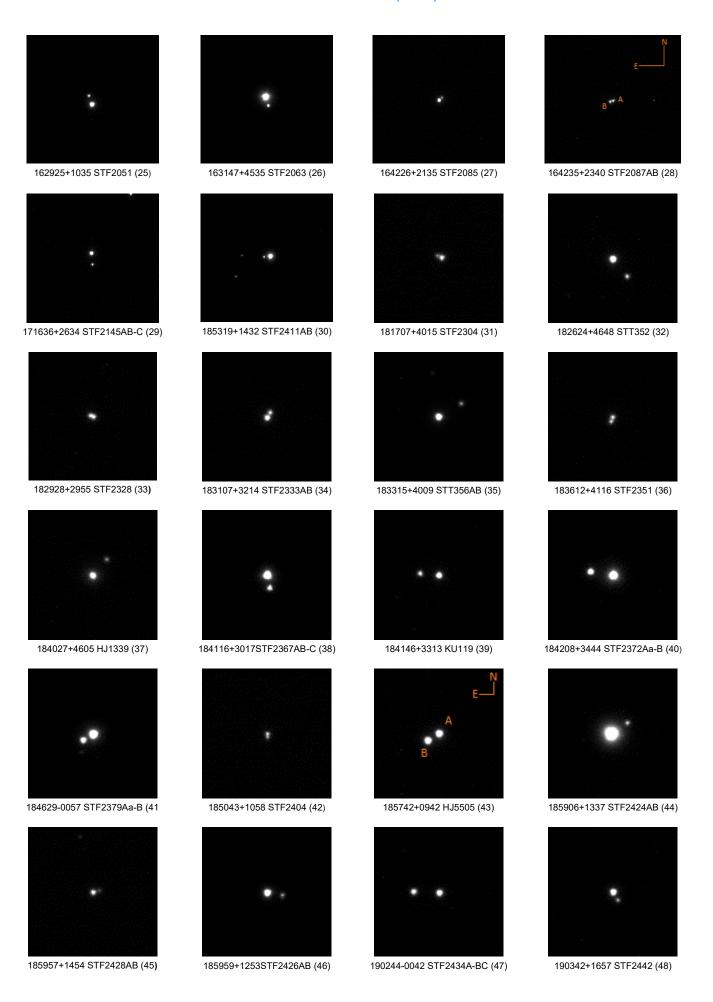
SISTEMA	WDS DESIG.	MAG A	MAG B	ÉPOCA	THETA	σTHETA	RHO	σRHO	N.º DE ORDEN
STF2087AB	164235+2340	8,8	8,8	2019,6280	287,46	1,86	5,128	0,162	28
STF2145AB-C	171636+2634	8,8	10,5	2019,6280	183,72	0,26	18,997	0,124	29
STF2411AB	185219+1432	6,5	9,5	2019,6281	94,58	0,83	13,323	0,063	30
STF 2304	181707+4015	8,7	9,7	2019,5679	69,81	0,64	5,186	0,068	31
STT 352	182624+4648	7,9	9,3	2019,5679	220,94	0,26	24,246	0,141	32
STF2328AB	182928+2955	9,0	9,5	2019,5679	70,95	1,16	3,617	0,07	33
STF2333AB	183107+3214	7,8	8,6	2019,5679	332,99	1,55	6,344	0,162	34
STT356AB	183315+4009	7,3	9,2	2019,5679	301,93	0,26	28,295	0,121	35
STF 2351	183612+4116	7,6	7,6	2019,5679	160,13	0,84	4,98	0,086	36
HJ 1339	184027+4605	8,6	10,0	2019,5679	320,63	0,27	23,064	0,129	37
STF2367AB-C	184106+3017	7,0	8,7	2019,5787	191,58	0,41	14,101	0,099	38
KU 119	184146+3313	9,8	10,8	2019,5787	86,13	0,34	20,568	0,122	39
STF2372Aa-B	184208+3444	6,5	7,7	2019,5787	82,33	0,11	25,009	0,074	40
STF2379Aa-B	184629-0057	5,9	7,0	2019,6254	120,9	0,3	12,523	0,123	41
STF 2404	185046+1058	6,8	7,7	2019,6254	181,18	1,74	3,66	0,155	42
HJ 5505	185742+0942	9,3	9,4	2019,6254	122,02	0,35	14,388	0,031	43
STF2424AB	185906+1337	5,3	9,3	2019,6254	304,15	0,41	20,848	0,158	44
STF2428AB	185957+1454	8,2	10,3	2019,6254	286,64	0,76	6,938	0,046	45
STF2426AB	185959+1253	7,3	8,9	2019,6265	261,21	0,46	16,472	0,12	46
STF2434A-BC	190244-0042	8,4	8,9	2019,6265	88,05	0,31	27,764	0,156	47
STF 2442	190342+1657	8,4	9,7	2019,6265	209,9	0,43	9,829	0,155	48
STF2443	190404+1447	8,9	9,2	2019,6265	311,11	0,61	6,815	0,084	49
SHJ 286	190458-0401	5,5	6,9	2019,6265	209,8	0,18	39,414	0,226	50
STF2486AB	191205+4951	6,5	6,6	2019,6333	203,53	0,84	7,135	0,156	51
HJ 1382	191646+4801	8,8	10,2	2019,6333	311,71	0,24	7,815	0,037	52
STF2507AC	191943+4422	8,6	9,9	2019,6333	149,96	0,2	29,664	0,036	53
STT372AB	192315+4711	7,9	10,2	2019,6333	54,86	0,11	77,465	0,204	54
AG 378	192341+2745	9,5	10,1	2019,6333	45,02	1,11	8,504	0,12	55
ES484AC	192448+2856	9,4	9,6	2019,6333	326,32	0,35	23,113	0,101	56
STF2522	192548+2845	7,7	8,8	2019,6334	338,5	1,54	4,416	0,188	57
ES 653	192603+5409	10,3	10,5	2019,6334	106,3	0,25	12,033	0,102	58
STF 2534	192741+3631	8,2	8,4	2019,6334	62,84	0,58	6,873	0,084	59
STFA43Aa-B	193043+2757	3,3	4,7	2019,6334	53,77	0,56	34,621	0,225	60
STF 2664	201938+1300	8,0	8,3	2019,7185	321,55	0,18	27,823	0,083	61
STF2670B	202212+1622	8,9	9,2	2019,7185	153,23	0,19	30,036	0,174	62
STF2670BC	202212+1622	9,2	10,6	2019,7185	76,66	0,92	15,893	0,234	63
STF2679AB	202423+1934	7,9	9,6	2019,7185	77,07	0,38	24,747	0,13	64
STF 2680	202449+1452	9,2	9,4	2019,7185	288,05	0,34	16,367	0,136	65
HJ 1509	202457+1016	9,8	9,9	2019,7185	180,42	0,28	19,157	0,12	66
STF 2688	203048+1347	9,3	10,4	2019,7185	175,09	0,2	7,874	0,034	67
HJ 2974	203059+2007	9,6	9,8	2019,7186	296,78	0,36	14,433	0,117	68
STF2690Aa-BC	202113+1115	7,1	7,4	2019,7186	255,09	0,37	17,766	0,053	69

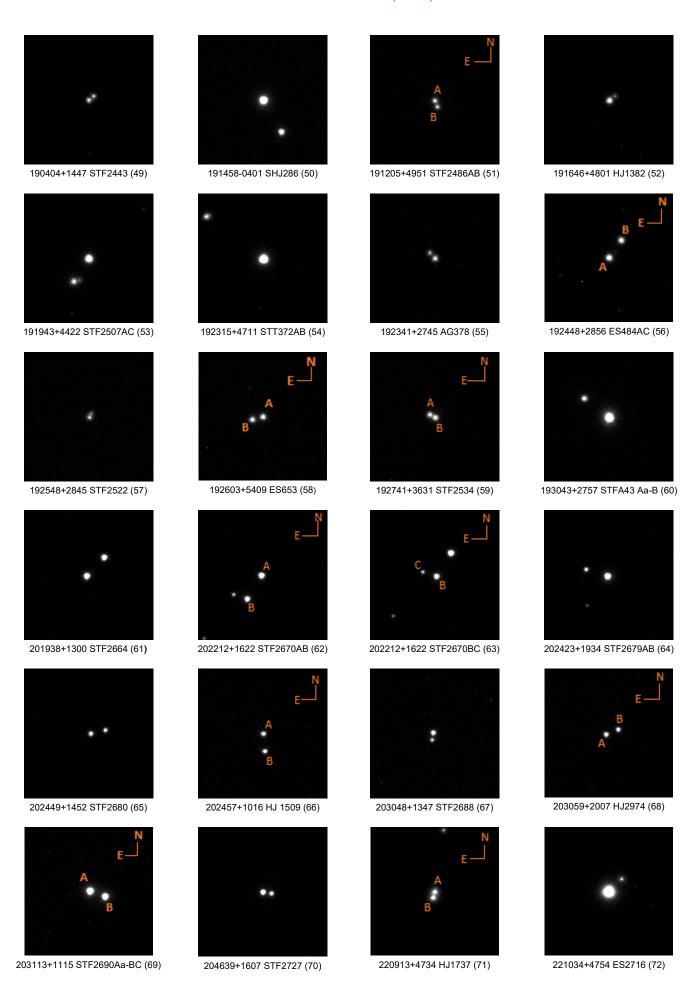
TABLA 1. RESULTADOS (CONT.).

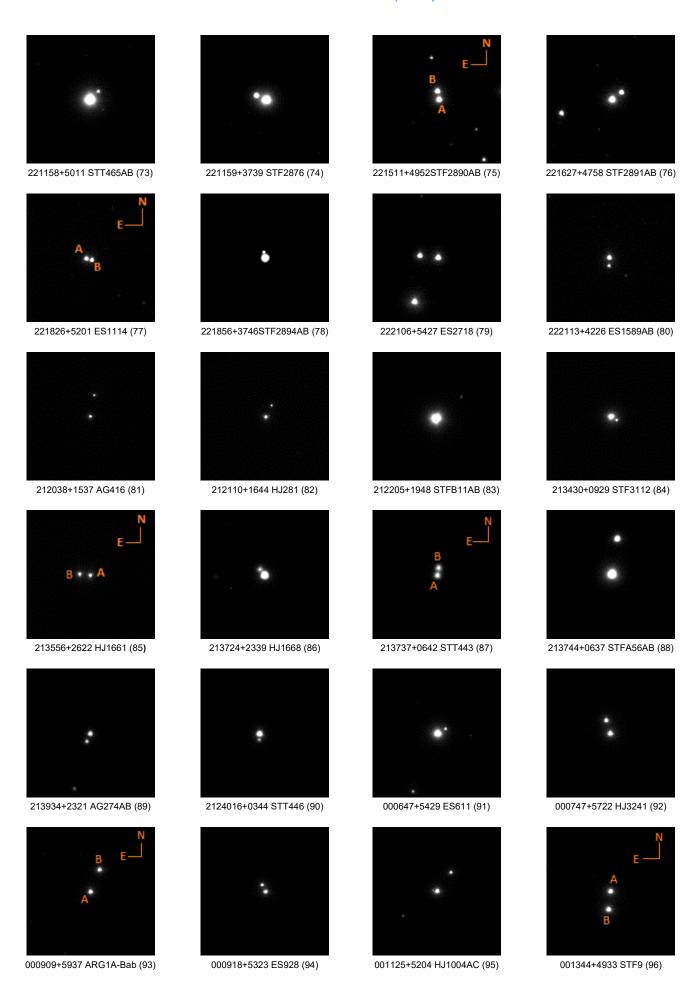
SISTEMA	WDS DESIG.	MAG A	MAG B	ÉPOCA	THETA	σTHETA	RHO	σRHO	N.º DE ORDEN
STF 2727	204639+1607	4,3	5,0	2019,7186	264,97	0,89	8,915	0,173	70
HJ 1737	220913+4734	9,6	9,6	2019,7291	164,9	0,13	6,755	0,037	71
ES 2716	221034+4754	7,5	10,6	2019,7291	314,93	0,27	19,783	0,106	72
STT465AB	221158+5011	7,3	10,5	2019,7292	315,49	0,8	12,668	0,046	73
STF 2876	221159+3739	8,0	9,7	2019,7292	66,78	0,26	11,722	0,092	74
STF2890AB	221511+4952	9,4	9,7	2019,7292	11,01	0,5	9,456	0,127	75
STF2891AB	221627+4758	8,8	9,8	2019,7292	308,44	0,52	12,883	0,093	76
ES 1114	221826+5201	10,3	10,5	2019,7292	257,68	0,68	6,2015	0,023	77
STF2894AB	221856+3746	6,2	8,8	2019,7292	193,83	0,36	15,648	0,119	78
ES 2718	222106+5427	9,4	9,7	2019,7292	84,69	0,26	20,163	0,084	79
ES1589AB	222113+4521	9,9	11,0	2019,7292	178,35	1,03	8,888	0,026	80
AG 416	212038+1537	9,5	10,4	2019,7293	350,37	0,33	23,656	0,035	81
HJ 281	212110+1644	9,7	11,2	2019,7293	333,77	0,69	14,144	0,17	82
STFB11AB	212205+1948	4,1	7,5	2019,7293	311,53	0,27	36,275	0,159	83
STF 3112	213430+0929	7,9	10,3	2019,7293	239,71	0,85	7,025	0,085	84
HJ 1661	213556+2622	9,2	9,2	2019,7293	84,47	0.6	11,855	0,115	85
HJ 1668	213724+2339	9,0	10,3	2019,7317	35,92	0,68	8,081	0,154	86
STT 443	213737+0642	9,4	9,6	2019,7317	348,22	0,54	8,117	0,094	87
STFA56AB	213744+0637	6,2	7,5	2019,7318	348,25	0,11	39,253	0,082	88
AG274AB	213934+2321	9,6	10,5	2019,7318	152,66	0,63	9,14	0,116	89
STT446	214016+0344	8,5	10,5	2019,7318	173,31	0,53	6,585	0,043	90
ES 611	000647+5429	8,2	9,9	2019,7319	291,00	0,61	9,922	0,073	91
HJ 3241	000747+5722	9,2	9,8	2019,7319	7,8	0,57	14,972	0,156	92
ARG1A-Bab	000909+5937	9,7	9,8	2019,7319	328,97	0,17	26,12	0,087	93
ES 928	000918+5323	9,9	10,6	2019,7319	18,34	1,13	8,195	0,078	94
HJ1004AC	001125+5204	9,5	10,5	2019,7319	314,64	0,29	25,41	0,152	95
STF 9	001344+4933	9,3	9,2	2019,7319	165,09	0,13	19,974	0,048	96
STF 16	001642+5439	7,6	8,7	2019,7319	39,55	0,23	5,771	0,032	97
ES 2578	001745+5342	7,8	10,1	2019,7319	70,25	0,61	16,486	0,12	98
HDS 44	002017+5412	9,0	10,3	2019,7319	38,84	0,61	12,248	0,12	99
STF60AB	004907+5748	3,5	7,4	2019,7319	325,9	0,51	13,392	0,14	100

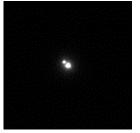
GALERÍA DE IMÁGENES.

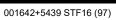














001745+5342 ES2578 (98)



002017+5412 HDS44 (99)



004907+5748 STF60AB (100)

Un nuevo sistema triple con características peculiares

A new triple system with peculiar characteristics

Manuel José del Valle González

Asociación de Astronomía y Astrofotografía de Almansa (Albacete)

■ Correo-e: mjvallgon@gmail.com

En este estudio presento un nuevo sistema triple cuyas componentes son dos estrellas con tipos espectrales K6V y K7V, incluyendo una enana blanca contenida en el catálogo GAIA DR2 de candidatas a enanas blancas (Gaia DR2 White dwarf candidates (Gentile Fusillo+, 2019).

In this study I present a new triple system, whose components are two stars with spectral types K6V and K7V, including a white dwarf contained in the GAIA DR2 catalog of white dwarf candidates (Gaia DR2 white dwarf candidates (Gentile Fusillo+, 2019).

I. Introducción.

EN UNA BÚSQUEDA CASUAL, por medio de Vizier y Aladin (Bonnarel et al., 2000; Boch & Fernique, 2014), en las inmediaciones de la constelación de Cefeo, se encuentra este sistema formado por tres estrellas, que presentan movimientos propios similares. Utilizando el Observatorio Virtual: Simbad (Wenger et al., 2000), se ha recopilado toda la información astrofísica que este pone a nuestro alcance. La sorpresa se produjo cuando, al revisar el catálogo 2MASS-PSC (Skrutskie et al., 2006), no se ofrecían las magnitudes JHK para dicha estrella, lo que me hizo sospechar que podría tratarse de una enana blanca. Dado que el catálogo SDSS-DR9 (Ahnet et al., 2012), no nos ofrece datos fotométricos para esta zona del cielo, me creó el problema de cómo calcular las magnitudes fotométricas de dicha estrella y ahí fue donde llegó la sorpresa: como pensaba que podría tratarse de una enana blanca me dispuse a buscar algún catálogo en Vizier que pudiese ofrecer alguna información referente a esta estrella y di con el Gaia DR2 white dwarf candidates (Gentile Fusillo+, 2019). Ahí se encontraba nuestra estrella, WD J203857,18 +824554.2. Aunque los datos astrofísicos son muy concisos ya que se trata de una candidata a enana blanca, tenemos suficientes medios para intentar realizar un estudio bastante completo.

Este nuevo sistema triple, será propuesto con la denominación DVG 53, para su posible inclusión en el Washington Double Star Catalog.

2. Imágenes del sistema triple.

En las siguientes imágenes podemos ver el nuevo sistema triple.



Figura 1. Imagen procedente de 2MASS Color (JHK). Como se puede ver la enana blanca no aparece en esta imagen infrarroja.

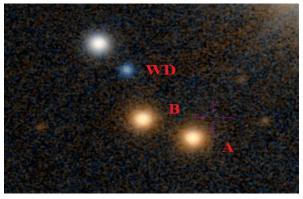


Figura 2. Imagen procedente de PanSTARRS DR1 Color.

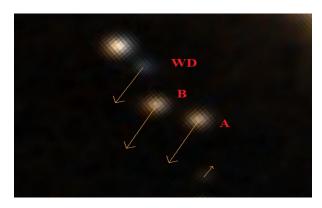


Figura 3. Imagen de DSS Color representando los movimientos propios de las componentes del sistema. Se aprecia que son muy similares.

3. Estudio astrofísico de las componentes A y B del sistema.

Recopilar información sobre estas dos débiles estrellas desde Vizier y Aladin (Bonnarel et al., 2000; Boch & Fernique, 2004), ha sido una tarea complicada. En la tabla 2 muestro todos los datos obtenidos desde la literatura junto con los obtenidos por mí en este estudio. Debido a la baja luminosidad de estas estrellas el catálogo SDSS-DR9 (Ahnet et al., 2012) no nos ofrece fotometría ugriz de esta zona. Donde únicamente he encontrado información ha sido consultando el catálogo 2MASS-PSC (Skrutskie et al., 2006), en el cual se ofrecen las magnitudes JHK de ambas estrellas, las cuales se utilizaron para determinar las magnitudes y los índices de color B-V y V-I mediante las transformaciones de Bilir et al. (2008) y Brian D. Warner (2007) haciendo uso de la herramienta Excel de Francisco Rica ("Transformación 2MASS.Jhonson v2.3.xls).

Una vez obtenidos los datos fotométricos que buscábamos y utilizando una nueva herramienta *Excel*—cedida también amablemente por Francisco Rica—(*Mamajek tool_v1.4.xlsm*), que utiliza las tablas empíricas de Erik Mamajek, determinamos las principales características astrofísicas de las componentes A y B del sistema.

Dado que la latitud galáctica media del sistema es de $+20.6^{\circ}$, el enrojecimiento estelar es relativamente alto, del orden de $E(B-V)_{\infty} = 0.284$ y un Av = 0.880.

Para calcular el enrojecimiento estelar en la línea de visión, he utilizado los mapas de extinción de Schafjy & Finkbeiner (2011), a través de la página

web "Galactic Dust Reddending 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 parsec y b es la latitud galáctica del sistema. Hemos estimado un enrojecimiento aproximado $E(B-V)_d = 0,163$ y un Av = 0,505.

Para conocer ante qué tipo de estrellas nos encontramos se ha utilizado el diagrama de movimiento propio reducido de Jones (1972). Después de consultar el diagrama mediante la herramienta *Excel* de Francisco Rica, "ASTRONOMIA_ver1.5.19.xlsm", se comprobó que nos encontrábamos ante dos estrellas enanas de la secuencia principal. En la figura 4 (página siguiente) se muestran las posiciones de ambas estrellas.

En la tabla 2 (página siguiente) incluimos todos los datos astrofísicos de interés calculados o estimados desde la literatura consultada, para las dos componentes principales del sistema, además de los datos fotométricos obtenidos por los mismos medios.

4. Estudio astrofísico de la componente C (WD J023857.18 +824554.2)

Los datos astrofísicos obtenidos pertenecen al catálogo Gaia-DR2 (white dwarf candidates, Gentile Fusillo+, 2019) y se muestran en la tabla 3 (página siguiente).

Una vez conocidos estos datos se nos plantea un problema. Para cada tipo de atmósfera se nos presentan dos líneas evolutivas diferentes: la primera línea evolutiva podría indicar que la enana blanca ha pasado por el estado de gigante roja, pero según el estudio de Laughlin et al. (1997), podríamos estar ante la evolución directa desde una enana roja, la cual ha perdido toda su atmósfera de hidrógeno, quedando íntegramente el núcleo de helio; en este estudio establece que este proceso podría ocurrir en el orden de 10^{13} años.

Una vez decidida la línea de estudio tenemos que determinar la masa de la estrella progenitora. Para ello se han consultado diversos estudios como los de

TABLA 1. DATOS OBTENIDOS DESDE GAIA-DR2.

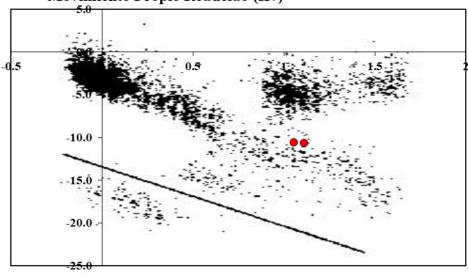
	GAIA Source	AR	Dec	Plx (msa/año)	mp AR (msa/año)	Mp Dec (msa/año)	G mag.
A	569510331283914496	02 38 51,127	+82 45 40,207	3,0112 ± 0,0791	6,064 ± 0,127	-11,063 ± 0,121	15,437 ± 0,005
В	569510331283913856	02 38 55,785	+82 45 44,116	3,0887 ± 0,0759	6,075 ± 0,123	-11,132 ± 0,115	15,499 ± 0,004
С	569510326988103424	02 38 57,179	+82 45 54,419	3,9182 ± 0,3967	5,617 ± 0,598	-9,340 ± 0,566	19,266 ± 0,065

	Componente A	Componente B	Fuente
V	16,094	16,195	Este trabajo
B – V	1,338 ± 0,048	$1,395 \pm 0,07$	u
V – I	1,409 ± 0,01	1,493 ± 0,01	u
V – Ks	3,307 ± 0,034	3,495 ± 0,031	и
J	13,663 ± 0,03	13,624 ± 0,029	2MASS-PSC
Н	13,004 ± 0,032	12,963 ± 0,029	2MASS-PSC
Ks	12,787 ± 0,034	12,700 ± 0,031	2MASS-PSC
Tipo Espectral	K6V	K7V	Este trabajo
M₀	0,700	0,640	u
Lo	0,110	0,091	и
R₀	0,590	0,510	и
Mv	7,880	8,300	и
Teff. (°K)	4305,90	4462,47	GAIA-DR2
ВСv	-0,730	-0,950	Este trabajo
Mbol.	7,150	7,350	u
Log g	4,74	4,87	u

TABLA 3. DATOS DE LA ENANA BLANCA.

Comp. C	At	G mag.		
Comp. C	Teff He Log g He Masa He		Masa He	
WD J023857,18+824554,2	8119,139	7,620806	0,417	19,586





B-V

Figura 4. Diagrama de movimiento propio reducido de Jones (1972).

TABLA 4. MASA INICIAL ENANA BLANCA.

IFRM (Relación masa inicial-final)	Masa inicial (M _☉)	Rango espectro-luminosidad
Ferrario et al. (2005)	0,17 ± 0,02	M4V – M5V
Kalirai et al. (2009)	0.22 ± 0.03	M4V – M5V
Catalán et al. (2008)	0,29 ± 0,012	M3,5V – M4V

Ferrario et al. (2005), Catalán et al. (2008) y Kalirai et al. (2008), en los cuales se presentan diferentes relaciones entre la masa inicial y la masa final de una estrella, siendo estos tres resultados los más plausibles para la masa de la estrella progenitora de la enana blanca.

Los datos obtenidos están representados en la tabla 4 (página anterior).

Como podemos ver en la tabla 4, el espectro y la clase de luminosidad de la estrella progenitora estaría en el rango M3,5 – M5V, y en un intervalo de masas iniciales de $0,17~M_{\odot}$ a $0,29~M_{\odot}$,

Para conocer las magnitudes fotométricas de la enana blanca, dado que el catálogo GAIA-DR2 no nos ofrece estos datos, se han utilizado las tablas del trabajo de Bergeron et al. (1995), concretamente las tablas 2 y 4, por interpolación lineal a partir de la temperatura efectiva indicada en el catálogo GAIA-DR2. Para determinar la magnitud V de nuestra estrella, se han utilizado las relaciones descritas en el trabajo de Knapp, W. et al (2018), que relacionan las magnitudes infrarrojas JHK y la magnitud G, del catálogo GAIA-DR2.

Estos datos fotométricos están indicados en la tabla 5.

TABLA 5

Índice / Magnitud	Atm. pura de Helio	Fuente
Vmag ¹	18,721	GAIA-DR2
J	18,901	Este trabajo
Н	18,857	ш
K	18,850	и
J-H	0,044	ш
H-K	0,007	и
V-K	0,416	ш
U-B	-0,602	и
B-V	0,267	ш
V-I	0,341	и
Teff. (°K)	8119,14	GAIA-DR2
Μv	13,099	Este trabajo
BCv	-0,149	ш
Mbol	12,950	и
Age (Giga-años)	4,75	ш
L ₀ ⁽²⁾	0,00053	и
$R_o^{(3)}$	0,0114	ш
M _⊙	0,17-0,29	и
Log g	7,56 – 7,79	Este trabajo

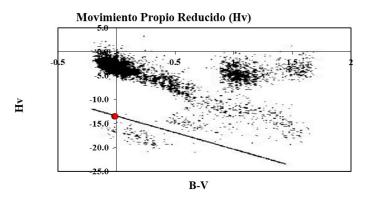
 $^{^{(1)}}$ Relación Gmag-JHK, Knapp, W. et al. (2018) $^{(2)}$ L=10 $^{[(4,75\text{-Mbol})]/2,5}$

Para comprobar en qué lugar se encuentra nues-

tra estrella y tal como hicimos anteriormente con las componentes A y B del sistema, hemos utilizado los diagramas de movimiento propio reducido de Jones (1972), Nelson et al (2002) y el de Salim & Gould (2002).

En las figuras 5, 6 y 7 se muestra la posición de la estrella en dichos diagramas, utilizando los colores fotométricos de la tabla 5.

Figura 5. Diagrama MPR de Jones E.M. (1972).



Movimiento Propio Reducido (Hv)

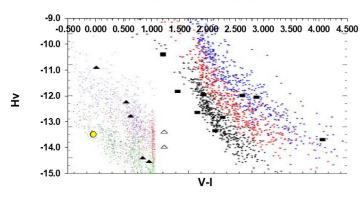


Figura 6. Diagrama MPR de Nelson et al. (2002).

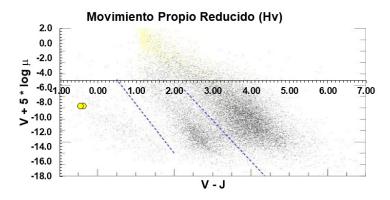


Figura 7. Diagrama MPR de Salim and Gould, (2002).

Como se puede apreciar, nuestra estrella se encuentra claramente en una posición muy favorable, para ser considerada una verdadera enana blanca.

⁽³⁾ Popper (1980)

5. Astrometría relativa del sistema y movimiento propio relativo.

Al tratarse de un sistema nuevo y no disponer de medidas astrométricas históricas, se ha procedido a obtener la astrometría relativa a partir de sus coordenadas ecuatoriales. Para ello, se trabajó con diferentes catálogos y placas fotográficas antiguas obtenidas de Aladin Sky Atlas y Vizier y con el apoyo las aplicaciones informáticas fv (NASA / HEARSAC), RhoTheta-RAA de A. Garro y Reduc V5.36. Los resultados están reflejados en la tabla 6.

En este estudio astrométrico hemos tenido en cuenta a las tres componentes del sistema, por lo que hemos realizado el estudio de las relaciones entre las tres estrellas; A con respecto a B, B con respecto a C y A con respecto a C.

Hemos usado la astrometría relativa la cual cubre un periodo de 62 años, si bien no hemos podido obtener demasiadas medidas del sistema. La astrometría relativa X ($\rho * \sin \theta$) y Y ($\rho * \cos \theta$), ha sido trazada frente a la época (tabla 7, páginas siguientes).

En la figura 8, podemos ver un gráfico comparativo, de las coordenadas rectangulares con respecto a la época para las estrellas del sistema, donde podemos apreciar los pocos cambios acaecidos en la posición a lo largo de los años.

En las figuras 9, 10, 11, 12 13 y 14 (páginas siguientes) se muestra la evolución temporal de θ y ρ , en formato de coordenadas rectangulares. En dichas gráficas podemos ver que todo apunta a que estamos ante un sistema triple que comparte movimiento propio común, los gráficos han sido obtenidos con la herramienta Excel Relative Motion Calculator de Francisco Rica. Los resultados de las variaciones de las coordenadas rectangulares a lo largo del tiempo para las tres componentes AB, BC, AC se muestran en la tabla 8.

Observamos en las gráficas de las figuras 8, 9, 10, 11,12 y 13 (páginas siguientes) la escasa pendien-

te de los datos reflejados en ellas, además de observar que la astrometría ha permanecido con muy pocos cambios a lo largo del tiempo, lo que nos lleva a pensar que nos encontramos ante un sistema triple de movimiento propio común. El pequeño valor del movimiento propio relativo también nos lleva a pensar en esta idea.

6. Naturaleza del sistema, estudio de su posible carácter físico.

Una vez conocida la astrometría relativa y los movimientos propios de las componentes, procedemos a intentar dar un poco de luz a la naturaleza física del sistema mediante el análisis de diferentes criterios de binariedad. Los resultados para cada uno de los criterios utilizados, han sido obtenidos mediante la herramienta Excel de Francisco. Rica, ASTRONO-MIA ver1.5.19.xlsm.

En la tabla de la parte inferior de esta página se exponen los resultados obtenidos.

Como podemos observar en ella, todos los criterios utilizados, siempre asumiendo los errores intrínsecos a este tipo de estudios, nos indicarían que estamos ante un sistema triple con movimiento propio común, de posible naturaleza física, aunque no podemos saber si este sistema se encuentra gravitacionalmente unido, para ello, necesitaríamos un estudio mucho más detallado, que se escapa a la finalidad de este artículo.

7. Conclusiones.

En base a los datos obtenidos en este trabajo, nos encontramos ante un nuevo sistema triple, el cual tiene una característica peculiar: estaría formado por dos estrellas de tipos espectrales y clase de luminosidad K6V y K7V, pertenecientes a la secuencia principal. La característica distintiva, es que este sistema incluye una estrella enana blanca, WD-DB (atmósfera pura de helio) la cual muy probablemente degeneró

	CRITERIOS BINARIEDAD – RELACIÓN ENTRE COMPONENTES DEL SISTEMA									
	Paralaje. dinámica ⁽¹⁾	Criterio Hiperbólico ⁽²⁾	Criterio Opticidad Sinachopoulos ⁽³)	Energía Mecánica Total ^{.(4)}	Criterio de Close	Velocidad de escape ⁽⁶⁾	Criterio de Halbwachs ⁽⁷⁾	Criterio de Rica	D (%)	
AB	FÍSICA	FÍSICA	FÍSICA	¿FÍSICA?	FÍSICA	BINARIA	FÍSICA	FÍSICA	99	
вс	ÓPTICA(¿?)	ÓPTICA(¿?)	FÍSICA	¿FÍSICA?	FÍSICA	¿BINARIA?	FÍSICA	OPT/FÍS	87	
AC	FÍSICA	ÓPTICA(¿?)	FÍSICA	¿FÍSICA?	FÍSICA	¿BINARIA?	FÍSICA	OPT/FÍS	90	

- (1). Dommanget. J., (1955)
- (2). Van de Kamp. P., (1961) (3). Sinachopoulos. D., et al. (1992)
- (4). Brosche et al., (1992) (5). S. M. Close et al., (2003)
- (6). Única referencia, (1990, AJ., 100, 1968)
- (7). Halbwachs, J.L., (1986)
- (8). Rica. F., (2004).
- (9). Simulaciones MonteCarlo.

TABLA 6. MOVIMIENTO PROPIO RELATIVO TOTAL A PARTIR DE X E Y.

Relación componentes	Δm (α) _(msa / año)	Δm (δ) _(msa / año)	Δm _{total (mas / año)}
AB	2,08 ± 2,13	-5,28 ± 1,20	5,68 ± 2,45
ВС	-4,03 ± 2,63	5,13 ± 4,21	6,52 ± 4,96
AC	-3,13 ± 1,08	2,48 ± 2,97	3,99 ± 3,16

TABLA 7. ASTROMETRÍA RELATIVA DEL SISTEMA.

Evente	Énasa	AE	3	В	С	AC	
Fuente	Época	Theta	Rho	Theta	Rho	Theta	Rho
POSS I	1954,8906	246,600	9,600	38,840	18,160	14,200	10,450
USNO-B1	1979,9000	245,246	9,484	38,215	18,368	14,754	10,815
STScl-QhickV	1983,8940	244,200	9,689	37,300	18,290	13,700	10,860
POSSII (J)	1996,7143	246,900	9,588	37,600	18,370	14,000	11,120
SSS-ESO	1996,7190	245,684	9,653	38,630	18,018	13,890	10,338
POSS II(F)	1996,7716	246,700	9,589	37,780	19,430	14,100	10,680
GSC 2.3	1996,7740	247,113	9,659	39,808	17,993	14,626	10,399
GAIA-DR1	2015,0000	246.072	9,632	38,745	18,258	14,272	10,659
GAIA-DR2	2015,5000	246,067	9,632	38,215	18,368	14,754	10,815
Pan-STARRS	2016,9667	246,072	9,632	38,767	18,253	14,294	10,651

TABLA 8. COORDENADAS RECTANGULARES.

£	А	В	В	С	А	.c
Época	X	Υ	X	Υ	X	Υ
1954,8906	-8,81	-3,81	11,39	14,14	2,56	10,13
1979,9000	-8,61	-3,97	11,36	14,43	2,75	10,46
1983,8940	-8,72	-4,22	11,08	14,55	2,57	10,55
1996,7143	-8,82	-3,76	11,21	14,55	2,69	10,79
1996,7190	-8,80	-3,97	11,25	14,08	2,48	10,04
1996,7716	-9,42	-4,11	11,90	15,36	2,60	10,36
1996,7740	-8,80	-3,76	11,52	13,82	2,63	10,06
2015,0000	-8,80	-3,91	11,43	14,24	2,63	10,33
2015,5000	-8,80	-3,91	11,36	14,43	2,75	10,46
2016,9667	-8,80	-3,91	11,43	14,23	2,63	10,32

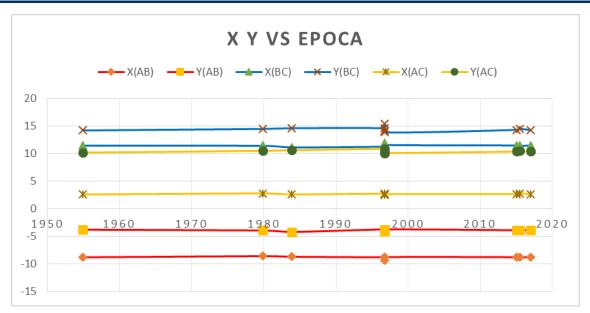


Figura 8. Gráfico comparativo, coordenadas rectangulares de las tres componentes vs Época.

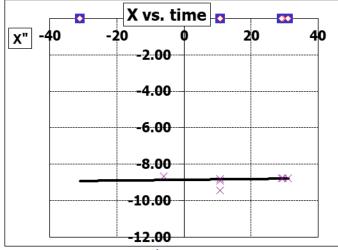


Figura 9. X vs Época. A respecto a B.

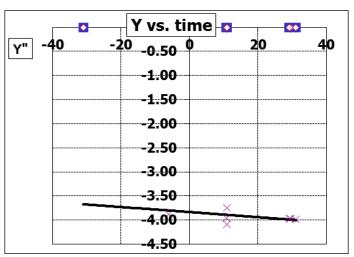


Figura 10. Y vs Época. A respecto a B.

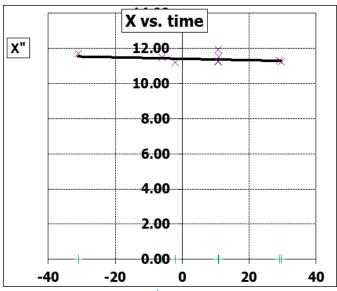


Figura 11. X vs Época. B respecto a C.

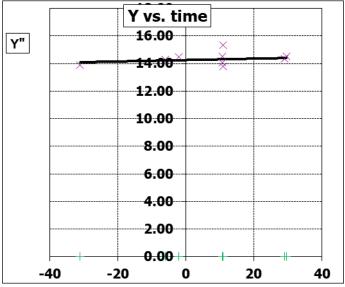


Figura 12. Y vs Época. B respecto a C.

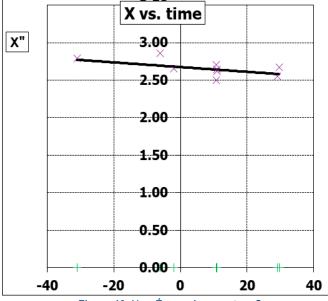


Figura 13. X vs Época. A respecto a C.

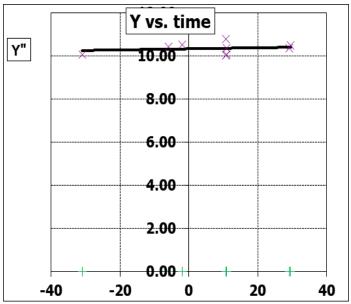


Figura 14. Y vs Época. A respecto a C.

directamente desde una enana roja (tipo espectral M3,5V – M5V), perdiendo su atmósfera de hidrógeno y quedando únicamente el núcleo de helio.

Criterios de binariedad como los de Dommaneg y Van de Kamp, nos indican que los subsistemas BC y AC, son de naturaleza óptica, aunque como bien se ha dicho en el párrafo anterior, debemos asumir la acumulación de errores, por lo que los podríamos considerar como físicos.

8. Agradecimientos.

Agradecer a los editores de "El Observador de Estrellas Dobles", su gran trabajo, y por poner a nuestra disposición un lugar donde compartir nuestros trabajos.

A Francisco Rica, que nos cedió amablemente sus hojas Excel que nos han sido de inestimable ayuda tanto en este estudio como en otros anteriores y futuros.

A Florent Losse, por poner a disposición de la comunidad *doblista* su fantástico software Reduc. Para este trabajo hemos usado el observatorio virtual, Vizier y Aladin Sky Atlas (Bonnarel et al, 2000; Boch & Fernique, 2014).

En este trabajo se han usado las bases de datos de Simbad (Wenger et al, 2000).

En este trabajo se han usado datos desde la Agencia Europea del Espacio (ESA), la misión GAIA (https://www.cosmos.esa.int/gaia), procesado por el Consorcio de Análisis y Procesamiento de Datos de Gaia (DPAC, https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/dpac/consortium).

9. Referencias.

Agudo Azcona. A., Rica Romero. F., "Study and Description of a New Binary in Dissolution Process", JDSO, vol. 15, no 3, (2019).

Bergeron. P., Wesemael. F., and Beauchamp. A., Photometric Calibration of Hydrogen and Helium-Rich White-Dwarf Models, 1995, PASP, 107, 1047-1054.

Brosche, Denis-Karafisan & Sinachopoulos, 1992, A&A, 253, 113B.

Catalán, S.; Isern, J.; García-Berro, E.; Ribas, I., 2008b, MNRAS, 387, 1693.

Close S.M., et al., 2003, Apj, 587, 407.

Dommanget, J., "Limites rationelles d'un catalogue d'etoliles doubles visuelles". Communications de

L'Observatoire Royal de Belgique, nº 109.

E. Mamajek, "A Modern Mean Dwarf Stellar Color and Effective Temperature Sequence". http:// w w w . p a s . r o c h e s t e r . e d u / \sim e m a m a j e k / EEM dwarf UBVIJHK colors Teff.txt

Ferrario L., Wickramasinghe D., Liebert J., Williams K. A., The open-cluster initial—final mass relationship and the high-mass tail of the white dwarf distribution. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 361, Issue 4, 21 August 2005, Pages 1131–1135.

Halbwachs, J. L., 1986, "Common proper motion stars in the AGK3". Bull. Inf. Centre Donnees Stellaires, 30:129. Jones E. M., 1972, ApJ, 173, 671

Holberg, J. B., et al., 2013, Where are all the Sirius-Like Binary Systems?, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 435, Issue 3, 2077-2091.

Jones E. M., 1972, ApJ, 173, 671.

Kalirai J. S., Hansen B. M. S., Kelson D. D., Reitzel D. B., Rich R. M., Richer H. B., 2008, ApJ, 676, 594.

Knapp. W. R. A., Nanson. J., Estimating Visual Magnitudes for Wide Double Stars, JDSO, vol 14, no 3, 2018.

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

M. Perpinyâ-Vall'es, A. Rebassa-Mansergas, B. T. Gänsicke, S. Toonen, J. J. Hermes, N. P. Gentile Fusillo, P. E. Tremblay, "Discovery of the first resolved triple white dwarf", MNRAS, 000, 1-8, 2018.

Nelson, C. A.; Cook, K. H.; Axelrod, T. S.; Mould, J. R.; Alcock, C., 2002, ApJ, 573, 644.

Rica, F. M., 2004, Criterio de caracterización de J.L. Halbwachs: Relación entre ρ y μ , Circular Sección Estrellas Dobles LIADA, Nº 6.

Rica, F., 2008, Cómo descubrir nuevas enanas blancas. Universo Digital, nº 55, LIADA.

S. Bilir, S. Ak, S. Karaali, A. Cabrera-Lavers, T. S. Chonis, C. M. Gaskell, "Transformations between 2MASS, SDSS and BVRI photometric systems: bridging the near infrared and optical", 2007, Mon. Not. R. Astron. Soc. 000.1-11.

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

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

Sinachopoulos, D., Mouzourakis, P., 1992, Searching for Optical Visual Double Stars, Complementary Approaches to Double and Multiple Star Research, ASP Conference Series, Vol. 32, IAU Colloquium 135, H. A. McAlister and W. I. Hartkopf, Eds., 252.

Van de Kamp P., 1961, PASP, 73, 389.

Identificación de 13 nuevos sistemas dobles con movimiento propio común

Identification of 13 new double systems with CPM

José Antonio Gutiérrez Pérez

■ Correo-e: chetrail@hotmail.com

En este trabajo presento el estudio de 13 nuevos sistemas binarios de movimiento propio común. El método seguido para su detección ha sido la comparación de placas procedentes del observatorio de Monte Palomar separadas por una línea temporal de unos 40 años. Para cada sistema se ha estudiado su cinemática y fotometría además de su posible relación gravitatoria.

In this work I present the study of 13 new common proper motion binary systems The method used for detection has been the comparison of plates from the Monte Palomar observatory separated by a timeline of about 40 years. For each system, its kinematics and photometry have been studied in addition to its possible gravitational relationship.

Introducción

AUNQUE ACTUALMENTE los nuevos descubrimientos de sistemas dobles o incluso múltiples se han orientado al procesamiento mediante minería de datos del reciente catálogo GAIA DR2, también es posible encontrar nuevos pares mediante técnicas menos sofisticadas y sin necesidad de conocimientos informáticos sobre acceso a bases de datos. En este caso los nuevos sistemas propuestos se descubrieron empleando técnicas más tradicionales, por comparación de imágenes del DSS para diferentes épocas. El blink cromático entre ellas muestra el desplazamiento de esos pequeños puntitos cercanos en la misma dirección y sentido, indicándonos el MPC de ambas componentes. Aunque esta forma de proceder es algo tediosa, la emoción que se siente al encontrar un nuevo par es muy superior a la que proporciona la actual minería de datos, al menos para mí. Algunas de las parejas propuestas las había encontrado hace ya varios años, antes de que aparecieran los datos de GAIA DR2. Por aquella época la falta de datos de alguna o de ambas componentes me animaron a calcular sus parámetros, incluso al estudio de estos sistemas para intentar determinar si podrían ser realmente sistemas físicos ligados por la gravedad. A día de hoy muchos de estos parámetros los muestra ya GAIA DR2, evidentemente son mucho más fiables y precisos. Sin embargo, el esfuerzo que me supuso aquel trabajo no me gustaría que cayese en el olvido y además creo que servirá para comparar tanto los resultados como la precisión que obtuve en su momento.

Fotometría

Los datos fotométricos fueron obtenidos con las diferentes herramientas que pone a nuestra disposición el Centro de Datos Astronómicos de Strasburgo (CDS). La fotometría infrarroja (JHK) se obtuvo del catálogo 2MASS. La fotometría en bandas B y V se extrajero del catálogo APASS aunque estos nuevos pares en estudio están formados por estrellas poco brillantes y generalmente la componente secundaria no muestra datos fotométricos en este catálogo. En este caso las magnitudes V, B e I son derivadas de la fotometría u g r i z mediante las expresiones de Lupton (2005) o bien de Pan-Starrs DR1.

Los valores V, B e I calculados en este trabajo generalmente son la media para cada par de valores de las expresiones de Lupton; sin embargo, en ocasiones alguna de las bandas u g r i z muestra errores fotométricos mayores a los habituales, por lo que la expresión que emplea esa fotometría no se utiliza en la media. Cuando la magnitud V calculada para la estrella secundaria estaba en torno a 14 o inferior, la fotometría SDSS generalmente no fue utilizada pues podría estar saturada. En este caso la magnitud V y B fue derivada de la fotometría que mostraban otros catálogos.

Nota de los editores. Dado el elevado número de figuras y tablas que ilustran este artículo, se ha preferido editarlo a una sola columna para facilitar su lectura.

Transformaciones que relacionan datos fotométricos de otros catálogos:

Cálculo de la magnitud V en función de R y Bj de GSC2.2

1) V=R+[0,375*(B-R)]+0,04 Rica (2004)

Cálculo de magnitud V en función de R y B de USNO-A2.0

2) V=Ru+0,23+[0,32*(B-Ru)] Salim y Gould (2000)

Cálculo de la magnitud V en función de CMC14 y 2MASS

3) V=0.6278*(J-K)+0.9947*r' John Greaves (2006)

Cálculo de la magnitud V y B-V en función de Vt y Bt (Tycho)

4) V=Vt-0,09*(Bt-Vt) B-V=0,85*(Bt-Vt)

Cálculo de la magnitud V en función de B1 y R1 de USNO-B1.0

5) V=0.444*B1+0.556*R1 +/-0.5 (para -0.2 < J-K < 1.2 y 9 < r'CMT < 14)

En los casos en los que no existiera fotometría infrarroja procedente del 2MASS también se obtuvo fotometría (JHK) mediante conversión de Bilir (2007).

Astrometría

Como comenté anteriormente, el descubrimiento de algunas de las dobles es anterior a la aparición de los datos de GAIA DR2, por lo que los movimientos propios para cada componente fueron extraídos del catálogo URAT1. Estos generalmente presentan unos errores en torno a 5 msa/año o superiores, de forma que el movimiento relativo deducido de ellos muchas veces presenta una gran incertidumbre. Por ejemplo, para el sistema GTZ 2, el movimiento relativo deducido de URAT1 es de 1±5,58 msa/año. Como mi intención era estudiar si alguno de estos nuevos sistemas tenía posibilidad de estar unido por la gravedad intenté acotar la incertidumbre de los errores, para poder aplicar diferentes criterios de binariedad. Así que utilice dos métodos para calcular los movimientos propios.

Mediante un estudio cinemático, representando ascensión recta y declinación en función de cada época y posteriormente haciendo un ajuste lineal para calcular sus pendientes, y por otro lado estudiando de la astrometría relativa de cada par para obtener las variaciones de theta y rho con respecto del tiempo y el movimiento relativo de la componente B con respecto de A para cada eje. Las herramientas utilizadas para estos cálculos son las hojas de *Excel* de Francisco Rica, *Proper Motion Calculation v1.5* y *Relative motion calculation*.

Para la primaria se adoptó el movimiento propio calculado mediante el estudio cinemático (astrometría absoluta), el de la estrella secundaria se obtiene por suma o diferencia entre este y el resultante del estudio relativo. De esta forma se obtuvieron unos movimientos propios y relativos con unos errores menores. Por último, los errores para los movimientos relativos de cada par se calcularon mediante una simulación Montecarlo de los movimientos propios calculados para cada una de las componentes.

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos para las 2 primeras dobles:

Doble	Fuente	Pm AR (msa/año)	Error (±)	Pm DEC (msa/año)	Error (±)	Movimiento Relativo
			GTZ 2			
Α	URAT1	30	6	-45,7	6	1 ±5,58
		29,4	6	-46,5	6	
Α	Calculado 1	42,7	1,5	-50,1	1,2	3,77 ±2,42
		40,7	3,1	-53,3	2,2	
Α	Calculado 2	42,7	1,5	-50,1	1,2	2,48 ±1,46
		40,78		-48,53		
			GTZ 3			
A	URAT1	38,6	5,2	-129,2	5,2	1,52 ±4,85
		39,2	5,2	-127,8	5,2	
A	Calculado 1	39	1,2	-127,2	2,8	1,43 ±3,37
		39,6	0,8	-125,9	5	
Α	Calculado 2	39	1,2	-127,2	2,8	2,05 ±1,92
		39,02		-129,25		

Tabla 1. En Calculado 1 se muestran los movimientos propios derivados de la astrometría absoluta. En Calculado 2 los derivados de la astrometría relativa.

Astrofísica

Para cada una de las componentes se calcularon sus parámetros astrofísicos, para ello se utilizó la hoja de cálculo *Mamajek tool 1.2* de Francisco Rica y finalmente se llevó a cabo un estudio para determinar el tipo de relación del sistema en conjunto. El cálculo de las distancias para cada componente del par se determinó en base a la fotometría en bandas (B, V, I) e infrarroja (JHK), que fueron corregidas por extinción interestelar. Los diferentes índices de color (B-V), (J-K), (H-K), (V-K) obtenidos fueron comparados con los que aparecen en las tablas de Mamajek, determinando así parámetros astrofísicos tales como magnitud visual y absoluta, clase espectral, magnitud bolométrica, índice (B-V), distancia, masa estelar etc... para cada una de las estrellas. La clase de luminosidad se obtiene por medio de gráficas de movimiento propio reducido.

La condición mecánica para que un sistema binario esté ligado gravitatoriamente es que la velocidad tangencial relativa debe ser menor que la velocidad orbital máxima y que la velocidad de escape. Entre otros criterios de binariedad, este ha sido el principal empleado en este trabajo. Además, como desconocemos los parámetros orbitales de cada par, \mathbf{r} (radio vector de la órbita) se sustituye por su proyección en la bóveda celeste, $\mathbf{s} = \mathbf{distancia} * \mathbf{\rho}$, y el semieje mayor a por el semieje mayor esperado, $\mathbf{E}(\mathbf{a}) = 1,26 \, \mathbf{\rho}$ (Fischer y Marcy, 1992).

Datos de los nuevos pares propuestos

De los 13 nuevos pares propuestos, los 7 primeros (GTZ 2 a GTZ 8) los descubrí anteriormente a la aparición de los datos de GAIA DR2, por lo que incluiré todos los parámetros que calculé en su momento para estos sistemas. Esto nos servirá para comparar la precisión que obtuve con respecto a los datos de GAIA DR2. Los datos de GAIA DR2 se presentan en forma de tabla, la columna SpT se calcula por comparación entre la temperatura efectiva (Teff) que muestra el catálogo, y las que aparecen en las tablas de Mamajek, en este trabajo no siempre las Teff de GAIA coinciden con las calculadas del estudio de cada par. El Mov rel es el movimiento relativo total deducido mediante simulación Montecarlo de los movimientos propios.

■ GTZ 2 [12 08 18,18 +07 49 04,56] θ =296,67 ρ =31,17

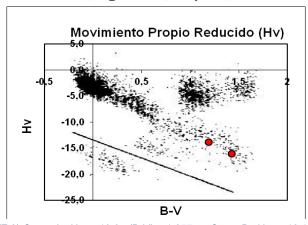


Figura 1. (GTZ 2) Comp A Hv = -13,9 (B-V) = 1,257 Comp B Hv = -16,1 (B-V) = 1,51

Doble compuesta por estrellas de magnitudes 15,211 (APASS) y 17,46 deducida de la fotometría SDSS utilizando solo bandas (g) y (r). Los movimientos propios calculados para este par son de $\mu(\alpha) = 42,7 \pm 1,5$ y $\mu(\delta) = -50,1 \pm 1,2$ para la estrella primaria y de $\mu(\alpha) = 40,78 \pm 1,26$ y $\mu(\delta) = -48,53 \pm 0,68$ para la secundaria. Clases espectrales K6V y M2V a unas distancias fotométricas de 288,4 y 263,4 parsecs para la estrella A y B respectivamente. La astrometría relativa de este sistema entre los años (1954 y 2015) para 12 pares de medidas θ y ρ han determinado los siguientes elementos lineales:

dθ/dt	º/año	dρ/dt	msa/años	dx/dt	msa/año	dy/dt	msa/año
-0,0033	±0,0011	1,29	±1,22	-1,92	±1,26	-1,57	±0,68

Elementos lineales Sistema GTZ 2. Datos derivados de la astrometría relativa.

Diferentes gráficas de movimiento propio reducido sitúan a las componentes del par en la secuencia principal (figura 1). Los criterios de binariedad utilizados indican que nos encontramos ante un sistema que no está ligado gravitatoriamente, el movimiento relativo de $2,48 \pm 1,46$ msa/año determina una velocidad tangencial relativa de $3,25 \pm 0,32$ km/sg superior a la velocidad de escape 0,46 Km/s.

Astrofí- sica	V	B-V	Dist_pc	SpT	Teff	BCv	Mv	Msol	Mbol
Comp A	15,21	1,257	288,4	K6V	4300	-0,73	7,88	0,7	7,15
Comp B	17,46	1,508	263,4	M2V	3550	-1,61	10,3	0,5	8,61

Sistema GTZ 2. Datos astrofísicos derivados de las tablas de Mamajek.

La igualdad en la distancia, junto con unos movimientos propios similares, indican que estamos ante un sistema físico de movimiento propio común que probablemente haya tenido un origen común. La probabilidad de que ambas componentes estén a la misma distancia es del 99%.

Comparación con los datos de GAIA DR2:

GAIA DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	Mov rel	mG
Comp A	3,1188	320,63	K5V	4437,66	44,304	-47,968	1,90±0,10	14,677
Comp B	3,0975	322,84	K4V	4544,20	43,801	-46,133		16,529

Sistema GTZ 2. Datos extraídos de GAIA DR2.

Los datos de GAIA nos dicen que ambas estrellas se encuentran a la misma distancia y que la secundaria es más caliente y menos brillante que la primaria. Esto parece no tener sentido pues para estar a la misma distancia la secundaria tendría que ser más fría. Los datos de GAIA arrojan una velocidad tangencial relativa de $2,90 \pm 0,29$ Km/s superior a la velocidad de escape del sistema 0,46 Km/s, por lo que estaríamos ante una doble de MPC con una separación física proyectada de 10028 ua.

GTZ 3 [01 57 38,26 +26 35 16,53] θ =323,61 ρ =5,65

Sistema binario compuesto por estrellas de magnitudes 14,411 (APASS) y 17,55 deducida mediante transformación de Lupton utilizando solo bandas (g) y (r). El estudio de este par muestra unos movimientos propios de $\mu(\alpha)$ = 39,0 ± 1,2 y $\mu(\delta)$ = -127,2 ± 2,8 para la estrella primaria y $\mu(\alpha)$ = 39,02 ± 0,71 y $\mu(\delta)$ = -129,25 ± 0,49 para la secundaria. Tanto la fotometría como las gráficas de movimiento propio reducido indican que nos encontramos ante dos estrellas de tipo M0V y M4V situadas a unas distancias fotométricas muy similares de 111,1 y 91,5 parsecs.

Astrofísi- ca	V	B-V	Dist_pc	SpT	Teff	BCv	Mv	Msol	Mbol
Comp A	14,41	1,431	111,1	M0V	3820	-1,15	9,1	0,58	7,91
Comp B	17,55	1,658	91,5	M4V	3200	-2,55	12,65	0,24	10,1

Sistema GTZ 3. Datos astrofísicos derivados de las tablas de Mamajek.

Teniendo en cuenta los movimientos propios de este sistema, su paralaje dinámica sería de 0,007" de arco (148,9 parsecs), esta sería la distancia máxima a la que podría encontrarse para estar unido gravitatoriamente. Según este estudio, el par parece encontrarse unos 50 parsecs más cerca. La probabilidad de que ambas componentes estén a la misma distancia es del 91%.

dθ/dt	º/año	dρ/dt	msa/año	dx/dt	msa/año	dy/dt	msa/año
0,019	±0,019	1,65	±0,20	0,02	±0,71	2,05	±0,49

Elementos lineales Sistema GTZ 3. Datos derivados de la astrometría relativa.

El movimiento relativo de este sistema entre los años (1954 y 2015) para 8 pares de medidas θ y ρ han mostrado un movimiento relativo total de 2,05 \pm 1,92 msa/año, la velocidad tangencial relativa calculada de 0,98 \pm 0,41 Km/s es inferior a la velocidad de escape 1,62 Km/s. El resto de criterios de binariedad empleados para determinar la naturaleza de este nuevo par también parece indicar que nos encontramos ante un sistema físico orbital.

Considerando una órbita circular su periodo orbital ascendería a **20.628** años con un semieje mayor de 704 ua (Fisher & Marcy, 1992), el movimiento máximo orbital de la estrella secundaria sería de 0,0175°/año en theta y 0,0017''/año en rho. Aunque la variación de la distancia angular (dp/dt=0,0165'') parece inferior y por tanto compatible con un movimiento orbital, la variación del ángulo de posición obtenida (dθ/dt=0,019°) parece algo superior. Teniendo en cuenta que con un periodo orbital tan grande la componente B se desplazaría 1° por término medio cada 57 años y que el periodo observacional es solo de 61 años, podría existir la posibilidad de que GTZ 3 forme un sistema orbital.

Comparación con los datos de GAIA DR2:

GAIA DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	Mov rel	mG
Comp A	7,7198	129,54	K7V	4013,77	40,925	-124,356	1,36±0,22	13,643
Comp B	7,9144	126,35	K5V	4544,20	41,667	-123,212		16,088

Sistema GTZ 3. Datos extraídos de GAIA DR2.

Los datos de GAIA nos dicen que ambas estrellas se encuentran a la misma distancia y que la secundaria es más caliente y menos brillante que la primaria. Esto parece no tener sentido pues para estar a la misma distancia la secundaria tendría que ser más fría. La velocidad tangencial relativa de 0,827±0,08 Km/s es inferior a la de escape, e inferior a la velocidad orbital máxima para una órbita circular 1,01 Km/s. GTZ 3 podría ser un sistema físico ligado por la gravedad, la separación física proyectada es de 706,25 ua.

■ GTZ 4 [22 00 24,75 +10 30 01,37] θ =347,78 ρ =7,66

Doble compuesta por estrellas de magnitudes 11,824 (APASS) y 14,18 (transformación de Lupton 2005) con movimientos propios de $\mu(\alpha) = 79,3 \pm 2,7$ $\mu(\delta) = 10,7 \pm 2,5$ y $\mu(\alpha) = 78,13 \pm 0,51$ $\mu(\delta) = 14,43 \pm 1,08$ para A y B respectivamente.

Astrofísi- ca	V	B-V	Dist_pc	SpT	Teff	BCv	Mv	Msol	Mbol
Comp A	11,82	0,847	142,8	K1V	5170	-0,23	5,91	0,86	5,68
Comp B	14,18	1,336	144,7	K7V	4000	-0,95	8,3	0,64	7,35

Sistema GTZ 4. Datos astrofísicos derivados de las tablas de Mamajek.

El sistema está formado por componentes de tipo espectral K1V y K7V situadas a una distancia fotométrica muy similar. El estudio del movimiento relativo de B a partir de datos theta y rho obtenidos de la astrometría profesional, indican que el ángulo de posición prácticamente no ha variado en los últimos 61 años (1954 a 2015), mientras que su separación angular ha ido aumentando muy lentamente.

dθ/dt	°/yr	dρ/dt	msa/año	dx/dt	msa/año	dy/dt	msa/año
-0,0028	±0,0046	3,84	±1,03	-1,17	±0,51	3,73	±1,08

Elementos lineales Sistema GTZ 4. Datos derivados de la astrometría relativa.

Un análisis Montecarlo de los movimientos propios de esta pareja determinan un movimiento relativo total de 3,91 ±2,31 msa/año y una velocidad tangencial relativa de 2,66 ±0,81 Km/s superior a la de escape del sistema 1,57 Km/s. La probabilidad de que ambas estrellas estén a la misma distancia es del 100%. GTZ 4 es un sistema físico de movimiento propio común.

Comparación con los datos de GAIA DR2:

GAIA DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	Mov rel	mG
Comp A	7,0437	141,97	K2V	5033,00	80,722	13,466	0,61±0,09	11,579
Comp B	7,1249	140,35	K7V	4030,00	80,246	13,091		13,583

Sistema GTZ 4. Datos extraídos de GAIA DR2.

Los datos que calculé en su día están en total concordancia con los de GAIA DR2, evidentemente la precisión en los movimientos propios que aporta este catálogo es abrumadora. El movimiento relativo total 0,61 ±0,09 msa/año arroja una velocidad tangencial relativa de 0,405 ±0,04 Km/s que es inferior a la de escape del sistema (1,57 Km/s), incluso inferior a la velocidad máxima para una órbita circular 1,11 Km/s. Por tanto, GTZ 4 podría estar ligado gravitacionalmente. La separación física proyectada es de 1072,82 ua.

GTZ 5 [21 59 34,80 +12 34 31,21] θ =14,03 ρ =27,18

Sistema formado por componentes de brillo desigual con magnitudes de 9,712 (APASS) y 14,20 derivada de la fotometría en bandas (g r i) de Pan-Starrs. El estudio de la fotometría, una vez corregida por extinción interestelar, parece ajustarse a clases espectrales F6V y K6V. SIMBAD clasifica a la componente principal como una F8V. Las

distancias fotométricas calculadas son de 150,8 y 174,4 parsecs para A y B respectivamente. Los diferentes catálogos consultados muestran unos movimientos propios muy similares para la componente A, mientras que para B o no muestran datos o indican un movimiento en declinación tanto positivo como negativo (por esta fecha aún no existían datos de GAIA).

Astrofísi- ca	V	B-V	Dist_pc	SpT	Teff	BCv	Mv	Msol	Mbol
Comp A	9,71	0,484	150,8	F6V	6340	-0,01	3,7	1,25	3,69
Comp B	14,20	1,159	174,4	K6V	4300	-0,73	7,88	0,70	7,15

Sistema GTZ 5. Datos astrofísicos derivados de las tablas de Mamajek.

Los movimientos propios calculados en este trabajo son de $\mu(\alpha) = 65.8 \pm 3.2$ $\mu(\delta) = 6.8 \pm 1.4$ y $\mu(\alpha) = 64.42 \pm 4.24$ $\mu(\delta) = 4.24 \pm 4.16$ para A y B respectivamente. Los valores relativos obtenidos del estudio de 10 pares de medidas theta y rho (de 1954 a 2015), indican unos movimientos propios similares aunque presentan unos errores superiores a las propias cantidades que se intentan medir, probablemente debidos a la imprecisión astrométrica de las propias medidas.

dθ/dt	º/año	dρ/dt	msa/año	dx/dt	msa/año	dy/dt	msa/año
-0,0015	±0,0039	-2,72	±4,24	-1,38	±1,86	-2,56	±4,16

Elementos lineales Sistema GTZ 5. Datos derivados de la astrometría relativa.

Con un movimiento relativo de 2,91 ±3,43 msa/año, la velocidad tangencial relativa del sistema sería de 2,24 ±0,22 km/s superior a la velocidad de escape de 0,886 km/s, por lo que estaríamos ante un sistema de movimiento propio común no ligado gravitatoriamente. Junto a la componente secundaria se encuentra una estrella que no tiene relación con GTZ 5. Se trata de una estrella de magnitud V=16,392 y (B-V)=1,066 deducida del SDSS (solo se utilizó la fotometría en bandas g r), también se obtuvo fotometría infrarroja mediante las expresiones de Bilir (2007) J=14,903 ±0,039 H=14,336 ±0,045 K=14,248 ±0,684 lo que arrojó una distancia fotométrica de 972 pc y una clase espectral K3V.

Comparación con los datos de GAIA DR2:

GAIA DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	Mov rel	mG
Comp A	5,7269	174,61	F6	6288,67	65,827	5,304	0,24±0,08	9,529
Comp B	5,7968	172,50	K6	4222,00	65,678	5,112		13,696

Sistema GTZ 5. Datos extraídos de GAIA DR2.

Con un movimiento relativo total de 0.24 ± 0.08 msa/año la velocidad tangencial relativa de 0.1999 ± 0.01 Km/s (200 m/s) sería inferior a la de escape del sistema (0.8575 Km/s) (857.5 m/s), incluso para una órbita circular 606.40 m/s. Tanto este como el resto de criterios de binariedad empleados parecen indicar que ambas estrellas podrían formar un sistema orbital. La separación física proyectada es de 4703.34 ua.

GTZ 6 [05 59 54,16 -06 41 00,40] θ =149,20 ρ =14,24

Doble compuesta por estrellas de magnitudes 15,087 (URAT1) y 16,965 derivada de la fotometría en bandas g r i de Pan-Starrs. Los movimientos propios calculados en este trabajo son de $\mu(\alpha) = 68,0 \pm 4,2$ $\mu(\delta) = -28,3 \pm 2,9$ y $\mu(\alpha) = 69,5 \pm 6,7$ $\mu(\delta) = -26,5 \pm 3,8$ para A y B respectivamente El estudio de la fotometría determina unas clases espectrales K9V y M1V situando a sus componentes a unas distancias fotométricas de 145,5 y 223,7 pc, en principio GTZ 6 parece ser un par óptico.

Astrofísi- ca	V	B-V	Dist_pc	SpT	Teff	BCv	Mv	Msol	Mbol
Comp A	15,087	1,418	145,5	K9V	3860	-1,1	8,96	0,6	7,86
Comp B	16,965	1,544	147,6	M2,5V	3400	-2,1	11,17	0,4	9,07

Sistema GTZ 6. Datos astrofísicos derivados de las tablas de Mamajek.

Sin embargo, la hoja de cálculo utilizada para calcular los datos astrofísicos de esta doble (Mamajek 1.2) en su primera iteración determina la posibilidad de que la secundaria sea una M3V. Los datos derivados de Pan-Starrs (V=16,965 B-V=1,44 V-I=2,37) junto con la fotometría infrarroja del 2MASS se transformaron en flujos Jansky y se representaron frente a la longitud de onda, determinando una clase espectral **M2,5V** que sitúa a la estrella B a una distancia de **147,6** pc similar a la de la estrella A (figura 2).

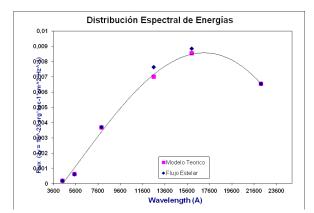


Figura 2. Distribución espectral de energía estrella B del sistema GTZ 6.

El movimiento relativo de $2,34 \pm 4,62$ msa/año arroja una velocidad tangencial relativa de $1,63 \pm 0,16$ Km/s superior a la de escape 0,931 Km/s, por lo que GTZ 6 es un sistema de movimiento propio común sin relación orbital.

Comparación con los datos de GAIA DR2:

GAIA DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	Mov rel	mG
Comp A	6,6098	151,29	K7V	4039,56	66,837	-35,077	2,66±0,27	14,259
Comp B	7,0563	141,71	M0V	3777,07	67,945	-32,662		15,912

Sistema GTZ 6. Datos extraídos de GAIA DR2.

El movimiento relativo de GAIA $2,66 \pm 0,27$ msa/año también indica que la velocidad tangencial relativa de este sistema $1,85 \pm 0,18$ Km/s es superior a la de escape 0,931 Km/s indicando que estamos ante un sistema de MPC sin relación orbital. La separación física proyectada es de 2045 ua.

GTZ 7 [09 20 21,01 +08 33 38,13] θ =238,21 ρ =15,36

Doble compuesta por estrellas de magnitudes 13,179 (APASS) y 13,94. La magnitud V y B=15,00 de la secundaria son valores medios, el primero calculado de las expresiones 1), 2) y 3), el segundo es la media de los datos fotométricos de los catálogos (USNO-B1, USNO-A2.0 y GSC2.2). El movimiento propio calculado para este par es de $\mu(\alpha) = -64,7 \pm 1,9$ $\mu(\delta) = -32,2 \pm 1,2$ y $\mu(\alpha) = -57,21 \pm 0,85$ $\mu(\delta) = -24,92 \pm 1,12$ para A y B respectivamente.

Astrofísi- ca	V	B-V	Dist_pc	SpT	Teff	BCv	Μv	Msol	Mbol
Comp A	13,179	0,65	453,0	G2VI	5770?	-0,07	4,79?	1?	4,72?
Comp B	13,94	1,257	163,0	K6V	4300	-0,73	7,88	0,7	7,15

Sistema GTZ 7. Datos astrofísicos derivados de las tablas de Mamajek.

El estudio fotométrico de este sistema determinó unas clases espectrales G2V y K6V, y sitúa a sus componentes a unas distancias diferentes de 453 y 163 parsecs, por tanto, estamos ante un par óptico sin ninguna relación física. Lo más relevante de GTZ 7 es que las gráficas de movimiento propio reducido (figura 3) sitúan a la estrella A por debajo de la secuencia principal, en la zona de las subenanas. Este tipo de estrellas tienen bajas metalicidades por lo que sus atmósferas son menos opacas a la radiación y escapa una mayor cantidad de energía ultravioleta (presentan un exceso en el ultravioleta). Esto disminuye la presión de radiación interna, por lo que se reduce su radio y por tanto su luminosidad, aumentando su temperatura.

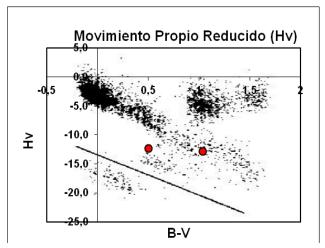


Figura 3. (GTZ 7) Comp A Hv= -12,3 (B-V) = 0,504 Comp B Hv= -12,8 (B-V)= 1,04

Comparación con los datos de GAIA DR2:

GAIA DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	Mov rel	mG
Comp A	1,8590	537,92	G2VI	5784,0	-69,691	-31,339	14,08±1,07	12,93
Comp B	6,1116	163,62	K6V	4251,0	-60,857	-20,380		13,49

Sistema GTZ 7. Datos extraídos de GAIA DR2.

Los datos de GAIA muestran paralajes diferentes por lo que estaríamos ante un par óptico. Para la estrella B la Teff, el radio 0,63 y la luminosidad 0,115 parecen acordes con un tipo espectral K6V y coincidentes con mis cálculos. Para la estrella A sin embargo la estimación del radio 1,20 y la luminosidad 1,448 que aporta GAIA parecen los de una estrella más caliente. La velocidad tangencial de la componente A es de 195 Km/s, típica de las subenanas del halo galáctico. Las gráficas que relacionan las componentes de la velocidad heliocéntrica (U=-163 km/s V=-136 km/s W=-84 km/s) con la pertenencia a las estrellas del disco joven viejo y halo, también sitúan a la estrella A en el halo galáctico (figura 4).

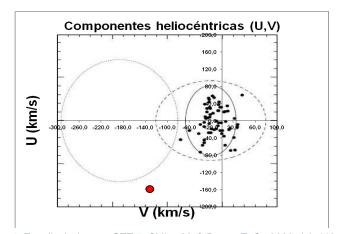


Figura 4. Estrella A sistema GTZ 7. Chiba, M. & Beers, T. C., 2000, AJ, 119, 2843.

GTZ 8 [09 59 35,84 +03 28 56,19] θ =327,00 ρ =9,90

Pareja de estrellas formada por una primaria de magnitud 13,19 (APASS) y clase espectral G1V situada a una distancia de 527,4 pc. Para la secundaria se utilizó la fotometría ugriz del SDSS (no se utilizó la banda u), determinando una magnitud V= 17,46 (B-V)=1,42 y (V-I)=1,79 que la sitúa a una distancia similar de 519,1 pc y una clase espectral K9V.

Astrofísi- ca	V	B-V	Dist_pc	SpT	Teff	BCv	M∨	Msol	Mbol
Comp A	13,19	0,604	527,4	G1V	5880	-0,06	4,5	1,07	4,44
Comp B	17,46	1,418	519,1	K9V	3860	-1,1	8,96	0,6	7,86

Sistema GTZ 8. Datos astrofísicos derivados de las tablas de Mamajek.

Los movimientos propios calculados en este trabajo son de $\mu(\alpha) = 9.0 \pm 2.5$ $\mu(\delta) = -30.8 \pm 1.9$ y $\mu(\alpha) = 6.76 \pm 1.03$ $\mu(\delta) = -29.82 \pm 0.79$ para A y B respectivamente, aunque muy similares a los mostrados por URAT1 parecen algo menores en el eje de ascensión recta. Los elementos lineales derivados del estudio de la astrometría relativa para 10 pares de medidas theta y rho entre los años 1955 y 2015 se muestran en la siguiente tabla:

dθ/dt	°/yr	dρ/dt	msa/yr	dx/dt	msa/yr	dy/dt	msa/yr
-0,0079	±0,0033	2,0	±1,16	-2,24	±1,03	0,98	±0,79

Elementos lineales Sistema GTZ 8. Datos derivados de la astrometría relativa.

Con un movimiento relativo de $2,44 \pm 1,98$ msa/año la velocidad tangencial relativa calculada para este sistema sería de $6,06 \pm 0,61$ Km/s, muy superior a la velocidad de escape estimada en 0,76 Km/s. Otros criterios de binariedad basados en la mecánica celeste, también indican que esta pareja no parece tener relación orbital aunque comparten un movimiento propio común. La separación física proyectada es de 5180 ua.

Comparación con los datos de GAIA DR2: no he podido acceder a los datos de GAIA DR2 para esta doble.

Los siguientes sistemas dobles propuestos los descubrí cuando ya existían datos de GAIA DR2. La forma sigue siendo la misma, por comparación de imágenes del DSS. Por tanto, mientras no se indique lo contrario, utilizaré los datos de este catálogo para caracterizar sus componentes. Los datos de GAIA DR2 se presentan en forma de tabla, la columna SpT muestra las clases espectrales calculadas en este trabajo.

GTZ 9 [22 15 06,52 +14 32 16,90] θ =76,36 ρ =10,01

Componente A: magnitud V= 13,851 (APASS) y clase espectral K0V. Componente B: magnitud V= 17,45 fotometría ugriz del SDSS (solo bandas g,r) y clase espectral K9V. Con un movimiento relativo total de 0,21±0,13 msa/año la velocidad tangencial relativa de 336±0,03 m/s sería inferior a la de escape del sistema: 881 m/s, incluso para una órbita circular 623 m/s. Tanto este como el resto de criterios de binariedad empleados parecen indicar que ambas estrellas podrían formar un sistema orbital. La separación física proyectada es de 3401,95 ua. La paralaje dinámica (Jean Dommanget, 1995) es de 704,6 pc.

DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	mG
Comp A	2,8771	347,57	K0V	5375,00	67,067±0,04	-33,80±0,04	13,395
Comp B	3,0108	332,14	K9V	3744,50	66,896±0,15	-33,92±0,14	16,773

Sistema GTZ 9. Datos extraídos de GAIA DR2.

GTZ 10 [22 15 26,56 + 16 3 | 08,79] θ =190,75 ρ =20,82

Componente A: magnitud V= 10,849 (APASS) y clase espectral F6V. Componente B: magnitud V= 15,88 fotometría ugriz del SDSS (solo bandas g,r) y clase espectral K8V. El movimiento relativo de 0,7±0,81 msa/año determina una velocidad tangencial relativa de 945±0,09 m/s que es superior a la de escape 747 m/s, por lo que GTZ 10 no parece formar un sistema orbital. La separación física proyectada es de 5942 ua.

DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	mG
Comp A	3,76	265,96	F6V	6236,62	-1,719±1,19	-27,17±0,07	10,695
Comp B	3,28	304,88	K8V	4011,00	-2,412±0,07	-27,08±0,07	15,243

Sistema GTZ 10. Datos extraídos de GAIA DR2.

■ GTZ | | [22 | 5 24,42 + | 6 37 02,58] θ =330,53 ρ =11,98

Componente A: magnitud V= 12,40 transformación de Lupton (2005) sobre la fotometría ugriz de SDSS y clase espectral K0V. Componente B: magnitud V= 17,728 derivada de la fotometría g r i de Pan-Starrs. La fotometría en bandas u g de SDSS presenta errores mayores de los habituales y no se utilizó. Clase espectral M3V. Las distancias fotométricas calculadas son totalmente coincidentes con las de GAIA DR2 (196,8 y 195,4 pc para A y B respectivamente). La velocidad tangencial relativa calculada 503,18±0,05 m/s, es inferior a la de escape 982 m/s por lo que podríamos estar ante un sistema físico orbital. La separación física proyectada es de 2373 ua.

DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	mG
Comp A	5,0549	197,83	K0V	5473,67	-21,57±0,06	-63,16±0,07	11,856
Comp B	5,0423	198,32	M3V	3646,68	-21,26±0,16	-62,72±0,18	16,586

Sistema GTZ 11. Datos extraídos de GAIA DR2.

GTZ 12 [17 22 28,60 +36 58 42,92] θ =210,73 ρ =5,86

Componente A: magnitud V=10,504 (APASS) y clase espectral K4V. Componente B: magnitud V=16,394 calculada por transformación de la fotometría de Pan-Starrs y clase espectral M4V. Las distancias fotométricas calculadas son de 48,3 y 51,1 pc. Sistema cercano a unos 50 pc de distancia, el movimiento relativo de 3,42 ±0,14 msa/año determina una velocidad tangencial relativa de 681,69±0,06 m/s inferior a la de escape 2710 m/s, por tanto con posibilidades de ser orbital. La separación física proyectada es de 246,33 ua, la distancia entre el Sol y Plutón es de solo 39,44 ua.

DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	mG
Comp A	22,6269	44,20	K4V	4651,02	-35,43±0,04	55,271±0,04	10,182
Comp B	22,7955	43,87	M3V	4387,03	-32,98±0,13	57,658±0,13	14,963

Sistema GTZ 12. Datos extraídos de GAIA DR2.

GTZ 13 [12 23 26 +21 43 14,79] θ =305,49 ρ =2,74 2,28±0,24

Nota: debido a la falta de datos, la fotometría JHK para la estrella secundaria se extrajo del catálogo SDSS mediante conversión de Bilir (2007). No hay datos 2MASS. Sin embargo, el filtro g presenta un error algo mayor de lo habitual.

Componente A: magnitud V=17,235 derivada de la fotometría del SDSS (solo bandas g r) y clase espectral M4V. Componente B: magnitud V=18,581 derivada del SDSS (solo bandas g r) y clase espectral M5V. Las distancias fotométricas calculadas son de 86,7 y 82,9 pc. La velocidad tangencial relativa 1,11±0,11 Km/s es inferior a la de escape del sistema 1,57 Km/s. El resto de criterios de binariedad empleados también indican que posiblemente estemos ante un sistema físico orbital. La separación física proyectada es de 280,79 ua y su movimiento relativo de 2,28±024 msa/año.

DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	mG
Comp A	9,6099	104,06	M4V	3732,00	52,91±0,13	-124,7±0,10	15,978
Comp B	9,9711	100,90	M5V	4452,78	50,64±0,20	-124,9±0,15	17,054

Sistema GTZ 13. Datos extraídos de GAIA DR2.

GTZ 14 \lceil 13 22 05,70 +18 21 50,46 \rceil θ =138,28 ρ =6,85

Nota: La fotometría JHK de la estrella secundaria se obtuvo de SDSS por conversión de Bilir (2007), la fotometría infrarroja del 2MASS muestra errores superiores a los habituales posiblemente por la saturación de la primaria.

Componente A: magnitud V=11,768 (Tycho-2) y clase espectral F7V. Componente B: magnitud V=16,103 derivada del SDSS (solo bandas g r) y clase espectral K7V. Las distancias fotométricas calculadas son de 370,2 y 383,2 pc. El movimiento relativo de 1,02±0,17 msa/año determina una velocidad tangencial relativa de 1,98±0,20 Km/s superior a la de escape 1,08 Km/s, por lo que estaríamos ante un sistema sin relación gravitatoria con una la separación proyectada de 2813 ua.

DR2	Plx[msa]	Dist_pc	SpT	Teff	pmAR	pmDE	mG
Comp A	2,3679	422,32	F7V	6076,50	29,03±0,10	-31,78±0,07	11,788
Comp B	2,5058	399,07	K7V	3980,29	28,29±0,16	-32,48±0,12	16,320

Sistema GTZ 14. Datos extraídos de GAIA DR2.

Conclusión

De los 13 nuevos pares descubiertos, exceptuando a GTZ 2, todos presentan una separación proyectada inferior a las 6000 ua. Destacando entre ellos GTZ 3 por debajo de las 1000 ua y GTZ 12 y 13 que incluso están por debajo de las 300 ua. Además, GTZ 12 es un sistema cercano situado a menos de 50 pc de distancia. El sistema GTZ 7 es un sistema óptico sin demasiado interés físico, en su estudio se ha determinado que la estrella primaria es una nueva subenana de tipo espectral G2VI que no parece estar catalogada. En la tabla 2, entre otros datos, se muestra el resultado de los diferentes criterios de binariedad empleados en este trabajo de forma que FIS: indica que el sistema posible-

mente sea orbital, MPC: el sistema es de movimiento propio común y OPT: las componentes no tienen ninguna relación. ©

	GTZ												
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Carácter físico	MPC	FIS	FIS	FIS	MPC	OPT	MPC	FIS	MPC	FIS	FIS	FIS	MPC
Sep. Proyect. ua	10028	706	1072	4703	2045		5180	3401	5942	2373	246	280	2813
Magnitud V A	15,21	14,41	11,82	9,71	15,09	13,18	13,19	13,85	10,85	12,40	10,50	17,24	11,77
Magnitud V B	17,46	17,55	14,18	14,20	16,97	13,94	17,46	17,45	15,88	17,73	16,39	18,58	16,10

Tabla 2. Carácter físico, separación proyectada y magnitudes V.

TABLA 3. NUEVOS PARES DESCUBIERTOS.

Desig. Prov.	Desig. GAIA	СОМР	AR	DEC	mpAR	mpDEC	MagG	SpT	Rho ('')	Theta (°)
GTZ 2	GAIA DR2 3904902 6955045 84576 GAIA DR2 3904902 6955049 41056	A B	120818,18 120816,31	+074904,56 +074918,56	44,30 43,80	-47,97 -46,13	14,677 16,524	K6V M2V	31,17	296,67
GTZ 3	GAIA DR2 2978830 2738680 8192 GAIA DR2 2978830 2309246 6944	A B	015738,26 015738,01	+263516,53 +263521,08	40,93 41,67	-124,36 -123,21	13,643 16,088	M0V M4V	5,65	323,61
GTZ 4	GAIA DR2 2726519 0785787 72864 GAIA DR2 2726519 0785788 01536	A B	220024,75 220024,64	+103001,37 +103008,86	80,72 80,25	13,47 13,09	11,579 13,584	K1V K7V	7,66	347,78
GTZ 5	GAIA DR2 2728567 1637993 11360 GAIA DR2 2728567 2668785 27104	A B	215934,80 215935,25	+123431,21 +123457,58	65,83 65,68	5,30 5,11	9,530 13,697	F6V K6V	27,18	14,03
GTZ 6	GAIA DR2 3019133 9678016 72576 GAIA DR2 3019133 9678016 71296	A B	055954,16 055954,65	-064100,40 -064048,50	66,84 67,95	-35,08 -32,66	14,259 15,913	6,61 7,06	13,96	31,53

	_	_	_	TO NOLVOO!	_	_	, ,	_	_	
Desig. Prov.	Desig. GAIA	СОМР	AR	DEC	mpAR	mpDEC	MagG	SpT	Rho ('')	Theta (°)
	GAIA DR2 5875526 9432391									
	0528 GAIA	Α	092021,01	+083338,13	-69,69	-31,34	12,931	G2VI		
GTZ 7	DR2	В	092020,13	+083330,04	-60,86	-20,38	13,490	K6V	15,36	238,21
	5875526 9861948 8896									
	GAIA 3848520									
	4951466 92352	Α	095935,84	+032856,19	9,00	-30,80	12,970	G1V		
GTZ 8	GAIA 3848520	В	095935,48	+032904,49	6,81	-29,83	16,629	K9V	9,90	327,00
	4951467 67872	Ь	090900,40	+032904,49	0,01	-29,03	10,029	K9V		
	GAIA DR2									
	2735038 5069874									
	84032 GAIA	Α	221506,52	+143216,90	67,07	-33,80	13,395	K0V	4	
GTZ 9	DR2	В	221507,19	+143219,26	66,90	-33,92	16,773	K9V	10,01	76,36
	2735038 5112830 94272									
	GAIA DR2									
	1775127 9535810									
	01984	Α	221526,56	+163108,79	-1,72	-27,17	10,695	F6V		
GTZ 10	GAIA DR2	В	221526,29	+163048,34	-2,41	-27,08	15,243	K8V	20,82	190,75
	1775127 8891562 86208									
	GAIA									
	DR2 1775142									
	8313466 85568	Α	221524,42	163702,58	-21,57	-63,16	11,856	K0V		
GTZ 11	GAIA DR2	В	221524,01	163713,01	-21,26	-62,72	16,586	M3V	11,98	330,53
	1775142	ь	221324,01	1037 13,01	-21,20	-02,72	10,560	IVIOV		
	8313468 75648									
	GAIA DR2									
	1337361 0110502									
	45632 GAIA	Α	172228,60	365842,92	-35,44	55,27	10,182	K4V		
GTZ 12	DR2	В	172228,35	365837,88	-32,98	57,66	14,963	M4V	5,86	210,73
	1337361 0067562									
	85952 GAIA									
	DR2 3952448									
	9841991 82976	Α	122326,66	214314,79	52,91	-124,68	15,978	M4V		
GTZ 13	GAIA								2,74	305,49
-	DR2 3952448	В	122326,50	214316,38	50,64	-124,90	17,054	M5V	•	, -
	9841991 83104									
	GAIA DR2									
	3938647 0165991									
	22176	Α	132205,70	182150,46	29,03	-31,78	11,788	F7V		
GTZ 14	GAIA DR2	В	132206,02	182145,35	28,29	-32,48	16,320	K7V	6,85	138,28
	3938647 0166005									
	06624									

Agradecimientos

Este trabajo ha hecho uso de los siguientes recursos:

Aladin sky atlas – Centre de données astronomiques de strasbourg (CDS). http://cdsweb.u-strasbg.fr

Software RhoThetaRAA: disponible en la web de GEDRAA para transformar la astrometría absoluta en relativa.

Software Reduc: desarrollado por el doblista francés Florent Losse para medir sobre las placas DSS theta y rho. http://astrosurf.com/hfosaf/

— En este trabajo se ha hecho uso de las hojas de cálculo Excel de Francisco Rica:

Proper Motion Calculation v1.5 para el cálculo de los movimientos propios y sus errores.

Astronomia ver1.5.16: estudio de los criterios de binariedad.

Relative Motion Calculation para el cálculo de las variaciones de theta y rho con respecto del tiempo y movimiento relativo de la componente B con respecto de A.

Mamajek 1.2 para el cálculo de los parámetros astrofísicos del par.

Referencias

Gaia Archive – European Space Agency (ESA) https://gea.esac.esa.int/archive/

 $Lupton, \ R. \ C., \ Transformations \ between \ SDSS \ magnitudes \ and \ UBVRcIc, \ \underline{http://www.sdaa.org/dr4/algorithms/sdssUBVRITransform.html\#Lupton2005}$

Jester, S. et al., 2005, The Sloan Digital Sky SurveyView of the Palomar-Green Bright Quasar Survey, The Astronomical Journal, Volume 130, Issue 3, 873-895.

Karaali, S.; Bilir, S.; Tunçel, S., 2005, New Colour Transformations for the Sloan Photometry, and Revised Metallicity Calibration and Equations for Photometric Parallax Estimation, Publications of the Astronomical Society of Australia, Volume 22, Issue 1, 24-28.

Mason, B. D., Wycoff, G. L., Hartkppof, W. I., Douglas, G. G., Worley, C. E., The Washington Visual Double Star Catalog (WDS). http://ad.usno.navy.mil/wds

Nuevo sistema estelar con movimiento propio común en Indus

New CPM system in Indus

Carlos A. Krawczenko

Observatorio Astronómico W Crucis (IAU ;PC I45)

■ Correo-e: oawc2010@gmail.com

Trabajando sobre un programa observacional propio del Observatorio Astronómico W Crucis, se observa en el mismo campo de la estrella doble HJ 5204 una nueva pareja, la cual llamó la atención. En un análisis preliminar se verificó que la misma no estuviese catalogada en el WDS y además presenta una cinemática totalmente compatible. En este trabajo se presenta el estudio de este sistema estelar con el objeto de establecer en lo posible la naturaleza del mismo. Provisionalmente llamaremos a este sistema como KRW 6.

We present a new CPM system near HJ5204, in Indus. In this work we have carried out a study to determine the possible nature of the system. We have referred to it as KRW 6.

I. Introducción.

REVISANDO LA IMAGEN OBTENIDA del sistema doble HJ 5204 durante la realización de un programa observacional, podemos apreciar un sistema de estrellas, que pese a la diferencia de magnitudes, llama la atención. La posición de este sistema, ubicado en la constelación de Indus es para el equinoccio J2000: $\alpha = 20h\ 32m\ 27.6s\ y\ \delta = -45^{\circ}\ 23^{\circ}\ 29.0^{\circ}$.

Luego de verificar en el WDS (Washington Doble Star Catalog) que la misma no estuviese registrada y a los efectos de identificarla se la denomina provisionalmente KRW 6. La figura 1 muestra una imagen CCD de la misma junto con el sistema HJ 5204.

El trabajo realizado sobre esta pareja estelar consta de un análisis de datos astrométricos y astrofísicos que nos permitirán, aplicando distintos criterios profesionales, determinar la posible naturaleza de esta pareja estelar.

2. Astrometría relativa y cinemática.

Para las mediciones astrométricas se utilizó un telescopio Newtoniano de 0,25 m y una focal de 1200 mm montado sobre una montura ecuatorial alemana NEQ6 robotizada y controlada por medio de un ordenador. Las imágenes se tomaron con una cámara CCD monocroma Atik 16IC que trabaja con un sensor Sony ICX424 con píxeles cuadrados de 7,4 µm. Con esta configuración óptica se obtiene una escala en la ima-

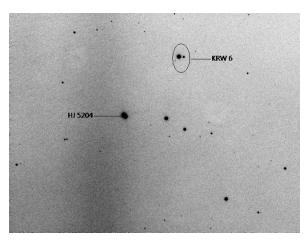


Figura 1. Imagen CCD del sistema KRW 6. La imagen está rotada 167°.

gen de 1,272"/píxel. El programa informático para la captura es MaxIm Dl v.6.

Para las mediciones astrométricas propiamente dichas se utilizaron los programas *Astrometrica* (Hebert Raab) y *Reduc* (Florent Losse). Con el primero se realizó la reducción astrométrica de la imagen determinando la orientación de la misma. Con *Reduc* se realizaron las mediciones (ángulo de posición, θ y separación angular, ρ). La tabla 1 muestra los resultados de estas mediciones. Además se incluyeron medidas astrométricas calculadas en base a las posiciones exactas del proyecto GAIA y 2MASS.

Época	θ	е_θ	ρ	e _p	Método
1999,565	73,24		14,005		2MASS
2015,000	73,84		14,087		GAIA
2019,732	73,63	0,03	14,083	0,002	CCD

Tabla 1. Astrometría de KRW6.

Los valores cinemáticos proceden de la misión GAIA, que como es bien sabido, tiene una precisión sin precedentes. La tabla 2 muestra los valores de los movimientos propios expresados en msa/año de las dos estrellas miembros del sistema KRW 6 como así también el movimiento propio total de ambas componentes.

Comp.	μ_{lpha}	μ_δ	μ _{Total}
Α	-3,488 ± 0,874	21,788 ± 0,740	22
В	-5,085 ± 0,061	21,867 ± 0,056	22

Tabla 2. Cinemática del sistema doble KRW 6.

A primera vista los valores son compatibles, pero para verificarlos se probó con el criterio de Halbwachs (1986) que nos indica si la doble es de movimiento propio común. El criterio de Halbwachs está dado por la siguiente expresión matemática y haciendo las cuentas, esta desigualdad se cumple para KRW 6.

$$(\mu_1 - \mu_2)^2 < 2*(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)*In0,05$$

Dónde μ_1 y μ_2 son los movimientos propios totales de ambas componentes y σ_1 y σ_2 son los errores en los movimientos propios. Recordemos que este criterio es una condición necesaria pero no suficiente para considerar a una estrella doble con probabilidad de ser física.

El criterio de Francisco Rica (2004) estima la probabilidad de ser de movimiento común de acuerdo a sus coordenadas α y δ , resultando una probabilidad de 92% en Ascensión Recta y 100% en declinación.

Asimismo, evaluamos el valor del parámetro T que representa el tiempo que tarda la estrella con su movimiento propio en recorrer una distancia igual a su separación angular; este parámetro está definido por la siguiente expresión:

$$T = \frac{\rho}{\mu}$$

Se considera que si T<1000 años tiene una importante posibilidad de ser una doble física; para KRW 6 resulta T=631 años. De acuerdo a estas consideraciones cinemáticas, podemos decir que nuestra pareja estelar tendría una gran posibilidad (86%) de estar vinculadas gravitacionalmente, es decir, de ser una doble física, aunque será menester utilizar otros criterios astrofísicos que afirmen o rechacen esta conclusión.

3. Fotometría y espectroscopia.

Para estudiar la naturaleza de este par estelar es menester determinar algunos parámetros físicos, comenzando por la fotometría y los tipos espectrales con sus clases de luminosidades para así conocer y poder determinar las distancias y otros datos astrofísicos de relevancia.

La magnitud visual (V) se dedujo de la transformación de la fotometría infrarroja del 2MASS (*Brian D. Warner*, 2007), resultando una magnitud de 8,93 y 12,30 para la primaria y secundaria respectivamente. La magnitud en la banda B proviene de la misión GAIA. La componente secundaria carece de información fotométrica en la literatura profesional consultada; sin embargo, para tener la fotometría completa en las bandas BVRI (Sistema de Johnson) se dedujo a partir del 2MASS y UCAC4. La tabla 3 muestra la fotometría de ambas componentes en bandas BVRIJHK.

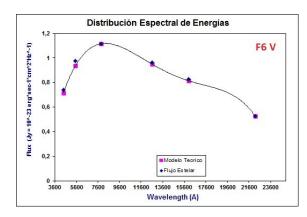
Analizando la distribución de espectral de energía en las bandas estudiadas, podemos obtener el tipo espectral de cada estrella, resultando para la primaria F6 V/III y para la secundaria K5 V/K2 III. La figura 2 (página siguiente) ilustra los gráficos de la distribución espectral de energía.

La ambigüedad la podemos salvar haciendo uso de dos gráficos que nos mostrarán en qué secuencia del diagrama de Hertzprung–Russell (HR) se encuentran nuestras estrellas. El primero de ellos es el que relaciona dos colores. Es un hecho sabido que una estrella de cierto tipo espectral puede pertenecer a distintas poblaciones estelares (ej. Enanas y Gigantes). El diagrama de dos colores (figura 3) muestra claramente que las estrellas en estudio pertenecen a la secuencia principal (enanas).

La otra herramienta utilizada es el diagrama de movimiento reducido (*Jones E. M. 1972*). Este diagra-

Componente	В	٧	R	- 1	B-V	V-I	J	Н	K
A	9,325	8,93	8,660	8,400	0,47	0,53	7,985	7,771	7,721
В	13,08	12,30	11,760	11,15	1,18	1,15	10,222	9,644	9,478

Tabla 3. Fotometría del sistema KRW 6.



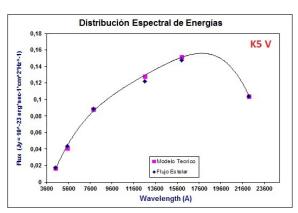


Figura 2. Distribución espectral de energía para la primaria (izquierda) y para la secundaria (derecha).

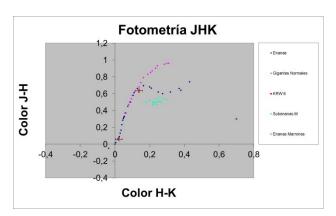


Figura 3. Diagrama de dos colores (J-H vs H-K) donde muestra claramente que las dos estrellas están ubicadas sobre la secuencia principal.

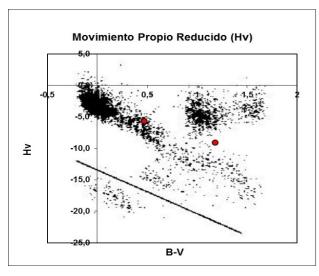


Figura 4. Diagrama de movimiento propio reducido con la ubicación de las componentes de KRW 6.

ma clasifica a las estrellas en función de la magnitud que tendría si su movimiento propio fuese de 0,1"/año. El valor del movimiento propio reducido está dado por:

$$H_v = m + 5 * \log(\mu) + 5 = M + 5 * \log(V_t)$$

Como se ve, el parámetro H_{ν} que es el movimiento propio reducido, relaciona parámetros observados (magnitud aparente, m y movimientos propios μ) con parámetros intrínsecos (magnitud absoluta M y velocidad tangencial V_t). El diagrama se muestra en la figura 4.

De esta manera podemos diferenciar a las estrellas por sus poblaciones dentro de nuestra galaxia.

De acuerdo a los diagramas analizados hasta ahora, podemos concluir que nuestra pareja estelar está formada por dos estrellas enanas de la secuencia principal con magnitudes aparentes visuales 8,93 y 12,30 para la primaria y secundaria respectivamente y sus tipos espectrales son F6 V y K2 V.

4. Otros parámetros físicos.

Con los datos fotométricos obtenidos en la sección anterior junto con el conocimiento de índice de color *B-V* se calcula la magnitud absoluta mediante la siguiente expresión (Neil Reid, C. A. Murray, 1992).

$$M_v = 0.427 + 8.121 * (B - V) - 1.777 * (B - V)^2$$

De esta manera encontramos que las magnitudes absolutas de nuestra pareja estelar son 3,85 y 7,54, con un error probable de $\pm 0,22$; el rango de aplicación es válido para estrellas de la secuencia principal con .

$$0.4 < B - V < 1.3$$

Con esta magnitud y la magnitud aparente se determina el módulo de distancia definido como:

$$V - M_{..} = 5 * log(d) - 5$$

dónde *d* es la distancia a la estrella expresada en parsecs. De este modo encontramos que nuestra estrellas están a la distancia de 103,8±4 pc y 89,5±3 pc. El error probable se debe a los márgenes de errores sistemáticos en la medición y/o cálculos de las magnitudes. Es de notar que la probabilidad de que ambas es-

trellas estén a la misma distancia es del 95% que es una condición necesaria para que la doble tenga importancia astrofísica.

Otro dato a tener en cuenta es la luminosidad la cual se define como la cantidad de energía irradiada por la estrella por unidad de tiempo y en todas las longitudes de onda. Generalmente, esta luminosidad se expresa en función de la luminosidad solar ($L_o=1$). Este valor lo podemos determinar de la siguiente manera.

$$Log\left(\frac{L}{L_{\mathcal{O}}}\right) = 0.4(M_{\mathcal{O}} - M)$$

Para ser más exactos en el uso de la expresión anterior es necesario considerar no la magnitud absoluta en una determinada banda espectral sino la magnitud absoluta bolométrica, para esto es necesario conocer la corrección bolométrica que se define como la diferencia entre la magnitud absoluta visual y la magnitud absoluta bolométrica, cuyo valor es siempre negativo ya que la magnitud en todas las longitudes de onda es mayor que la magnitud determinada en una longitud monocromática.

Por otro lado, la luminosidad depende de dos parámetros: la temperatura efectiva y el radio estelar. La temperatura efectiva se puede determinar aplicando las leyes de la radiación; si el máximo de energía (en la curva de Planck) se ubica dentro de la zona del espectro visible, podemos utilizar la ley de Wien que establece que la longitud de onda de mayor energía es inversamente proporcional a la temperatura efectiva:

$$\lambda_{max} = \frac{0.29cm * {}^{\circ}K}{T}$$

También podemos utilizar la relación existente entre el índice de color con la temperatura, asumiendo que la estrella emite como un cuerpo negro, aunque sabemos que hay diferencias.

$$B - V = \frac{7200}{T} - 0,64$$

Por último, podríamos utilizar la ley de Stefan-Boltzman, aunque es más complicado de utilizar ya que requiere integrar la curva de Planck en el rango de longitudes de onda. Su expresión definitiva es la siguiente:

$$L=4\pi R^2\sigma*T_{eff}^4$$

El radio estelar también es determinado a partir de la distribución espectral de energía partiendo de la expresión anterior teniendo en cuenta la luminosidad y temperatura efectiva del Sol. El radio, al igual que la luminosidad están dados en término de los valores correspondientes al solar.

$$Log R = \frac{1}{2} Log L + 2Log \frac{T_{\varnothing}}{T_{eff}}$$

Para estos cálculos se toma como la magnitud absoluta bolométrica del Sol de +4,83 y la temperatura efectiva del Sol de 5780 K.

El último parámetro a determinar son las masas de las dos estrellas, las cuales se dedujeron a partir de las magnitudes absolutas bolométricas (P. Couteu, 1947).

Sabiendo que nuestras estrellas son enanas de la secuencia principal, se pudo hacer este análisis sobre el modelo teórico de estas estrellas.

En la tabla 4 se resumen los datos hasta aquí obtenidos de los parámetros físicos principales de las dos componentes de KRW 6.

Parámetro	Componente Primaria	Componente Secundaria
Magnitud Visual	8,93	12,30
Magnitud Absoluta	3,85	7,54
Corrección Bolométrica	-0,001	-0,552
Espectro	F6 V	K5 V
Paralaje ^[mas]	9,63	11,17
Distancia [<i>Parsec</i>]	103,8	89,5
Luminosidad (L _Ø = 1)	2,48	0,14
$\begin{bmatrix} R_{\varnothing} = 1 \end{bmatrix}$ Radio	1,25	0,78
Temperatura [º <i>K</i> *] efectiva	6500	4000
Masa	1,27	0,57

Tabla 4. Parámetros astrofísicos de las componentes de KRW 6.

5. Caracterización del sistema.

Caracterizar un sistema doble es establecer criterios que nos permitan establecer la probabilidad que tiene de ser un par óptico o un par físico con una relación gravitatoria. Los astrónomos amateur contamos con la posibilidad de utilizar varios criterios de caracterización de estrellas dobles de manera simple y que nos permiten conocer la posible naturaleza del sistema estelar. Sin embargo, hay que hacer notar que cualquiera de estos criterios nos da solamente una probabilidad.

En todo sistema doble se deben cumplir dos condiciones necesarias pero no suficientes para tener una importante posibilidad de que ambas componentes estén vinculadas gravitacionalmente. La primera condición es que los movimientos propios de las dos estrellas sean compatibles, condición que se verifica para este par al analizar el criterio de Halbwachs. La otra condición es que estén a aproximadamente la misma distancia de nosotros. De acuerdo a nuestro estudio precedente, la posibilidad de que estén a la misma distancia es del 95% que también verificamos en KRW 6. Al haber verificado estas dos condiciones, se prosigue con el análisis de otros criterios profesionales.

-Criterio de Sinachopoulos: Establece una relación entre la velocidad tangencial relativa Vt con la máxima velocidad orbital. La velocidad tangencial relativa se determina a partir del movimiento propio de la componente secundaria con respecto a la primaria 0,0016"/año.

$$V_t = 4,74 * \frac{\mu}{\pi}$$

Donde π es la paralaje de la estrella, μ es el movimiento relativo y 4,74 es una constante de tal manera que convierte las unidades en (Km/seg). Por otra parte, la velocidad orbital máxima está dada por la expresión:

$$V_{orb} = 29,78 \sqrt{\frac{\sum m}{s}}$$

Donde Σm es la suma de las masas de ambas componentes en términos de la masa solar 1,84 M_o y s es la distancia proyectada en unidades astronómicas entre ambas componentes. El semieje esperado, que indicamos como $E_{(a)}$ según Fischer & Marcy (1992) viene dado por $E_{(a)}=I,26\rho$ que conociendo la distancia media al sistema, resulta una distancia proyectada de 1357 ua (Unidades Astronómicas).

Si asumimos que la velocidad tangencial relativa es la componente kepleriana de un movimiento orbital, obtenemos que:

$$V_t - 2\sigma < V_{orb-max}$$

Donde σ es el error en la velocidad tangencial (0,07). Si esta relación se cumple estaríamos en presencia de un probable sistema físico y en el caso de KRW 6 obtenemos que:

$$V_t - 2\sigma = 0.59 \text{ }_{y} V_{orb-max} = 1.09 \text{ }_{y}$$

El hecho de que esta condición se cumpla no significa que la doble sea física, ya que en la misma no interviene la velocidad tangencial.

-Criterio de Peter van de Kamp (1961): Establece un modelo basado en la energía cinética y potencial del sistema en dónde la energía total (cinética + potencial) de la componente secundaria debe ser menor que la

velocidad de escape de la primaria. Este criterio también se le conoce como "criterio hiperbólico".

La velocidad de escape, que es la velocidad mínima necesaria para que un cuerpo pueda escapar de la atracción gravitatoria de otro cuerpo, está dada por la expresión:

$$v^2 = G(M+m)\left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right)$$

que determina el valor crítico para una órbita parabólica. Si la órbita es cerrada, circular o elíptica, el semieje mayor a es finito, si es parabólica, a es infinito y si es hiperbólica a es negativo. En el caso de una órbita parabólica, la expresión anterior puede reemplazarse por:

$$v^2 = \frac{2G(M+m)}{r}$$

Dónde G es la constante de gravitación universal, M y m son las masas de las dos estrellas y r es la distancia entre ellas.

Si conociéramos las velocidades radiales junto a la distancia y los movimientos, sería simple el cálculo de *V*. Sin embargo, en la mayoría de los casos no se conoce la velocidad radial y por ende lo que obtenemos es una velocidad proyectada (tangencial).

Para el valor de G consideramos las unidades astronómicas como unidad de distancia, unidades solares para las masas y el año sidéreo para el tiempo, por lo tanto la constante es igual a $4\pi^2$. Los valores de V y r normalmente son valores proyectados ya que generalmente no conocemos la velocidad radial, y r nunca es conocido. En este caso y gracias a la misión GAIA conocemos las velocidades radiales de las dos componentes. De esta manera llegamos al valor crítico para una órbita parabólica:

$$V^2r=8\pi^2\Bigl(\sum M\Bigr)$$

El criterio de Peter van de Kamp considera que si el valor crítico proyectado es menor, V^2r es menor que el valor crítico de la condición parabólica $8\pi^2 \Sigma M$ y el sistema estelar posiblemente sea un sistema físico. En el caso de KRW 6 tenemos para los dos miembros de la ecuación anterior los siguientes valores: 32,4 < 144,7, por lo tanto nuestra doble también cumple con este criterio y estaríamos en presencia de un sistema físico.

Otros criterios tales como Wilson (2001) que tiene en cuenta la masa del sistema y la separación proyectada o el criterio de Close S. M. *et al* (2003) nos indicarían que estamos en presencia de un par físico.

Teniendo en cuenta la posible naturaleza de este sistema, podremos aventurarnos a calcular el posible periodo orbital, cuya expresión matemática es la siguiente:

$$P[a\tilde{n}os] = \sqrt{\frac{Ea^3}{\sum M}}$$

De este modo encontramos que el período orbital de nuestra doble es de $P \approx 36.000$ años.

6. Conclusiones.

En virtud del estudio cinemático y astrofísico que se ha hecho sobre el sistema estelar KRW 6 con la aplicación de varios criterios profesionales de caracterización de estrellas dobles, podemos concluir con cierto grado de fiabilidad que nuestra doble es un sistema de Movimiento Propio Común (Criterios de Halbwachs y Francisco Rica).

De acuerdo con los criterios astrofísicos utilizados (Sinachopoulos, Peter van de Kamp, Wilson y Close), el sistema tiene las condiciones teóricas para ser una pareja física. Sin embargo, todas estas consideraciones son probabilidades. Para verificar si realmente es una doble orbital es necesario ir observándolas en el tiempo para ver si hay o no indicios de movimiento orbital.

7. Agradecimientos.

En primer lugar se agradece al Washington Double Star Catalogue (WDS) mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos de América.

Muy especialmente se agradece a la misión GAIA que nos permite conocer con alta precisión muchos de los valores utilizados en este trabajo

Se agradece a Francisco Rica por suministrar las excelentes planillas de cálculo que simplifican el

trabajo.

Asimismo, se agradecen los recursos informáticos sin los cuales esta investigación no sería posible. Se utilizó Aladin, un mapa celeste interactivo para manejar los distintos catálogos usados (2MASS, GAIA, PPMXL, UCAC4) y la base de datos SIMBAD disponibles desde la página del Centro de Datos Estelares (CDS).

Para este trabajo se utilizaron los programas de reducción *Reduc* de Florent Losse y *Astrometrica* de Herbert Raab.

- Referencias

Argile, Bob, 2004, Observing and measuring Visual Double Star, Springer.

Bessel, M. S. And Brett, J. M., 1988, *JHKLM Photometry: Standard Systems, Passbands and Intrinsic Colors, PASP, 100, 1134-1151.*

Dommanget, J., 1955, Critère de non-pèriodicité du movement relative d'un couple stellaire visuel, Bulletin Astronomique, Paris, tome 20 fascicule 7, p, I; Communication de l'observatoire Royal de Belgique, n^a 91

Eric, M. J., 1972, Reduced Proper Motion Diagrams, Astron. J., 173, 671-676.

Fischer, D. A. and Marcy, G. W., 1992, AJ, 396, 178-194.

Rica, Francisco, 2014, Estudiando la naturaleza de las estrellas dobles, OED 13, p. 77-82.

Halbwachs, J. L., 1986, Common proper motion stars in AGK 3, Astronomy and Astrophysics Supplement Series (ISSN 0365-0138), vol. 66 n° 2, Nov. 1986, p. 131-148.

Salim, S., Gould, A., 2002, Classifying Luyten Stars using an Optical –514Infrared Reduced Proper Motion Diagram, Ap. J., 575, 83.

Reid, Neil and Murray, C. A., 1992, *High-velocity* stars toward the south galactic cap, The Astronomical Journal, Vol. 103, N° 2, p. 514-528.

Reestudio de estrellas dobles observadas por la LIADA en 2012 usando datos de GAIA-DR2

Re-study of observed double stars by the LIADA in 2012 using GAIA-DR2 data

Francisco M. Rica Romero

Agrupación Astronómica de Mérida (Badajoz, Extremadura)

■ Correo-e: frica0@gmail.com

En el año 2005 publicamos las mediciones y estudios de 67 estrellas dobles muy abandonadas o pendientes de confirmar, realizadas en 2002 por la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA. En esta ocasión volvemos a estudiar las mismas estrellas dobles pero esta vez contamos con la inestimable ayuda de las paralajes y movimientos propios obtenidos por el satélite GAIA y publicados en su *Data Release* 2. Comparamos las conclusiones obtenidas entonces con las obtenidas en este trabajo, obteniendo resultados muy similares. En 2005 el 11% de los sistemas se clasificaron como físicas (17% si contamos también las de origen común), mientras que en este trabajo el 21% fueron clasificadas como físicas.

In 2005 the author of this article published astrometric measures and study for 67 unconfirmed and long neglected double stars performed in 2002 by Double Star Section of LIADA. In this occasion the author study again the same double stars but in this case with the important help of the GAIA satellite observations (GAIA-DR2) which determine high accurate parallax and proper motions. The binary classification obtained in 2005 were compared with the conclusion of this work. Both works obtained results very similar. In 2005 about 11% of the double stars were classified as physical (17% if we add the common origin pairs) while in this work 21% of double stars were classified as physical pairs.

Introducción

HACE UNOS AÑOS Francisco Rica (2005) publicó en la revista JDSO un estudio de las estrellas binarias observadas por la LIADA (Liga Iberoamericana de Astronomía) en el año 2002. La mayoría de ellas eran dobles muy abandonadas y pendientes de confirmar (solo medidas en una ocasión). En total fueron 135 medidas astrométricas para 67 dobles estudiadas, tanto fotométricamente (bandas JHKBVI) como astrométricamente. Se estimaron parámetros astrofísicos de las estrellas componentes (tipos espectrales, distancias fotométricas, etc.) así como parámetros dinámicos (movimientos relativos principalmente) que permitieron por aquel entonces determinar la posible naturaleza de estos pares abandonados.

El resultado de este trabajo concluyó que el 11% de las dobles estudiadas tenían una naturaleza binaria (17% si contamos también las de origen común), es decir, que sus componentes estaban gravitacionalmente unidas, mientras que el 74% resultaron ser ópticas.

En este nuevo artículo vamos a reestudiar todas estas dobles usando los valiosos datos del satélite GAIA y publicados en su catálogo (versión DR2). Gracias a su gran precisión astrométrica podemos conocer sus movimientos propios con mucha fiabilidad y la distancia a la que se encuentran las estrellas que

componen estas dobles. Es una sensación especial poder comparar las distancias obtenidas a través de las placas fotográficas y la naturaleza de las dobles estudiadas en el año 2005 con los nuevos resultados usando GAIA-DR2.

Estudio astrofísico

Para cada componente estelar realicé un estudio astrofísico en base a los datos fotométricos de diferentes fuentes de la literatura. Si la estrella es relativamente brillante entonces consulto los datos de los catálogos Hipparcos (Noordwijk, 1997) y Tycho-2 (Hog et al., 2000) para obtener la fotometría en banda B, V e I. Si la estrella es débil entonces tenemos que recurrir a otros catálogos fotométricos como el APASS (Henden et al., 2015), que lista fotometrías B, V, g, r, i y el catálogo PanStarrs (Chambers et al., 2016) que listan fotometrías en banda g, r, i, z, y. Estas fotometrías son transformadas al sistema standard (bandas B, V e I) usando las transformaciones de Kostov & Bonev (2017). Posteriormente estos datos fotométricos se completan con la fotometría infrarroja en bandas J, H, K del catálogo 2MASS (Skrutskie et al., 2006). Lo habitual es contar con unas 6 bandas fotométricas que permiten caracterizar la distribución espectral de energía y obtener datos astrofísicos como el tipo espectral, la luminosidad, masa, etc.

Para aprovechar toda la información fotométri-

ca simultáneamente, utilizo la hoja Excel "Mamajek Tool v1.3" construida por mí, y que utiliza la tabla del astrofísico E. Mamajek¹ donde puedo relacionar varios colores fotométricos con datos astrofísicos (tipo espectral, temperatura efectiva, masas y magnitudes absolutas) para estrellas de la secuencia principal. Como dato de entrada necesita los datos fotométricos de la estrella así como información del enrojecimiento en la línea de visión. La herramienta Excel, de forma iterativa y semi-automática determina qué entrada de la tabla de Mamajek corresponde —con menor residuo (c²)— a la estrella en estudio.

El enrojecimiento interestelar de las estrellas lo estimamos usando los trabajos de Schlafly & Finkbeiner (2011) e implementadas desde la web "Galactic Dust Reddening"². Esta web calcula el enrojecimiento en la línea de visión (o sea para una estrella fuera de nuestra galaxia), por lo que es necesario escalarlo para la distancia a la que se encuentra la estrella, y para ello utilizamos la ley exponencial de Anthony-Twarog & Twarog (1994).

Usando isócronas de evolución

Para determinar los estados evolutivos de las estrellas y algunas propiedades astrofísicas utilizamos la interface web CMD (Color Magnitude Diagram) 2.8³, que permite usar las isócronas PARSEC (Bressan *et al.*, 2012) versión 1.2S con el sistema fotométrico *UBVRIJHK* (Bessell, 1990; Maíz-Apellániz, 2006).

Calculando el movimiento relativo y la velocidad

A partir de los datos astrométricos de GAIA-DR2 (movimientos propios y paralaje) podemos determinar el movimiento relativo y la velocidad relativa (en caso de ser una binaria y no una óptica) para las estrellas de cada par. Posteriormente comparamos la velocidad relativa con la velocidad de escape. Si la velocidad relativa es superior a la de escape, entonces podemos concluir que no es posible una relación gravitacional entre ambas estrellas. Es cierto que en ocasiones los datos de GAIA podrían estar contaminados con duplicidades no resueltas de algunas de las componentes estelares (hecho que sucede con frecuencia, aproximadamente en un 25% de los casos). Esta situación podría incrementar y alterar el valor de los movimientos propios y paralajes. También la existencia de componentes no conocidas incrementa la masa total del sistema y por tanto incrementa también su velocidad de escape. Este hecho aumenta las posibilidades de que la velocidad relativa sea menor que la de escape y por tanto que estemos ante un sistema gravitacionalmente unido.

Los errores de los parámetros dinámicos son calculados en base a una simulación *Monte Carlo* donde consideramos que los errores de movimientos propios y paralajes tienen una distribución gaussiana. Esta forma permite calcular los errores de una manera más realista que cuando usamos el método de la propagación de errores (que asume la peor situación).

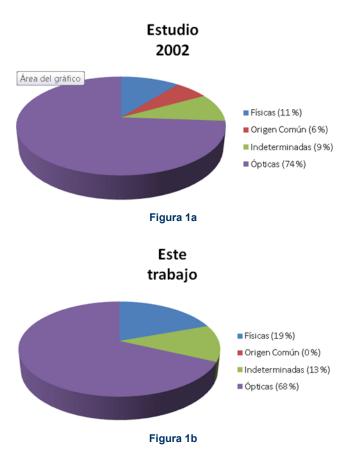
Resultados

En la tabla 1 comparamos los resultados de las clasificaciones de cada estrella doble entre el estudio realizado el año 2002 y el realizado en este trabajo usando los datos del satélite GAIA-DR2. Vemos que las diferencias son poco significativas.

TABLA 1: CLASIFICACIÓN DE LAS DOBLES ESTUDIADAS

	Estudio	Este
	2002	trabajo
Físicas	7	14
Origen Común	4	0
Indeterminadas	6	9
Ópticas	48	49

Los resultados se ven mejor en forma de pictogramas (figuras 1a y 1b). Los porcentajes de sistemas ópticos y con naturaleza no determinada son bastante similares en ambos estudios. Algunos de los sistemas indeterminados detectados con GAIA-DR2 bien



¹http://www.pas.rochester.edu/~emamajek/ EEM_dwarf_UBVIJHK_colors_Teff.dat

²https://irsa.ipac.caltech.edu/applications/DUST/

³http://stev.oapd.inaf.it/cgi-bin/cmd

podrían haber sido clasificados como de origen común, pero este grupo de clasificación es algo confuso y he preferido no usarlo. En cuanto a los sistemas físicos, en 2002 encontré que un 11% eran sistemas gravitacionalmente unidos y ahora, usando GAIA-DR2 encuentro un 19%.

En la tabla 2 (ver nota a pie de página) se listan las binarias gravitacionalmente unidas. En la tabla 3 se listan dobles con relación gravitacional dudosa mientras que en la tabla 4 aparecen las estrellas dobles de clara naturaleza óptica. Por último en la tabla 5 se listan parámetros astrofísicos y dinámicos para las estrellas componentes de las binarias gravitacionalmente unidas.

Las tablas de datos

La tabla 2 lista las 14 binarias gravitacionalmente unidas. Las columnas muestran la siguiente información: el identificador WDS y la designación de la doble, el ángulo de separación y distancia angular procedente del satélite GAIA (catálogo GAIA-DR2) para la época media de 2015. La magnitud V y tipo espectral de las componentes, generalmente calculados en este trabajo. Distancia (en parsecs; obtenida en base a la paralaje de GAIA-DR2), movimiento relativo (en milisegundos de arco por año) obtenido en base a los datos de GAIA-DR2, velocidad relativa y velocidad de escape (en km/s) y finalmente la separación física en ua. Theta y rho fueron calculados usando las coordenadas del catálogo GAIA-DR2.

Es notable ver cómo los movimientos relativos de estas binarias son inferiores a 1 msa/año a excepción de 2 sistemas, los dos más cercanos de la tabla 1 (distancias de 12 y 85 pc). Si no fuera por la precisión de GAIA dificilmente podríamos detectar estos movimientos relativos. Por otro lado, la velocidad relativa listada también se mantiene por debajo de 1 km/s a excepción del sistema A239 BC para el cual también se tuvo en cuenta la velocidad radial.

— WDS 00046-7745 = LDS 832: Esta binaria, situada a sólo 87 pc, ha sido medida en 7 ocasiones (entre 1920 y 2010). GAIA-DR2 lista velocidad radial para ambas componentes. Si usamos la diferencia de velocidad radial entre A y B (llamada Vz) en la simulación *Monte Carlo*, el 85% de las simulaciones da como resultado un par de estrellas gravitacionalmente unidas. En 2002 clasificamos a esta binaria como de origen común o física.

— WDS 01116+2823 = FMR 5: Par de estrellas descubierto por el autor de este artículo en el año 2002, época en la cual la clasificamos como de tipo

Nota de los editores. Dado el elevado número de figuras y tablas que ilustran este artículo, se ha preferido publicarlas todas ellas al final del mismo para facilitar su lectura.

"física/origen común". Está compuesta por dos estrellas de tipo solar de magnitud 11,3 y 13,5, separadas por solo 4,7 segundos de arco y situadas a una distancia de 192 pc. Esta pequeña separación hace difícil su medición usando las clásicas placas fotográficas. Por ello, el catálogo WDS sólo lista 4 mediciones entre los años 1997 y 2010. Por cierto, el WDS lista un movimiento propio erróneo para la componente B. GAIA-DR2 lista paralajes, movimientos propios y velocidades radiales comunes para ambas componentes. Las evidencias de relación física son de peso. Las velocidades radiales de las componentes son +64,3 ± 0,9 y +61,4 ± 4,4 km/s con unos errores importantes, siendo su velocidad galactocéntrica (-64, +13, -36) km/s usando la velocidad radial de la primaria.

Utilizando los parámetros dinámicos obtenidos por el satélite GAIA y las masas calculadas en este artículo, hemos obtenido varias posibles órbitas para FMR 5 (ver figura 2). El periodo orbital es de al menos 10.000 años. Para estas órbitas he asumido que Vz = 0 km/s (mismas velocidades radiales para ambas estrellas) ya que el error de las velocidades radiales de GAIA son muy grandes y no permiten obtener un valor preciso para Vz. El gran punto negro relleno es la componente primaria. El punto pequeño azul es la secundaria en la posición medida por el satélite GAIA (época media 2015,5).

Indiferentemente de la órbita posible de entre las calculadas, las efemérides para el año 2020 son 239,9° y 4,65" y para el 2050, 294,0° y 4,62". Como podemos ver un movimiento relativo muy pequeño.

— WDS 04009-1027 = STF 487 AB: Las componentes A y B no cuadran en una misma isócrona de evolución. Por los datos de GAIA-DR2 (Teff y luminosidad) y la posición de la fotometría U-B y B-V en un diagrama de doble color, la componente B parece ser una estrella evolucionada. El catálogo WDS etiqueta a este par como U: "Proper motion or other technique indicates that this pair is non-physical." Esto no es cierto ya que GAIA-DR2 lista paralajes y movimientos propios comunes. En el catálogo WDS listan 24 medidas astrométricas obtenidas a partir de 1831. Las medidas indican que no hay movimiento relativo significativo y de hecho GAIA midió un movimiento relativo de sólo 0,36 msa/año (con una relación señal/ruido de casi 5).

— WDS 11091+1105 = HJ 176 AB: Compuesta por estrellas de tipo solar separadas por 18 segundos de arco y medidas unas 11 veces entre los años 1825 y 2012. En el reporte obtenido en el año 2002, clasificamos a este par como posiblemente óptica. Entre las dos componentes de esta binaria, Rafael Benavides encontró por aquel entonces una débil estrella (figura 3). Hoy en día sabemos gracias a los datos de GAIA que es una estrella de fondo no relacionada con las componentes principales de este sistema.

— WDS 11404+3003 = HJ 507: Sistema medido en 7 ocasiones entre los años 1827 y 2010. Está compues-

ta por dos estrellas de magnitudes 9,4 (G1V) y 14,0 (M1.5V) separadas por 34". La astrometría de B obtenida por el satélite GAIA tiene un error un orden de magnitud mayor a lo habitual. De hecho, el error de la paralaje de B es varios sigmas mayor que la de la componente brillante del sistema. Aun así, muestra un movimiento propio común (-71 msa/año y -19 msa/año en AR y DEC). Hicimos estudios usando la paralaje de la componente primaria. Nuestra simulación Monte Carlo indica que en el 58% de las simulaciones estamos ante un sistema gravitacionalmente unido. ¿Quizá una binaridad no resuelta afecta la astrometría de B? Consultamos GAIA-DR2 en busca de estrellas con magnitudes similares a la componente B y de entre 500 estrellas sólo una mostró unos errores astrométricos tan grandes como los de HJ 507 B. Algo debe estar causando estos enormes errores y una causa muy probable puede ser una binaridad no resuelta.

— WDS 12089-0317 = HJ 1211: Compuesta por dos estrellas de tipo solar separadas por 11,5". Ha sido medida en 8 ocasiones entre los años 1828 y 2002. Pickles & Depagne (2010) clasificaron a las estrellas como de tipos F5V y K2III. Yo estimé tipos espectrales F5V y K2V usando los datos de GAIA. En base a la magnitud absoluta (usando la paralaje del satélite GAIA), está claro que la secundaria no es una estrella gigante. En el informe realizado en el año 2002, clasificamos a esta pareja como óptica.

— WDS 13469+3307 = HJ 2681: Compuesto por dos estrellas de tipo solar separadas por 13,7". Desde su descubrimiento en 1831 ha sido medida en 8 ocasiones (la última en 2010). Nuestra simulación Monte Carlo muestra relación gravitacional para el 38% de las ejecuciones. GAIA observó más caliente a la componente más débil (tipos espectrales GOV y F7V). También los colores fotométricos indican que la componente B es un poco más caliente que A, sin embargo, es en torno a 0,4 magnitudes más débil. Una posible explicación es que la primaria podría ser una binaria no resuelta. En este caso la velocidad de escape sería ahora de 0,90 km/s y el 100% de las simulaciones Monte Carlo indicarían que estamos ante un par gravitacionalmente unido. Es interesante ver cómo fácilmente puede cambiar el escenario resultante. Por cierto, en el año 2002 en su versión española sugerimos una posible relación física debido a la similitud de los colores para ambas estrellas. En la versión inglesa de la circular se clasificó como posiblemente óptica (no hemos encontrado las evidencias que llevaron a esta conclusión, ¿quizá movimientos propios algo incompatibles?).

— WDS 14123+3646 = HJ 542: Sistema medido en 18 ocasiones desde el año 1827. Formada por dos estrellas de tipo solar de magnitud 12. El catálogo GAIA-DR2 lista velocidades radiales para ambas componentes que determinan un $Vz = +3,00 \pm 1,60 \text{ km s}^{-1}$. Si tenemos en cuenta Vz, sólo el 6-7% de las simulaciones *Monte Carlo* dieron un sistema gravitacionalmente unido.

— WDS 14296+1040 = HJ 237: Formado por dos estrellas de tipo solar, la primaria algo evolucionada (subgigante G7) separadas por 21" y situadas a una distancia de 637 pc (la mayor distancia entre las binarias gravitacionalmente unidas de este trabajo). Ha sido medida en 9 ocasiones desde el año 1910. La naturaleza subgigante de la primaria fue determinada usando los datos de GAIA e isócronas de evolución (figura 4). En la literatura la primaria está catalogada como una estrella variable denominada ASAS J142927+1039.3 con amplitud de luminosidad de 0,22 magnitudes. No se tiene muy claro el tipo de variabilidad pudiendo ser de tipo W Virginis. El Second RO-SAT all-sky survey (2RXS) source catalog (Boller+, 2016) lista una fuente de rayos X cercana (ver figura 5). En el primer estudio que realizamos en el 2002 clasificamos a esta pareja como óptica.

— WDS 17590+3003 = STF2259: Sistema binario joven descubierto en 1781 y medido astrométricamente en 55 ocasiones. Ambas componentes son estrellas evolucionadas (la primaria gigante y la secundaria subenana) siendo el único sistema de este trabajo con dos componentes evolucionadas. La primaria es una estrella gigante con posible edad de 0,3 Giga-años obtenida en base a isócronas de evolución. La secundaria es 0,8 magnitudes más brillante que una estrella A1V (tipo espectral coincidente con su color). En base a isócronas de evolución, la secundaria tendría una edad de 0,5 Giga-años y podría estar empezando a evolucionar. Por tanto, parece que estamos ante un sistema binario joven con una edad entre 0,3 y 0,5 Giga-años.

— WDS 18004+4611 = J 756: Según las isócronas de evolución está compuesta por una estrella subenana G2IV y una enana de tipo solar F7V con una edad de en torno a 4 Giga-años (figura 6).

— WDS 18093+5945 = A 239 BC: GAIA DR2 lista movimientos propios para ambas estrellas (-21,36 $\pm 0,48$ y -20,22 $\pm 0,56$ km/s para B y C). Si ignoramos la velocidad radial, la simulación *Monte Carlo* indica una probabilidad casi del 100% de estar ante una binaria gravitacionalmente unida. Si tenemos en cuenta las velocidades radiales esta probabilidad baja aproximadamente al 50%.

— WDS01241+4522 = HJ 2041: Es un sistema de componentes gemelas de tipo solar de magnitudes 12,8. Según los datos astrométricos de GAIA la velocidad relativa de las estrellas del sistema es mayor que la velocidad de escape (según nuestra ejecución *Monte Carlo*, sólo el 12% de las simulaciones acababan en una binaria gravitacionalmente unida). Las estrellas aparecen con 0,7-0,8 magnitudes más brillantes (ver isócrona en figura 7) de lo que corresponderían a sus temperaturas efectivas (listadas en GAIA-DR2). ¿Quizá sean estrellas binarias no resueltas? Si fueran ambas componentes binarias gemelas no resueltas, entonces la probabilidad de estar ante un sistema binario sería del 85%. Comparando los movimientos pro-

pios del catálogo UCAC5 y del GAIA-DR2 no encontramos evidencias de binarias Δμ.

- WDS 03475+2406 = STF 8 ABC: Miembros de las Pléyades. Una simulación *Monte Carlo* indica que en el 2% de las ejecuciones las componentes A (que es un sistema triple) y B podrían estar gravitacionalmente unidas.
- WDS 04166+7030 = STF 496 BC: Par de estrellas brillantes de magnitudes 6,3 y 8,2 que fue clasificada como óptica en el estudio realizado en el año 2002. La primaria es una estrella de color blanco y tipo A4V. El satélite GAIA obtuvo velocidades radiales para ambas componentes que determinan un Vz = $+1.44 \pm 1.00$ km s⁻¹. Si tenemos en cuenta Vz, sólo el 0,2% de las simulaciones Monte Carlo acabaron en un sistema gravitacionalmente unido. Si adoptamos un Vz = 0 km s⁻¹ entonces sólo el 4% de las simulaciones arrojarían un escenario de estrellas gravitacionalmente unidas. Comparando los movimientos propios del catálogo UCAC5 y del GAIA-DR2 no encontramos evidencias de binaria Δμ. Ante estos datos podríamos concluir que no es un sistema físico. Pero si consultamos los datos del satélite GAIA para ambas estrellas vemos que ambas comparten la misma paralaje y movimientos propios muy similares.

Esto sugiere que ambas estrellas deben tener alguna relación entre ellas, si bien, analizando sus datos dinámicos, nos indica lo contrario. Quizá una o las dos componentes estelares sean una binaria no resuelta (situación que sucede en un 20-25% de las binarias) alterándose la dinámica del sistema.

— WDS 11368+2923 = HJ 2579 AB y FMR 15 AC: Las tres estrellas tienem movimientos propios similares. En WDS, las componentes A y B tienen movimientos propios muy similares (-14 y -50 msa/año). Pero GAIA-DR2 lista un movimiento propio en AR para la componente A, diferente de B y C. Tam-

bién la paralaje de A es mayor que B y C. Los errores astrométricos de A son excepcionalmente altos. ¿Quizá binaria no resuelta?

- WDS 16540-4148 = JC 23 AF: Par de muy lejanas y brillantes estrellas. La componente principal tiene una solución astrométrica con errores demasiado grandes. Esto es habitual para estrellas tan brillantes en GAIA-DR2. Habrá que esperar a ver si la siguiente versión de GAIA mejora las medidas para A.
- WDS 01572+2618 = HJ 3243 AB: La componente C fue encontrada por el autor de este artículo. Esta componente aparece junto a B y según los datos de GAIA-DR2 no tiene relación física.
- WDS 03404+3022 = HJ 335: En el catálogo WDS ya está marcada con "U" (no física).
- WDS 05175+3312 = CTT 4: En la circular 1 de la LIADA teníamos ciertas sospechas de que C y D pudieran tener movimiento propio común. A la vista de los datos de GAIA-DR2 ambas estrellas están muy lejanas y poseen un movimiento propio extremadamente pequeño. No podemos concluir nada sobre su relación física.

Referencias

Chambers K.C. et al. 2016arXiv161205560C.

ESA 1997, The Hipparcos and Tycho Catalogues (ESA SP-1200) (Noordwijk:ESA).

Hog, E. et al., 2000, "The Tycho-2 Catalogue of the 2.5 Million Brightest Stars", AJ 355, 27.

Henden A.A., Templeton M., Terrell D. et..al 2015, AAS, 22533616H [APASS].

Kostov, A. & Bonev, T., https://arxiv.org/ abs/1706.06147.

Pickles A., Depagne E. 2010, PASP, 122, 1437P. Skrutskie, M. F. et al., 2006, AJ, 131, 1163.

WDS Id Desig.	θ° - ρ" (GAIA-DR2)	V Mags.	SpT.	Dist (pc)	Δμ [msa/año]	ΔV _{rel} [km/s]	V _{esc} [km/s]	s (ua)
00046-7745 LDS 832	186,6 - 9,26	11,90 11,93	K5V K5V	87	1,69 ± 0,05	0,71 ± 1,15*	1,81	802
01116+2823 FMR 5	293,9 - 4,65	11,57 13,46	G5V K3/4V	192	0.95 ± 0.14	0.86 ± 0.14	1,91	892
01136+2825 HJ 635	126,8 – 14,98	10,86 11,29	G6V G9V	139	0,32 ± 0,13	0,73 ± 0,58*	1,25	2077
04009-1027 STF 487 AB	9,7 – 12,06	9,52 9,98	A-medios F0III	277	0.36 ± 0.08	$0,47 \pm 0,10$	0,47	3339
05413+5329 ENG 22 AB	71,2 – 98,03	6,20 9,69	K0V M1V	12	7,74 ± 0,11	0,92 ± 0,25*	1,42	1204
11091+1105 HJ 176 AB	34,7 – 18,26	11,34 12,72	F6V G8V	323	0.02 ± 0.07	0,03 ± 0,11	0,80	5896
11404+3003 HJ 507	28,7 – 34,22	9,44 14,0	G1V M1.5V	85	2,00 ± 0,82	0,81 ± 0,33	0,96	2918
12089-0317 HJ 1211	150.8 – 11,45	10,62 13,41	F6V K3V	226	0,73 ± 0,12	$0,79 \pm 0,13$	1,18	2587
13469+3307 HJ 2681	263,0 - 13,65	12,56 12,92	G0V F7V	502	0.33 ± 0.04	0,79 ± 0,10	0,68	6846
14123+3646 HJ 542	66,7 - 12,34	12,85 13,25	G0/1V G2V	409	$0,23 \pm 0,04$	0,45 ± 0,07	0,85	5048
14296+1040 HJ 237	48,0 – 20,91	11,68 13,61	G7IV-V G0V	637	0,14 ± 0,10	0,43 ± 0,29	0,59	13328
17590+3003 STF2259	277,2 – 19,65	7,17 8,69	G2II-III A0V-IV	410	$0,41 \pm 0,08$	0.80 ± 0.15	1,15	8041
18004+4611 J 756	180,8 - 3,52	11,6 12,5	G2IV F7V	517	0,36 ± 0,05	0,87 ± 0,12	1,54	1820
18093+5945 A 239 BC	187,5 - 3,90	11,1 12,2	G0IV G5V	341	0,77 ± 0,09	1,69 ± 0,46*	1,69	1330

Nota: El (*) en la columna ΔV_{rel} significa que ese valor tiene en cuenta también Vz.



Figura 2. Posibles órbitas para FMR 5. El punto negro relleno es la posición de la componente A. El punto azul es la posición de B en la época observada por el satélite GAIA-DR2 (época 2015,5).

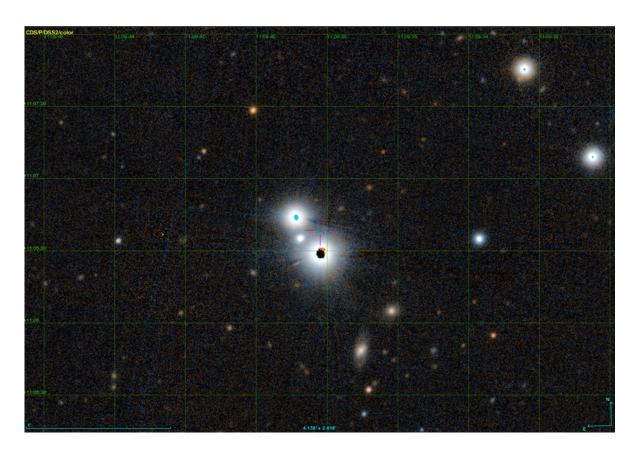


Figura 3. La binaria HJ 176 AB donde podemos ver a la débil componente encontrada por Rafael Benavides situada entre las componentes principales. Crédito: Aladin Sky Altas.

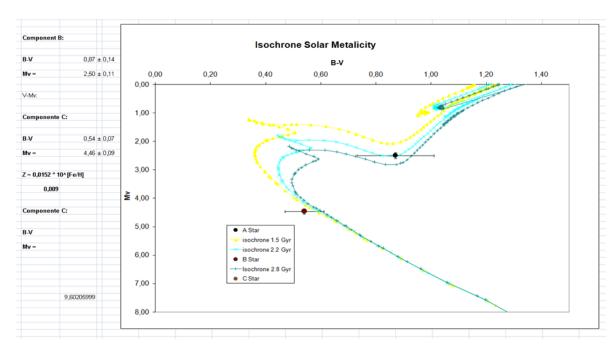


Figura 4. Isócrona de evolución para las componentes de HJ 237. La componente primaria se muestra más hacia arriba. Las barras de error especialmente en el color B-V también se representan en la gráfica.

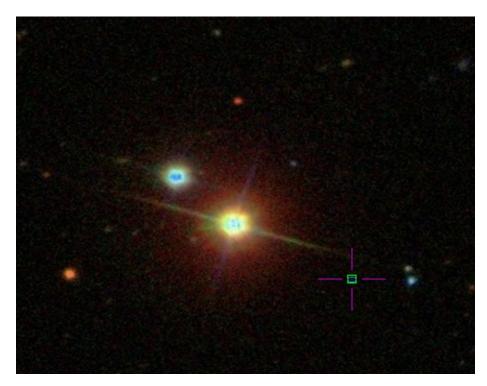


Figura 5. Fuente rayos X próxima a la binaria HJ 237.

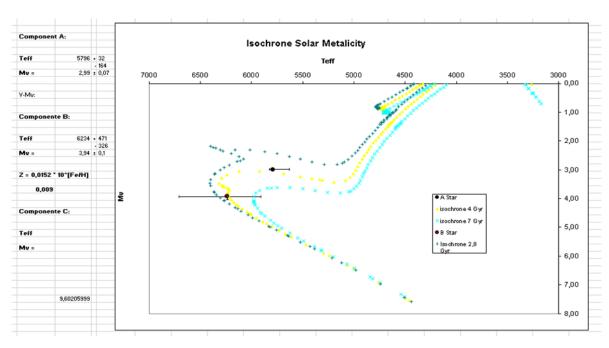


Figura 6. Isocrona de evolución mostrando las componentes estelares del sistema J 756.

WDS Id Desig.	θº - ρ" (GAIA-DR2)	V Mags	SpT.	Dist (pc)	Δμ [msa/yr]	ΔV _{rel} [km/s]	V _{esc} [km/s]	s (ua)
01241+4522 HJ 2041	336,3 - 4,94	12,84 12,84	G G	433	0,74 ± 0,11	1,51 ± 0,22	1,26	2139
03475+2406 STF 8 AB	290,0 - 117,12	2,8 6,3	B7IIIe A4V	134	4,63 ± 1,49	2,94 ± 0,95	1,15 ± 0,05	15711
03475+2406 STF 8 AC	312,6 - 180,89	2,8 8,2	B7IIIe	136	6,44 ± 1,49	4,09 ± 0,95	0,90 ± 0,04	24266
03475+2406 STF 8 BC	344,3 - 85,48	6,3 8,2	A4V	135	1,95 ± 0,09	1,24 ± 0,06	0,87 ± 0,03	11466
04166+7030 STF 496 BC	328,8 - 21,38	10,83 11,92	F6V K2V	226	0,93 ± 0,06	1,00 ± 0,07	0,87	4825
11368+2923 HJ 2579 AB	172,0 - 13,93	11,2 11,2	G6V					
11368+2923 FMR 15 AC	192,1 - 72,74	11,2 10,9	G5V+G3V					
14226+1159 FMR 2 BC	107,2 - 8,35	13,2 16,9	F8 + K5	630	0,69 ± 0,27	2,07 ± 0,84	0,80	5266
16540-4148 JC 23 AF	200,2 - 56,66	5,4 6,5	B0.5la + O6III	1754	3,33 ± 2,35	28		101127

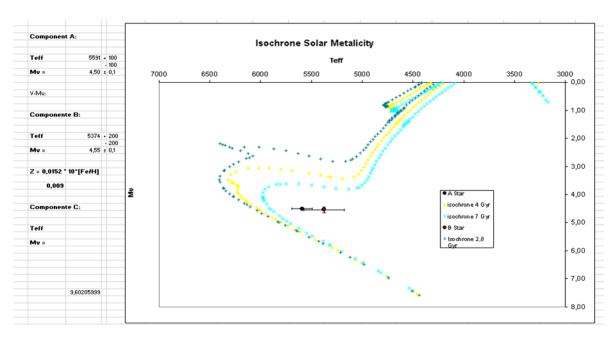


Figura 7. Isócrona de evolución para la binaria sospechosa HJ 2041.

		π/σ	μ(α) / σ [mas/yr]	μ(δ) / σ [mas/yr]	Vrad / σ [mas/yr]	Radio / σ [mas/yr]	Teff / σ [mas/yr]
Gmag/♂	dist/ ਰ						
10,70	227	4,4 0	19,48	-43,00	8, 95	1,4	5812
		0,03	0,04	0,04	0,39		
11,79	224	4,46	19,28	-43,91	10,39	1,2	5011
		0,03	0,05	0,05	0,92		

Figura 8.

		TABLA 4. ESTRELLA	S DOBLES DE NATURAL	EZA OPTICA.	
WDS Id Desig.	WDS V Mag	π [msa]	μ[α] [msa/yr]	μ[δ] [msa/año]	Vrad [km/s]
00003+1642	9,6	2,00 ± 0,05	+40,07 ± 0,07	+0,03 ± 0,03	-0,72 ± 0,28
HJ 318 00037+1252	12,9 10,8	1,13 ± 0,05 1.28 ± 0.07	-3,32 ± 0,08 -5,65 ± 0,11	-6,20 ± 0,04 -0,55 ± 0,08	+2,86 ± 2,13 -21.88 ± 1.50
HJ 3235	11,4	$3,50 \pm 0,07$	+22,11 ± 0,11	-15,03 ± 0,08	-5,58 ± 0,29
00194+3108	10,4	$3,28 \pm 0,06$	+19,13 ± 0,07	$-10,06 \pm 0,07$	•••
HJ 620 00196-2057	13,4 10,0	2,38 ± 0,06 1,14 ± 0,04	-7,19 ± 0,08 +4,06 ± 0,07	-11,09 ± 0,07 -12,47 ± 0,06	-20,58 ± 1,47 +11,88 ± 0,18
HJ 1954	12,5	9,02 ± 0,04	$+94,39 \pm 0.08$	+3,66 ± 0,05	+7,81 ± 0,85
00224-1432	11,8	1,84 ± 0,04	-15,34 ± 0,09	$-5,48 \pm 0,05$	+14,51 ± 1,46
HJ 1958 00254+4419	12,6 8,7	1,16 ± 0,05 1,46 ± 0,06	+12,02 ± 0,09 -2,78 ± 0,08	+4,40 ± 0,05 -7,42 ± 0,04	+15,86 ± 0,71
HJ 1963 AB	12,0	1,40 ± 0,00 1,24 ± 0,03	+17,48 ± 0,05	$+10.83 \pm 0.02$	+30,79 ± 0,60
00290-1817	11,3	5,33 ± 0,06	+15,00 ± 0,09	+7,55 ± 0,08	+12,73 ± 0,42
HJ 1974 00357-0604	13,4 9,7	1,96 ± 0,03 6,53 ± 0,04	+25,71 ± 0,04 +34,30 ± 0,09	-5,65 ± 0,04 -54,85 ± 0,06	-21,06 ± 0,52
HJ 1039	13,6	0,33 ± 0,04 0,77 ± 0,03	+2,89 ± 0,06	+3,98 ± 0,04	-21,00 ± 0,52
01072-6834	9,4	$2,44 \pm 0,02$	+21,76 ± 0,05	+23,61 ± 0,04	+13,83 ± 0,81
HDS 147 01518-0750	10,5	1,04 ± 0,02	+22,33 ± 0,05	-0.43 ± 0.04	+58,39 ± 0,46
HJ 2092	11,3 Red 11,6 Red	2,53 ± 0,04 1,91 ± 0,04	+18,62 ± 0,07 +34,94 ± 0,07	-0,09 ± 0,06 -2,42 ± 0,06	+47,25 ± 0,47
01572+2618	10,6	$0,67 \pm 0,04$	+6,58 ± 0,07	$-1,42 \pm 0,08$	-6,53 ± 0,29
HJ 3243 AB	10,8	4,82 ± 0,04	+42,71 ± 0,07	+1,74 ± 0,08	+17,93 ± 1,79
03404+3022 HJ 335	12,0 12,0	0,59 ± 0,07 4,17 ± 0,07	+2,31 ± 0,10 -2,51 ± 0,10	-2,35 ± 0,06 -21,88 ± 0,07	+24,21 ± 0,53 -3,20 ± 2,32
03465-1631	12,1	$3,28 \pm 0,04$	+10,18 ± 0,05	+11,27 ± 0,04	+7,35 ± 0,37
HDO 63	11,5	1,70 ± 0,04	+13,89 ± 0,05	$-2,53 \pm 0,03$	+58,21 ± 1,02
04009-1027 STF 487 AC	9,5 10,5	$3,60 \pm 0,05$ $3,87 \pm 0,04$	$+2,79 \pm 0,06$ $+23,83 \pm 0,05$	+15,60 ± 0,04 +10,79 ± 0,04	 +26,25 ± 1,70
04009-1027	10,0	$3,62 \pm 0,04$	+2,45 ± 0,05	+15,49 ± 0,03	+48,51 ± 0,26
STF 487 BC	10,5	3,87 ± 0,04	+23,83 ± 0,05	+10,79 ± 0,04	+26,25 ± 1,70
04166+7030 STF 496 AB	11,1 10,9	0,28 ± 0,03 4,40 ± 0,03	-1,05 ± 0,05 +19,48 ± 0,04	-1,65 ± 0,06 -43,00 ± 0,04	-77,16 ± 0,38 +8,95 ± 0,39
04166+7030	11,1	0,28 ± 0,03	-1,05 ± 0,05	-1,65 ± 0,06	-77,16 ± 0,38
STF 496 AC	11,9	4,46 ± 0,03	+19,28 ± 0,05	-43,91 ± 0,05	+10,39 ± 0,92
04166+7030 STF 496 AD	11,3 7,7	0.28 ± 0.03 4.20 ± 0.03	-1,05 ± 0,05 +11,24 ± 0,04	-1,65 ± 0,06 -16,35 ± 0,05	-77,16 ± 0,38 -35,06 ± 0,12
04312-0726	10,7	$0,59 \pm 0,03$	+2,38 ± 0,05	-2,85 ± 0,03	-14,77 ± 0,16
HJ 24	13,7	0,81 ± 0,02	+4,61 ± 0,03	-8,53 ± 0,02	
05032+2921 HJ 354	11,4 12,0	1,00 ± 0,09 3,29 ± 0,05	+2,98 ± 0,15 -1,15 ± 0,09	-5,48 ± 0,10 -18,25 ± 0,06	+32,41 ± 0,37 +24,44 ± 1,12
05175+3312	7,7	$6,80 \pm 0,09$	+13,40 ± 0,12	+26,11 ± 0,08	
CTT 4 AB 05175+3312	11,7	0,80 ± 0,05	+1,60 ± 0,09	-6,89 ± 0,06	
CTT 4 AC	7,7 11,0	6,80 ± 0,09 0,47 ± 0,06	+13,40 ± 0,12 -1,14 ± 0,09	+26,11 ± 0,08 -1,08 ± 0,06	+1,47 ± 0,62
05175+3312	7,7	$6,80 \pm 0,09$	+13,40 ± 0,12	+26,11 ± 0,08	
CTT 4 AD	11,4	0,36 ± 0,06	-1,03 ± 0,09	-1,19 ± 0,06	+0,80 ± 0,94
05175+3312 CTT 4 AE	7,7 12,3	6,80 ± 0,09 0,70 ± 0,06	+13,40 ± 0,12 +4,07 ± 0,09	+26,11 ± 0,08 -5,70 ± 0,06	•••
05175+3312	7,7	$6,80 \pm 0,09$	+13,40 ± 0,12	+26,11 ± 0,08	
CTT 4 AF	12,7	0,44 ± 0,05 112,40 ± 0,03	+2,32 ± 0,09	-1,75 ± 0,06	0.72 + 0.44
05445-2227 H 5 50 BC	6,16 11,33	2,41 ± 0,04	-305,07 ± 0,03 6,10 ± 0,04	-352,63 ± 0,05 10,41 ± 0,06	-9,73 ± 0,14 40,51 ± 0,67
06199+2501	7,6	$4,36 \pm 0,05$	+22,40 ± 0,08	-44,80 ± 0,08	-61,42 ± 0,16
STF 889 AB 11045-6332	9,9 10,1	1,28 ± 0,05 2,41 ± 0,04	-0,49 ± 0,08 +15,86 ± 0,07	-5,94 ± 0,07 -14,83 ± 0,07	+47,93 ± 0,96 +12,99 ± 1,50
HDS 1581 AB	10,1	2,41 ± 0,04 1,89 ± 0,04	-21,47 ± 0,08	$+6,86 \pm 0,07$	+12,99 ± 1,50 +24,93 ± 2,43
11045-6332	10,1	2,41 ± 0,04	+15,86 ± 0,07	-14,83 ± 0,07	+12,99 ± 1,50
FAB 10 AC 11075+2203	11,2 8,3	2,62 ± 0,03 20,71 ± 0,06	+9,35 ± 0,05 -195,73 ± 0,10	+7,80 ± 0,05 +2,7 ± 0,10	-0,36 ± 18,71 -0,53 ± 0,17
HDS 1586	11,4	9,15 ± 0,06	+40,18 ± 0,08	$-59,44 \pm 0,10$	
11258+2704	9,6	2,27 ± 0,05	+13,21 ± 0,08	$-37,15 \pm 0,07$	-61,33 ± 0,61
HJ 497 11330-7055	12,8 9,4	2,95 ± 0,05 8,66 ± 0,03	+14,01 ± 0,07 -15,78 ± 0,05	-5,64 ± 0,07 -65,91 ± 0,06	-6,02 ± 0,50
HDS1638	9,4 12,4	2,85 ± 0,04	-0.80 ± 0.09	-10,74 ± 0,08	+0,57 ± 1,03
12003+1136	12,7	1,53 ± 0,04	+5,71 ± 0,08	-15,35 ± 0,04	-30,83 ± 2,28
HJ 197 12190-0138	13,1 12,1	2,43 ± 0,04 2,97 ± 0,04	+24,84 ± 0,08 -33,87 ± 0,08	-35,08 ± 0,04 +4,26 ± 0,05	-36,72 ± 1,85 -4,01 ± 0,94
HJ 206	13,2	0.72 ± 0.03	-7,91 ± 0,05	+4,20 ± 0,03 +1,40 ± 0,04	-4,01 ± 0,94 -20,53 ± 0,92
13254+5649	11,2	6,25 ± 0,47	+15,61 ± 0,68	-11,73 ± 0,68	
HJ 2652 13313+2857	12,4 9,3	3,81 ± 0,03 2,45 ± 0,04	-24,33 ± 0,05 -28,48 ± 0,09	-26,66 ± 0,04 -20,86 ± 0,03	-4,33 ± 1,68 +13,12 ± 0,20
HJ 531	13,4	$0,65 \pm 0,02$	-20,32 ± 0,05	-42,25 ± 0,02	• • • •
13345+2503	10,3	1,19 ± 0,04	$+2.80 \pm 0.07$	-1,66 ± 0,04	+18,14 ± 0,61
HJ 2260 AB 13419-1418	10,6 11,2	1,88 ± 0,02 1,45 ± 0,04	+4,03 ± 0,04 -11,04 ± 0,07	-28,06 ± 0,02 -4,56 ± 0,06	-31,24 ± 0,30
HJ 2669	12,9	0.95 ± 0.04	-12,61 ± 0,07	+7,13 ± 0,07	-21,86 ± 0,98
					

(Sigue en la página siguiente)

TABLA 4. ESTRELLAS DOBLES DE NATURALEZA ÓPTICA (CONT.)

WDS Id Desig.	WDS V Mag	π [msa]	μ[α] [msa/año]	μ[δ] [msa/año]	Vrad [km/s]
13492+0630	9,3	5,46 ± 0,05	-25,22 ± 0,08	-43,42 ± 0,07	-24,73 ± 1,53
HJ 2686	15,3	0,66 ± 0,04	-1,09 ± 0,07	-6,54 ± 0,05	
14189+3220	11,5	3,33 ± 0,04	-33,47 ± 0,06	-17,07 ± 0,06	-21,17 ± 0,56
HJ 2709	14,3	1,54 ± 0,06	+3,71 ± 0,10	+5,98 ± 0,11	
14226+1159	12,6	1,82 ± 0,06	+27,78 ± 0,08	-6,59 ± 0,09	-9,34 ± 1,42
HJ 236 AB	12,9	1,60 ± 0,05	+9,99 ± 0,08	-8,59 ± 0,10	+35,39 ± 5,92
18020+3153	11,5	1,66 ± 0,02	-11,69 ± 0,03	-27,04 ± 0,04	+24,96 ± 0,65
SEI 555	11,5	1,75 ± 0,13	-5,15 ± 0,22	-10,96 ± 0,25	-25,17 ± 1,62
18213+3920	10,1	1,43 ± 0,02	+1,05 ± 0,04	-15,89 ± 0,04	+22,03 ± 1,36
HJ 1321	12,0	0,29 ± 0,02	-1,78 ± 0,03	-3,07 ± 0,04	-4,28 ± 1,33
19259+3339	11,4	0,83 ± 0,04	-3,68 ± 0,07	-4,17 ± 0,08	+28,77 ± 0,30
HJ 1399	11,4	0,32 ± 0,03	-1,01 ± 0,04	-1,47 ± 0,05	-15,40 ± 0,32
22388+3000	11,7	1,21 ± 0,55	-16,06 ± 0,98	-18,24 ± 0,99	+12,02 ± 0,55
MLB 725	12,8	1,44 ± 0,04	+7,34 ± 0,07	+2,01 ± 0,05	
23033+0653	10,7	1,72 ± 0,04	+14,27 ± 0,06	-2,3 ± 0,06	-26,91 ± 0,47
HJ 3161	13,1	2,43 ± 0,03	+16,48 ± 0,04	+10,91 ± 0,04	
23224-1259	9,8	1,54 ± 0,04	-5,24 ± 0,08	-8,85 ± 0,06	+11,93 ± 0,45
HJ 310	10,6	3,63 ± 0,05	+20,08 ± 0,08	-15,59 ± 0,06	-1,82 ± 0,30
23246+0617	11,6	1,50 ± 0,06	-10,54 ± 0,09	-45,31 ± 0,09	
HJ 3190	13,0	1,67 ± 0,04	+4,66 ± 0,06	-4,19 ± 0,04	
23324+1229	12,7	1,13 ± 0,04	-7,24 ± 0,07	-12,21 ± 0,05	+11,46 ± 1,76
HJ 312	13,5	1,69 ± 0,02	+2,41 ± 0,04	-11,32 ± 0,03	-0,46 ± 2,54

TABLA 5. DATOS ASTROFÍSICOS DE COMPONENTES ESTELARES EN SISTEMAS GRAVITACIONALMENTE UNIDOS.

WDS Id Desig.	Comp.	V mag	SpT	π [msa]	μ[α] [msa/año]	μ[δ] [msa/año]
17590+3003	A	7,17	G2II-III	2,44 ± 0,03	+3,82 ± 0,04	+8,10 ± 0,05
STF2259	B	8,69	A0V-IV	2,45 ± 0,04	+3,50 ± 0,06	+7,84 ± 0,07
00046-7745	A	11,90	K5V	11,53 ± 0,02	-101,44 ± 0,04	+23,32 ± 0,03
LDS 832	B	11,93	K5V	11,55 ± 0,02	-102,15 ± 0,04	+21,79 ± 0,03
01116+2823	A	11,57	G5V	5,04 ± 0,06	+46,50 ± 0,11	-5,97 ± 0,12
FMR 5	B	13,46	K3/4V	5,34 ± 0,05	+47,43 ± 0,09	-6,14 ± 0,09
01136+2825	A	10,86	G6V	7,22 ± 0,06	-28,14 ± 0,09	-12,10 ± 0,10
HJ 635	B	11,29	G9V	7,21 ± 0,06	-28,46 ± 0,10	-12,09 ± 0,11
01241+4522	A	12,84	G	2,23 ± 0,05	+10,12 ± 0,08	-3,63 ± 0,08
HJ 2041	B	12,84	G	2,39 ± 0,05	+10,27 ± 0,09	-2,91 ± 0,07
04009-1027	A	9,52	A-medios	3,60 ± 0,05	+2,79 ± 0,06	+15,60 ± 0,04
STF 487	B	9,98	F0 III	3,62 ± 0,04	+2,45 ± 0,05	+15,49 ± 0,03
05413+5329	A	6,20	K0V	81,43 ± 0,05	+2,78 ± 0,08	-523,60 ± 0,07
ENG 22	B	9,69	M1V	81,45 ± 0,05	+3,92 ± 0,08	-515,94 ± 0,08
11091+1105	A	11,34	F6V	3,04 ± 0,08	-33,09 ± 0,08	-17,69 ± 0,07
HJ 176	B	12,72	G8V	3,12 ± 0,05	-33,10 ± 0,08	-17,67 ± 0,07
11404+3003	A	9,44	G1V	11,71 ± 0,05	-71,62 ± 0,10	-18,39 ± 0,07
HJ 507	B	14,0	M1.5V	14,23 ± 0,60	-70,51 ± 1,02	-20,05 ± 0,80
12089-0317	A	10,62	F6V	4,42 ± 0,07	$-4,42 \pm 0,13$	+10,12 ± 0,10
HJ 1211	B	13,41	K3V	4,43 ± 0,05	$-4,64 \pm 0,09$	+10,82 ± 0,06
13469+3307	A	12,56	G0V	2,07 ± 0,03	-12,56 ± 0,03	-12,35 ± 0,03
HJ 2681	B	12,92	F7V	1,96 ± 0,02	-12,27 ± 0,03	-12,19 ± 0,03
14123+3646	A	12,85	G0/1V	2,46 ± 0,03	-38,48 ± 0,03	+31,32 ± 0,04
HJ 542	B	13,25	G2V	2,43 ± 0,03	-34,26 ± 0,02	+31,25 ± 0,03
14296+1040	A	11,68	G7IV	1,61 ± 0,06	-3,94 ± 0,08	-15,08 ± 0,11
HJ 237	B	13,61	G0V	1,55 ± 0,04	-3,96 ± 0,05	-14,94 ± 0,06
18004+4611	A	11,6	G2IV	1,93 ± 0,02	-7,48 ± 0,03	-29,84 ± 0,04
J 756	B	12,5	F7V	1,94 ± 0,02	-7,13 ± 0,04	-29,91 ± 0,05
18093+5945	B	11,1	G0IV	2,93 ± 0,015	-9,60 ± 0,03	-0,88 ± 0,04
A 239 BC	C	12,2	G5V	2,94 ± 0,038	-8,95 ± 0,09	-1,30 ± 0,06

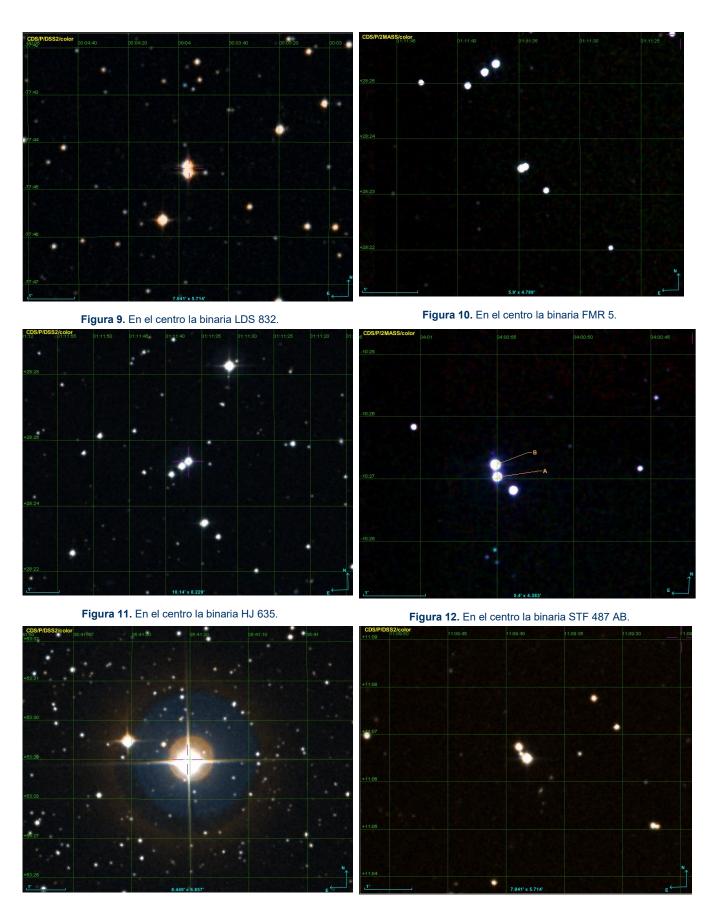


Figura 13. Las brillantes estrellas forman la binaria ENG 22.

ANEXO. FOTOGRAFÍAS DE BINARIAS GRAVITACIONALMENTE UNIDAS (CONT.).

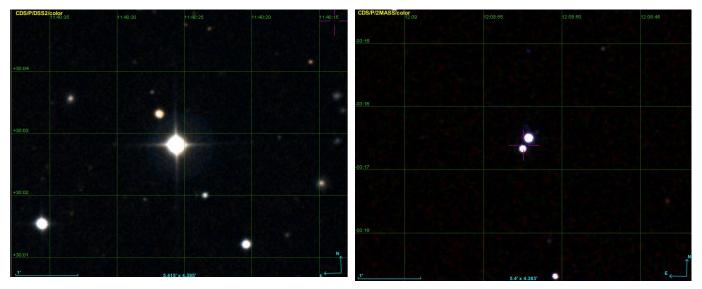


Figura 15. En el centro la binaria HJ 507.

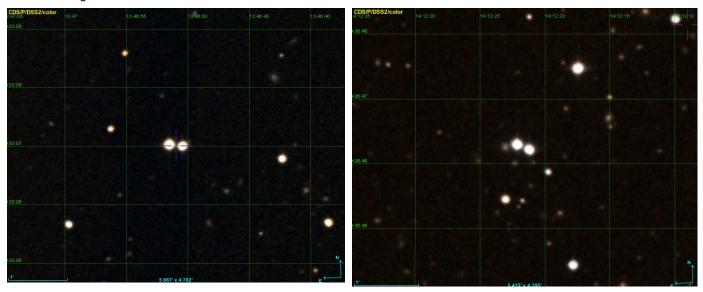


Figura 17. En el centro la binaria HJ 2681.

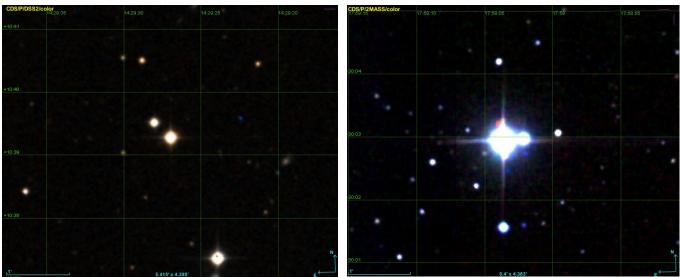


Figura 19. En el centro la binaria HJ 237.

Figura 20. En el centro la binaria STF 2259.

ANEXO. FOTOGRAFÍAS DE BINARIAS GRAVITACIONALMENTE UNIDAS (CONT.).

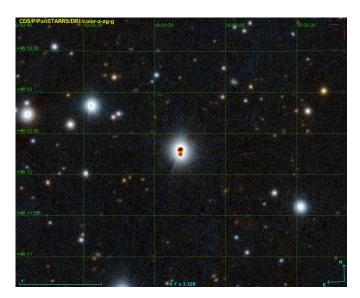


Figura 21. En el centro la binaria J 756 con componentes separadas por sólo 3,5 segundos de arco.

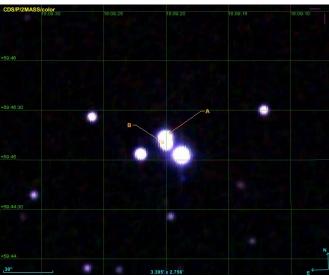


Figura 22. En el centro la binaria A 239 BC con componentes separadas por sólo 3,9 segundos de arco.

invitada ¿Por qué observo estrellas dobles?



La pasión y mis conocimientos en el campo de la investigación han seguido creciendo en el curso de los años, así que me dedico también a cometas, fotometría de supernovas y estudio de estrellas dobles.



Andrea Mantero

HACE UNOS VEINTE AÑOS, en compañía de un buen amigo, estaba observando por medio de un pequeño anteojo terrestre un astro muy luminoso en el cielo. Ambos desconocíamos lo que mirábamos en el ocular pero, desde aquel momento, no paré de observar el cielo. El objeto de nuestro interés era Júpiter.

Ha sido un largo camino que ha tardado años, la adquisición de mi primer telescopio, un pequeño reflector de 114 milímetros, con montura de madera y seguimiento manual. Luego un Meade de 8 pulgadas con seguimiento automático y ahora el actual telescopio: un Newton de 10 pulgadas sobre una montura Skywatcher EO6.

Lo que marcó la diferencia fue el lugar de observación: la compra de una casa con jardín en colinas me dio la posibilidad de la construcción de mi propio observatorio.

Después de mucho tiempo y muchos sacrificios, por fin tenía un equipo apto para observar y fotografiar todo lo que quería o casi, faltaba solo el paso más importante... ¿qué observo?

Parece imposible, pero he tardado años en encontrar mi ruta: ¿Fotografía? ¿Investigación? ¿Pero cuál? ¿Supernovas, variables, asteroides, cometas o estrellas dobles? Solo mencionando algunos ejemplos.







Mis conocimientos en el campo de la investigación eran inexistentes; tampoco mis estudios me ayudaron, estudié para cocinero, y acabé siguiendo las huellas de la familia llegando a ser fontanero.

No conocía a nadie que pudiese ayudarme. Entonces por medio de algunos libros (uno entre otros, The New Amateur Astronomer por Martin Mobberley) y a través de internet encontré el camino que más me gustaba... las galaxias.

Mi pequeño observatorio, una casita de madera de 2 x 2,5 metros que corre sobre carriles, estaba listo. Mi cámara astronómica tenía ganas de recoger fotones que llegaban desde millones de años luz, y también disponía de otro libro (Deep Space CCD Atlas por John Vickers), solo faltaba ponerse a trabajar.

Desde la fotografía de galaxias hasta la búsqueda de supernovas el paso parece corto, pero no es así, la búsqueda de esas fuentes explosivas es mucho más laboriosa.

Una noche, hace muchos años, tuve la suerte de ver una retransmisión en línea sobre la observación de asteroides, las técnicas, la astrometría, el funcionamiento del Minor Planet Center, aquello fue un amor a primera vista.

Así nació el Bernezzo Observatory con el código MPC C77. Ahora tengo en mi bolsillo, fuente

NEO-DyS-2, unas 2850 medidas astrométricas de asteroides NEO's, pero la pasión y mis conocimientos en el campo de la investigación han seguido creciendo en el curso de los años, así que me dedico también a cometas, fotometría de supernovas y estudio de estrellas dobles.

El estudio de las estrellas dobles es el más re-

ciente, en orden temporal, y ha sido toda una casualidad. Fotografiando campos estelares es bastante normal encontrar un sistema doble o algo que se le parece; mi equipo trabaja con una focal f/4 y no me permite la separación de parejas cerradas, digamos que me quedo por encima de los 12-15 segundos de arco en separación.

También en este caso la red y los libros han sido de gran ayuda y por fin llegó mi primera estrella doble registrada en el Washington Double Star Catalog cuyo nombre es MTR 1.

La participación al IV International Pro-Am Meeting on Binary and Multiple Star Systems, en septiembre 2015 fue una gran oportunidad para conocer a muchos aficionados como yo a la astronomía.

Concluyo con la consciencia de que la astronomía me ha regalado muchísimas satisfacciones, aunque creo que lo más importante ha sido conocer un montón de amigos en todo el mundo y compartir con ellos mi pasión. @

> El presente artículo ha sido traducido del italiano por Gianpiero Locatelli

HACE MÁS DE 30 AÑOS conocí a un entusiasta de la astronomía, con el que más tarde me llegué a casar, Ramón Naves. A mí el tema de la astronomía ya me gustaba pero con Ramón era apasionarte o morir en el intento, y me apasioné. Mis primeros tiempos fueron duros, en las salidas de observación escuchaba comentarios como "esta no va a durar ni tres días".

Cómo ser astrónoma amateur sin morir en el intento

por MONTSE CAMPÀS

Recuerdo con cariño un día que subimos a observar el cometa C/1999 S4 LINEAR al Montseny, montaña cercana a Barcelona muy visitada por observadores astronómicos, con algunos gurús del momento. Aún no había oscurecido y empezaron a poner en estación el telescopio. Me di cuenta que no estaban poniendo la montura hacia el norte, sino más bien al contrario. Al principio pensé que era yo la que no estaba bien encarada, pero a medida que pasaba el rato estaba más segura de que no lo estaban haciendo bien. Al final me decidí a

comentarlo, podéis imaginar todos me miraron con cara de "qué me vas a decir tú". Miraron la montura, miraron el cielo, me volvieron a mirar y se les desencajó la cara al ver que tenía razón. Fue una noche fructifera e inolvidable, para mí y también para ellos.

Cuando empezamos a hacer un poco de ciencia con nuestras medidas siempre me sentía como la pareja de Ramón, pero tuve la suerte de conocer a los estrellados (Esteban Reina, Josep M. Aymami, Jordi Lopesino, Josep Lluis Salto, Julio Castellano...) que enseguida me abrieron las puertas y me consideraron una más, unos estrellados con unas parejas que son la bomba y que los apoyan y acompañan al fin del mundo.

habitación?". Estuvimos un tiempo sacando y entrando el telescopio de una terracita, y agujerear el techo de la habitación era la mejor solución, así que animé a Ramón a hacerlo. A Ramón le cuesta un poco decidirse a hacer las cosas, yo soy más impulsiva. Para comprarse la nueva cámara CCD estuvo días y días dándole vueltas hasta que le dije "cómprala ya o la compro yo". Estos últimos tiempos se planteaba el tema de una cámara all sky para cazar meteoros, al final se la tuve que regalar para su cumplea-

Cuando empezamos con la astrometría y fotometría

de cometas fue muy divertido, utilizábamos un programa muy tedioso al que tenías que dedicar mucho tiempo. Yo me acostaba antes y cuando Ramón ya no podía más, me despertaba y seguía yo. Los programas y los métodos observacionales fueron cambiando y me han dejado en el paro, ahora Ramón programa las observaciones, nos vamos a dormir y al día siguiente recogemos los frutos.

Nuestro observato-

rio es un poco peculiar,

tenemos un agujero en el

techo de una de las habitaciones de la casa, con una

ventana que abrimos para

hacer subir con un pistón

hidráulico el telescopio. Os podéis imaginar los

comentarios que le hacen a

Ramón los astrónomos, y

no astrónomos, que vienen

a casa y ven el telescopio:

"¿Cómo tu mujer te dejó agujerear el techo de la

Tuvimos la suerte de tener a nuestro lado y apoyándonos a otro entusiasta de los cometas, al Dr. Mark Kidger (ESA-ESAC). Formamos el grupo Observadores-cometas y creamos la página web observadorescometas.com, de la que tengo la suerte de ser la webmaster. Soy la que la mantiene, cuelga las imágenes que envían los observadores del grupo y las gráficas de luz que confecciona Mark.





Todo listo para una noche de observación en el **Observatorio Montcabrer**. (Excepto donde se indique lo contrario, las imágenes han sido cedidas por la autora).

Mark nos abrió las puertas al grupo *The Astronomer* (TA, http://www.theastronomer.org/), que produce una revista, desde 1964, con todas las observaciones de interés astronómico que reciben. Además tiene un servicio de circulares electrónicas para mantener a los miembros actualizados. Empecé a ir a sus reuniones anuales, en Basingstoke, cerca de Londres (Reino Unido) y en 2012 me sorprendieron con el *George Alcock Awards* por mis contribuciones.

Nos propusieron hacer un libro sobre cometas y asteroides para la colección de *Astromarcombo*, y cómo no, aceptamos muy ilusionados. En él explicamos técnicas y métodos de trabajo para observar estos enigmáticos objetos. Me tocó hacer la parte de definiciones y

Ramón hizo la parte técnica. Después lo puse todo en orden y bonito.

Quiero animar a todas las mujeres a observar el cielo, a hacer astronomía y divulgar ciencia. Y a los que decían que no duraría tres días, ya ven, aquí estoy, escribiendo sobre mi vida de astrónoma amateur en una revista para observadores de estrellas dobles.

Montse Campàs es una activa observadora de cometas, actividad que desarrolla desde el Observatorio Montcabrer que comparte con su esposo, Ramón Naves. Es coautora del libro "Cometas y asteroides" de la editorial Marcombo y en 2012 obtuvo el Premio George Alcock por sus aportaciones a la observación cometaria.

Montse impartiendo una de las conferencias invitadas en el III Congreso Pro-Am (Huesca, diciembre de 2019). Crédito: AAH.

