el observador de estrellas dobles



enero junio 2012 AÑO · IV

Medidas de dobles abandonadas de Espin y nuevos pares Juan-Luis Glez. Carballo

> Medidas de estrellas dobles desde el OACP: 4ª serie Edgardo R. Masa Martín

OAG Common Proper Motion Wide Pairs Survey I. Nolvabos, T. Tobal y X. Miret

Medidas de estrellas dobles Antonio Agudo Azcona, Margarita Granado ... y más

Nuevo par con elevado movimiento propio común Juan Lendínez Moral



Brian Mason escribe en OED

estrellas dobles astrográficas

por Edgardo Rubén Masa Martín

SSN 2387523-2008

NUEVA SECCIÓN ¿por qué observo estrellas dobles?

resultados de Cnc – Mus y nuevas campañas SEDA

WDS

PROYECTO SEDA-WDS





el observador

estrellas dobles revista dedicada a la observación, investigación y divulgación de las estrellas dobles año IV — número 8 — enero/junio 2012

ISSN 1989-3582

índice

	Editorial 3		
ACTUALIDAD	Noticias de actualidad del mundo de las estrellas dobles 4 por Francisco M. Rica	Nueva doble de movimiento propio común en Tauro 112 por Juan Lendinez Moral	
	Nuevas campañas del Proyecto SEDA-WDS y SEDA-WDS AUSTRAL 7	Estudio del sistema STF1341 (WDS 09227+5036) 115	
INVESTIGACIÓN	Programa de estrellas dobles en el USNO: catalogación y observación 12 por Brian D. Mason	Medidas de siete estrellas dobles. Reporte de agosto de 2011 122	
	OAG Common Proper Motion Wide Pairs Survey 16 por I. Novalbos, T. Tobal y X. Miret	GRB 34 (Gliese 15): doble de alto movimiento propio y las dificultades de	
	Resultados de la segunda campaña del Proyecto SEDA-WDS: Cnc y Mus 20	identificación de la componente C 130 por Óscar Lleixà Subirats	
OBSERVACIÓN	por <i>AA. VV.</i> Medidas CCD de estrellas dobles abandonadas de Espin: 2ª serie 26	La reducción astrométrica sobre imágenes POSS-II 135 por Ignacio Novalbos Cantador	METODOLOGÍA
	por Juan-Luis González Carballo Medidas CCD de estrellas dobles desde el OACP: 4ª serie 61	Solicitar informes de estrellas dobles al WDS 145 por Francisco M. Rica Romero	
	por Edgardo R. Masa Martín	STEIN: estrellas dobles astrográficas 151	HISTORIAS
	Medidas de estrellas dobles con Atik 16IC-S 103 por Antonio Agudo Azcona	¿Por qué observo estrellas dobles? 165 Firma invitada: Ignacio Novalbos Cantador	¿POR QUÉ?
	Astrometría de estrellas dobles desde cielos urbanos: 2ª serie 109 por Margarita Granado Sánchez-Toscano	La misión astrométrica <i>Gaia</i> de la ESA y las estrellas dobles 167 Firma invitada: <i>David Galadí-Enríquez</i>	FUERA DE FOCO
		63	

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: historia de la astronomía, observación visual o fotográfica, estudios astrométricos o fotométricos, análisis y exposición de técnicas, descubrimientos, presentación de programas informáticos útiles a los doblistas, artículos de opinión, etc.
- 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.
- 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) <u>en inglés y en cas-</u> <u>tellano</u>.
- OED tendrá una periodicidad semestral. La fecha límite de recepción de trabajos para el próximo número será el <u>1 de mayo de 2012</u>.

editorial

SIEMPRE NOS PASA LO MISMO. Cada vez que publicamos un número de el observiador quedamos exhaustos. Son muchas las semanas que dedicamos a recibir artículos, mantener contactos con los autores, concretar firmas invitadas... Y luego, siempre de repente, llega el momento más duro: revisar los contenidos y maquetarlos para que tengan la forma editorial de nuestra querida revista. Son incontables las horas que tenemos que dedicar a diseñar cada una de las páginas, a realizar las oportunas correcciones, volver a maquetar y de nuevo reali-

zar correcciones... La mayoría de los lectores no lo sabrán, pero en cada uno de los números puntualmente publicados nos hemos pasado noches y madrugadas enteras puliendo los mil y un detalles que pueden pasar por alto en primera instancia.

Una vez publicado un número de la revista dedicamos un par de meses a disfrutar, ya como simples lectores, de su contenido. Pero, de forma instintiva, transcurridas esas pocas semanas, algún resorte salta de nuevo en nuestras mentes: ¿habrá material suficiente, nuevo e interesante, para publicar en el siguiente número? Una vez conocida esa sensación, la inquietud se apodera de nosotros. Sentimos un horror vacui en nuestro interior que nos mantiene desconcertados.

Después, como por arte de magia, comienzan a recibirse trabajos. Casi todos los autores nos preguntan si creemos que el material merece la pena, si llegan a tiempo... Poco a poco comenzamos a tranquilizarnos al comprobar que, de nuevo, volverá a haber un nuevo número de el observador. Y vuelta a empezar: maquetar, diseñar, corregir... No obstante, en esta ocasión la recepción de artículos y trabajos para publicar ha desbordado, literalmente, nuestras más optimistas expectativas y con ello el trabajo que ha acarreado editar el número que tienes en tus manos o en la pantalla de tu ordenador o tableta. Como habrás podido comprobar, el n.º 8 de el observador tiene nada más y nada menos que 167 páginas. Lo consideramos un hito, como podréis comprender.

Transcurridos 8 números, cuatro años de andadura editorial por puro amor a las estrellas dobles, no podemos más que sentirnos satisfechos al ver que la semilla ha prendido. Sentimos que OED tiene ante sí una larga vida. Muchos observadores han publicado por primera vez en su vida sus medidas en esta revista, una labor que antes era más difícil por no existir ninguna que permitiera, en nuestra lengua, hacerlo. Y observamos que cada vez son más, en cada número comprobamos que aparecen nuevos nombres, algunos conocidos, otros no tanto, que quieren aportar su granito de arena en la investigación sobre las estrellas dobles.

Así que estamos doblemente (¡cómo no!) felices. Como siempre, agradecemos a todos los colaboradores de la revista su participación en ella. También agradecemos mucho el apoyo moral que muchos apasionados (o simplemente interesados) nos hacen llegar a través del correo-e o de comentarios en nuestros blogs. Gracias de corazón.

En lo que se refiere al contenido de este voluminoso número de OED, veréis que viene cargado de interesantes artículos. Permitidnos destacar una colaboración que estimamos sobremanera: **Brian D. Mason**, del Observatorio Naval de EE.UU., ha querido compartir con nosotros ciertas informaciones sobre los proyectos de investigación que se desarrollan en dicha institución. También lo han hecho los compañeros del Observatorio de El Garraf para detallarnos una de las muchas iniciativas que, con tanto éxito, están desarrollando. Y observaciones, muchas observaciones. Son varios los centenares de medidas que aporta este n.º 8 de OED. Todas ellas formarán parte del WDS y contribuirán al desarrollo de esta ciencia. ¿Hay mejor recompensa?

Por si fuera poco, estrenamos **nueva sección** que, estamos seguros, os gustará. En cada número preguntaremos a un destacado observador de estrellas dobles sobre una cuestión que, muchas veces, nos han hecho otros aficionados... **;por qué observo estrellas dobles?** Nachete Novalbos ha sido la persona elegida para tal singular estreno, nadie mejor que él para hacerlo.

Como ya dijimos en este mismo espacio hace seis meses, es nuestra intención alternar en cada número una entrevista a un destacado amateur con un repaso biográfico hacia los grandes doblistas históricos que nos antecedieron. En esta ocasión toca esto último y Edgar R. Masa presenta un detallado repaso a la vida y obra astronómica de Stein, a quien conoce bien.

Por último, permitidnos destacar que en la sección **FUERA DE FOCO**, seguimos contando con destacadas firmas, casi siempre procedentes del mundo profesional, que quieren colaborar con nosotros. En esta ocasión contamos con **David Galadí**, incansable divulgador de la ciencia y astrónomo del Observatorio de Calar Alto.

Nada más, sólo nos resta desearos un muy feliz año 2012 y que disfrutéis leyendo un nuevo número de el observador. Y también... ;cielos oscuros y llenos de estrellas! LOS EDITORES

director honorífico	Sr. D. José Luis Comellas García-Llera										
editores	Rafael Benavides Palencia Juan-Luis González Carballo Edgardo R. Masa Martín	rafaelbenpal@gmail.com struve1@gmail.com ermasa.dsa@gmail.com									
sitio web	www.elobservadordeestrellasdobles.wordpress.com										
colaboradores	Florent Losse (Francia), Rafael Caballero (E Francisco Violat Bordonau (España), Juan J Francisco M. Rica (España), Carlos A. Kraw Martine Castets (Francia), Bernard Tregon (López Borrega (España), Jesús R. Sánchez (Paco Bellido (España), Ignacio Novalbos (Es López (España-Australia), Ángel Otero (Esp (España), Tomás Vázquez (España), Miguel (España), Javier Armentia (España), Margar (España), Javier Armentia (España), Margar (España), Israel Tejera Falcón (España), Jos Brian D. Mason (EE.UU.), David Galadí (Esp Antonio Agudo (España)	spaña), José Martín Carro (EE.UU.), lordano (España), czenko (Argentina), (Francia), Ángel M. España), Óscar Lleixà Subirats (España), spaña), Ángel R. aña), Juan M.ª Díaz Muro (España), Ángel Gómez Roldán rita Granado (España), Pablo Santos Sanz sefina F. Ling (España), Rainer Antón (Alemania), paña), Juan Lendínez (España),									

con el apoyo de





Interferometría Speckle desde el Observatorio Naval de los Estados Unidos (Serie XVI)

Los conocidos Brian Mason, William Hartkopf y Gary Wycoff han presentado 1031 observaciones de estrellas dobles realizadas en el 2009. Para ello utilizaron la técnica speckle, usando el refractor de 66 centímetros del Observatorio Naval de los Estados Unidos. Cada observación speckle está compuesta por una combinación de unas 2000 imágenes de exposición corta. Las separaciones medidas oscilan entre los 0,15 y los 16,94 segundos de arco (mediana de 3,03"). El rango de magnitudes para la primaria es de 3,1-12,9 magnitudes.

Medidas fotométricas y astrométricas de estrellas binarias usando óptica adaptativa y el telescopio AEOS



El norteamericano Lewis C. Roberts ha presentado observaciones de estrellas binarias usando el sistema de óptica adaptativa en el telescopio AEOS de 3,6 metros (ver figura 1). Estas observaciones, realizadas en 2002, consisten en registros astrométricos y fotometría diferencial en banda I de 56 estrellas binarias. Estas observaciones permitirán calcular parámetros orbitales de las binarias y tipos espectrales de las componentes. Nueve sistemas binarios no habían sido observados desde hace más de 40 años y 8 de estos sistemas muestran movimiento propio común para sus componentes estelares.

Figura 1. Telescopio AEOS de 3,67 metros perteneciente al Laboratorio de Investigación de las Fuerzas Aéreas de los EEUU. Está situado en Hawai y es el telescopio más grande diseñado para el seguimiento de satélites artificiales. También se ha utilizado para realizar estudios astrométricos y fotométricos de sistemas estelares binarios.

el observador $n.^{o} 8 - 4$

Observación de la binaria enana marrón GJ569 usando técnicas de óptica adaptativa y lucky imaging

Un equipo de astrofísicos formado en su mayoría por españoles (entre ellos Rafael Rebolo) ha estudiado el potencial de combinar las técnicas de Óptica Adaptativa (OA) y Lucky Imaging (LI) para obtener imágenes de alta precisión astrométrica de la binaria enana marrón GJ659Bab. Para desdoblar esta binaria de 0,1" de separación se tomaron 50.000 imágenes en banda I con la cámara de LI FastCam colocada en el instrumento de OA, NAOMI, en el telescopio William Herschel (WHT). Las imágenes mostraron a la binaria como dos estrellas de magnitud I 13,86 y 14,48, separadas por 0,098". Los colores (I - J) medidos son consistentes con tipos espectrales M8,5-M9 para las componentes Ba y Bb. Este equipo de astrónomos determinó nuevos parámetros orbitales que están en buen acuerdo con la órbita previamente calculada.

Observaciones speckle con el instrumento Pisco. Medidas astrométricas de binarias visuales durante el 2009

Un grupo de astrónomos europeos (entre los que se encuentran Scardia y Bob Argyle) han presentado nuevas mediciones astrométricas de binarias visuales realizadas durante el 2009. Para ello usaron la cámara speckle PISCO acoplada en el telescopio Zeiss de 1,02 metros, situado en el Observatorio Astronómico de Brera (Merate, Italia). Las binarias observadas eran orbitales y binarias con movimiento incierto. En total obtuvieron 345 mediciones de 259 objetos cuyas separaciones angulares estaban entre los 0,18 y los 4,6 segundos de arco. La precisión alcanzada en estas medidas es de 0,011 segundos de arco. Estos astrónomos presentaron una posible nueva compañera para el sistema ADS 2377, así como nuevos cálculos orbitales para varios sistemas.

La órbita de Próxima Centauri

El astrofísico Martin Beech presenta posibles órbitas para el movimiento de las cercanas y conocidas estrellas Proxima Centauri y α -Centauri A/B (figura 2). Estas órbitas fueron calculadas en base a la física Newtoniana y al paradigma de la Dinámica Newtoniana Modificada (para más información consultar el enlace http://es.wikipedia.org/wiki/ Dinámica_newtoniana_modificada). Se asumió que α -Centauri A/B está en el periastro o muy próximo a él y se usaron los precisos valores de velocidad radial conocidos actualmente. Este astrónomo obtuvo mediante la física Newtoniana que Proxima podría ocupar una órbita descrita con un semieje mayor y excentricidad de (a, e) = (8.500 ua, 0,78) con un periodo de 53.500 años. Si limitamos el movimiento de Proxima usando la Dinámica Newtoniana Modificada entonces la órbita obtenida tiene valores (a, e) = (12.527 ua, 0,2).



Figura 2. Localización de la estrella Próxima Centauri. Esta estrella podría orbitar alrededor de α Centauri.

Estudio dinámico de la binaria visual separada 16 Cyg

Los astrofísicos de la Europa del Este, Kiselev y Romanenko, han empleado su famoso método de cálculo orbital (llamado AMP, "Parámetros de movimiento aparente") para estudiar los parámetros orbitales de la binaria separada 16 Cygni (figura 3). Para ello analizaron una serie de posiciones astrométricas realizadas durante los años 1960 y 2007 mediante fotografía. Usaron el refractor de 26 pulgadas del Observatorio de Pulkovo. Para calcular los posibles parámetros orbitales de 16 Cygni, utilizaron medidas de posición obtenidas en el Observatorio Dearborn, en el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO) y en el observatorio de Pulkovo además de la paralaje de Hipparcos y la velocidad radial relativa calculada por Hauser & Marcy en el Observatorio Lick. Los periodos obtenidos son mayores que 20.000 años, los semiejes mayores son superiores a 900 ua y las excentricidades superiores a 0,65.



Figura 3. Placa fotográfica procedente del DSS donde se muestra al brillante sistema binario 16 Cygni. Este sistema aumentó de forma importante su interés para los astrofísicos cuando se detectó un planeta con una órbita muy excéntrica.

MEDICIONES SPECKLE DESDE EL OBSERVATORIO NAVAL DE LOS ESTADOS UNIDOS

Los conocidos astrónomos Brian Mason y W. I. Hartkopf presentaron otro trabajo con 299 observaciones speckle de estrellas dobles. Estas observaciones fueron realizadas en el año 2008 empleando el telesco-



© USNO

pio reflector astrométrico Kaj Strand de 1,55 metros de diámetro y situado en la estación Flagstaff. Las separaciones angulares oscilan entre los 0,15 y los 9,88 segundos de arco con una separación mediana de 2,22 segundos de arco. Estas observaciones se centraron sobre sistemas abandonados, así como en sistemas con necesidad de mejora orbital. En este trabajo se determinaron nuevos parámetros orbitales para nueve binarias.

Brian Mason, William Hartkopf y G. L. Wycoff, además presentaron en el 2010, 3362 obser-

vaciones de estrellas dobles realizadas con el refractor de 26 pulgadas del USNO. Las separaciones de las binarias van desde los 0,78 a los 72,17 segundos de arco. De entre los pares observados, diez de ellos fueron resueltos por primera vez.

el observador **n**.º 8 – 6

OBSERVACIÓN SPECKLE DE BINARIAS DESDE EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL DE MÉXICO

Astrónomos pertenecientes al Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México han presentado su tercera entrega de mediciones de binarias mediante interferometría speckle. Las observaciones se realizaron durante agosto del 2010 con un telescopio de 1,5 metros y durante Noviembre de 2011 con un telescopio de 2,1 metros situado en el Observatorio Astronómico Nacional. Estos astrónomos presentaron 238 mediciones de 225 pares de estrellas con una magnitud límite para la primaria de 12,2. La mayoría de las binarias observadas tienen separaciones inferiores a 1". El error medio en separación es de 0,03" y de 1,5° en ángulo de posición.



El Observatorio Astronómico Nacional de San Pedro Mártir

(OAN-SPM) está situado en la ciudad de Puebla, en el estado mexicano de Tonanzintla. Es uno de los observatorios que forman parte del Observatorio Astronómico Nacional dependiente del Instituto de Astronomía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

En la actualidad el OAN-SPM cuenta con telescopios de 0,85, 1,5 y 2,1 metros. Algunos de estos telescopios son usados para el estudio de sistemas estelares binarios.

El telescopio de la imagen de la izquierda es el de 2,1 metros.

Astrónomos aficionados descubren dos nuevos planetas

Esta curva de luz pertenece a la estrella Kepler-9 y ha sido obtenida con el satélite Kepler. Curvas como estas son analizadas desde la iniciativa Planet Hunter

(www.planethunters.org) que permite que aficionados de todo el mundo ayuden a los astrofísicos a encontrar nuevos planetas.

¢

No siempre es necesario el más potente telescopio para encontrar otros mundos. En ocasiones, la pasión y la constancia son más importantes que el diámetro de una lente. Un grupo de astrónomos aficionados ha encontrado, con los datos proporcionados por la misión Kepler de la NASA, **dos planetas fuera del Sistema Solar.** Uno de ellos podría ser **rocoso y similar a la Tierra**, aunque, por desgracia, no se encuentra en la llamada «zona de habitabilidad», lo suficientemente cerca de su estrella para que el agua líquida y, por consiguiente, la vida tal y como la conocemos, puedan existir. Astrónomos de la Universidad de Yale han confirmado la existencia de los planetas (con una fiabilidad del 95%) y la investigación se publicará en la revista Monthly Notices de la Royal Astronomical Society (MNRAS).

El hallazgo fue realizado por participantes del proyecto online «Planet Hunters» (*Cazadores de planetas*). Desde entonces, 40.000 personas de todo el mundo han ayudado a los astrónomos profesionales a analizar la luz de 150.000 estrellas con

usuari dos p planet desde de los Los n con p que lo Sol, y a oche cias, u en tar tas g científ habita

la esperanza de encontrar planetas en su órbita. Los usuarios han revisado datos científicos reales recogidos por la misión Kepler de la NASA, que busca planetas fuera de nuestro Sistema Solar (exoplanetas) desde que fue lanzada en marzo de 2009. Y algunos de los aficionados han dado en el clavo.

Los nuevos candidatos a planetas orbitan su estrella con períodos que van de 10 a 50 días, mucho menos que los 365 días que tarda la Tierra en dar la vuelta al Sol, y tienen radios que varían de dos veces y medio a ocho veces el de la Tierra. A pesar de esas diferencias, uno de ellos podría ser un planeta rocoso similar en tamaño al nuestro -en comparación con los planetas gigantes gaseosos como Júpiter-, aunque los científicos creen que, al no encontrarse en su «zona habitable» no es candidato a albergar vida.

el observador n.º 8-7

Las dobles enganchan en la A. A. de Sabadell



Sede de la A. A. de Sabadell. © AAS

Como amantes de todo lo que tenga que ver con las estrellas dobles, nos gusta recibir noticias de grupos de observadores o asociaciones que destacan por sus trabajos en este campo. Y si esa agrupación es una de las que tiene más solera en el panorama nacional, pues mejor que mejor.

Y es que desde hace un tiempo viene funcionando un nutrido grupo de observadores interesados por las estrellas dobles dentro de la Agrupación Astronómica de Sabadell; esta asociación, con más de 1.000 miembros, es una de las más veteranas de España: fue fundada en 1960. El detonante para la creación de este grupo, y su participación en proyectos de investigación relacionados con las dobles, fue la impartición de un taller sobre este tema a comienzos de 2011 de la mano Ignacio Novalbos.

Actualmente ya son una docena los aficionados interesados, con Daniel Fernández al frente. Baste decir que sus aportaciones son cada vez más notables y, como botón de muestra, mencionaremos las medidas realizadas dentro del Proyecto SEDA-WDS; en concreto, dentro de la campaña de *Cancer* han remitido cuatro observaciones (que pueden consultarse en este mismo número de el observador de estrellas dobles), mientras que para la campaña recién finalizada de *Camelopardalis* sus aportaciones ascienden a nada menos que 35. Se evidencia un creciente interés con el paso de los meses.

Además de los particulares de cada participante del grupo, a su disposición tienen un instrumental de gran potencial: el de la propia Agrupación, entre ellos un telescopio de 50 cm de su observatorio al que acoplan para estos trabajos una CCD SBIG ST8XME.

Otro buen ejemplo del interés que despiertan las dobles dentro de esa Agrupación es el protagonismo que adquirió este tema en la XXII Convención de Observadores celebrada el pasado mes de noviembre, y es

que fueron muchas las ponencias que se desarrollaron sobre este

tema (entre ellas, algunas impartidas por T. Tobal, X. Miret y, por supuesto, Ignacio Novalbos).

No obstante, no podemos olvidar que la relación de la A.A.S. con las dobles viene de lejos. De hecho, uno de sus socios más celebres, nuestro Director Honorífico, D. José Luis Comellas, desarrolló una intensa labor investigadora y divulgativa relacionada con este campo de trabajo desde los años 70 del pasado siglo. Como botón de muestra, baste recordar que la primera edición del Catálogo de Estrellas Dobles Visuales del gran maestro fue publicado, precisamente, como monográfico de la célebre revista *Astrum* de esta asociación en 1973.

Desde OED queremos animar a los compañeros de Sabadell a seguir con estos excelentes trabajos, además de agradecer su participación en las diferentes campañas del Proyecto SEDA-WDS.

> El primer catálogo de Comellas (1973), publicado en un número especial de la revista de la Agrupación Astronómica de Sabadell *Astrum.* Cortesía de Joaquín Delgado y Juan Jordano. Reproducido con permiso de la AAS.





Una imagen de la pasada XXII Convención de Observadores de la AAS en la que las estrellas dobles tuvieron un importante protagonismo. En la imagen puede verse a T. Tobal haciendo una pregunta y a I. Novalbos como asistente. De pie, al fondo, Josep M.^a Oliver © AAS-Ramón Moliner.

Rafael Benavides Palencia Juan-Luis González Carballo Edgardo Rubén Masa Martín

presentación de la 4ª campaña del Proyecto SEDA-WDS

Uno de los objetivos que proponíamos en el planteamiento inicial del Proyecto de Seguimiendo 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 las constelaciones de Camelopardalis y Musca; es, pues, momento de presentar una nueva... y ya es la cuarta.

ESTE OBJETIVO se encamina a la consecución de uno de nuestros propósitos fundamentales: **reducir el número de estrellas dobles consideradas abandonadas**. Llegados a este punto quizá sea conveniente recordar, los **objetivos** del Proyecto SEDA-WDS:

I. Aportar datos actualizados al WDS.

2. Participar en un proyecto de colaboración Pro-Am de primer nivel.

3. Desarrollar un proyecto colaborativo entre la comunidad amateur internacional.

4. 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.

5. Fomentar el uso de las técnicas digitales que provienen del uso de las CCD para la realización de astrometría de estrellas dobles, un campo particularmente olvidado entre los amateurs.

6. Publicar los resultados obtenidos en la revista "El Observador de Estrellas Dobles" para que sean incluidos en el WDS.

Para el desarrollo de este proyecto se procede a la selección de sistemas dobles y múltiples que cumplan con **una serie de requisitos** y que permitan a la mayoría de aficionados dotados de cámaras de captación de imágenes digitales obtener resultados de calidad suficiente como para ser incluidos en el WDS.

- Estrellas de magnitud inferior a la 16ª.
- Pares más abiertos que 1".
- Estrellas dobles no medidas con posterioridad a 1970.

Como puede observarse en los criterios anteriormente expuestos, para la presente campaña se ha considerado adecuado **mantener la modificación que planteábamos en la anterior campaña**, en aras de explotar el potencial del instrumental de algunos de los colaboradores que, en los últimos seis meses, se han



sumado a esta iniciativa. Por ello, se procedió a **reducir la separación** (valor rho) de los pares objeto de estudio, pasando de los \geq 3" originales a \geq 1". Esta ligera modificación de criterios hace crecer aún más el interés científico de SEDA-WDS al aumentar notablemente el campo de las estrellas dobles, precisamente las más interesantes y abandonadas.

En la presentación de la 1^a campaña se hacían las oportunas **recomendaciones metodológicas** (uso de software adecuado, presentación y envío de las medidas, etc.), por lo que aconsejamos al observador interesado que visite la página web del Proyecto para tener una mayor información al respecto; no obstante, recordamos que existen dos programas específicos para la realización de la astrometría que permiten obtener los valores theta y rho de cada sistema: para la absoluta recomendamos el uso de **Astrometrica**, mientras que para la relativa el archiconocido **Reduc**, de nuestro colaborador y amigo Florent Losse.

Puesta al día

En este mismo número de el Observador de estrellas dobles presentamos los resultados de la segunda campaña del Proyecto SEDA-WDS, corres-



pondiente a la que se desarrolló durante el segundo semestre de 2010, centrada en la constelación de Cáncer.

Como podréis ver en el artículo referido, hemos recibido un buen puñado de mediciones CCD realizadas por varios observadores independientes. Nos llena de satisfacción ver que el Proyecto no ha caído en saco roto y que hay doblistas interesados. Al igual que ocurrió en la campaña anterior, algunos de los observadores que han participado en la campaña eran novatos en estas lides y se puede decir que ya dominan la técnica. Desde aquí les animamos a continuar y les agradecemos sinceramente su colaboración. Sus medidas aparecerán individualmente en el WDS (para algunos será la primera vez), lo cual debe significar para ellos un merecido premio a su labor.

No obstante, anticipamos que la participación en esta 2ª campaña ha sido menor que en la anterior. Las causas son variadas pero, sin duda alguna, mucho ha tenido que ver la nefasta meteorología que hemos padecido durante la mayor parte de este invierno y primavera. De hecho, los propios coordinadores del Proyecto se las han visto y deseado para poder dedicar alguna noche a estos menesteres. Por ello nos tranquiliza ver que, con mejores condiciones atmosféricas y, posiblemente, gracias a la elección de una

constelación mejor situada en el cielo, la 3ª campaña (Camelopardalis) ha supuesto un subida importante en el número de observadores participantes y de medidas enviadas. Tomamos la presente campaña, por tanto, con más ganas que nunca.

Por lo que se refiere al hemisferio sur, nuestros compañeros argentinos han estado trabajando durante la segunda campaña del Proyecto SEDA-WDS Austral, dedicada a la constelación de Musca, con esmero y gran dedicación, refinando sus técnicas y participando en interesantes debates. Se han recibido sus observaciones que serán publicadas en el próximo número de OED y, por tanto, insertadas en el WDS.

La presente campaña

Para el semestre de enero/junio de 2012 hemos procedido a seleccionar las 43 estrellas dobles del WDS que cumplen los requisitos del Programa en la constelación del Lince (Lynx), para el hemisferio norte, y 23 en el Compás (Circinus), en el sur. Ambas estarán perfectamente situadas en los cielos de finales

del invierno/primavera (en el caso boreal) o verano/ otoño (para el austral).

Como las campañas tienen una duración de 6 meses, los resultados deberán enviarse en el formato adecuado antes del 30 de junio de 2012 (la tabla de Excel para enviar los resultados puede obtenerse en la página web del Proyecto). Recordamos que las medidas enviadas por cada observador aparecerán publicadas en OED conservando su autoría individual. A este respecto, nos gustaría hacer una aclaración (que ya fue oportunamente comunicada en la sección "Al día" de la página web del Proyecto y que, además, se concreta en el artículo de las medidas de la 2ª campaña de este mismo número). Uno de los propósitos que nos planteábamos inicialmente con este Proyecto era que las medidas enviadas por cada autor con-

> servaran su identidad personal al ser remitidas al WDS. Sin embargo, tras la publicación de los resultados de la 1ª campaña (OED n.º 7) resultó que el USNO no lo hizo, a pesar de que así fueron publicadas en el referido artículo. Puestos en contacto con Mr. Brian Mason (del USNO) nos aclaró que no se pueden asignar diferentes códigos a medidas publicadas en un mismo artículo. Por tanto, lamentamos no poder cumplir nuestra promesa original por causas totalmente ajenas a nuestra voluntad. No obstante, ello no

resta interés científico al Proyecto dado que se asienta sobre dos pilares básicos: calidad de las medidas y cooperación entre los observadores, pues sólo así será posible colaborar en la reducción de las lagunas observacionales de los catálogos profesionales.

Remitimos a los astrónomos interesados a la web oficial del Proyecto para poder conocer de forma detallada los sistemas seleccionados y poder descargarse los listados completos (tanto boreales como australes) ordenados por separación (rho) o por AR.

No es necesario modificar excesivamente la rutina de trabajo de un observador que, por ejemplo, suele dedicar su tiempo de observación a realizar astrometría y/o fotometría de asteroides, cometas, estrellas variables o supernovas; simplemente se trata de dedicar parte del tiempo al apasionante mundo de la astrometría de estrellas dobles, uno de los campos de trabajo más puramente astronómicos que, en el caso de los amateur, presenta una idoneidad de difícil parangón. 🕑

toda la información y listados completos para descargar en la página web del Proyecto: https://sites.google.com/site/sedawds

seleccionadas para la presente campaña son: Lynx (43 sistemas), para el norte, y Circinus (23), para el sur

Las constelaciones

BEDA WDS	1 ^{er} semestre 2012 Lynx (orden ascendente de rho)

									1			1		
Id. WD S	Desc.	Rho	Theta	Mg. A	Mg. B	N°	Última	AR	DEC	DWA AR	DWA DEC	DUB AR	DWB DEC	Coord. precisa
07143+5515	A 1576	1,00	236,00	9,10	13,90	2	1919	07h14m15s	+55°15'08"	151	-32			sí
07556+5131	HU 712	1,10	151,00	9,31	13,50	3	1945	07h55m33s	+51°30'40"	-27	-23			sí
08215+4012	A 2363	1,20	345,00	9,19	14,00	2	1919	08h21m31s	+40°11'48"	-5	-4			sí
09168+4040	COU 19BC	1,50	344,00	12,50	13,00	1	1961	09h16m45s	+40°39'59"					sí
06438+5108	LDS6200	1,80	0,00	12,40	14,90	0	1960	06h43m49s	+51°08'20"	97	-917			sí
07375+4437	A 2126	1,80	210,00	8,20	14,90	2	1923	07h37m30s	+44°37'15"	10	2			sí
07342+4609	A 2047	2,00	257,00	7,30	13,50	2	1921	07h34m09s	+46°09'03"	-31	-36			sí
07405+4136	LDS6208	2,00	330,00	11,44	11,78	1	1960	07h40m35s	+41°35'42"	234	-319	208	-282	sí
08055+4321	A 2470	2,00	131,00	9,28	12,20	3	1933	08h05m32s	+43°21'01"	-48	49			sí
09124+3621	ES 296BC	2,00	126,00	12,20	13,70	2	1924	09h12m26s	+36°21'05"	-4	-4			sí
06180+5910	STI 594	2,20	164,00	11,78	13,30	1	1906	06h17m57s	+59°10'05"					sí
07313+5721	STI2190	2,40	353,00	12,50	12,60	1	1911	07h31m14s	+57°20'22"			-6	77	sí
06534+5103	FOX 61	2,50	171,00	9,60	11,90	1	1925	06h53m00s	+51°03'00"					no
07419+3709	BRT2218	2,60	25,00	12,45	12,68	1	1929	07h41m51s	+37°09'01"					sí
07523+3717	BRT2592	2,60	351,00	11,83	12,61	2	1950	07h52m20s	+37°17'03"					sí
08197+3737	PTT 20	2,60	185,00	10,20	10,20	1	1917	08h19m00s	+37°37'00"					no
06311+5654	STI2144	2,80	348,00	11,20	11,50	1	1912	06h31m13s	+56°54'30"	6	-8			sí
09134+4211	LDS3864	3,00	340,00	14,60	15,40	1	1960	09h13m22s	+42°11'29"	-320	-461	-320	-461	sí
06252+5540	A 1731	3,30	314,00	9,78	13,90	2	1919	06h25m13s	+55°39'41"	-8	6			sí
07460+4732	LDS3760	4,00	97,00	14,00	15,70	1	1960	07h46m04s	+47°31'42"	-182	-117	-182	-117	sí
08251+5603	STI2206	4,10	291,00	11,21	12,20	1	1910	08h25m08s	+56°02'30"	0	-6			sí
06526+5820	STI2163	4,50	88,00	11,68	12,50	3	1911	06h52m33s	+58°20'04"	-10	-81			sí
08364+3703	SEI 506	4,80	175,00	11,00	11,00	1	1895	08h36m22s	+37°02'41"					sí
08223+5034	HJ 2440	5,40	255,00	11,56	13,70	2	1909	08h22m15s	+50°33'40"	1	2			sí
08149+3823	MLB 837	5,50	81,00	11,00	12,00	1	1933	08h14m00s	+38°23'00"					no
09047+3441	ALI 122	5,70	32,00	12,79	12,86	1	1933	09h04m41s	+34°40'51"					sí
07239+5808	STI2186	7,00	200,00	11,72	13,20	1	1915	07h23m55s	+58°07'55"	17	-22			sí
06230+5457	STI2142	7,70	12,00	11,28	11,60	2	1910	06h23m04s	+54°56'39"	1	-15			sí
07000+5913	STI 631	8,30	76,00	12,41	12,40	1	1914	07h00m10s	+59°13'25"	-4	-5			sí
09015+3604	ALI 354	9,10	55,00	11,65	11,80	1	1932	09h01m29s	+36°03'50"	17	-13			sí
06243+6006	STF 887	9,30	176,00	11,05	12,90	4	1922	06h24m19s	+60°07'23"	14	-21			sí
06361+6024	STI 613	10,70	127,00	12,40	13,90	2	1923	06h36m08s	+60°24'28"					sí
06323+5521	STI2146	11,40	235,00	12,16	12,60	2	1918	06h32m17s	+55°21'15"					sí
07307+5532	STI2189	12,50	56,00	13,30	13,30	1	1910	07h30m40s	+55°31'43"	76	500			sí
06212+6120	STI 597	12,70	124,00	11,97	12,00	1	1905	06h21m13s	+61°19'25"	1	-7			sí
06383+5611	STI2153	12,70	356,00	11,58	12,00	2	1918	06h38m10s	+56°10'13"	-25	18			sí
08169+3331	SEI 490AB	16,00	133,00	11,00	11,00	1	1894	08h16m48s	+33°30'41"					sí
08419+3546	SEI 508	25,70	61,00	11,00	11,00	1	1895	08h41m53s	+35°45'59"					sí
08169+3331	SEI 491AC	28,10	141,00	11,00	11,00	1	1894	08h16m48s	+33°30'41"					sí
06573+5825	STT 159AC	29,00	346,00	4,45	12,20	4	1924	06h57m16s	+58°25'23"	-5	-133			sí
07299+4940	BUP 102BC	110,80	150,00	10,09	11,80	1	1909	07h29m40s	+49°42'01"	-9	-19			sí
09006+4147	BUP 122AB-D	146,00	117,00	4,03	10,80	3	1923	09h00m38s	+41°47'00"	-440	-246	-32	-4	sí
00006+4147	STT 566AB-E	227.00	107.00	4.03	10.50	6	1023	00h00m38s	+41°47'00"	440	-246	2	-25	cí

Tabla generada mediante la web de Sebastian Caille: http://doublestars.free.fr/index.htm y actualizada a través del WDS



1^{er} semestre 2012 Circinus (orden ascendente de rho)

4									1					
Id. WD S	Desc.	Rho	Theta	Mg. A	Mg. B	N°	Última	AR	DEC	pmA AR	pmA DEC	pmB AR	pmB DEC	precisa
15056-6110	B 1770	2.50	117.00	9.10	12.80	1	1930	15h05m38s	-61°10'23"	-3	-10			sí
15028-5757	JSP 646AB	2.70	116.00	10.70	14.40	2	1947	15h02m00s	-57°57'00"					no
14500-6220	RST5008	2.80	114.00	7.40	12.30	2	1966	14h50m01s	-62°19'50"	-6	-9			sí
13591-6554	MLO 55	3.10	156.00	12.33	12.11	1	1893	13h59m10s	-65°53'24"					sí
14558-5804	JSP 644	3.10	110.00	9.90	14.40	2	1947	14h55m47s	-58°04'46"	-12	-10			sí
15132-5701	BRT2815	3.20	112.00	12.47	12.53	1	1924	15h13m18s	-57°00'14"					sí
14056-6725	DON 638	3.70	227.00	10.42	15.20	2	1970	14h05m39s	-67°25'02"	-12	-4			sí
14036-6803	DON 637	4.50	338.00	8.99	15.30	2	1969	14h03m36s	-68°03'20"	-8	4			sí
14413-6437	BRT2008	4.70	188.00	11.53	11.90	1	1894	14h41m13s	-64°37'06"	-3	0			sí
15188-6030	1370AB	5.30	115.00	5.50	12.00	5	1934	15h18m49s	-60°29'46"	0	4			sí
14105-7018	DON 646AB	5.30	161.00	6.05	15.00	2	1948	14h10m30s	-70°18'19"	-6	-10			sí
14195-6838	1325BC	8.00	223.00	11.00	11.00	5	1902	14h19m38s	-68°37'28"	0	29			sí
14537-5612	JSP 927	8.50	358.00	8.97	14.50	1	1929	14h53m39s	-56°12'02"	24	8			sí
14105-7018	DON 646AC	8.70	144.00	6.05	15.10	2	1948	14h10m30s	-70°18'19"	-6	-10			sí
14506-6427	LDS 506	9.00	225.00	14.90	17.40	1	1920	14h50m00s	-64°27'00"	-50	-87			no
14271-6452	WFC 148	9.50	175.00	10.90	12.40	2	1893	14h27m04s	-64°51'51"	-6	-1			sí
14359-6958	DON 664	10.00	194.00	7.80	14.80	2	1948	14h35m54s	-69°58'13"	0	-10			sí
13599-6909	LDS 465	17.00	135.00	13.80	14.70	1	1920	13h59m50s	-69°09'58"	-115	-80			sí
15144-5752	LDS 521	22.00	315.00	15.80	16.60	1	1920	15h14m00s	-57°52'00"	-138	-116			no
14158-6734	LDS 481	35.00	135.00	10.69	12.40	1	1920	14h15m41s	-67°34'01"	-128	-20			sí
14313-6743	HDO 231AB	35.40	194.00	5.83	14.00	4	1901	14h31m16s	-67°43'01"	42	-62			SÍ
14195-6838	1325AC	44.80	44.00	8.75	11.00	5	1902	14h19m32s	-68°38'08"	-53	-40			sí
14053-6726	LDS 471	62.00	180.00	10.55	13.20	1	1920	14h05m15s	-67°25'49"	-80	7			sí
					Tabla ger	ne rada	a mediante	la web de Sebastia	an Caille: http://	/doublestar	s.free.fr/index	htm y actu	alizada a trav	és del WDS

Programa de Estrellas Dobles en el Observatorio Naval de EE.UU.:

catalogación y observación



por Brian D. Mason Observatorio Naval de EE.UU. (USNO)

3450 Massachusetts Avenue, NW, Washington, DC, 20392-5420 Correo-e: bdm@usno.navy.mil

I. Catálogos de Estrellas Dobles

El Washington Double Star (en adelante WDS¹, ver Mason *et al.* 2001a) Catalog ha sido el depósito oficial de observaciones de estrellas dobles para la Comisión 26 desde la Asamblea General de 1964 (IUA, 1966). A fecha 1 de octubre de 2011 el WDS

contiene 817.749 posiciones medias de 115.524 pares. La figura 1 ilustra el crecimiento del WDS resaltándose las cifras de las versiones mayores del catálogo. La inclusión del WDS en VizieR y su disponibilidad en Aladin ha supuesto un gran beneficio para los observadores, siendo éste el método más frecuente de acceder al WDS: se generan rutinariamente alrededor de 100.000 consultas al mes. Las peticiones de los datos históricos para realizar estudios detallados de pares específicos ascienden aproximadamente a 1000 por año. Se ha hecho un considerable esfuerzo en la identificación de pares conocidos como ópticos o físicos. De los alrededor de 102.000 pares contenidos en la última versión mayor del catálogo (2006,5), el 1,3% fueron identificados como

ópticos y el 1,8% como físicos. En el actual WDS el 2% son ópticos y el 7,8% son físicos. Aunque desconocemos aún la naturaleza de la mayoría de los pares, las estadísticas están mejorando. Los sistemas con soluciones cinemáticas más completas pueden encon-





el observador **n**.º 8 – 12



trarse en el Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars² (Hartkopf *et al.* 2001a, 2236 órbitas de 2127 sistemas) y en el Catalog of Rectilinear Elements (Hartkopf *et al.* 2011, 1267 soluciones lineales de pares ópticos o sistemas físicos de largo periodo). En estos dos catálogos se ha dado un similar crecimiento al del WDS, así como en el Third Photometric Magnitude Difference Catalog³ (Worley *et al.* 2001) y en el Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars⁴ (Hartkopf *et al.* 2001b). Todos ellos se mantienen en el US Naval Observatory (en adelante USNO) y componen el juego de catálogos considerados parte del conjunto WDS.

2. Interferometría Speckle.

La principal técnica observacional de estrellas dobles usada por el USNO continúa siendo la interferometría speckle. Nuestra cámara speckle principal ha sido usada sobre los telescopios gemelos de 4 metros (158") de Cerro Tololo y Kitt Peak (Mason *et al.* 2011a, N = 2326), así como sobre el telescopio de 100" del Mt. Wilson Observatory (Hartkopf & Mason 2009, N = 807), en el telescopio de 82" del McDonald Observatory (Mason *et al.* 2001b, N = 621), en el te-

lescopio de 61" del USNO Flagstaff Station (Hartkopf & Mason 2011, N = 656) y en el telescopio de 26" de Washington (Mason et al. 2011b, N = 19.676). También mantenemos una cámara secundaria menos compleja usada sobre el 26" (Mason et al. 2011c, N = 5044). La cámara principal, sobre el 26", es capaz de observar pares con separaciones por debajo del límite de Rayleigh de 200 milisegundos de arco. La cámara secundaria raramente se aventura por debajo de 1 segundo de arco. Típicamente, las campañas de observación con telescopios grandes se han concentrado sobre sistemas de interés astrofísico. Aquí se incluyen los nuevos descubrimientos y las denominadas "estrellas problema" de los satélites Hipparcos y Tycho, análisis orbital de sistemas y conjuntos de distintas clases de objetos: estrellas masivas, rojas, blancas y subenanas, así como extensos estudios de enanas G, las cuales incluyen muchas anfitrionas de exoplanetas. En 2001 definimos una nueva clase de pares denominados "abandonados", incluyéndose en esa categoría todos aquellos que aún están sin confirmar o no han sido observados en diez o más años. El programa sobre el 26" se ha centrado sobre estos pares y en las observaciones de mantenimiento. En éstas se incluyen especialmente pares brillantes adecuados para la navegación o listas especiales preparadas anualmente para el



Figura 2. En el gráfico se muestra la distribución de porcentajes de las separaciones de los pares observados con varios telescopios y detectores. La primera columna de la izquierda indica el rango de separaciones obtenidas con la cámara speckle secundaria montada en el refractor de 26" de Washington. Progresivamente, hacia la derecha, se representan las separaciones obtenidas con el 26" y con los demás grandes telescopios enumerados en el texto, usando la cámara principal. El alto porcentaje de pares sin resolver observados con los telescopios de 82" y 100" se debe a aquellos programas de observación que consumen un tiempo sustancial examinando las nuevas binarias de Hipparcos y las "estrellas problema".



Figura 3. A la izquierda (**figura 3a**) se representa la órbita relativa de HR 4365 = WDS 11159+1318. La curva sólida es la nueva órbita, mientras que la curva a trazos es la órbita de Mason et al. (1997). Los círculos vacíos son medidas de interferometría speckle y los círculos sólidos representan las nuevas medidas procedentes del NOI. Los puntos de datos están conectados con sus posiciones previstas por medio de líneas O-C. El círculo grande sombreado, centrado en el origen, es el límite de resolución de un telescopio de 4 metros. Los ejes a la izquierda y abajo dan la escala del gráfico en segundos de arco y la orientación y dirección del movimiento se indica abajo a la derecha. El gráfico de la derecha (**figura 3b**) es la nueva órbita de HR 7272 = WDS19091+3436 junto a la órbita de Hartkopf et al. (2000). Todos los símbolos son idénticos a los de la figura 3a, excepto los círculos sólidos que ahora representan medidas SFP (separated fringe packet measures) (para una explicación detallada de esta técnica ver Farrington et al. 2010) obtenidas con el CHARA Array.



"Observer's Handbook" y el "Astronomical Almanac", así como pares cuya previsión de movimiento es relativamente rápido en el calendario anual.

3. Otros métodos de observación.

Para observar diferentes objetos o los mismos objetos con diferentes capacidades, hemos tenido una activa colaboración con Andrei Tokovinin; hemos trabajado con él recientemente en la observación de 1246 pares (Tokovinin et al. 2010) usando la HRCam sobre el telescopio SOAR de 4,2 metros. Hemos trabajado también con dos de los principales interferómetros ópticos, el Navy Optical Interferometer en Flagstaff, Arizona (en adelante NOI), y el CHARA Array en el Monte Wilson, California. Ambos programas de interferometría óptica se han centrado principalmente en pares detectados mediante interferometría speckle, siendo ahora observados con la más alta precisión, exactitud y resolución. Un ejemplo de órbitas mejoradas con estos instrumentos se presenta en la figuras 3a y 3b (página anterior). Estos proyectos siguen en cur-SO.

Cuando el Teniente Matthew Fontaine Maury, primer superintendente del US Naval Observatory, inició su cargo en 1846, las estrellas dobles fueron mencionadas como objetos a observar por el USNO. A varios niveles de dedicación y por múltiples técnicas, hemos continuado observando estrellas dobles desde entonces. Medio siglo atrás añadimos el mantenimiento de la base de datos de estrellas dobles a nuestra carga de tareas. Nuestro trabajo en todas estas áreas continúa. @

Referencias

Farrington, C.D., ten Brummelaar, T.A., Mason, B.D., Hartkopf, W.I., McAlister, H.A., Raghavan, D., Turner, N.H., Sturmann, L., Sturmann, J. & Ridgway, S.T. 2010, AJ 139, 2308 Brian Mason impartiendo una ponencia en la CCXV Reunión de la American Astronomical Society (Washington, enero de 2010). (Cortesía del autor).

Hartkopf, W.I. & Mason, B.D. 2009, AJ 138, 813

- Hartkopf, W.I. & Mason, B.D. 2011, AJ 142, 56
- Hartkopf, W.I., Mason, B.D., McAlister, H.A., Roberts, L.C., Jr., Turner, N.H., ten Brummelaar, T.A., Prieto, C.M., Ling, J.F. & Franz, O.G. 2000, AJ 119, 3084
- Hartkopf, W.I., Mason, B.D. & Worley C.E. 2001a, AJ 122, 3472
- Hartkopf, W.I., Mason, B.D., Wycoff, G.L., & Kang, D. 21 July 2011 version⁵
- Hartkopf, W.I., McAlister, H.A. & Mason, B.D. 2001b, AJ 122, 3480
- International Astronomical Union, 1966, Transactions of the IAU, Vol. 12B, 267
- Mason, B.D., Hartkopf, W.I., Holdenried, E.R. & Rafferty, T.J. 2001, AJ 121, 3224
- Mason, B.D., Hartkopf, W.I., Raghavan, D., Subasavage, J.P., Roberts, L.C., Jr., Turner,
- N.H. & ten Brummelaar, T.A. 2011a, AJ 142, 176
- Mason, B.D., Hartkopf, W.I. & Wycoff, G.L. 2011b, AJ 141, 157
- Mason, B.D., Hartkopf, W.I. & Wycoff, G.L. 2011c, AJ 142, 46
- Mason, B.D., McAlister, H.A., Hartkopf, W.I., Griffin, R.F. & Griffin, R.E.M. 1997, AJ 114, 1607
- Mason, B.D., Wycoff, G.L., Hartkopf, W.I., Douglass, G.G. & Worley, C.E. 2001a, AJ 122, 3466
- Tokovinin, A., Mason, B. & Hartkopf, W. 2010, AJ 139, 743
- Worley, C.E., Mason, B.D. & Wycoff, G.L. 2001, AJ 122, 3482

Notas

¹http://ad.usno.navy.mil/wds/wds.html ²http://ad.usno.navy.mil/wds/orb6.html

- ³http://ad.usno.navy.mil/wds/dm3.html
- ⁴http://ad.usno.navy.mil/wds/int4.HTML
- ⁵Ver http://ad.usno.navy.mil/wds/lin1.html.

Traducción: Edgardo Rubén Masa Martín

OAG Common Proper Motion Wide Pairs Survey

por I. Novalbos, T. Tobal y X. Miret Observatori Astronòmic del Garraf

Correo-e: informaciooag@gmail.com



Introducción histórica

Los movimientos propios estelares fueron puestos de manifiesto por Edmund Halley durante la segunda mitad del siglo XVIII. Al comparar las posiciones estelares del catálogo del "Almagesto" de Ptolomeo (siglo II) con las del catálogo de Flamsteed (siglo XVIII) se dio cuenta de que existían diferencias significativas solamente en algunas de ellas. Además, algunas de estas diferencias eran tan grandes que no podían ser atribuidas a errores en la astrometría. La incorporación de los movimientos propios estelares a la teoría astronómica supuso una ruptura con la idea clásica de una esfera celeste de estrellas fijas.

Hacia finales del siglo XVIII, W. Herschel, mientras trabajaba en la búsqueda de la paralaje estelar, descubrió las estrellas dobles en su concepción moderna. Algunas de ellas mostraban órbitas en torno a un centro de masas común. Son las binarias orbitales. Otras, más separadas, seguían trayectorias lineales similares que ponían de manifiesto algún tipo de vínculo gravitatorio entre ellas. Son las binarias de movimiento propio común (MPC). Finalmente, había un tercer grupo con trayectorias no vinculadas que hoy día conocemos como dobles ópticas.

El primer gran catálogo de estrellas con MPC se atribuye a S.W. Burnham quien a principios del siglo XX, incluyó 360 parejas con la denominación "Common Proper Motions", en su "General Catalogue of Double Stars". Es justo mencionar también el trabajo de H. Giclas que a mediados de siglo XX incluyó 197 parejas con la denominación "Giclas Double

Stars" en su "Proper Motions Survey". Pero fue W.J. Luyten quien numéricamente hizo la contribución más importante a los movimientos propios estelares con un trabajo perseverante que lo tuvo ocupado durante buena parte del siglo XX. Le preocupaba la falta de conocimiento de la población estelar próxima a nuestro Sol y trabajó sobre el concepto de movimientos propios reducidos, o dicho de otra manera, de la relación entre los movimientos propios estelares y la magnitud absoluta y relativa de estas estrellas como condición para obtener la distancia estelar. Para ello necesitaba un censo lo más grande posible de estrellas con movimiento propio. Mediante el blinking de imágenes de diferentes épocas fue compilando material que finalmente quedó estructurado en diversos catálogos: LFT (Luyten Five Tenths), el año 1955 con 1.849 estrellas, LTT (Luyten Two Tenths), el año 1961 con 16.994 estrellas.

Posteriormente se publicaron las nuevas versiones de estos catálogos: LHS (Luyten Half Second) con 3.583 estrellas y NLTT (New Luyten Two Tenths) con 58.000 estrellas. Algunas de estas estrellas tienen carácter binario y están incluidas en el catálogo LDS (Luyten Double Stars) que contiene 6.170 parejas.

OAG CPMWPS /Common Proper Motion Wide Pairs Survey

Durante el año 2008 el OAG participó en el

llamado "Garraf Survey", coordinado por el Dr. J. A. Caballero del Centro de Astrobiología (CSIC-INTA), Madrid (España). En este trabajo se buscaron, con ayuda de las herramientas del Observatorio Virtual, compañeras con MPC de casi 2000 estrellas NLTT de entre 500 y 1000 msa/año. Se detectaron 160 candidatas y 6 nuevas parejas actualmente en estudio. La experiencia acumulada permitió iniciar ese mismo año el "OAG-CPM Wide Pairs Survey" (CPMWPS). Para ello se contó con varios equipos de observadores que fueron previamente formados en la metodología de prospección y recogida de datos específicos de este proyecto y a los cuales les fueron asignados los distintos sectores a estudiar (tabla 1).

- OAG/Col. (X.Miret, T.Tobal, I.Novalbos, J.A.Santos, N.Miret)
- Obs.Fabra (A.Bernal, A.M.Tamayo, M.Bernal, D.Castellà)
- AAS (C.Schnabel, T.Galera, M.Correa, N.Franc, R.Saura, F.Salado, C. Fàbregas, M.Ustrell, Ll.Ribé, A.Oliva, J.Alonso, E.Arredondo)
- Grupo El Bierzo: (J.Valero, F.Esteban, J.Rojo)
- J. Alonso, L. Alonso
- Soporte informático. (I Novalbos, J.A. Santos)
- Equipos participantes: 5
- Total observadores: 26

El **OAG-CPMWPS** es un survey clásico, concebido de una manera muy similar a las prospecciones fotográficas de estrellas dobles llevadas a cabo en la Carta del Cielo. Es decir, partiendo de atlas fotográficos y analizando placas obtenidas en diferentes épocas. Esto significa que su elaboración parte de la idea de explorar de manera sistemática y visual la zona



Figura 1. Comparador de Parpadeo (Observatorio Lowell).

escogida del cielo, con el objetivo de localizar nuevos pares de movimiento propio común. Éste método "visual" permite la detección de pares que nos pasarían desapercibidos trabajando con otros métodos como pueden ser el cruce de catálogos o las prospecciones automatizadas de los mismos. Para la prospección visual se trabaja a partir de imágenes cuadradas con un campo aparente de 1 minuto de Ascensión Recta por 15' de Declinación y que dentro del entorno del Survey son denominadas Basic Prospection Unit o BPU.

FECHA DE INICIO	SECTOR	OBSERVADOR/EQUIPO	OAG CÓDIGO	USNO/WDS CÓDIGO
Enero 09	00h+20°	1.Miret	XMI	XMI
Abril 09	01h+20º	1.Miret	XMI	XMI
Junio 09	02h+20°	1.Miret	XMI	XMI
Septiembre 09	03h+20º	1.Miret + 4 Bernal	XMI	XMI+ABL
Marzo 11	04h+20°	4.Bernal	ABL	ABL
Noviembre 10	00h-20º	5. Ribé	RIB	XXX
Enero 10	01h-20º	3.Alonso	ALO	XXX
Enero 10	02h-20º	4.Bernal	ABL	ABL
Enero 10	03h-20º	4.Bernal	ABL	ABL
Enero 10	04h-20º	6. Galera et al.	GAR	(GAR)
Marzo 11	05h+20°	4.Bernal	ABL	ABL
Enero 10	05h-20⁰	4.Bernal + 7.Oliva	OLV+ABL	ABL+(OLV)
Febrero 10	06h-20º	8.Novalbos	NVL	NVL
Enero 10	07h-20⁰	9.Arredondo	ARR	(ARR)
Febrero 10	08h-20º	4.Bernal	ABL	ABL
Marzo 10	09h-20º	10.Valero	JVA	(JVA)
Junio 10	10h-20º	4.Bernal	ABL	ABL
Septiembre 10	08h+20°	4.Bernal	ABL	ABL
Septiembre 10	08h+20°	4.Bernal	ABL	ABL
Marzo 11	10h+20º	4.Bernal	ABL	ABL
Diciembre 10	11h+20º	11. Miret N + 4.Bernal	NMI+ABL	(NMI)+ABL
	Coordinación	2. Tobal	TOB	TOB
	AAS contacto	Schnabel	SCH	SCH
Revisado noviembre 2011				

 Tabla 1. Investigadores del proyecto y sectores observados.

Básicamente se trata de utilizar una metodología que emula a la utilizada usando "Microscopio el Blink" 0 "Comparador de parpadeo", un instrumento usado de manera habitual por los profesionales de principios del siglo XX (figura 1).

Con este instrumento se pueden observar, alternándose rápidamente, dos imágenes de la misma región del cielo pero tomadas en épocas diferentes. Si en una de ellas estuviera presente

TRABAJO	CÓDIGO/ESTADÍSTICAS
Acabado y revisado por el equipo de coordinación OAG	FD
En proceso	IP
Total nuevas parejas descubiertas en Octubre 2011	1736
Total nuevas parejas incluidas en WDS	636
Total Sectores Ecuatoriales (DEC +20° / -20°)	48
Tamaño de campo (Basic Search Unit o BSU)	1m AR x 15' DEC
Total BSU de Zona Ecuatorial (DEC +20º / -20º)	230.400
Número de campos analizados BSU (FD&PD + FD)	115.200
Porcentaje de Proyecto finalizado	50 %
	REVISADO: NOVIEMBRE 2011

Tabla 2. Cuadro en el que se presenta el estado actual del Survey.

un objeto nuevo, éste se vería como un punto intermitente. Algo semejante sucede también si, en lugar de un objeto nuevo, hubiera una variación en la posición de una estrella. Con este instrumento se detectan tanto estrellas dobles como el movimiento propio de las mismas. Hoy en día, se utilizan programas de ordenador que realizan el mismo trabajo, aunque de una manera más rápida y precisa.

De manera resumida, la metodología de trabajo consiste en realizar un *blinking* (parpadeo) entre las

imágenes de los surveys POSSI y POSSII (figura 2), cruzándolas después con los catálogos USNO-B1.0 y NOMAD-1. De ellos se extraen los datos referentes a los MPC de las parejas detectadas visualmente. A partir de la publicación del catálogo UCAC3, este también se cruza para obtener los movimientos propios de las estrellas contenidas en él. De manera adicional, se realiza la astrometría relativa de los nuevos pares, midiendo separación y ángulo de posición sobre las imágenes estudiadas.

Target



In the figures below there are two examples of common proper motion pairs detected making use of GRB blink tool. To detect the proper motions we used two images from POSS1 and POSS2 surveys obtained in 1954 and 1991. Stars with motions higher than 50 marsec/year stand out over the fixed stellar background. There are probably thousands of pairs to be detected, catalogued and studied which may be physical systems.

Figura 2. Pares MPC detectados por X. Miret (OAG) con designación oficial XMI 104 e XMI 111. DSSC n.º 17 de la Webb Society (UK).

Se seleccionan estrellas sin límite de magnitud y con MPC mínimo > 50 msa/año en al menos una de las dos coordenadas (AR o DEC). El límite de 50 msa/año se dispone como un elemento discriminador entre estrellas con movimientos propios coincidentes por pura probabilidad (fenómeno conocido también como contaminación estelar de fondo) y estrellas con MPC reales. El hecho de no limitar la magnitud, viene dado por la importancia que ha adquirido recientemente la descripción de parejas de estrellas de baja masa y gran separación (centenares y hasta miles de UA de distancia proyectada) y que han tenido y tienen mucho que decir en la confrontación de determinadas teorías de formación estelar.

Dado el carácter sistemático del estudio no se descarta el hallazgo de sistemas de baja masa y alta separación con MPCs todavía no descritos. Es de esperar la detección de varios miles de parejas entre 50 y 150 msa/año todavía no catalogadas (se estima en unos 6.000 el número de estos sistemas). El trabajo acumulado hasta el día de hoy, en que se han explorado de 00 h a 11 h en AR y de -20° a $+20^{\circ}$ en DEC, ha dado como resultado la detección de mas de 1700 parejas, 636 de las cuales figuran ya en el catálogo WDS después de la revisión llevada a cabo por el Dr. B. Mason y su equipo del USNO. En la página anterior se presenta un cuadro (tabla 2) con algunos de los datos estadísticos más relevantes del survey y el estado de prospección actual.

Agradecimientos

El OAG quiere mostrar su reconocimiento y gratitud a todos los observadores que han compuesto los diferentes equipos de trabajo. Sin ellos este proyecto no hubiese sido posible. Agradecer de manera especial al Dr. Brian Mason y sus colegas del USNO (EEUU), la cuidada revisión y publicación de los datos del Survey en el WDS. Al Dr. Bob Argyle (Greenwich Observatory) por su ayuda en la publicación de los resultados en The Circulars of Double Star Section de la Webb Society. También quisiéramos dar las gracias al Dr. José A. Caballero del Centro de Astrobiología, por su atención, asesoramiento y revisión de los resultados. Agradecer la ayuda de Enrique Solano y los miembros del equipo de Observatorio Virtual Español (SVO) por el soporte que nos han prestado en el uso de las herramientas del Observatorio Virtual. Para finalizar dar las gracias a la Agrupación Astronómica de Sabadell y en especial a Carles Schnabel por su colaboración para la difusión y formación de los equipos en este proyecto.

Para contactar y obtener mas información acerca de este y otros proyectos coordinados por el OAG, podéis dirigir vuestras consultas a la dirección de correo informaciooag@gmail.com o bien visitando la web http://www.oagarraf.net/ @

Referencias

- Caballero, J.A. Miret X., et al: Preliminary Results on a Virtual Observatory Search for Companions to Luyten stars. Highlights of Spanish Astrophysics V . Astrophysics and Space Science Proceedings. Springer Link. Berlín.
- Fernique, P.: 2009, Aladin v6 User Manual. CDS. Strasbourg.
- Miret, X., Tobal, T.: 2009, Webb Society Double Star Section Circular nº 17, pags. 67-72. Cambridge. UK.
- Miret, X., Tobal, T.: 2010, Webb Society Double Star Section Circular nº18, pags.56, 62 . Cambridge. UK.
- Miret, X., Tobal, T., Bernal, A., et al.: 2011, Webb Society Double Star Section Circular n°19, pags. 55, 71 Cambridge. UK.
- Novalbos, I.: 2010, Image Reduction Methods and their influence on the Theta/Rho measures. Publications of II International Meeting of Double Stars Observers. http://www.oagarraf.net/ Comunicacions/OAG%20CPM/Full%20papers% 20II%20Meeting%202010.html
- Solano E., et al.: Private communications 2010-11.
 - "This research has made use of the Spanish Virtual Observatory supported from the Spanish MEC through grant AyA2008-02156".



Resultados de la segunda campaña del Proyecto SEDA-WDS: dobles abandonadas en Cnc y Mus (1^{er} semestre de 2011)

Antonio Agudo Azcona, Agrupación Astronómica de Sabadell, Rafael Benavides Palencia^{1,2,3}, Germán Bresciano, Carlos Alberto Colazo^{4,5}, Enrique de Ferra^{6,7}, Faustino García Cuesta⁸, Alejandro Garro⁹, Javier M. López Cuñat¹⁰, Luis Ribé¹¹ y Roberto Vasconi¹²

^I Agrupación Astronómica de Córdoba (España), ²Observatorio Posadas MPC J53, ³Sección de Estrellas Dobles de la LIADA, ⁴Observatorio El Gato Gris MPC II9, ⁵Asociación de Observatorios Argentinos de Cuerpos Menores (AOACM), ⁶Amigos de la Astronomía de Lanzarote "Arturo Duperier" (Islas Canarias, España), ⁷Observatorio La Corte MPC J14, ⁸L'Observatoriu MPC J38, ⁹Observatorio Kappa Crucis MPC I26, ¹⁰Astroingeo-Ciudad de las Estrellas, ¹¹Observatorio Viamar, ¹²Observatorio Io

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

Presentamos los resultados de la segunda campaña del Proyecto SEDA-WDS (Seguimiento de Estrellas Dobles Abandonadas en el catálogo WDS) correspondiente al periodo comprendido entre los meses de Enero –Junio del 2011. Las constelaciones seleccionadas fueron Cáncer y Musca para observadores del hemisferio norte y sur respectivamente. We report the results of the second campaign of the SEDA-WDS Project (for the period from January to June, 2011). This season focused in the constellations of Cancer, for boreal observers, and Musca for austral locations). A total of 34 pairs were observed.

El programa observacional

PARA LOS OBSERVADORES del hemisferio norte la constelación elegida fue Cáncer, conocida desde tiempos remotos al ser una de las constelaciones zodiacales. Casi con total seguridad su origen sea mesopotámico, aunque otros autores sugieren un origen egipcio. En la antigua Grecia era bien conocida, siendo mencionada por Arato y Erastótenes. A simple vista y desde cielos con contaminación lumínica no es fácil de observar con total claridad, siendo la constelación zodiacal más débil. Se encuentra entre Géminis y Leo, que evidentemente le roban mucho protagonismo al contener astros más notables. La estrella más brillante es Altarf (Beta Cancri) de magnitud 3,53. La constelación es bien conocida por todos los aficionados al contener dentro de sus límites el espectacular cúmulo del Pesebre (Messier 44). Tiene una superficie de casi 506 grados cuadrados.

El programa observacional (https:// sites.google.com/site/sedawds/campanas-3/2011cancer) contiene 54 sistemas con los siguientes requisitos:

- Estrellas de magnitud inferior a 16.
- Pares más abiertos que 1".

- Estrellas dobles no medidas con posteridad a 1970.

Para el hemisferio sur hemos escogido la constelación de Musca, muy fácil de localizar ya que se encuentra al sur de la Cruz del Sur. Johann Bayer en 1603 introdujo la constelación de Apis (Abeja) para cubrir un área cercana al Polo Sur Celeste no cartografiada en aquella época. Posteriormente, la renombró como Musca Apis (la Abeja Mosca) y en 1752 Nicolas-Louis de Lacaille le cambió el nombre a Musca Australis para diferenciarla de la desaparecida Musca Borealis que se encontraba en la espalda de Aries. En 1929 la Unión Astronómica Internacional (UAI) la renombró tal y como la conocemos ahora: Musca. Del mismo modo que Cáncer, es una pequeña constelación y no demasiado llamativa, siendo su estrella más brillante Alpha con la magnitud 2,7. Al encontrarse atravesada por la Vía Láctea contiene muchos objetos interesantes, siendo los más brillantes y observados algunos cúmulos globulares. Es una constelación modesta con apenas 138 grados cuadrados.

El programa observacional (https:// sites.google.com/site/sedawds/campanas-3/2011musca) está formado por 28 sistemas.

Ambas constelaciones tienen sus mejores condiciones de visibilidad en el primer semestre del año.

OBSERVADOR	TELESCOPIO	CCD	ESCALA DE PLACA ("/PIXEL)	CÓDIGO OBSERVADOR
Antonio Agudo	Schmidt-Cassegrain 203 mm	Atik 16IC-S	0,70	AAG
A. Astronómica de Sabadell	Reflector 500 mm	SBIG ST8XME	0,92	AAS
Alejandro Garro	Reflector 200 mm	Starligth Xpress SXV H9f	1,33	AGA
Rafael Benavides	Schmidt-Cassegrain 280 mm	QHY-9	0,76	BVD
Carlos Alberto Colazo	Schmidt-Cassegrain 356 mm	Starligth Xpress SXV-M7	0,47	CAC
Enrique de Ferra	Reflector 150 mm	Atik 16IC	2,03	EDF
Faustino García	Ritchey Chretien 250 mm	SBIG ST-9	2,00	FGC
German Bresciano	Reflector 150 mm	Meade DSI Pro III	1,78	GBR
Javier M. López	Schmidt-Cassegrain 203 mm	Meade DSI Pro III	0,59	JLC
Luis Ribé	Schmidt-Cassegrain 203 mm	Atik 16IC-S	1,11	LRI
Roberto Vasconi	Maksutov-Cassegrain 180 mm	NEXIMAGE modificada	0,41	RVA

Tabla 1. Relación de observadores e instrumentación utilizada.

Los Observadores

En esta campaña han participado observadores de España y Argentina, por lo que se han podido cubrir ambos programas observacionales. En la tabla 1 damos relación de todos ellos, así como del equipo observacional usado y la escala de placa a la que han trabajado en cada imagen.

Llegados a este punto se hace necesario hacer una pequeña aclaración. Los códigos de observador asignados son propios y de carácter interno dentro del proyecto SEDA-WDS, desgraciadamente Brian Mason nos comunicó que no se pueden asignar códigos individuales en el catálogo cuando se publican medidas realizadas por métodos no subjetivos (fotografía, CCD o interferometría speckle) realizadas por varios autores. En estos casos las medidas suelen ser referenciadas a uno de los autores del artículo. Realmente lamentamos esta situación y pedimos disculpas a todos los observadores por no haber sido capaces de hacer realidad nuestra promesa como anunciamos en un principio.

Indistintamente y según las preferencias de cada observador, las imágenes obtenidas han sido medidas por dos métodos diferentes:

-*Reduc*: el conocido software desarrollado por Florent Losse, específico para la medición de los parámetros de las estrellas dobles.

-Astrometrica: software muy utilizado para el cálculo de astrometrías absolutas creado por Herbert Raab. En combinación con la aplicación *Dobles*, creada por Julio Castellano, transforma estas coordenadas absolutas en theta y rho, que es realmente lo que nos interesa.

CÓDIGO OBSERVADOR	MÉTODO
AAG	Astrometrica
AAS	Reduc
AGA	Reduc
BVD	Astrometrica y Reduc
CAC	Reduc
EDF	Astrometrica y Reduc
FGC	Reduc
GBR	Astrometrica y Reduc
JLC	Astrometrica
LRI	Reduc
RVA	Reduc

Tabla 2. Métodos de reducción utilizados
por cada observador.



Figura 1. Carlos Colazo en su observatorio "El Gato Gris" (Tanti, Argentina). © C. Colazo.

Ambos métodos han demostrado ser muy precisos para la medida de estrellas dobles en nuestras imágenes CCD, no siendo posible dilucidar qué software ha sido el utilizado cuando analizamos cualquier observación.

Resultados observacionales

En lo que respecta al hemisferio Norte la principal característica que debemos resaltar es que el tiempo atmosférico ha sido nefasto durante el periodo observacional, por lo que pocas han sido las noches realmente aprovechables durante la campaña. A pesar de todo, 24 sistemas han podido ser observados recopilando un total de 40 mediciones entre todos los observadores que serán actualizadas en el Washington Double Star Catalog. Por el contrario, no han podido ser localizadas A 2956, POU 2927, BRT 3283, SEI 505, POU 2999, POU 3010, ES 2630 CD y CHE 115.

Debemos destacar entre estos sistemas no localizados o de dudosa confirmación a la estrella doble A 2555. Gracias a Enrique de Ferra y al Dr. Bruno Femenía (IAC) por medio de la FastCam, una cámara de alta resolución, en el telescopio Carlos Sánchez (TCS) de 1,5 metros de abertura donde pudieron observar una débil compañera de la magnitud 15,5 en banda I a una separación de 2,66" de la estrella principal. No parece que sea la estrella que buscamos, seguramente debido a un error en la posición de A 2555 en el WDS. La evolución histórica en base a las medidas incluidas en dicho catálogo no son coherentes con los nuevos datos obtenidos. De este modo, casi con total seguridad



Figura 2. Roberto Vasconi en su Observatorio Ío (Villa Allande, Córdoba, Argentina). © R. Vasconi.

podemos afirmar que es la primera vez que alguien ha podido ver a esta débil estrella que aparece en la figura 4 (página 24).

En la campaña SEDA-WDS Austral han sido recuperadas 14 estrellas dobles con un total de 19 medidas, existiendo reportes negativos o dudosos sobre la localización de B 1712 y NZO 27, LDS 401 y RS 262. A modo documental incluimos imágenes recortadas de seis de los pares australes (figura 5, página 25), en concreto los observados por Roberto Vasconi (figura 2).

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.

A Brian Mason, por el interés mostrado ante los resultados obtenidos en la anterior campaña ya incluida en la base de datos del WDS Catalog. (C)

Referencias

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

Astrometrica: http://www.astrometrica.at/

- Dobles: http://astrosurf.com/cometas-obs/ 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/

(continúa en la página siguiente)

TABLA 3. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN CANCER

WDS ID.	DESC.	WDS I	MAGS.	ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (º)	RHO (")	NOCHES	OBS.	NOTAS
				2011,096	231,3	9,11	1	AAG	
08028+2333	POU2918AB	11 4	10.8	2011,271	231,4	9,12	1	BVD	1
0002012000	1 0 0 20 10/12		10.0	2011,269	231,6	9,13	1	JLC	
00050 0440	DOL 10007	10.0	44.0	2011,115	231,4	9,10	1	LRI	
08053+2413	POU2927	13,0	14,0	2011,258	44,8	3,11	1	AAG	
00000.0520		0.00	12.0	2011,096	13,5	126,00	1	AAG	
06069+2530	BUP ITUAD	9,69	13,0	2011,200	13,4	120,92	1		
08105+2530	BLIP 1124B	5.81	12.3	2011,307	316.2	88.40	1		
00103+2330	DOI 112AD	5,01	12,5	2011,307	313.9	5 12	1	AAG	
08161+2337	POU2943	13,7	14,7	2011,271	315.5	4.87	1	BVD	2
08163+2320	POU2944	12.9	14.4	2011.214	320.5	4.12	1	AAG	-
		,.	, .	2011,214	104,6	8,02	1	AAG	
				2011,274	104,8	8,16	1	BVD	
08216+2309	POU2950	11,9	11,9	2011,340	104,3	8,01	1	EDF	
		·		2011,176	104,7	8,10	1	FGC	
				2011,269	104,7	8,06	1	JLC	
08225+2638	BUP 115CD	10,08	13,7	2011,269	281,3	12,17	1	EDF	
0922612500		10.04	12.00	2011,096	172,1	124,18	1	AAG	
06230+2309	BUP 110	10,04	12,00	2011,260	172,0	123,66	1	AAG	
08236+2400		12 37	12.80	2011,214	312,1	4,76	1	AAS	3
0020012400	1002300	12,57	12,00	2011,274	313,2	4,80	1	BVD	
08301+0824	STF1237AB	9,15	11,80	2011,274	173,3	5,47	1	BVD	4
				2011,173	21,5	5,90	1	AAG	5
08305+2337	POU2974AB	12,50	13,20	2011,250	20,7	6,03	1	JLC	
				2011,274	21,5	6,01	1	BVD	
08321+2514	HO 649BC	11,2	11,60	2011,244	300,4	3,10	1	AAG	
08397+1939	HZG 6	13,40	13,80	2011,244	54,6	2,24	1	AAG	
08410+2353	POU2999	12,5	14,6	2011,269	330,4	2,00	1	AAG	
08046+2725	BRT 152	11,2	11,6	2011,285	293,2	9,22	1	AAG	
				2011,269	212,1	7,70	1	AAG	
00504 4400		44 75	44.00	2011,214	211,7	7,07	1	AAS DVD	
06504+1125	⊓J 2470	11,75	11,02	2011,271	211,0	7,71	1	ECC	
				2011,170	211,1	7,50	2	IRI	
				2011,123	243.3	5 53	1	AAG	
08534+2423	POU3017	11,3	13,5	2011,203	243,3	5,55	1	BVD	
				2011,299	358.4	83.15	1	FDF	
08549+2612	HO 357AB,C	6,75	13,0	2011.387	358.5	83.34	1	JLC	
08584+2411	POU3022	12,6	13,6	2011,269	293,6	3,97	1	JLC	

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN MUSCA

WDS ID.	DESC.	WDS I	MAGS.	ÉPOCA AÑO BESSE- LIANO	THETA (º)	RHO (")	NOCHES	OBS.	NOTAS
				2011,059	301,5	5,30	1	CAC	
11253-6601	BRT1990	11,65	12,1	2011,061	303,1	5,44	1	GBR	
				2011,116	302,7	5,10	1	RVA	
11267-7127	B 2279	10,49	12,5	2011,059	230,8	3,08	1	CAC	
11270-6903	HDO 211	8,13	11,3	2011,074	137,8	5,60	1	AGA	
11276-7008	DON 483	9,56	13,6	2011,124	331,3	7,07	1	RVA	
11395-6524	I 34AB,D	5,1	12,0	2011,080	31,75	43,80	1	GBR	
11450 0044		2.64	11 1	2011,080	271,2	31,91	1	GBR	
11400-0044	HJ 447 I	3,64	11,4	2011,121	271,8	32,17	1	RVA	
11547-6513	B 1710	8,53	12,80	2011,157	274,2	3,89	1	CAC	
12123-6444	BRT1993	12,42	12,72	2011,062	152,5	2,845	1	CAC	1
40004 0704		0.47	40.0	2011,080	140,7	6,74	1	GBR	
12201-0701	MLO 40	9,17	13,3	2011,116	138,4	6,98	1	AGA	
12305-6905	BRT1999	12,36	12,36	2011,387	141,4	5,86	1	RVA	2
13329-7142	B 2756	9,4	11,4	2011,080	272,5	12,70	1	GBR	3
13363-7016	DON 606	9,09	12,1	2011,121	140,0	4,35	1	AGA	
40404 0000		10.40	40.00	2011,157	176,9	3,46	1	CAC	
13404-6806	IVILO 52	12,10	12,33	2011,387	179,8	3,11	1	RVA	
13485-6727	DON 619	9,37	13,3	2011,220	68,7	7,80	1	RVA	

Notas a la tabla 3

1: POU2918. BVD observa la componente C (POU2919AC) con magnitud 13,50CR a una separación de 12,41" y un AP 331,5°.

2: POU2943. Sistema físico de alto movimiento propio: RA 126,3 y Dec -125,8 (UCAC3). Coordenadas precisas: 08 16 10,15 +23 36 19,6.

3: POU2960. BVD ofrece medidas fotométricas sin filtrar utilizando el CMC-14: 11,92CR y 12,30CR.

4: STF1237AB. Grave error de identificación. WDS la confunde con TYC 796 681, cuando en realidad es TYC 796 181. Coordenadas precisas 08 30 43,06 +08 25 54,4. BVD ofrece medidas fotométricas sin filtrar empleando el CMC-14: 9,85CR y 11,10CR. De este modo, la componente C asignada en el WDS al mismo sistema y designada ARU 24AC se corresponde con TYC 796 533 y como podemos ver nada tiene que ver con la auténtica STF1237 (ver figura 3).

5: POU2974AB. BVD ofrece unas medidas fotométricas sin filtrar, resultando: 11,87CR y 13,32CR. Por otra parte, JLC las mide usando filtro V, obteniendo: 12,30V y 14,16V. En ambos casos se ha empleado el catálogo CMC-14.

Notas a la tabla 4

1: BRT1993. Aunque CAC observa la estrella B más brillante, hemos preferido mantener la orientación histórica del sistema.

2: Las dos componentes poseen un movimiento propio reducido pero significativo, además de incompatible. De acuerdo con el UCAC3 son: A=-36,5/48,6 y B=20,3/-39,9.

3: La componente principal es una estrella catalogada por Luyten con alto movimiento propio: 156,2/63,9 (Tycho-2).



Figura 3. Identificación incorrecta en STF1237.



Figura 4. Posible nueva componente de A 2555.



Figura 5. Algunos de los pares recuperados del campaña austral. (Cortesía de Roberto Vasconi).

PROYECTO SEDA VDS

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

Medidas CCD de estrellas dobles abandonadas de Espin: 2ª serie

Juan-Luis González Carballo

Foro Extremeño de Astronomía (FEXDA), Agrupación Astronómica de Sabadell (AAS)
 Correo-e: struve l@gmail.com

En el presente trabajo publicamos la segunda serie de medidas astrométricas de estrellas dobles abandonadas del catálogo de Thomas Espin, obtenidas desde el Observatorio Cerro del Viento (Badajoz, España). Además, se presentan quince nuevos pares detectados en el proceso de localización y medición de las estrellas de Espin. Tres de ellos son nuevas componentes de sistemas ya catalogados por el astrónomo inglés, mientras que otras doce resultaron ser nuevas binarias de elevado movimiento propio común.

Introducción

ESTE TRABAJO PRESENTA las medidas de 94 estrellas dobles que fueron catalogadas por el astrónomo amateur inglés Thomas Espin (1858-1934) entre finales del siglo XIX y el primer tercio del XX. Forma parte de un proyecto de investigación personal más ambicioso que pretende observar y fotografiar todas las estrellas abandonadas (neglected) del referido astrónomo.

Mi interés por este astrónomo inglés ya ha sido puesto de manifiesto anteriormente (González Carballo, 2011 y González Carballo, 2012). Comenzó cuando hace casi dos años observé en la misma noche varias estrellas dobles abandonadas que llevaban las iniciales ES. Me llamó la atención la cantidad de ellas que había en una pequeña porción del cielo y me preocupé por buscar algo de información sobre el astrónomo que se escondía tras esas letras. Recordé entonces una deliciosa fotografía que había encontrado, navegando por Internet, tiempo atrás sobre Thomas Espin y que había utilizado para una de las entradas de mi blog.

Al poco de iniciar mi pequeña investigación sobre este gran astrónomo inglés quedé enganchado por su extraordinaria capacidad de trabajo y la verdadera pasión que llegó a sentir por la Astronomía en general, y las estrellas dobles en particular. Así que decidí dedicar una buena parte de mi tiempo como observador a rastrear todas las estrellas de él que pudiera. Una petición a Mr. Brian D. Mason, del USNO, sirvió para que éste, amablemente, me enviara un listado filtrado con todas las estrellas abandonadas de Espin que aparecen en el WDS.

La labor parecía titánica: en total se trataba de

LIADA's Double Star Section reports angular separations, position angles, V magnitudes and spectral types for 37 neglected visual double stars obtained in 2005. A total of 128 measures were averaged into 80 mean positions that range in separation from 3.12" to 348.74". Our observations were made by means of several techniques (CCD detectors, astrometric eyepieces, photographic plates, and astrometric catalogs).

429 estrellas que no habían sido observadas en los últimos 20 años, considerándose, por tanto, abandonadas (*neglected*). Pero decidí armarme de valor e, inspirado por un trabajo similar sobre Stein que desarrolla-



Figura 1. Thomas H. E. C. Espin (1858-1934). Fumador empedernido de pipa, su tabaco le era enviado directamente desde Londres. © Tow Law Local History Group.

ba mi compañero y amigo Edgar R. Masa Martín (Masa, 2009; Masa, 2010; Masa, 2010b), me puse manos a la obra. Un poco de planificación me ayudó a valorar la oportunidad de desarrollar tal empresa y comencé mis observaciones a finales de 2009. A día de hoy, tras 21 sesiones de observación dedicadas a tal menester, puedo confirmar que llevo observados el 80% de sus pares abandonados.

El presente artículo ofrece la segunda serie de medidas actualizadas que publicamos, habiendo sido enviada la primera de ellas a finales del pasado verano al *Journal of Double Star Observations* (JDSO) donde aparecerá publicada en el próximo número. Las series restantes irán apareciendo en sucesivos trabajos. A ello se une además el que, fruto del desarrollo del presente proyecto, he podido detectar algunas dobles nuevas e inéditas, ya sean pares con movimiento propio común en las cercanías de estrellas de Espin o nuevas componentes cerradas de los sistemas ya catalogados por nuestro astrónomo, y que son analizadas igualmente en el presente trabajo.

Breve reseña sobre la vida personal y los trabajos astronómicos de Espin

Una extensa biografía del reverendo Thomas Espin ya fue publicada por nosotros en esta misma revista (González Carballo, 2011). No obstante, considero de interés recordar, aunque sea de forma muy

sintética, las principales características de la vida personal de Espin, así como de sus principales trabajos astronómicos.

El reverendo Thomas **Henry Espinell Compton Espin** nació el 28 de mayo de 1858 en Birmingham. Pudo recibir una esmerada educación, primero en su propia casa gracias a las atenciones de su padre y, tras cursar estudios en varios centros educativos de renombre, culminó su formación en el Exeter College de la Universidad de Oxford, donde se licenció con honores en 1881. Justo un año después fue ordenado diácono y meses después se consagró como pastor. Tras desempeñar varios cargos eclesiásticos como ayudante, en 1888 fue nombrado párroco perpetuo de la cercana iglesia de Saint Philip y Saint James de la pequeña localidad de Tow Law. Allí permanecería hasta su muerte, ocurrida en 1934 a la edad de 76 años.

En Tow Law pudo llevar una vida agradable y tranquila, de plena dedicación a sus cargos y, por supuesto, aficiones. Era conocido por pasar noches enteras en el observatorio, incluso las más frías. Junto a su iglesia pudo disponer de una confortable vicaría rodeada de jardines. Amante de una vida rutinaria y ordenada, se cuenta que sentía debilidad por los gatos, que le acompañaban en sus noches en el observatorio (figura 2).

Además de sus trabajos como clérigo y astrónomo, Espin se interesó por numerosos campos de la ciencia: fue un pionero en el uso de la fotografía astronómica, de la espectroscopia, así como del uso de los rayos X aplicados a la medicina (tanto que llegó a construir un sanatorio en sus terrenos para el cuidado de los tuberculosos). Igual interés desarrolló por la botánica o la geología.

Espin fue ciertamente un astrónomo bastante conocido en su época, y no sólo por su infatigable labor en la observación y descubrimiento de estrellas dobles. Desarrolló una intensa carrera como investigador que estuvo plagada de satisfacciones (entre las que podemos citar el descubrimiento de la Nova Lacertae 1910 —actualmente, DI Lac—, el de varias estrellas variables y hasta 20 objetos de cielo profundo que forman parte del Index Catalog (IC), entre nebulosas de emisión, cúmulos abiertos y hasta una nebulosa planetaria, por citar algunos ejemplos), además de fomentar la labor asociativa entre los aficionados a la astronomía de su país, curioso en una persona profun-



Figura 2. A pesar de la mala calidad de la fotografía, constituye un documento histórico que merece la pena observar. Vemos a Espin aupado en una escalera para observar, y ataviado para una noche invernal, en el Calver de 17,25". La fotografía es de alrededor de 1888. © Tow Law Local History Group.



Figura 3. Espin y Milburn en el viaje que hicieron por Italia en el verano de 1923. Al fondo pueden verse las fumarolas del Vesubio que interesaron sobremanera a Espin, gran amante de la geología. © Tow Law Local History Group.

damente solitaria como él (Liverpool Astronomical Society en 1881, Newcastle Astonomical Society en 1904 así como miembro fundador de la British Astronomical Society). Fue uno de los miembros más jóvenes de la Royal Astronomical Society que, a la postre, le entregaría en 1913 medalla Jackson-Gwilt por sus méritos astronómicos como incansable observador y descubridor. Ya por entonces contaba con la ayuda del joven William Milburn (MLB en el WDS; figura 3).

La posición relativamente acomodada que disfrutó Espin a lo largo de su vida le permitió disponer de un equipamiento científico y astronómico que podemos considerar como puntero en su época. Tras haber disfrutado de diversos instrumentos científicos y telescopios, cada vez de mayor diámetro y sofisticación, por fin puede construirse un observatorio de 6 metros de diámetro en el que alojar un telescopio verdaderamente grande: el reflector gigante de 17,25" (438 mm.). Sin embargo, su aspiración a disponer de un equipo todavía más grande, hizo que en 1914 adquiriera otro aún mayor, un reflector Calver de 24" (609 mm.), cediendo el uso del de 17,25" a Milburn.

Se mantuvo como observador activo hasta la edad de 74 años, sólo dos años antes de fallecer; los dedicó con verdadera pasión a la observación de estrellas dobles, convirtiéndose en un verdadero apasionado por su observación y catalogación. La lista de publicaciones al respecto es interminable.

Las estrellas abandonadas de Espin

A lo largo de su fecunda vida astronómica, Espin llegó a catalogar 2574 pares nuevos. Si sumamos los que compiló tras su muerte William Milburn (otras 912), obtenemos un número realmente sorprendente: 3487 nuevas estrellas dobles. Actualmente permanecen en el Washington Double Star Catalog (WDS) un total de 3135. De ellas, 429 (un 12,3%) tienen la consideración de abandonadas (neglected), según el listado confeccionado para nosotros por Mr. Brian D. Mason, del Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO). Aunque sea a modo anecdótico, permítaseme recordar que sigue figurando aún hoy día como uno de los diez observadores más prolíficos de la historia de la observación de estrellas dobles.

A pesar de que la inmensa mayoría de sus estrellas dobles deben ser fundamentalmente ópticas (basándonos para tal apreciación las más de 200 que hemos estudiado hasta el momento personalmente), no cabe duda de que conviene actualizar los datos de un observador tan citado en el WDS.

Como características comunes de todos los pares podemos citar los siguientes:

■ Poseen una elevada diferencia de brillo entre sus

componentes.

■ Espin suele exagerar las diferencias reales de tal brillo, dado que realizaba las estimaciones visualmente empleando el método Argelander. En pares muy cerrados y con mucha deltaMag (dM) es realmente complicado hacer valoraciones objetivas.

■ Son mayoritarios los sistemas dobles (en torno al 60%), siendo menos frecuentes los triples (aprox. 22%) y mucho menos aún los cuádruples o más (el resto).

■ La distribución de las dobles de Espin en el cielo es bastante peculiar: se concentran mayoritariamente en constelaciones que culminan en verano y otoño (algo lógico si tenemos en cuenta la meteorología habitual del noreste de Inglaterra). Así, siete constelaciones concentran casi el 75% de sus dobles (Cygnus posee el 25% del total).

Por lo que se refiere a sus sistemas abandonados, es lógico encontrarse una distribución espacial muy similar a la anteriormente descrita (figura 5). Cygnus se lleva la palma y en su amplia porción del cielo concentra el 31,6% de todas las neglected de Espin.

Mayoritariamente se trata de estrellas que tan sólo tienen una observación en el WDS, la de su catalogación (59,7% de los casos). Con dos observaciones tenemos la práctica mayoría del resto de sus dobles abandonadas, habiendo sido observadas por él mismo en gran parte de los casos esta segunda ocasión. Es muy poco frecuente que alguna doble abandonada de Espin tenga más de dos observaciones (10,5%).

La mayoría de las estrellas abandonadas tienen coordenadas precisas. Como media, y para la componente principal, rondan la magnitud 10,7. La secundaria siempre suele ser bastante más débil (12,8 de media) aunque, como ya mencioné anteriormente, esta diferencia suele estar magnificada. Es en esta amplia dM donde reside la mayor dificultad para observar y medir las dobles abandonadas de Espin por medios digitales y, a la vez, la razón del elevado número de pares neglected que existen (figura 4).



Figura 4. Un caso extremo de deltaMag: ES 804 (dM=6,08).

De modo general, los valores de rho oscilan entre 1" de separación y otros verdaderamente llamativos (como los más de 90" de ES 408AC), especialmente en el caso de dobles catalogadas siendo Espin bastante joven (con el tiempo se fueron haciendo cada vez más cerradas). No obstante, las dobles abandonadas tienen como media una separación angular de 5,3" (figura 6, página siguiente).

Equipamiento y metodología empleados

La mayor parte del trabajo se ha desarrollado en el emplazamiento habitual del autor, situado en la azotea de su domicilio particular. Denominado Observatorio Cerro del Viento, está situado en una ciudad de tamaño medio del oeste peninsular (Badajoz), teniendo el código MPC 184. Las condiciones de observación no son, desde luego, las más idóneas para la práctica astronómica, si bien la elección de las noches más adecuadas y el uso de las nuevas tecnologías, permiten







Figura 6. Histograma de frecuencias con los valores de rho de las estrellas dobles abandonadas de Espin (%).

realizar astrometría con garantías de calidad.

Ocasionalmente también se han desarrollado algunas sesiones de observación desde un emplazamiento más adecuado: un jardín situado en el domicilio familiar del autor, vivienda suburbana situada en la localidad de Valencia de Alcántara (Cáceres). Precisamente, por sus mejores condiciones de seeing y transparencia, se dejaron para esas sesiones de trabajo en un entorno rural aquellas dobles que, por su cercanía, requerían cielos de mayor calidad.

El instrumental empleado consiste en un telescopio de 0,2 m. Celestron a f/10. El telescopio opera sobre una montura CGEM de la misma marca. La CCD que he utilizado para la obtención de las imágenes es una Atik 16HR (monocroma), cedida en préstamo por gentileza de Rafael Benavides Palencia. Esta cámara posee un chip Sony ICX-285 AL, que tiene un tamaño de píxel de 6,45 x 6,45 micras y un tamaño de imagen de 1390 x 1040 píxeles. Para este trabajo siempre se trabajó a foco primario en modo de binning 1x1 con el que se obtiene una resolución de 0,70"/píxel y un campo de 16.2' x 12.1'. La focal resultante fue de 1920 mm.

Para cada sistema se han tomado, como mínimo, 40 imágenes. Los tiempos de exposición fueron, en la mayoría de los casos, de 2 segundos, suficientes para capturar las componentes de los sistemas Espin. No obstante, en algunos casos y especialmente debido a la elevada dM de ciertos sistemas, se trabajó con exposiciones menores, de 1" o incluso menos, con el objeto de no saturarla y poder realizar una astrometría y fotometría de mayor calidad. Todas han sido tratadas con sus darks correspondientes.

Para la obtención de imágenes y el control de la cámara CCD se empleó el software MaxIm DL.

En grupos de 8/10, estas imágenes fueron promediadas con el software Astroart 3.0 realizando un apilado manual que nos permite eliminar aquellas que presentan peor calidad debido a la turbulencia o a

un mal seguimiento, quedándonos al final con 5 imágenes finales con una mejor relación señal/ruido.

Estas 5 imágenes finales a su vez, podemos volver a promediarlas para obtener una imagen con mejor calidad aún. De este modo, contamos por cada sistema con un total de 6 imágenes de gran calidad y con una relación señal/ ruido excelente con las que trabajar.

La reducción astrométrica ha sido llevada a cabo gracias al software *Astrometrica* desarrollado por Herbert Raab y el catálogo UCAC3, que nos ofrece unos residuos generalmente inferiores a 0,1". Una vez obtenida la astrometría absoluta de nuestras estrellas en esas 6 imágenes, procedi-



Figura 7. Equipamiento del Observatorio Cerro del Viento (Badajoz). La cámara CCD que muestra la imagen (Atik 16IC monocroma) no fue la utilizada en la medición de las dobles presentadas, ya que se empleó una Atik 16HR.

el observador **n**.º 8 – 30

mos al cálculo de theta (ángulo de posición) y rho (separación angular) con la aplicación *Dobles* creada por Julio Castellano.

Posteriormente, gracias al *log* de Astrometrica, podemos consultar tanto la resolución/píxel como la orientación de nuestras imágenes, datos que son imprescindibles a la hora de poder trabajar con *Reduc*, el impresionante software creado por nuestro compañero y amigo Florent Losse.

Por regla general, siempre que ha sido posible, cada sistema ha sido medido por ambos métodos. El resultado que aquí presentamos es la media de ambas medidas. Únicamente aquellas dobles más cerradas han sido medidas exclusivamente con Reduc por su mayor fiabilidad.

En la sección de *Notas* que acompaña a la tabla de medidas hemos indicado la astrometría absoluta de la estrella principal calculada con *Astrometrica* cuando en el WDS Catalog hay algún error en la identificación/posición de algunos de los sistemas.

Resultados obtenidos

El resultado de nuestras observaciones puede verse en la tabla 1. En ella presentamos las medidas de casi un centenar de estrellas abandonadas de Espin, al tiempo que se incluyen quince nuevos sistemas que se encontraban en las inmediaciones de algunas de las dobles estudiadas, o bien se trataban de nuevas componentes de las mismas.



Figura 8. Distribución de las estrellas abandonadas de Espin objeto de estudio en el presente trabajo.

Algunas de las estrellas consideradas al inicio de nuestro trabajo de campo abandonadas dejaron de serlo en los meses siguientes debido a las aportaciones de otros observadores al WDS. Se da el caso curioso de que algunas de estas medidas ofrecen valores realmente divergentes con lo que medimos Espin y yo mismo, dándose el caso de que mis medidas son más coincidentes con las originales del observador inglés que con las más recientes ofrecidas por observadores contemporáneos. Sin duda tiene que deberse a errores de identificación o a errores propios del sistema de medición. En el apartado de *Notas* se ofrece una explicación más detallada de estos casos (un buen ejemplo es ES 1858AB).

El trabajo de campo se desarrolló en el verano de 2011, situándose la inmensa mayoría de los pares observados_en la constelación de Cygnus (ver figura 8), muy bien situada en esta época del año (57% de los pares observados). Le siguen, por cantidad de observaciones, Cassiopeia, Andromeda, Pegasus y Cepheus. Estas constelaciones coinciden con las que tienen mayor número de dobles abandonadas de Espin.

Las dobles abandonadas estudiadas no habían sido observadas, en la mayoría de los casos, desde que fueron catalogadas por Espin, siempre en el primer tercio del siglo XX (ver figura 9, página siguiente). Cuando tienen más de una observación en el WDS es frecuente que sean del mismo Espin, transcurridos algunos años después del momento de la catalogación; tan sólo un 40% de estas estrellas han sido observadas en fechas recientes.

> En lo referente a las separaciones de las estrellas objeto de estudio (ver figura 10, página siguiente), debemos mencionar que responden a lo expuesto anteriormente (ver apartado de Las estrellas olvidadas de Espin de este mismo artículo). Las separaciones más habituales han sido las de pares situados entre 2 y 4", seguidas muy de cerca por las separadas por 4 a 6" (entre ambas constituyen el 51,5% de los casos). Como puede observarse, estos pares son más cerrados que los presentados en la primera serie de observaciones publicadas (González Carballo, 2011).

Muy ilustrativa es la imagen adjunta (ver figura 11, página siguiente) relativa a las diferencias de brillo entre las componentes de cada sistema, una de las características más definitorias de los sistemas de Espin, como ya hemos dicho anteriormente. Obsérvese que la mitad presenta una dM superior a 3 magnitudes. Si a ello sumamos lo descrito anteriormente (las separaciones habituales) uno se explica la mayor dificultad para observar las dobles abandonadas de Espin, especialmente utilizando cámaras CCD y, además, se entiende mejor el hecho de que hayan permanecido abandonadas tanto tiempo. La dM más recurrente ha sido la de pares con una diferencia de brillo de entre 2 y 3 magnitudes. Este valor se ha obtenido obteniendo la media de los valores ofrecidos por Reduc y Astrometrica.

Empleando las técnicas y métodos descritos en el capítulo anterior, se han obtenido unas incertidumbres medias internas para theta y rho (dadas como la media de las desviaciones de todas las medidas realizadas con Astrometrica o Reduc) de 0,31° y 0,05", respectivamente (ver figuras 12 y 13). Estos son los valores que solemos obtener habitualmente en nuestros trabajos, si bien la incertidumbre del ángulo de posición (theta) es ligeramente superior debido a la mayor dificultad de los pares medidos en esta serie. No obstante, creemos que estos valores ofrecen medidas fiables y demuestran la estabilidad y fiabilidad del sistema óptico empleado.

Las medidas de los pares objeto de estudio se presentan en la tabla 1.

La descripción de la tabla es la siguiente:

 Columna 1: Identificador del catálogo WDS. Están listados en orden creciente de ascensión recta. Si la doble correspondiente a esa línea es un nuevo descubrimiento aparece la denominación "NOCAT"; si se trata de una nueva componente de un sistema de Espin se anota su mismo identificador del WDS. En

caso de ser un nuevo par independiente no se indica identificador alguno a la espera de que sea asignado por el USNO. Las coordenadas exactas (J2000) de estos pares pueden encontrarse en el apartado de "Descubrimientos".

 Columna 2: Denominación del sistema. Si la doble correspondiente a esa línea es un nuevo descubrimiento se ha mantenido la tradicional nomenclatura del WDS, empleando para ello el código de observador que posee el autor en dicho catálogo (CRB). El primero de estos casos es CRB 8 por ser el co-









Figura 11. Histograma de frecuencias con las dM observadas.

rrespondiente en la serie personal de aportaciones realizadas previamente al WDS (González Carballo, 2009 y González Carballo, 2012).

- Columnas 3 y 4: Magnitudes de cada componente, tal y como aparecen en el WDS. En el caso de las dobles nuevas se ha procedido a anotar (en negrita cursiva) otra procedente de otras fuentes. Para ello, véanse las notas correspondientes y el apartado de "Descubrimientos".
- Columna 5: La época de la observación, dada en fracciones del año Besseliano.



Figura 12. Distribución de las incertidumbres medidas del ángulo de posición (theta) ofrecidas en las medidas que presentamos en el presente artículo. Los valores del eje vertical están expresados en grados (°). La línea roja indica la media obtenida (0,31°).



Figura 13. Distribución de las incertidumbres medidas de la separación angular (rho) ofrecidas en las medidas que presentamos en el presente artículo. Los valores del eje vertical están expresados en segundos de arco (").La línea roja indica la media obtenida (0,05").

- Columna 6: Ángulo de posición (theta) en grados.
- Columna 7: Separación angular (rho) en segundos de arco.
- Columna 8: Número de noches.
- Columna 9: Notas.

En la tabla 2 se presenta una selección de la mayoría de las dobles de Espin que publicamos en el

presente trabajo. Se trata de recortes de 128x128 píxeles de los fits originales realizados con *Reduc*. En todas ellas el norte se muestra abajo y el este a la derecha. En las que imágenes en que es necesario se han identificado las componentes según su denominación oficial.

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS

ID. WDS	DESC.	WDS N	AGS.	ÉPOCA	THETA	RHO	NOCHES	NOTAS
00190+4301	ES 1483AB	11,42	12,34	2011,576	343,6	2,61	1	1
00190+4301	ES 1483AC	11,42	12,02	2011,576	166,4	27,57	1	2
00190+4301	ES 1483CD	12,02	12,10	2011,576	22,3	2,32	1	3
00192+4330	ES 1484AB	9,56	11,08	2011,576	43,2	32,25	1	4
00192+4330	ES 1484BC	11,08	13,80	2011,576	342,2	3,45	1	5
00197+4639	ES 1196	10,01	13,80	2011,576	187,9	4,84	1	6
00229+6214	ES 115AC	8,12	10,80	2011,560	56,1	23,24	1	7
00249+5543	ES 932BC	12,30	12,60	2011,560	91,3	2,87	1	8
00262+4113	ES 1603BC	13,70	14,70	2011,560	316,1	3,12	1	9
00351+5316	ES 935	10,37	13,30	2011,560	286,9	5,36	1	10
00447+4518	ES 1359BC	11,64	11,80	2011,5597	330,5	2,68	1	11
00573+5214	ES 940AB	7,27	10,11	2011,576	358,6	61,97	1	12
00573+5214	ES 940BC	9,50	13,70	2011,576	16,2	6,09	1	13
00590+5324	ES 615	9,84	12,40	2011,576	268,7	3,28	1	14
NO CAT.	CRB 8	12,60	15,05	1997,835	160,4	8,10	1	15
NO CAT.	CRB 9	12,83	15,51	1997,651	319,8	6,37	1	16
01013+5341	ES 941	11,04	13,20	2011,576	59,7	3,41	1	17
01097+5438	ES 156	8,55	11,80	2011,576	221,0	6,19	1	18
01112+5218	ES 755AB	11,34	13,20	2011,576	332,2	4,25	1	19
01112+5218	ES 755AC	11,34	13,40	2011,576	196,9	10,45	1	20
01112+5218	ES 755AE	11,34	11,79	2011,576	296,6	50,27	1	21
01112+5218	ES 755CD	13,40	13,50	2011,576	125,0	3,46	1	22
01122+5439	ES 756	9,51	11,60	2011,576	213,7	4,23	1	23
01164+3807	ES 1947	9,41	14,40	2011,576	51,6	5,76	1	24
01195+5816	ES 408AB	10,20	12,30	2011,576	158,7	3,04	1	25
01195+5816	ES 408AC	10,20	10,02	2011,576	345,0	91,11	1	26
01195+5816	ES 408CD	10,02	11,50	2011,576	89,8	3,82	1	27
01196+5820	ES 1808AB	10,35	13,90	2011,576	334,8	6,84	1	28
01196+5820	ES 1808AC	10,35	13,90	2011,576	191,7	13,91	1	29
01196+5820	ES 1808AD	10,35	14,00	2011,576	136,2	9,61	1	30
20110+3333	ES 2388	10,22	14,10	2011,556	130,3	5,00	1	31
20177+3518	ES 2302	10,11	12,30	2011,557	341,4	3,45	1	32
20179+4319	ES 1440	10,40	11,40	2011,557	258,2	2,66	2	33
20183+3825	ES 2049	11,80	11,80	2011,557	266,6	3,27	2	34
NO CAT.	CRB 10	14,71	15,04	2011,557	39,4	4,92	2	35
20197+3743	ES 2505	8,65	12,10	2011,557	247,1	8,29	2	36
20200+5116	ES 800CD	12,64	14,60	2011,557	128,9	2,90	1	37
20202+3838	ES 2052	10,60	11,20	2011,557	142,4	2,51	1	38
20223+5237	ES 989	10,20	11,70	2011,557	271,7	4,19	1	39
20277+3605	ES 2193AC	10,24	14,90	2011,557	231,6	7,49	1	40
20280+3220	ES 2375	9,86	14,40	2011,557	11,2	6,95	1	41
20305+3454	ES 2304	10,11	13,90	2011,557	46,8	3,66	1	42
20317+3831	ES 246AB	10,92	13,40		NO ENCONT	RADA		43
20326+4635	ES 664	9,68	13,60	2011,557	55,4	8,77	1	44

(continúa en la página siguiente)

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS

ID. WDS	DESC.	WDS N	IAGS.	ÉPOCA	THETA	RHO	NOCHES	NOTAS
20328+3954	ES 1680BC	11,56	12,30	2011,557	21,1	2,73	2	45
20331+2852	ES 507DS	10,49	13,22	2011,557	145,5	16,05	2	46
20373+3541	ES 2251	9,59	12,10	2011,557	199,6	3,67	1	47
20379+4005	ES 1978	10,78	11,80	2011,557	132,7	2,93	1	48
20392+4017	ES 1980	11,27	13,90	2011,557	60,6	8,26	1	49
20409+4828	ES 808	10,25	11,60	2011,557	157,4	3,51	1	50
20421+5436	ES 994	10,36	12,50	2011,557	14,2	4,82	1	51
20432+3749	ES 2122	10,29	12,20	2011,557	70,8	5,60	1	52
20441+3927	ES 1981	10,30	12,30	2011,560	309,0	4,49	1	53
20442+4206	ES 1572	10,30	14,60	2011,560	143,4	5,67	1	54
NO CAT.	CRB 11	14,70	18, 92	1998,482	287,6	11,38	1	55
20463+3646	ES 2515AB	10,48	13,70	2011,560	172,9	6,83	1	56
20470+3828	ES 2054	10,62	12,60	2011,560	191,6	2,77	1	57
20478+4750	ES 810	5,57	14,60	2011,560	19,7	41,50	1	58
20481+2753	ES 510BC	10,50	10,70	2011,560	229,1	8,82	1	59
20518+3820	ES 2123AB	8,70	11,50	2011,560	101,8	4,99	1	60
NO CAT.	CRB 12			1998,473	307,4	5,58	1	61
20532+3301	ES 2356	9,36	13,40	2011,560	251,0	5,10	1	62
20546+4042	ES 1685BC	14,00	14,50	2011,560	73,5	2,74	1	63
20555+4112	ES 1686	9,82	13,30	2011,560	195,7	7,62	1	64
20557+4755	ES 813	9,96	12,50	2011,560	237,2	7,37	1	65
20562+3335	ES 2312	10,31	12,30	2011,560	11,7	2,80	1	66
NO CAT.	CRB 13	14,13	19,77	1997,657	357,4	131,53	1	67
20567+4754	ES 814	9,46	12,90	2011,560	359,6	5,94	1	68
20567+4754 NO CAT.	CRB 14AC	9,46	12,70	2011,560	60,2	5,26	1	69
20573+4319	ES 1450	8,98	13,00	2011,560	161,1	4,83	1	70
20584+4303	ES 1575	10,58	14,80	2011,560	355,9	5,31	1	71
21025+3146	ES 374BC	11,31	14,00	2011,560	204,4	4,14	1	72
21025+3146 NO CAT.	CRB 15BD	14,00		2011,560	238,7	5,29		73
21066+4739	ES 32	4,55	14,40	2011,560	156,5	15,73	1	74
21068+4708	ES 1169	10,44	13,50	2011,560	89,9	5,31	1	75
21113+3419	ES 2314	9,80	10,30	2011,560	191,7	4,51	1	76
21116+3419	ES 2315AB	10,73	12,90	2011,560	36,3	4,09	1	77
21116+3419	ES 2315AC	10,73	13,30	2011,560	57,3	11,10	1	78
21278+4515	ES 1335	8,74	12,30	2011,562	288,1	8,13	1	79
21282+4713	ES 1171AC	10,76	13,90	2011,562	231,8	21,41	1	80
21282+6525	ES 1919AI	9,77	14,40	2011,562	21,6	7,98	1	81
21293+4512	ES 100AC	9,92	12,50	2011,562	333,6	29,94	1	82
21295+3635	ES 2128AB	9,38	13,90	2011,562	301,3	6,91	1	83
NO CAT.	CRB 16	10,64	12,26	2011,562	56,3	111,71"	1	84
21333+4306	ES 1455	9,91	14,40	2011,562	293,2	6,41	1	85

(continúa en la página siguiente)

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS

ID. WDS	DESC.	WDS N	IAGS.	ÉPOCA	THETA	RHO	NOCHES	NOTAS
21385+3217	ES 2319	10,48	14,30		NO ENCONT	RADA		86
21405+3720	ES 2067	10,90	14,90	2011,562	225,4	6,66	1	87
21422+4434	ES 1341AB	11,42	15,90	2011,562	282,4	5,61	1	88
21423+4616	ES 1275AB	8,62	13,00	2011,562	3,7	72,20	1	89
21447+5419	ES 1013	10,27	12,70	2011,562	31,4	9,99	1	90
21465+6152	ES 1857AC	10,70	11,40	2011,562	96,3	18,77	1	91
21481+6230	ES 1858AB	9,28	13,50	2011,562	226,9	6,22	1	92
21481+6230	ES 1858AC	9,38	11,30	2011,562	21,1	12,75	1	93
21538+6237	ES 144AD	7,07	12,00	2011,256	42,7	23,61	1	94
21557+3708	ES 2523	11,00	11,00	2011,256	31,5	4,65	2	95
21565+2613	ES 526	9,25	13,40	2011,556	94,7	9,45	1	96
21565+2613 NO CAT.	CRB 17AC	9,25		2011,556	56,8	5,21	1	97
22025+4714	ES 528	10,10	12,70	2011,556	133,4	3,69	1	98
22100+3209	ES 2323	9,50	13,00	2011,556	328,5	2,82	1	99
NO CAT.	CRB 18	17,38	17,69	1997,843	100,3	7,50	1	100
22211+3744 = 22211+3749	ES 2531 = BRT2235	11,50	11,90	2011,556	234,90	2,423	1	101
NO CAT.	CRB 19	16,71	18,63	1997,542	271,31	31,536	1	102
NO CAT.	CRB 20	12,45	17,30	1998,774	195,16	23,436	1	103
NO CAT.	CRB 21	10,52	17,78	1997,660	85,06	133,323	1	104
22407+2644	ES 541	8,10	12,50	2011,556	224,90	7,590	1	105
22469+3036	ES 394AC	10,30	12,15	2011,556	290,50	77,670	1	106
23208+6225	ES 220AB	8,13	11,10	2011,556	84,50	36,290	1	107
NO CAT.	CRB 22	14,28	15,32	1997,470	325,36	14,926	1	108
23400+5846	ES 1803	10,90	11,60	2011,556	135,57	3,265	1	109

Notas

1. 00190+4301. ES 1483AB. En And. Seis medidas en el WDS, la más reciente de 2000. Theta decrece, rho estable. El movimiento propio de la componente A, muy reducido, posiblemente muestra el conjunto del par dada su cercanía. Sistema cuádruple (ver notas siguientes).

2. 00190+4301. ES 1483AC. En And. Siete medidas en el WDS, la más reciente de 1998 Theta aumenta, rho estable. Forma parte de un sistema cuádruple (ver notas anterior y posterior).

3. 00190+4301. ES 1483CD. En And. Cuatro medidas en el WDS, todas ellas antiguas. Theta aumenta, rho

estable. El movimiento propio de la componente C, muy reducido, posiblemente muestra el conjunto del par dada su cercanía. Sistema cuádruple (ver notas anteriores). En las cercanías se localiza también el sistema triple ES 1484 (ver nota siguiente).

4. 00192+4330. ES 1484AB. En And. En el WDS aparecen ocho medidas, la más reciente de 2001. Theta y rho estables. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, muy reducido. Forma parte de un sistema triple (ver nota siguiente).

5. 00192+4330. ES 1484BC. En And. Tres medidas en el WDS, la más reciente de 1954. Theta y rho aumentan ligeramente. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente B, muy reducido. Forma parte de un sistema triple (ver nota anterior).

el observador (n.º 8 – 36
6. 00197+4639. ES 1196. En And. Tres medidas en el WDS, las más reciente de 1998 e incorporada al mismo en fechas recientes (procedente de medidas sobre placas del 2MASS). Theta estable y rho decrece paulatinamente. Elevada dM (3,32 mags.). Sólo localizamos el movimiento propio de la componente principal, muy reducido.

7. 00229+6214. ES 115AC. En Cas. Tiene cuatro medidas en el WDS, la más reciente de 1987. Forma parte de un sistema cuádruple. Theta y rho estables. Los movimientos propios de ambas componentes son inapreciables (UCAC3).

8. 00249+5543. ES 932BC. En Cas. Dos medidas en el WDS, la más reciente de 1982. Theta estable, rho decrece significativamente. Los valores que obtengo a partir de mis imágenes coinciden más con la original de Espin que con la más reciente. Los movimientos propios de ambas componentes son muy reducidos y, a primera vista, incompatibles.

9. 00262+4113. ES 1603BC. En And. Dos medidas en el WDS, ambas antiguas (1917, 1936). Theta se reduce, rho estable. La componente A posee un movimiento propio significativo según el UCAC3 (51,8/-40,8). Forma parte de un sistema triple.

10. 00351+5316. ES 935. En Cas. En el WDS sólo figura una medida de este sistema correspondiente a la publicada originalmente por Espin en 1910. Theta y rho se reducen significativamente. El movimiento propio de la componente A es insignificante, desconociendo el de la B. Posee una elevada dM (3,42 mags.).

11. 00447+4518. ES 1359BC. En And. Dos medidas en el WDS, ambas procedentes del propio Espin (1915, 1921). Theta y rho estables. Forman parte de un sistema triple. Los movimientos propios de ambas componentes son incompatibles por lo que podemos deducir su carácter óptico.

12. 00573+5214. ES 940AB. En Cas. Ocho medidas en el WDS, la más reciente de 2003. Theta y rho estables. Los movimientos propios de ambas componentes son muy reducidos e incompatibles.

13. 00573+5214. ES 940BC. En Cas. En el WDS sólo figuran dos medidas, la más reciente de 1989. Theta y rho decrecen. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente B, muy reducido. Forma parte de un sistema triple (ver nota anterior). Elevada dM (4,1 mags.).

14. 00590+5354. ES 615. En Cas. Dos medidas en el WDS, la más reciente de 1984. Los valores que obtengo a partir de mis tomas CCD coinciden mejor con lo medido por Espin en 1908 que con la más reciente. Theta y rho estables. Los movimientos propios son claramente incompatibles (el de la componente principal es muy reducido mientras que el de la B es significamente elevado). Se trata, con toda certeza, de un par óptico. Elevada dM.

15. CRB 8. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las cercanías del sistema ES 615, en Cas. Los movimientos propios de las dos componentes son idénticos y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Descubrimientos* de este trabajo.

16. CRB 9. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las cercanías del sistema anteriormente citado. Los movimientos propios de las dos componentes son idénticos y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Descubrimientos* de este trabajo.

17. 01013+5341. ES 941. En Cas. En el WDS sólo aparece una medida, la publicada originalmente por Espin en 1910. Theta y rho decrecen ligeramente. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente principal.

18. 01097+5438. ES 156. En Cas. Cuatro medidas en el WDS, todas ellas antiguas (la más reciente es de 1913). Theta y rho aumentan. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente principal, muy reducido. Elevada dM (4,04 mags.).

19. 01112+5218. ES 755AB. Es Cas. Dos medidas en el WDS. Theta y rho estables. Desconocemos el movimiento propio de la estrella secundaria, siendo el de la componente A relativamente reducido. Forma parte de un sistema quíntuple (ver notas siguientes).

20. 01112+5218. ES 755AC. En Cas. Tres medidas en el WDS. Theta y rho estables. Movimientos propios incompatibles.

21. 01112+5218. ES 755AE. En Cas. Siete medidas en el WDS. Theta y rho estables. Movimientos propios incompatibles.

22. 01112+5218. ES 755CD. En Cas. Dos medidas en el WDS (la última medida es de mala calidad o confunde el sistema). Theta y rho estables. Movimientos propios incompatibles.

23. 01122+5439. ES 756. En Cas. Dos medidas en el WDS, la última de 1983. Theta y rho aumentan ligeramente. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente principal, muy reducido.

24. 01164+3807. ES 1947. En And. Dos medidas en el WDS, ambas antiguas (1922, 1936). Theta aumenta, rho decrece paulatinamente. Sólo hemos localizado el movimiento propio de la componente A, muy reduci-

do.

25. 01195+5816. ES 408AB. En Cas. En el WDS aparecen cuatro medidas, siendo la más reciente de 2008, habiendo sido publicada hace tan sólo unas semanas. Theta y rho estables. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, muy bajo. Forma parte de un sistema cuádruple (ver notas siguientes). Están en el cúmulo abierto NGC457.

26. 01195+5816. ES 408AC. En Cas. En el WDS aparecen ocho medidas, siendo la más reciente de 2008, habiendo sido publicada hace tan sólo unas semanas. Theta y rho estables. Los movimientos son incompatibles, siendo el de la componente C relativamente elevado. Forma parte de un sistema cuádruple (ver notas anterior y posterior). Están en el cúmulo abierto NGC457.

27. 01195+5816. ES 408CD. En Cas. En el WDS aparecen siete medidas, siendo la más reciente de 2008, habiendo sido publicada hace tan sólo unas semanas. Theta y rho estables. Desconocemos el movimiento propio de la componente D. Forma parte de un sistema cuádruple (ver notas anteriores). Están en el cúmulo abierto NGC457.

28. 01196+5820. ES 1808AB. En Cas. Tres medidas en el WDS. Se localiza en el cúmulo abierto NGC457, muy cerca del sistema cuádruple ES 408. Elevada dM. Theta estable, rho decrece. Los movimientos propios, elevados en el caso de la componente B, son incompatibles lo que nos hace pensar en el carácter óptico del par. Forma parte de un sistema cuádruple (ver notas siguientes).

29. 01196+5820. ES 1808AC. En Cas. Seis medidas en el WDS. Se localiza en el cúmulo abierto NGC457, muy cerca del sistema cuádruple ES 408. Theta decrece, rho estable. Los movimientos propios, aunque similares, son insignificantes.

30. 01196+5820. ES 1808AD. En Cas. Tres medidas en el WDS. Se localiza en el cúmulo abierto NGC457, muy cerca del sistema cuádruple ES 408. Elevada dM (4,9 mags.). Theta estable, rho creciente. Se desconoce el movimiento propio de la componente D.

31. 20110+3333. ES 2388. En Peg. En el WDS aparecen tres medidas de este sistema, siendo la más reciente de 1999. Ha aparecido publicada muy recientemente (procedente, con toda seguridad, del 2MASS). Esta nueva medida es totalmente incompatible con lo medido por Espin y yo mismo. Theta aumenta y rho decrece. Elevada dM (4,04 mags.). El movimiento propio de la componente A es muy reducido; no localizamos el de la componente secundaria.

32. 20177+3518. ES 2302. En Cyg. Sólo dos medidas en el WDS. Rho estable, theta decrece. Sólo se ha publicado el movimiento propio de la componente A, bastante reducido.

33. 20179+4319. ES 1440. En Cyg. Sólo dos medidas en el WDS. Theta y rho estables. Sólo se ha publicado el movimiento propio de la componente A, bastante reducido.

34. 20183+3825. ES 2049. En Cyg. Sólo dos medidas en el WDS. La más reciente discrepa con la medida original de Espin de 1923 y la mía, que son bastante similares. Movimientos propios de ambas componentes incompatibles. Posible par óptico. En las cercanías de esta doble se localizó el par con elevado movimiento propio común que denominamos provisionalmente CRB 10 (ver nota siguiente).

35. CRB 10. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las cercanías del sistema ES 2049, en Cyg. Los movimientos propios de las dos componentes son idénticos y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Descubrimientos* de este trabajo para obtener más detalles.

36. 20197+3743. ES 2505. En Cyg. En el WDS sólo aparece publicada la medida de catalogación realizada por Espin en 1931. Rho aumenta, theta decrece. Sólo hemos localizado el movimiento propio de la componente A, muy bajo.

37. 20200+5116. ES 800CD. En Cyg. En el WDS sólo aparece la medida de su catalogación por Espin (1909). Rho estable, theta decrece. Sólo se ha publicado el movimiento propio de la componente C, bastante reducido. Forma parte de un sistema múltiple muy complejo en el que también hay componentes catalogadas recientemente por H. A. Abt (ABH).

38. 20202+3838. ES 2052. En Cyg. Estrella doble abandonada que cuenta con sólo la medida original de Espin (1923). Las coordenadas que aparecen en el WDS son imprecisas (ver tabla 3). Sólo localizamos el movimiento de la componente A, muy reducido. Theta decrece, rho aumenta ligeramente.

39. 20223+5237. ES 989. En Cyg. Sólo una medida en el WDS (1910), theta y rho estables. Movimientos propios incompatibles, par óptico.

40. 20277+3605. ES 2193AC. En Cyg. Dos medidas en el WDS (1925, 1933). Rho aumenta, theta decrece. Solo localizamos el movimiento propio de la componente A. Forma parte de un sistema cuádruple.

41. 20280+3220. ES 2375. En Cyg. Tan sólo una medida en el WDS, la realizada por Espin en 1929. Sistema estable. Sólo se ha publicado el movimiento propio de la componente A, muy reducido.

42. 20305+3454. ES 2304. En Cyg. Tan sólo una medida en el WDS, la realizada por Espin en 1927. Theta estable, rho aumenta. Los movimientos propios descritos en el UCAC3 demuestran que con totalmente incompatibles; el de la componente B es muy elevado (159,0/199,6). Par óptico.

43. 20317+3831. ES 246AB. En Cyg. Tres medidas en el WDS (la más reciente de 1923). Localizo perfectamente el par AC pero no se identifica la componente B. Posiblemente se deba a que su movimiento propio la ha situado sobre (o tras) la estrella principal (dado que esta posee un movimiento propio muy reducido).

44. 20326+4635. ES 664. En Cyg. Tan sólo tiene una medida en el WDS, la publicada por Espin en 1908. Theta decrece y rho aumenta, posiblemente porque la componente A posee un movimiento propio apreciable, no localizándose el de la B.

45. 20328+3954. ES 1680BC. En Cyg. Forma parte de un sistema triple. Rho estable, theta decrece. Los movimientos propios indican que se trata, con toda probabilidad, de un sistema de naturaleza óptica ya que incompatibles.

46. 20331+2852. ES 507DS. En Vul. Posee tres medidas en el WDS. Es evidente que la primera de ellas, la de Espin (1926), posee un error de anotación/ transcripción. El sistema se localiza muy claramente en las coordenadas indicadas. Mis medidas coinciden con las más recientes. Los movimientos propios, bastante reducidos en el caso de la componente A, son incompatibles. No se indica en el WDS la magnitud de la componente S; empleando las conversiones fotométricas de V a partir del CMC14 (Greaves y Dymock&Miles, 2009) y del UCAC3 (Pavlov, 2009) obtengo un valor similar con ambos métodos de 13,21 y 13,25, respectivamente.

47. 20373+3541. ES 2251. En Cyg. Tan sólo una medida en el WDS (1926). Theta aumenta, rho decrece ligeramente. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, muy reducido. Elevada dM.

48. 20379+4005. ES 1978. En Cyg. Dos medidas en el WDS, la más reciente de 1978. Theta y rho estables. Los movimientos propios son incompatibles, par óptico. Las coordenadas que aparecen en el WDS son imprecisas (ver tabla 3).

49. 20392+4017. ES 1980. En Cyg. Dos medidas de Espin en el WDS (1892, 1922). Theta estable y rho creciente debido, con toda probabilidad, al significativo movimiento propio de la componente A. Las coordenadas que aparecen en el WDS son imprecisas (ver tabla 3).

50. 20409+4828. ES 808. En Cyg. Una sola medida en el WDS, la de su descubrimiento por Espin en 1909. Sistema estable. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, bastante reducido. Elevada dM. 51. 20421+5436. ES 994. En Cyg. Una sola medida en el WDS, la de su descubrimiento por Espin en 1910. Theta aumenta ligeramente y rho decrece posiblemente debido al significativo movimiento propio de la componente A publicado en PPMXL. Elevada dM.

52. 20432+3749. ES 2122. En Cyg. Una sola medida en el WDS, la de su catalogación por Espin en 1924. Theta y rho aumentan. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, muy reducido. Elevada dM. Las coordenadas que aparecen en el WDS son imprecisas (ver tabla 3).

53. 20441+3927. ES 1981. En Cyg. Tan sólo una medida en el WDS, la de su catalogación por Espin en 1922. Theta y rho aumentan significativamente. Elevada dM. La componente B posee un elevado movimiento propio según el UCAC3 (-172,8/136,4), mientras que el de la componente principal es muy reducido. Par óptico.

54. 20442+4206. ES 1572. En Cyg. Tan sólo una medida en el WDS, la de su catalogación por Espin en 1916. Theta y rho aumentan. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, reducido pero significativo como para explicar los cambios en sus parámetros. Notable dM (3,71 mags.). Las coordenadas publicadas en el WDS son imprecisas (ver tabla 3).

55. CRB 11. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las cercanías del sistema ES 1572, en Cyg. Los movimientos propios de las dos componentes son idénticos y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Descubrimientos* de este trabajo para obtener más detalles.

56. 20463+3646. ES 2515AB. En Cyg. Tan sólo una medida en el WDS, la de su catalogación por Espin en 1931. Theta y rho estables. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, bastante reducido. Notable dM. La estrella principal es en realidad el sistema COU 22020Aa, Ab, muy cerrado (0,6" a 262° según la medida de 1984 del WDS).

57. 20470+3828. ES 2054. En Cyg. Dos medidas en el WDS, una de ellas relativamente reciente (1909, 1984). Theta estable, rho decrece ligeramente. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, bastante reducido.

58. 20478+4750. ES 810. En Cyg. Dos medidas en el WDS (1909, 1935). Theta y rho estables. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A. Elevada dM (6,08 mags.).

59. 20481+2753. ES 510BC. En Vul. Dos medidas en el WDS, ambas de Espin (1907, 1929). Forma parte de un sistema triple muy equilibrado en lo que a brillo de

sus componentes se refiere. Theta decrece, rho aumenta. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente B, muy reducido.

60. 20518+3820. ES 2123AB. En Cyg. En el WDS sólo aparece la medida original publicada por Espin en 1924. Sistema triple. Theta estable, rho aumenta. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A. Elevada dM (3,08 mags.). Las coordenadas publicadas en el WDS son incorrectas (ver tabla 3).

61. CRB 12. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las cercanías del sistema ES 2123AB, en Cyg. Los movimientos propios de las dos componentes son idénticos y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Descubrimientos* de este trabajo para obtener más detalles.

62. 20532+3301. ES 2356. En Cyg. Una sola medida en el WDS, la de su catalogación por Espin en 1928. Theta aumenta, rho decrece. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, muy reducido. Muy elevada dM (4,26 mags.).

63. 20546+4042. ES 1685BC. En Cyg. En el WDS sólo figura una medida, la de su catalogación por Espin en 1917. Sistema triple. Theta estable, rho aumenta significativamente. El movimiento propio de la componente B es bajo aunque significativo. Bonito par muy cerrado.

64. 20555+4112. ES 1686. En Cyg. Una sola medida en el WDS, la de su catalogación por Espin en 1917. Theta y rho aumentan. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, muy reducido. Muy elevada dM (4 mags.).

65. 20557+4755. ES 813. En Cyg. En el WDS sólo figura una medida de este sistema correspondiente a la publicada originalmente por Espin en 1909. Theta y rho aumentan. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, siendo este bastante reducido. Posee una elevada dM (4,33 mags.). En el mismo campo se sitúa ES 814 (ver nota siguiente).

66. 20562+3335. ES 2312. En Cyg. En el WDS figuran dos observaciones de este sistema, siendo la última reciente (1927, 1989). Theta y rho se reducen. Sólo localizamos el movimiento propio la componente A, siendo este bastante reducido.

67. CRB 13. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las cercanías del sistema ES 2312, en Cyg. Los movimientos propios de las dos componentes son idénticos y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Des*-

cubrimientos de este trabajo para obtener más detalles.

68. CRB 14AC. Nueva componente del sistema ES 814 (ver nota siguiente). Se trata de una estrella situada en las cercanías de A, a escasa distancia angular. Proponemos su catalogación bajo esta denominación provisional. Véase la sección de *Descubrimientos* para obtener más detalles.

69. 20567+4754. ES 814. En Cyg. En el WDS sólo figura una medida de este sistema correspondiente a la publicada originalmente por Espin en 1909. Theta y rho aumentan. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, siendo este bastante reducido. Posee una elevada dM (4,12 mags.). En el mismo campo se sitúa ES 813 (ver nota anterior). Catalogamos una nueva componente cerrada de este sistema que denominamos provisionalmente CRB 14AC (ver nota anterior y apartado de *Descubrimientos*).

70. 20573+4319. ES 1450. En Cyg. En el WDS sólo figura una medida de este sistema correspondiente a la publicada originalmente por Espin en 1915. Theta y rho aumentan ligeramente. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, siendo este bastante reducido. Posee una elevada dM (4,28 mags.).

71. 20584+4303. ES 1575. En Cyg. En el WDS sólo figura una medida de este sistema correspondiente a la publicada originalmente por Espin en 1916. Theta y rho se reducen ligeramente. A la vista de los movimientos propios de ambas componentes, procedentes del UCAC3, podemos concluir que se trata de un sistema de naturaleza óptica. El correspondiente a la componente secundaria es muy elevado. Las coordenadas que figuran en el WDS son incorrectas (ver tabla 3).

72. 21025+3146. ES 374BC. En Cyg. En el WDS sólo figura una medida de este sistema correspondiente a la publicada originalmente por Espin en 1906. Se trata de un sistema triple. Theta y rho se reducen significativamente. No obstante, el movimiento propio de la componente B es muy reducido, desconociendo el de la secundaria. Posee una elevada dM (4,5 mags.). Proponemos la catalogación de una nueva componente cerrada que denominamos provisionalmente como CRB 15BD (ver nota siguiente).

73. CRB 15BD. Nueva componente del sistema múltiple ES 374 (véase nota anterior). Se trata de una estrella situada a escasa distancia angular de la componente B del sistema referido. Proponemos esta denominación provisional. Véase la sección de *Descubrimientos* para más detalles.

74. 21054+4256. ES 32. En Cyg. En el WDS figuran cinco observaciones de este sistema, todas ellas de los tiempos de Espin siendo la más reciente de 1934. Posee una elevada dM (4,1 mags.) siendo un sistema bastante estable. Los movimientos propios son inapreciables. 75. 21068+4708. ES 1169. En Cyg. En el WDS figuran dos observaciones de este sistema, ambas realizadas por el propio Espin (1899, 1912). Posee una elevada dM (3,65 mags.) siendo un sistema bastante estable. Sólo localizamos en la literatura profesional el movimiento propio de la componente A, siendo relativamente elevado.

76. 21113+3419. ES 2314. En Cyg. Cinco medidas en el WDS. La más reciente ha sido incluida en el mismo en las últimas semanas. Theta y rho decrecen. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, muy reducido.

77. 21116+3419. ES 2315AB. En Cyg. Tres medidas en el WDS, siendo la más reciente de 1944. Theta y rho decrecen. Forma parte de un sistema triple. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, muy reducido. Las coordenadas indicadas en el WDS son incorrectas (ver tabla 3). En sus cercanías se sitúa el par ES 2314 (ver nota anterior).

78. 21116+3419. ES 2315AC. En Cyg. A diferencia del par AB (nota anterior) este sólo posee la medida original publicada por Espin en 1927. Theta y rho estables. Forma parte de un sistema triple. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, muy reducido. Las coordenadas indicadas en el WDS son incorrectas (ver tabla 3). En sus cercanías se sitúa el par ES 2314 (ver nota anterior).

79. 21278+4515. ES 1335. En Cyg. En el WDS sólo figura una medida de este sistema correspondiente a la publicada originalmente por Espin en 1914. Theta decrece, rho aumenta significativamente. El movimiento propio de la componente A es reducido, desconociendo el de la B. Posee una elevada dM (3,27 mags.).

80. 21282+4713. ES 1171AC. En Cyg. En el WDS sólo figura la medida obtenida por Espin en 1912. Theta y rho aumentan. Forma parte de un sistema triple. Los movimientos propios son incompatibles. Posible par óptico.

81. 21282+6525. ES 1919AI. En Cep. Dos medidas en el WDS, la más reciente de 1987. Theta y rho aumentan. Los valores que obtengo son muy similares a los de Espin y difieren visiblemente de la medida más moderna. El movimiento propio de la componente A es reducido, desconociendo el de la I. Posee una elevada dM (4,7 mags.). Forma parte de un complejo sistema múltiple.

82. 21293+4512. ES 100AC. En Cyg. Dos medidas en el WDS, ambas procedentes de los trabajos de Espin (1909, 1912). Theta decrece paulatinamente y rho estable. Forma parte de un sistema triple. Los movimientos propios son incompatibles. Posible par óptico.

83. 21295+3635. ES 2128AB. En Cyg. Tan sólo figura una medida de este par en el WDS (1924, Espin). Theta y rho estable. Forma parte de un sistema triple. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, siendo relativamente reducido. Elevada dM (5,6 mags.). En las cercanías de este sistema localizo un par con elevado movimiento propio común cuya catalogación proponemos bajo la denominación provisional CRB 16 (ver nota siguiente).

84. CRB 16. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las cercanías del sistema ES 2128AB, en Cyg. Los movimientos propios de las dos componentes son muy similares y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Descubrimientos* de este trabajo para obtener más detalles.

85. 21333+4306. ES 1455. En Cyg. En el WDS sólo figura la medida obtenida por Espin en 1915. Theta y rho aumentan ligeramente. El movimiento propio de la componente A es reducido, desconociendo el de la B. Posee una elevada dM (3,7 mags.). Las coordenadas indicadas en el WDS son incorrectas (ver tabla 3).

86. 21385+3217. ES 2319. En Cyg. En el WDS sólo figura la medida original publicada por Espin en 1927. No localizamos la componente B en nuestras tomas CCD debido, con toda seguridad, al movimiento propio de la A. Aunque este es reducido parece suficiente como para cubrir a la estrella secundaria, produciéndose, además, en la misma dirección en la que se sitúa esta (ver imagen adjunta).



87. 21405+3720. ES 2067. En Cyg. Sólo una medida en el WDS (Espin, 1923). Theta estable, rho aumenta. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente principal, muy reducido. Elevada dM (3,1 mags.). 88. 21422+4434. ES 1341AB. En Cyg. En el WDS aparecen dos medidas, siendo la más antigua la correspondiente a Espin (1914). La más reciente se ha incorporado hace unas semanas al WDS siendo totalmente discordante con lo que midió el astrónomo inglés. Yo obtengo valores similares a los de Espin. Teniendo esto en cuenta, theta decrece y rho aumenta. Elevada dM. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente principal, muy reducido.

89. 21423+4616. ES 1275AB. En Cyg. Sólo una medida en el WDS (Espin, 1913). Theta aumenta, rho decrece. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente principal, significativamente elevado. Muy notoria dM (5,3 mags.). Forma parte de un sistema cuádruple muy llamativo. Las componentes B, C y D forman un triángulo equilátero bastante cerrado en comparación con la estrella principal. Digno de observarse visualmente (ver imagen adjunta).



90. 21447+5419. ES 1013. En Cyg. En el WDS sólo figura la medida original publicada por Espin en 1910. Theta aumenta considerablemente mientras que rho se mantiene relativamente estable. Se debe al movimiento propio de la componente A.

91. 21465+6152. ES 1857AC. En Cep. En el WDS aparecen dos medidas, siendo la más antigua la correspondiente a Espin (1920). La más reciente se ha incorporado hace unas semanas al WDS siendo totalmente discordante con lo que midió el astrónomo inglés. Yo obtengo valores similares a los de Espin. Teniendo esto en cuenta, theta decrece y rho aumenta. Forma parte de un sistema triple. Los movimientos propios son totalmente incompatibles. Posible par óptico.

92. 21481+6230. ES 1858AB. En Cep. En el WDS aparecen dos medidas, siendo la más antigua la correspondiente a Espin (1920). La más reciente se ha incorporado hace unas semanas al WDS siendo totalmente discordante con lo que midió el astrónomo inglés (evidentemente confunden el sistema con otras estrellas cercanas). Yo obtengo valores compatibles con los de Espin. Teniendo esto en cuenta, theta y rho aumentan. Forma parte de un sistema triple (ver el par AC en la nota siguiente). Sólo localizamos los valores del movimiento propio de la componente principal, bastante reducido. Elevada dM (3,9 mags.).

93. 21481+6230. ES 1858AC. En Cep. En el WDS aparecen dos medidas, siendo la más antigua la correspondiente a Espin (1920). La más reciente se ha incor-

porado hace unas semanas al WDS siendo totalmente discordante con lo que midió el astrónomo inglés (evidentemente confunden el sistema con otras estrellas cercanas). Yo obtengo valores compatibles con los de Espin teniendo en cuenta sus movimientos propios. Teniendo esto en cuenta, theta y rho aumentan. Forma parte de un sistema triple (ver el par AB en la nota anterior). Los movimientos propios son incompatibles, siendo el de la componente C bastante elevado.

94. 21538+6237. ES 144AD. En Cep. Sólo aparecen dos medidas en el WDS, ambas de Espin (1898, 1902). Se trata de un sistema cuádruple iniciado por J. South unas décadas antes con el par S 800AB. Esta situado dentro del cúmulo abierto NGC7630. Los valores que obtengo midiendo el par AD no coinciden, ni remotamente, con lo medido por Espin. Sin embargo, son totalmente compatibles si medimos la componente D desde B. Posiblemente se trate de un error de anotación. Theta y rho estables. Los movimientos propios de ambas componentes son muy reducidos e incompatibles. Posee una elevada dM.

95. 21557+3708. ES 2523. En Cyg. En el WDS aparecen cuatro medidas, siendo la más reciente de 2000, habiendo sido publicada hace tan sólo unas semanas. Theta y rho aumentan. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, relativamente elevado. En contra de los que suele ser habitual en Espin, se trata de un par muy equilibrado. Las coordenadas que aparecen en el WDS son imprecisas (ver tabla 3).

96. 21565+2613. ES 526. En Peg. En el WDS aparecen dos medidas, siendo la más reciente de 2009, habiendo sido publicada hace tan sólo unas semanas. Theta decrece y rho aumenta. Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, muy reducido. Elevada dM (4,5 mags.). Propongo la catalogación de una nueva componente cercana del sistema que denominamos provisionalmente CRB 17AC (ver nota siguiente).

97. CRB 17AC. Nueva componente de ES 526, en Peg. Propongo para su catalogación una estrella situada muy cerca de la componente A del sistema. Véase la sección de *Descubrimientos* del presente artículo para obtener más información.

98. 22025+4714. ES 528. En Cyg. Sólo una medida en el WDS (Espin, 1907). Theta y rho aumentan considerablemente. A pesar de la variación obtenida en los parámetros, es evidente que se trata del mismo par que catalogó Espin. Dos razones corroboran este parecer: una dM muy similar a la que anotó Espin y el relativamente elevado movimiento propio de la componente principal (véase imagen adjunta, página siguiente).

99. 22100+3209. ES 2323. En Peg. En el WDS sólo encontramos una medida, la obtenida por Espin originalmente en 1927. Theta y rho decrecen. Par muy difícil por su dM y separación. Sólo encontramos el movimiento propio de la componente A, relativamente ele-



ES 528 (ALADIN)

vado. Las coordenadas que aparecen en el WDS son imprecisas (ver tabla 3).

100. CRB 18. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las cercanías del sistema ES 2323, en Cyg. Los movimientos propios de las dos componentes son idénticos y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Descubrimientos* de este trabajo para obtener más detalles.

101. 22211+3744. ES 2531. En Lac. Aparecen cinco medidas publicadas en el WDS. La más reciente de ellas (2000) ofrece unos valores disparatados, posiblemente por confundir el sistema con otra agrupación cercana, dado que las coordenadas ofrecidas por el WDS son imprecisas (ver tabla 3). Detecto que se trata de una doble duplicada en el WDS ya que las coordenadas correctas coinciden con las del sistema BRT 2235. Theta y rho decrecen. El valor de theta ofrecido por Espin está invertido (si restamos 180° coinciden perfectamente los valores originales medidos por Espin y Barton). Los movimientos propios son incompatibles, siendo el de la componente B muy elevado.

102. CRB 19. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las cercanías del sistema ES 2531. Los movimientos propios de las dos componentes son idénticos y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Descubrimientos* de este trabajo para obtener más detalles.

103. CRB 20. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las

cercanías de la anterior. Los movimientos propios de las dos componentes son idénticos y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Descubrimientos* de este trabajo para obtener más detalles.

104. CRB 21. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las cercanías de las dos anteriores. Los movimientos propios de las dos componentes son idénticos y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Descubrimientos* de este trabajo para obtener más detalles.

105. 22407+2644. ES 541. En Peg. En el WDS aparecen cuatro medidas, todas ellas antiguas. Theta estable, rho aumenta. Muy elevada dM (5,1 mags.). Sólo localizamos el movimiento propio de la componente A, muy reducido.

106. 22469+3036. ES 394 AC. En Peg. En el WDS aparecen cinco medidas, siendo la última de 2008 habiendo sido incluida muy recientemente en el mismo. Theta y rho estables. Los movimientos propios, bastante significativos en ambas componentes, son incompatibles lo que evidencia un posible carácter óptico del par. No se indica en el WDS la magnitud de la componente C; empleando las conversiones fotométricas de V a partir del CMC14 (Greaves y Dymock&Miles, 2009) y del UCAC3 (Pavlov, 2009) obtengo un valor similar con ambos métodos de 12,185 y 12,17, respectivamente.

107. CRB 22. Nueva binaria de elevado movimiento propio común que proponemos para su catalogación bajo esta denominación provisional. Localizada en las cercanías del sistema ES 394, en Peg. Los movimientos propios de las dos componentes son idénticos y tras realizar un somero estudio astrofísico del par, todo parece indicar que existe una verdadera relación física entre ambas componentes. Véase la sección *Descubrimientos* de este trabajo para obtener más detalles.

108. 23208+6225. ES 220AB. En Cas. Tres medidas en el WDS, todas ellas de tiempos de Espin. Theta y rho estables. Elevada dM (3,9 mags.). Movimientos propios incompatibles. Forma parte de un sistema triple.

109. 23400+5846. ES 1803. En Cas. Tres medidas en el WDS, la más reciente de 2000. Ha sido incluida en el mismo en fechas recientes. Theta decrece paulatinamente y rho aumenta. Par muy equilibrado. Veo más brillante a la componente B. Las coordenadas que aparecen en el WDS son imprecisas (ver tabla 3). Los movimientos propios son incompatibles, posiblemente se trata de un par óptico.

TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO



ES 408AB

ES1808AB AC AD



ES 1440



ES 2049



ES 2505



ES 989



ES 2193AC



ES 2375



ES 664



ES 507DS



ES 2251



ES 1978



ES 1980



ES 808



ES 994

ES 2515AB



ES 2122

ES 2054



ES 1981



ES 810



ES 1572



ES 510BC



ES 2123AB



ES 813



ES 2356



ES814AB/CRB 14AC



ES 1685BC



ES 1450



ES 1686



ES 1575



ES374BC/CRB15BD



ES 32



ES 1169



ES 2315AB AC



ES 1335



ES 1171AC



ES 1919AI



ES 100AC



ES 1341AB



Movimientos propios de los pares observados

En la tabla 3 (página siguiente) se muestran los movimientos propios en AR y DEC de las componentes, expresados en milisegundos de arco por año (msa/ año). Los datos han sido extraídos de catálogos profesionales empleando las herramientas *Aladin* y *Vizier* del Centre de Données astronómiques de Estraburgo (CDS).

Se ha recurrido básicamente a los catálogos UCAC3 y el PPMXL. Siempre que ha sido posible se ha empleado el primero de ellos por ser más completo al utilizar varios catálogos mayores para calcular los movimientos propios (Masa, 2011).

En cualquier caso, no debemos olvidar que, en el caso de las dobles abandonadas de Espin, existe el problema de que al ser muchas de las componentes bastante débiles y poseer una separación angular bastante pequeña, no hay datos de muchas de las estrellas secundarias e, incluso, muchas de las que figuran como la componente A son, en realidad, datos contaminados de las dos estrellas del par. Por tanto, estos datos deben tomarse con muchas reservas.

Ello explica la existencia de lagunas en la información a pesar de lo cual hemos optado por publicar los resultados obtenidos dado que puede aclarar, en algunos casos, el carácter óptico de los pares en cuestión y, además, se obtiene una panorámica del problema anteriormente descrito.

Por citarse de forma específica en el capítulo de *Des-cubrimientos*, no incluimos en la tabla 3 los movimientos propios de las nuevas binarias que presentamos.

TABLA 3. MOVIMIENTOS PROPIOS DE LOS PARES OBJETO DE ESTUDIO

WDS ID.	DESCUBRIDO	R	CATÁLOGO	MP AR MSA∙AÑO ⁻¹	MP DEC MSA∙AÑO ⁻¹
20200+5116	ES 800CD	C D	PPMXL	-9,2	-8,8
20177+3518	ES 2302	A	PPMXL	38.7	29.1
20179+4319	FS 1440	A	PPMXL	16.7	-1.3
20102-2025	EC 2040	B A	UCAC3	 18.7	 3.9
20163+3625	ES 2049	B	UCAC3	-62.5 -1.8	-4.7 -1 2
20197+3743	ES 2505	В			
20202+3838	ES 2052	A B	PPMXL	-7.8	-9.7
20223+5237	ES 989	A B	UCAC3 UCAC3	7.4 -168.2	-11.8 -6.5
20277+3605	ES 2193AC	A C	PPMXL	-24.4	16.4
20280+3220	ES 2375	A	UCAC3	0.7	-1.2
20305+3454	ES 2304	A	UCAC3	-2.4	-2.4
2000010404	2004	B	UCAC3 PPMXI	159.0 -11.5	199.6 4 8
20317+3831	ES 246AB	B			
20326+4635	ES 664	A B	UCAC3	-21.4	-28.3
20328+3954	ES 1680BC	В	UCAC3	-13.6	-40.4
00004 0050	50 50300	D	PPMXL	45.5 -5.2	-12.5
20331+2852	ES 507DS	S	PPMXL	-16,5	-36,1
20373+3541	ES 2251	A B	PPMXL	-8,1	-13,5
20379+4005	ES 1978	A	UCAC3	-13,7	25,4
20202 4017	ES 1080	A	PPMXL	-44,6	-75,8 -34,7
2039274017	L3 1900	B	 PPMXI	 -4 6	 -7 4
20409+4828	ES 808	В			
20421+5436	ES 994	A B	PPMXL	-7,3 	-31,4
20432+3749	ES 2122	A B	UCAC3	-1,4 	-1,4
20546+4042	ES 1685BC	B C	PPMXL	16,4 	-2,8
20555+4112	ES 1686	A B	UCAC3	-6,9 	-10,8
20532+3301	ES 2356	A B	PPMXL	-0,8	1,2
20481+2753	ES 510BC	B	UCAC3	1,3	8,6
20518+3820	ES 2123AB	A	UCAC3	2,8	1,8
20478+4750	ES 810	A	PPMXL	-7,9	-19,3
20470+3828	ES 2054	AB	UCAC3	-11,8 	0,7
20463+3646	ES 2515AB	AB	PPMXL	8,7	0,0
20442+4206	ES 1572	A B	UCAC3	-20,4	-20,6
20441+3927	ES 1981	A B	UCAC3 UCAC3	12,6 -172,8	-11,0 136,4
20557+4755	ES 813	A B	PPMXL	6,1	9,2
20567+4754	ES 814	A	PPMXL	-5,1	-7,9
20562+3335	ES 2312	A B	UCAC3	-8,1 	-11,0

WDS ID.	DESCUBR	IDOR	CATÁLOGO	MP AR MSA∙AÑO ⁻¹	MP DEC MSA∙AÑO ⁻¹
20573+4319	ES 1450	A B	UCAC3	9,6 	2,6
20584+4303	ES 1575	A B	UCAC3 UCAC3	-4,6 -28,2	-18,0 235,5
21025+3146	ES 374BC	B C	UCAC3	4,9	4,8
21066+4739	ES 32	A	UCAC3	6,7	-0,4
21068+4708	ES 1169	A	UCAC3	-33,5	-4,4
21116+3419	ES 2315AB	A	PPMXL	-9,7	-5,8
21116+3419	ES 2315AC	A	PPMXL	-9,7	-5,8
21113+3419	ES 2314	A	UCAC3	-3,7	2,8
00229+6214	ES 115AC	A		-9,9	-9,0 13 0
00351+5316	ES 935	A	UCAC3	-1,3	-4,8
00249+5543	ES 932BC	B	UCAC3	 -16,1	-4,1
00262+4113	ES 1603BC	B	UCAC3 UCAC3	13,8 51,8	-1,7 -40,8
00447+4518	ES 1359BC	B	UCAC3	28,4	-42,7
21278+4515	ES 1335	A	UCAC3 UCAC3	-8,2 19,4	13,7 10,8
21282+6525	ES 1919AI	B A	UCAC3	3,1	-8,2
212824713	ES 1171AC	I A	UCAC3	 11,2	 44,9
21202 + 4512	ES 100AC	C A	UCAC3 UCAC3	-4,6 24,7	-1,2 13,8
21293+4312		C A	UCAC3 UCAC3	-1,8 -14,2	-3,8 -17,8
21295+3635	ES 2128AB	B A	UCAC3	 -5,8	 -10.4
21333+4306	ES 1455	B	 PPMXL	 23.2	 9.2
21385+3217	ES 2319	B	UCAC3	4.2	
21405+3720	ES 2067	B			
21422+4434	ES 1341AB	B			-1,0 71 5
21423+4616	ES 1275AB	B		4,2	-71,5
21465+6152	ES 1857AC	C	PPMXL	-24,2 43,3	-41,6
21477+5419	ES 1013	B	 	-5,7	-12,6
21481+6230	ES 1858AB	A B	UCAC3 	18,4	9,7
21481+6230	ES 1858AC	A C	UCAC3 UCAC3	18,4 97,0	9,7 25,3
21538+6237	ES 144AD	A D	PPMXL PPMXL	-2,0 6,3	-0,4 -2,9
21557+3708	ES 2523	A B	PPMXL	-33,0	-45,8
21565+2613	ES 526	A B	PPMXL	-13,0 	-16,0
22025+4714	ES 528	A B	PPMXL	31,0 	35,9
22100+3209	ES 2323	A B	PPMXL	7,8	-43,6
22110+3333	ES 2388	A B	PPMXL	0,2	-2,3

WDS ID.	DESCUB	RIDOR	CATÁLOGO	MP AR MSA∙AÑO ⁻¹	MP DEC MSA∙AÑO ⁻¹
22211+3744	ES 2531	А	UCAC3	15,4	12,2
	202001	B	UCAC3	-99,5	-47,0
22407+2644	ES 541	A	PPMXL	15,5	-5,3
		A	PPMXL	17.7	-12.7
23400+5846	ES 1803	В	UCAC3	-2,3	1,9
22208 - 6225		A	PPMXL	-2,8	4,0
23200+0223	E3 220AD	В	PPMXL	-13,9	-15,4
22469+3036	ES 394AC	A	UCAC3	-23,9	-37,6
			PPMXI	-87,2	-4.6
00197+4639	ES 1196	В			
00400.4004	50 4 400 00	С	PPMXL	-12,8	1,3
00190+4301	ES 1483CD	D			
00192+4330	ES 1484BC	В	PPMXL	7,2	-15,1
		C		 5 /	
00192+4330	ES 1484AB	B	PPMXI	7.2	-1,7
		A	PPMXL	9,6	-19,9
00190+4301	ES 1483AB	В			
00190+4301	ES 1483AC	А	PPMXL	9,6	-19,9
0013014301	201403/10	С			
00573+5214	ES 940BC	В	PPMXL	12,3	-6,7
		A	PPMXI	-3.8	-3.2
00573+5214	ES 940AB	В	PPMXL	12,3	-6,7
00500 5054	50.045	A	UCAC3	3,5	-3,4
00590+5354	ES 615	В	UCAC3	-126,3	-13,4
01013+5341	ES 941	A	PPMXL	24,3	-16,4
		В		6.1	3.1
01097+5438	ES 156	В			
04440 5040	50 7550D	С	UCAC3	-55,8	42,5
01112+5218	ES 755CD	D	PPMXL	85,8	-74,3
01112+5218	ES 755AB	A	PPMXL	21,7	-9,3
		В			
01112+5218	ES 755AE	F	PPMXI	-4.7	-9,3
		A	PPMXL	21,7	-9,3
01112+5218	ES 755AC	С	UCAC3	-55,8	42,5
01122+5439	ES 756	А	PPMXL	4,1	7,0
0112210400	20 100	В			
01164+3807	ES 1947	B		5,7	6,0
		A	PPMXL	-1.1	9.1
01195+5816	ES 408AB	В			
01105+5916	ES 10840	A	PPMXL	-1,1	9,1
0113070010		С	PPMXL	-44,5	-2,8
01195+5816	ES 408CD	C	PPMXL	-44,5	-2,8
		A	PPMXL	-3.6	-4.2
01196+5820	ES 1808AB	В	PPMXL	-4,5	-45,1
01106 - 5920		А	PPMXL	-3,6	-4,2
01190+0020	LO TOUGAL	С	PPMXL	-2,0	-12,1
01196+5820	ES 1808AD	A	PPMXL	-3,6	-4,2
		ט			

Actualización de posiciones imprecisas o erróneas

Durante el proceso de trabajo de campo o la reducción de datos, se hace palpable que algunas de la coordenadas citadas en el WDS son erróneas o imprecisas, aspecto especialmente frecuente en pares abandonados hace casi un siglo (y, en algunos casos, más). Aunque no son muchos los casos detectados (todos ellos se han apuntado debidamente en la sección de *Notas* que acompaña la tabla 1), ofrecemos datos actualizados obtenidos (tabla 4) tras realizar nuestra propia astrometría con *Astrometrica* empleando el catálogo UCAC3.

En todos los casos se ofrecen las coordenadas de AR y DEC de las componentes A y B de los sistemas, con la excepción del par ES 2315AC.

TABLA 4. CORRECCIÓN DE POSICIONES ERRÓNEAS O IMPRECISAS EN EL WDS.

	DESC			СОМРО	NENTE A	COMPONE	ENTE B (1)
ID. WD3	DESC.	AN WDS	DEC WD3	AR	DEC	AR	DEC
20202+3838	ES 2052	20 20 00	+38 38 00	20 20 10,58	+38 37 32,3	20 20 10,67	+38 37 30,9
20379+4005	ES 1978	20 38 00	+40 04 40	20 37 54,86	+40 06 46,1	20 37 55,02	+40 06 44,3
20392+4017	ES 1980	20 39 08	+40 16 35	20 38 59,77	+40 17 23,1	20 39 00,37	+40 17 27,3
20432+3749	ES 2122	20 43 14	+37 48 39	20 42 53,67	+37 48 43,9	20 42 54,10	+37 48 45,8
20442+4206	ES 1572	20 44 00	+42 06 00	20 44 13,05	+42 05 13,3	20 44 13,36	+42 05 08,8
20518+3820	ES 2123AB	20 51 43	+38 20 14	20 52 04,33	+38 20 57,9	20 52 04,76	+38 20 56,9
20584+4303	ES 1575	20 58 25	+43 02 45	20 58 31,94	+43 01 14,9	20 58 31,91	+43 01 20,1
21116+3419	ES 2315AB	21 11 34	+34 18 21	21 11 52,81	+34 21 11,4	21 11 53,00	+34 21 14,7
21116+3419	ES 2315AC	21 11 34	+34 18 21	21 11 52,81	+34 21 11,4	21 11 53,57	+34 21 17,4
21333+4306	ES 1455	21 33 13	+43 05 42	21 33 03,43	+43 04 50,2	21 33 02,91	+43 04 52,7
21557+3708	ES 2523	21 55 00	+37 08 00	21 55 51,33	+37 07 28,2	21 55 51,54	+37 07 32,1
22100+3209	ES 2323	22 10 00	+32 09 00	22 10 19,23	+32 10 06,6	22 10 18,88	+32 10 08,9
22211+3744	ES 2531	22 21 00	+37 44 00	22 21 05,27	+37 48 58,0	22 21 05,10	+37 48 56,8
23400+5846	ES 1803	23 40 00	+58 46 00	23 39 58,75	+58 46 44,8	23 39 59,03	+58 46 42,5

(1) Excepto en el caso de ES 2315AC en que se trata de la componente C.

Descubrimientos

En el transcurso del proceso de localización de estas dobles abandonadas de Espin, así como en los posteriores trabajos de medición y estudio, han sido encontrados quince nuevos pares. No aparecen publicados en ninguna de las fuentes consultadas.

Por un lado, proponemos la catalogación de tres nuevas componentes de sistemas catalogados por Espin. Todas ellas son estrellas muy cercanas a los pares descritos de las que es muy difícil obtener información en los catálogos profesionales.

En segundo lugar, presentamos otras doce

nuevas binarias que parecen tener una verdadera relación física al ser pares de elevado movimiento propio común. Un estudio astrofísico muy somero parece corroborar esta apreciación. Todas ellas se sitúan en las cercanías de estrellas dobles de Espin y fueron halladas en los rastreos sistemáticos que realizamos de las zonas objeto de estudio de nuestra campaña utilizando placas profesionales de distinta época, de manera que los pares que presentan un movimiento propio común significativo son rápidamente detectados al usar *blinks* de imágenes.

Un buen ejemplo lo constituye el sistema CRB 10, el primero de los detectados utilizando este procedimiento. Se trata de una pareja de elevado mo-

el observador $n.^{o} 8 - 51$



Figura 14. Recorte de la captura CCD del sistema ES 2049 en el que puede observarse el nuevo par con elevado movimiento propio común cuya catalogación proponemos como CRB 10.

vimiento propio común situada en las cercanías de la doble ES 2049, en Cygnus. Como puede observarse en la imagen adjunta (figura 14), la nueva binaria aparece en la misma captura que realizamos para el sistema de Espin y que fue detectada al realizar un *blink* con la herramienta correspondiente de *Aladin* empleando las placas del POSSI y el POSSII, separadas por unos 40 años.

Como ya indicamos, un estudio inicial de los pares detectados de esta forma demuestra que son estrellas de elevado movimiento propio común que no aparecen catalogados en ninguna fuente consultada. Sin embargo, sí aparecen descritas como estrellas individuales con elevado movimiento propio en el catálogo de Lepine & Shara (2005). Dado que anteriormente (González Carballo, 2012) ya me había topado con otra binaria que aparecía mencionada en dicho catálogo también como estrella individual, consideré que si me había ocurrido en dos ocasiones es porque era factible encontrarse más casos. Tras poner en conocimiento del particular al experto en dobles extremeño Francisco M. Rica Romero, ambos coincidimos en el interés de rastrear dicho catálogo para detectar nuevas binarias de movimiento propio común. Las restantes parejas mpc que publico en el presente trabajo son de similares características.

A todas ellas las denominamos provisionalmente empleando las siglas de observador/descubridor que nos tiene asignado el Observatorio Naval de Estados Unidos, U.S.N.O. (CRB). Comienzan en el número 8 de mi serie personal de descubrimientos porque está pendiente de publicación en el *Journal of Double Star Observations* otro artículo nuestro (González Carballo, 2012) en el que presentamos otros seis nuevos pares que irán numerados correlativamente desde CRB 2 hasta CRB 7. CRB 1 ya apareció publicado en este misma revista (González Carballo, 2009).

Nuevas componentes

- CRB 14AC

Nueva componente AC del sistema ES 814, en Cygnus. Se trata de una estrella cercana a la componente A. Las coordenadas de la nueva componente son:

20 56 40.26 +47 54 16.7

Se localiza a 5,26" de la componente principal

del sistema con un ángulo de posición de 60,2°. Dado lo cerrado del nuevo par, así como a la elevada dM (4,4 mags.) no es posible encontrar datos de interés astrofísico con los que poder llegar a conclusiones definitivas. Utilizando Astrometrica obtenemos una aproximación a la magnitud de la nueva componente, bastante similar a la estrella C del sistema, de 14,1. Sería interesante seguir observando al nuevo sistema triple para comprobar su evolución a lo largo del tiempo y, de esta forma, poder obtener conclusiones definitivas sobre su naturaleza.



Figura 15. CRB 14AC.

- CRB 15BD

Nueva componente del sistema múltiple ES 374, situada muy próxima a la componente B del mismo. Allí donde Espin vio sólo una estrella (C) hay realmente dos, muy cercanas entre sí. La nueva estrella D está situada a 5,29" y 238,7°. No es posible obtener datos procedentes de catálogos profesionales dada su magnitud y cercanía a la componente B. Al igual que en el caso anterior, resultaría de interés comprobar la evolución a lo largo del tiempo del nuevo sistema y, de esta forma, poder obtener conclusiones definitivas sobre su naturaleza.



Figura 16. CRB 15BD.

- CRB 17AC

Al observar a ES 526 localizamos una débil estrella situada muy cerca de la componente A del

sistema. Se sitúa en las siguientes coordenadas:

No hemos podido obtener datos procedentes de ningún catálogo profesional por motivos idénticos a los anteriores tres casos por lo que no ha sido posible obtener conclusiones definitivas sobre el carácter físico del sistema. Se hace necesario, por tanto, realizar futuras observaciones del nuevo sistema triple para poder verificar su verdadera naturaleza. Empleando Astrometrica obtenemos una magnitud aproximada del brillo de la nueva componente: 14,02 presentando, además, una elevada dM con respecto a la componente A (4,77 mags.).



Figura 16. CRB 17AC.

Nuevas binarias

— CRB 8



Figura 17. Composición RGB de Aladin empleando placas procedentes del POSSI y el POSSII. Se evidencia el elevado movimiento propio común de las dos estrellas del centro. Proponemos su catalogación como CRB 8.

En las cercanías del sistema ES 615 encontré una pareja de estrellas que se movía rápidamente en la misma dirección a la vista de los movimientos propios que refleja Simbad en las placas POSSI y POSSII de Aladin (ver figura 17). Dado que el movimiento propio era tan evidente decidí dedicar un rato a investigar los datos que se podían obtener del sistema.

Se sitúan las siguientes coordenadas (UCAC3):

```
A = 00 06 55,739 +23 28 20,97
B = 00 06 55,937 +23 28 13,34
```

Están separadas por 8,10" y ofrecen un ángulo de posición de 160,4°.

Afortunadamente, se trata de dos estrellas relativamente brillantes y no ha sido difícil obtener datos de ellas.

En lo referente a sus magnitudes V, el GSC 2.3 ofrece los siguientes valores: A = 12,60 y B = 15,05. No obstante, hemos querido calcular esa misma magnitud empleando otros recursos, esto es, mediante transformaciones fotométricas, habiendo obtenido siempre valores bastante coherentes. Usando la fotometría procedente del CMC14 (transformaciones de Greaves y Dymock&Miles) obtenemos 12,775 para la componente A y 15,145 para la B. Siguiendo el método del UCAC3 de Pavlov obtenemos 12,79 para la A y 15,23 para la B.

Sobre sus movimientos propios, podemos decir que los datos son bastante esclarecedores resultando ser muy elevados e idénticos. Aparecen perfectamente identificadas en catálogo UCAC3 y allí encontramos los siguientes valores para A = 202,0/14,0 y para B = 202,0/14,0.

Empleando la fotometría JHK procedente del 2MASS he podido obtener unas clases espectrales aproximadas que resultaron ser K7V/K3III para la componente A y M2.5V/M1III para la B.

Gracias a estos datos es posible calcular la distancia fotométrica de las componentes del nuevo sistema; para realizar esta aproximación hemos empleado el método de Francisco M. Rica Romero, habiendo obtenido los siguientes resultados: distancia de la componente A = 348 años luz (106,7 pc) y de B = 353 años luz (108,1 pc). Por tanto, podemos concluir a la vista de estos resultados, que deben ser tomados, en todo caso, como preliminares, que nos encontramos ante un nuevo sistema binario de elevado movimiento propio común que merece ser estudiado en profundidad e incluido en el catálogo WDS.

— CRB 9

Se trata de una pareja de estrellas con elevado movimiento propio común (figura 18). Se sitúan en las siguientes coordenadas (UCAC3):

00 07 24,634 +04 45 17,42 00 07 24,359 +04 45 22,28

Están separadas por 6,37" y a 319,8°.

Sus movimientos propios son idénticos: A = 162,0/-81,0 y B = 162,0/-81,0.

La componente A es relativamente brillante (magnitud V 12,83 en el GSC 2.3) mientras que la B constituye un problema puesto que no aparece su magnitud V en ningún catálogo. Por tanto, ha sido necesario obtenerla indirectamente. Tan sólo nos ha sido posible obtenerla mediante la transformación de la magnitud r' del CMC14 (transformaciones de Greaves y Dymock&Miles), obteniendo un valor medio de 15,515.

La fotometría JHK del 2MASS, afortunadamente disponible para ambas estrellas, nos ha permitido obtener la clase espectral, habiendo resultado K6V/ K3III y M1.5V/M1III, respectivamente.

Todo ello nos lleva a calcular de forma aproximada la distancia fotométrica del sistema, resultando que la componente A está situada a 416 años luz (127,6 pc), mientras que la B lo está a 522 (160,0 pc). Como vemos, son perfectamente compatibles si bien los datos de B no son concluyentes por la poca calidad de las medidas obtenidas y el método empleado para calcularlo.

A la vista de estos datos podemos concluir que nos encontramos antes dos estrellas que parecen tener una verdadera relación física, resultando ser un par de elevado movimiento propio común.



Figura 18. Composición RGB de Aladin empleando placas procedentes del POSSI y el POSSII. Se evidencia su elevado movimiento propio común. Proponemos su catalogación como CRB 9.

- CRB 10

Este par de elevado movimiento propio común

fue localizado en las cercanías del sistema ES 2049, en Cygnus. Se trata de dos débiles estrellas bastante cercanas (4,92") con un ángulo de posición de 39,7°.

Se localizan en las siguientes coordenadas:

A = 20 18 20,00 +38 20 05,9 B = 20 18 20,70 +38 20 09,7

Poseen movimientos propios idénticos y muy elevados que, según Lepine&Shara, son de 174/139 para ambas componentes (ver figuras 19 y 20).



Figura 19. Vectores de movimiento propio de las dos componentes de CRB 10 procedentes de Simbad representados sobre la imagen del 2MASS.



Figura 20. Composición RGB de Aladin empleando placas procedentes del POSSI y el POSSII de CRB 10. Se evidencia el elevado movimiento propio común de ambas componentes.

Dado que su magnitud V no aparece en ningún catálogo de referencia, la hemos obtenido a través de la r' mag del CMC 14 (transformaciones de Greaves y Dymock&Miles), obteniendo un valor medio de 14,705 para la componente A y de 15,035 para la B.

Empleando la fotometría JHK del 2MASS obtenemos unas clases espectrales compatibles de M2,5V/M2III y M3V/M3III. La distancia fotométrica obtenida es de 285 años luz (87,3 pc) para la componente A y 200 años luz (61,2 pc). Por ello, parece evidente la verdadera relación física de ambas estrellas, constituyendo un verdadero sistema doble de elevado movimiento propio común.

— CRB II

En una zona cercana al sistema ES 1572 nos encontramos un par de estrellas que, a la vista del blink de imágenes obtenido (ver figura 20) parecen compartir un movimiento propio muy parecido. Tras consultar el catálogo PPMXL se reforzó esta impresión visual. En este catálogo aparecen los siguientes mp para A = 19.0/117.3 y para B = 14.1/117.9.

Se localizan en las siguientes coordenadas (2MASS):

 $\begin{array}{l} A = 20 \; 46 \; 08,\!98 \; +38 \; 58 \; 08,\!48 \\ B = 20 \; 46 \; 07,\!97 \; +38 \; 58 \; 08,\!91 \end{array}$

Ambas estrellas están separadas por 11,38" y se encuentran situadas en un ángulo de 287,6°.



Figura 21. Composición RGB de Aladin empleando placas procedentes del POSSI y el POSSII de CRB 11. Se evidencia el elevado movimiento propio común de ambas componentes.

Este sistema tiene la dificultad añadida del débil brillo de la componente B, no apareciendo su magnitud V en ningún catálogo. Por ello, hemos procedido a su cálculo mediante la conocida transformación fotométrica empleando los datos del USNO B1. A partir de estos datos (y de los obtenidos de la fotometría JHK del 2MASS) hemos procedido a calcular sus clases espectrales (K8V/K4III y M3.5V/M3III) y sus distancias fotométricas (720 años luz para la componente A y 790 para la componente secundaria).

Se refuerza, a la vista de estos datos, el verdadero carácter físico de esta binaria, toda vez que su elevado movimiento propio común ya es, de por sí, bastante significativo. No obstante, se hace necesario un estudio más pormenorizado dada la poca calidad de la magnitud V obtenida, especialmente para la compañera B del nuevo sistema.

— CRB 12

En las coordenadas (2MASS)

localizamos dos estrellas que parecen moverse a la par con movimientos propios idénticos y muy elevados que, según Lepine&Shara, son de 136/118 para ambas componentes (ver figura 22).



Figura 22. Composición RGB de Aladin empleando placas procedentes del POSSI y el POSSII de CRB 12.

Ambas estrellas están separadas por tan sólo 5,58" a 307,4°. Posiblemente debido a su cercanía (y debilidad: ambas componentes deben rondar la magnitud 16ª) ofrecen datos contaminados en los catálogos fotométricos consultados, no habiendo, por tanto, podido extraer conclusiones referidas a su clase espectral o su distancia fotométrica. No obstante, creemos que los movimientos propios son tan similares y destacados que merece la pena que sean catalogadas en el WDS a la espera de poder obtener datos más precisos sobre este sistema.

— CRB 13

En las cercanías del sistema anterior (CRB 12)

encontramos otro par que parecía compartir un movimiento propio común destacado a la vista del valores que ofrece el catálogo UCAC3: A = 155,0/-8,0 y B = 160,0/-13,0 (bastante coincidentes con los del PPMXL, por cierto).

Se localizan en las siguientes coordenadas (UCAC3):

Se trata de dos estrellas realmente distantes entre sí: 131,53"y un ángulo de posición de 357,4° (ver figura 23).

La fotometría JHK del 2MASS nos ofrece clases espectrales compatibles (A = M1,5V/M1III y B = M3,5/M4III); tras obtener la magnitud V a partir de la transformación realizada empleando la fotometría del USNO B1 hemos podido calcular una distancia fotométrica bastante análoga: A = 420 años luz (128,8 pc) y B = 440 años luz (134,9 pc). Este dato, junto al elevado movimiento propio común, refuerza la idea de que nos encontramos, a pesar de la notable separación de más de 2', de una verdadera binaria.



Figura 23. Composición RGB del sistema CRB 13. Obsérvese la notable separación de ambas componentes. El carácter físico del sistema se evidencia a partir de los movimientos propios obtenidos a través de catálogos como el UCAC3 y el PPMXL.

— CRB 16

Junto a la doble ES 2128 nos encontramos dos estrellas brillantes con un movimiento propio bastante similar aunque con una notable separación cercana a los 2'.

Se sitúan en las coordenadas siguientes (UCAC3):

El valor de theta es de 56,3° con una separación (rho) de 111,71".

Los movimientos propios indicados en el PPMXL son bastantes coincidentes: A = 41,6/77,7 y B = 38,5/74,7.

Dado el brillo de ambas componentes, encontrar sus magnitudes V resultó sencillo (el GSC 2.3 se citan los siguientes: A = 10,94 y B = 12,26). La fotometría JHK del 2MASS nos permitió obtener unas clases espectrales compatibles (G5V/F9III y K2V/ G6III). Tras calcular sus magnitudes absolutas, obtuvimos unas distancias de 446 y 536 años luz, respectivamente (136,8 y 164,4 pc) que son perfectamente análogas y parecen confirmar la naturaleza física del sistema.



Figura 24. Composición RGB del sistema CRB 16. A pesar de la separación entre ambas componentes, los parámetros astrofísicos obtenidos parecen confirmar el carácter binario del sistema.

- CRB 18

En las siguientes coordenadas (2MASS):

A = 22 13 32,738 +24 40 10,11 B = 22 13 33,279 +24 40 08,77

nos encontramos con dos estrellas débiles que comparten, a todas luces, un notable movimiento propio común (ver figura 25). El PPMXL indica que es ciertamente elevado (204/-11 para ambas componentes).

Están separadas por 7,50" y en un ángulo de posición de 100,3°.

Dada la debilidad del sistema, es imposible

localizar la magnitud V de forma directa en ningún catálogo profesional, habiendo sido necesario para ello obtenerla a través de la r' mag del CMC14 (transformaciones de Greaves y Dymock&Miles), obteniendo un valor medio de 17,385 para la componente A y de 17,695 para la B.

Gracias a la fotometría JHK del 2MASS obtenemos unos espectros perfectamente compatibles (M2.5V/M2III y M3.5V/M4III) y unas distancias similares (299,9 y 269,2 pc). Ello nos hace pensar en la verdadera naturaleza física del sistema y proponemos su catalogación en el WDS como CRB 18.



Figura 25. Composición RGB del sistema CRB 18 procedente de Aladin.

— CRB 19

Nuevamente nos topamos dos estrellas que comparten un elevado movimiento propio común en nuestros rastreos sistemáticos de las zonas adyacentes a sistemas catalogados por Espin. En este caso, se trata de dos estrellas separadas por 31,54" y con un ángulo de posición de 271,3°.

Se localizan en las siguientes coordenadas (2MASS):

A = 22 20 25,382 +05 19 57,52 B = 22 20 23,271 +05 19 58,24

El PPMXL ofrece movimientos prácticamente idénticos para ambas componentes: A = -107,0/-120,0 y B = -108,0/-125,1).

A pesar de la debilidad de ambas componentes (magnitudes V de 17,14 y 18,31, calculadas a partir de la transformación fotométrica del USNO B1), hemos podido calcular su clase espectral con los datos ofrecidos por el 2MASS, habiendo resultando ser dos estre-

el observador () n.º 8 – 57

llas de la clase M (M2,5V la principal y M4V la secundaria).

Las distancias fotométricas obtenidas son perfectamente compatibles (527 años luz la componente A y 596 la B). Por ello creemos encontrarnos ante una verdadera binaria de elevado movimiento propio común.



Figura 26. Composición RGB del sistema CRB 19. La estrella más brillante de la parte superior no tiene nada que ver con las otras dos, que sí comparten un elevado movimiento propio común.

— CRB 20

Se trata de una pareja de estrellas con elevado movimiento propio común. Se sitúan en las siguientes coordenadas (2MASS):

 $\begin{array}{l} A = 22 \; 35 \; 01,254 \; +41 \; 03 \; 37,34 \\ B = 22 \; 35 \; 00,712 \; +41 \; 03 \; 14,72 \end{array}$

Están separadas por 23,44" y situadas a 195,2°.

Sus movimientos propios son muy similares a la vista de los datos del PPMXL: A = 179,1/-24,2 y B = 170,8/-27,5.

Del catálogo GSC 2.3 hemos tomado la magnitud V dado que no aparece disponible en ningún otro (aunque, además, hemos calculado la media obtenida a partir de la transformación fotométrica de la magnitud r' del CMC14, de las magnitudes f y a del UCAC3 y de la procedente del USNO B1, obteniendo valores prácticamente idénticos en todos los casos). Si a ello unimos la fotometría JHK del 2MASS es posible obtener la clase espectral aproximada de ambas componentes, resultado que son estrellas de las clases K3V/K2III y M3.5V/M4III, respectivamente.

Todo ello nos lleva a calcular de forma aproxi-

mada la distancia fotométrica del sistema, resultando que la componente A está situada a 429 años luz (131,5 pc), mientras que la B lo está a 510 (156,3 pc). Como vemos, son compatibles *a priori*, si bien se hace necesario un estudio más detallado del par que presentamos para obtener datos más definitivos. No obstante, parece evidente que se trata de una verdadera binaria de movimiento propio común elevado.



Figura 27. Composición RGB del sistema CRB 20. La notable diferencia de brillo de ambas componentes hace que parezca que no comparten el mismo vector de movimiento que sí se evidencia a la vista de los datos de mp obtenidos de la literatura profesional disponible.

— CRB 21

En las coordenadas (2MASS)

 $A = 22 \ 39 \ 35,987 \ +11 \ 21 \ 12,53 \\ B = 22 \ 39 \ 45,019 \ +11 \ 21 \ 24,00$

localizamos un nuevo par con un movimiento propio muy similar a la vista de la composición de imágenes RGB procedente de las placas del POSSI y el POSSII (y realizada con Aladin). Tras consultar el catálogo PPMXL se confirma esta sospecha. Las dos estrellas a las que hacemos mención comparten un mp prácticamente idéntico, además de muy elevado: A = 264,5/84,5 y B = 268,1/77,7.

Ambas estrellas están bastante separadas: 133,32", mostrando un ángulo de posición de 85,1°.

La componente B ronda la magnitud 18 (mientras que la A es bastante brillante, el GSC 2.3 indica para ella una magnitud V de 10,51) y ello ha sido un serio obstáculo para poder obtener datos fotométricos de calidad que nos permitan concluir aspectos como su clase espectral, magnitud absoluta y distancia fotométrica del par. No obstante, consideramos que con ese elevado movimiento propio común es más que suficiente para resaltar la más que posible relación física del sistema; por ello proponemos su catalogación en el WDS.



Figura 28. Composición RGB del sistema CRB 21. A pesar de la notable separación angular de ambas componentes, el elevado movimiento propio común parece indicar una verdadera relación física entre ambas componentes.

— CRB 22



Figura 29. Vectores de movimiento propio de las dos componentes de CRB 22 procedentes de Simbad representados sobre la imagen del 2MASS.

Este par constituye un caso peculiar. Si se observan las figuras 29 y 30 se puede atisbar que parecen ser tres las estrellas que comparten un similar movimiento propio común. Y los datos ofrecidos por el PPMXL parecían corroborar esta impresión (la más brillante 150,3/-28,0, mientras que las dos estrellas más cercanas tenían 147,7/-38,4 y 145,5/-37,6). A pesar de la diferencia, que era evidente, no se podía renunciar a pensar en una posible relación física entre las tres estrellas. Fue necesario un estudio más detallado de ellas para corroborar, a la vista de las distancias fotométricas obtenidas, que realmente no se trata de un sistema triple sino doble, estando la estrella más brillante y separada mucho más lejana que las otras dos (2106 años luz frente a 434 y 476, respectivamente).

Las dos estrellas que conforman el sistema CRB 22 son relativamente débiles (el GSC 2.3 indica unas magnitudes V de 14,28 y 15,32). Están situadas a 14,93" y ofrecen un ángulo de posición de 325,4°. Las clases espectrales obtenidas a partir de la fotometría JHK del 2MASS son totalmente compatibles: M0V/ K5III y M1.5V/M1III.

Las coordenadas de las dos componentes son (2MASS):

$$\begin{array}{l} A = 23 \ 28 \ 50,346 \ +07 \ 03 \ 25,25 \\ B = 23 \ 28 \ 49,776 \ +07 \ 03 \ 37,53 \end{array}$$



Figura 30. Composición RGB del sistema CRB 22. Como puede observarse, relativamente cerca de las dos componentes del sistema aparece una estrella que parece tener un similar mpc. No obstante, la distancia fotométrica de esta estrella demuestra que realmente no forma parte del mismo.

Agradecimientos

El autor de este artículo agradece la ayuda prestada en todo momento por el gran especialista en estrellas dobles español, mi gran amigo y compañero, Rafael Benavides Palencia. Además de consejo permanente, su cámara CCD ha prestado, y sigue prestando, un excelente servicio en el Observatorio Cerro del Viento.

Igualmente, a Francisco M. Rica Romero por los consejos sobre ciertos datos astrofísicos sin los cuales hubiera sido imposible poder llegar a ciertas conclusiones sobre los sistemas estudiados.

De la misma forma, deseo agradecer a Ignacio Novalbos Cantador por sus consejos y orientacio-

el observador (n.º 8 – 59

nes a la hora de estudiar algunos sistemas, así como por la ayuda prestada a la hora de utilizar ciertas herramientas conducentes a la obtención de valiosos datos fotométricos.

A Florent Losse por haber desarrollado un software tan potente como Reduc. Sin él, muchas de las dobles aquí publicadas no podrían haberse medido.

A Mr. Brian D. Mason, del USNO, por facilitarme el listado de estrellas dobles abandonadas de Thomas Espin.

En lo referente a la información biográfica y bibliográfica sobre Espin, he tenido la fortuna de poder contar con una serie de contactos privilegiados que me han abierto las puertas para el conocimiento detallado de la vida de nuestro personaje. Por ello quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Mr. Simon Murray y a Mr. David Hughes, de la Newcastle Astronomical Society, al profesor F. Richard Stephenson, a Mrs. Pauline Russell, de la Universidad de Durham, por sus documentos gráficos, a Mrs. Carol Harris, de la biblioteca de la citada institución universitaria, por su amable cesión de una detallada e inédita biografía sobre Espin, así como a Mr. Graham Espin por cierta información publicada en algunos periódicos ingleses. Muchas gracias por facilitarme mi labor de documentación sobre nuestro querido Thomas Espin.

Y, por supuesto, a Guadalupe y Lucía por su infinita paciencia y comprensión por tener un marido y un padre siempre con la cabeza en los cielos.

Para la realización de este trabajo se ha empleado las herramientas Aladin y VizieR del CDS de Estrasburgo.

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

Para la realización de este trabajo se han utilizado las herramientas informáticas desarrolladas por Francisco M. Rica Romero para obtener datos astrofísicos de gran interés en el estudio de los pares propuestos para su catalogación. Sin ellos hubiera resultado del todo imposible llevarlos a cabo. @

Referencias

- AA.VV., 1992, *The Stargazer of Tow Law* (con prólogo de Patrick More). Separata publicada por la Tow Law Local History Group. Durham.
- Bonnarel, F. et al, 2000, The ALADIN interactive sky atlas. A reference tool for identification of astro-

nomical sources, Astron. Astrophys. Suppl. Ser. Vol. 143, Number 1, 33-40.

- Brown, A., 1974, *The life and work of Revd. T. H. E. C. Espin, perpetual curate of Tow Law, with special reference to his astronomical research.* Tesis no publicada y presentada por el autor en la Universidad de Durham.
- Castellano, J., 2006, *Software "Dobles"*. Disponible en: http://astrosurf.com/cometas-obs/ArtSoftUtil/ Software.html.
- Centre de Donées Astronomiques de Strasbourg, 1993 -2011, *Vizier Service*. Disponible en: http:// webviz.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR.
- Centre de Donées Astronomiques de Strasbourg, 1999 -2011, *Aladin Sky Atlas*. Disponible en: http:// aladin.u-strasbg.fr/.
- Comellas, J.L., 1988, *Catálgo de estrellas dobles visuales*. Ed. Equipo Sirius. Madrid.
- Dymock, R. y Miles, R. (2009), JBAA 1, 19.
- González Carballo, J. L., 2009, Descubrimiento de una nueva binaria en la Corona Boreal, OED 3, 41-45.
- González Carballo, J. L., 2011, *Espin: una vida de pasión astronómica*, OED 6, 46-54.
- González Carballo, J. L., 2012, CCD Measurements of Espin Neglected Double Stars: 1st series, JDSO. Pendiente de publicación.
- González Carballo, J. L., 2012, Los proyectos personales: las dobles de Espin, AstronomíA 151, II Época, 64-65.
- Lepine, S. and Shara, M. M., 2005, A catalog of northern stars with annual proper motions larger than 02.15 (LSPM-NORTH catalog), Astron. J., 129, 1483-1522.
- Losse F., 2001-2011, *Reduc Software*. Programa *mailware* disponible en: http://astrosurf.com/hfosaf/ index.htm.
- Masa Martín, E. R., 2009, CCD Double-Star Measurements at Observatorio Astronómico Camino de Palomares (OACP): First Serie. JDSO, Vol. 5, N. 1, 18-42.
- Masa Martín, E. R., 2010, CCD Double-Star Measurements at Observatorio Astronómico Camino de Palomares (OACP): Second Series. JDSO, Vol. 6, N. 4, 243-260.
- Masa Martín, E. R., 2010b, *Mediciones CCD desde el Observatorio Astronómico Camino de Palomares (OACP)*: Tercera Serie. OED 6, 33-58.
- Mason, B.D. et al., *The Washington Double Star Catalog* (WDS) 2006.5, U.S. Naval Observatory.
- Pavlov, H., 2009, *Deriving a V magnitude from UCAC3*, http://www.hristopavlov.net/Articles/ index.html
- Raab, H., 1993-2011, Software *Astrometrica*. Disponible en: http://www.astrometrica.at.
- Roeser, S. et al., 2008, PPMX Catalog of positions and proper motions, A&A, 488, 401.
- Zacharias, N. et al., 2010, The Third U.S. Naval Observatory CCD Astrograph Catalog (UCAC3), AJ 139-2184.

Mediciones CCD de estrellas dobles en el Observatorio Astronómico Camino de Palomares (OACP): 4ª Serie.

Edgardo R. Masa Martín

 Sociedad Astronómica Syrma (Valladolid), Coordinador Adjunto de la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA, Co-editor de El Observador de Estrellas Dobles, Coordinador del Proyecto SEDA-WDS
 Blog: http://duaestellae.blogspot.com | Correo-e: ermasa.dsa@gmail.com

Como continuación de la actualización del catálogo de Stein reportamos 322 medidas CCD para 285 pares STI observados en 2010. Mediante la consulta al catálogo UCAC3 (y en su defecto PPMXL/Tycho2) hemos actualizado los movimientos propios de los sistemas observados. Se reportan 21 pares no catalogados, 18 de ellos son nuevas componentes para estrellas STI; los otros 3 pares son pares de alto movimiento propio común.

As a continuation of the review of Stein's catalog we report 175 CCD Theta/Rho measurements for 151 STI pairs observed in 2010.. We have updated the proper motions of the observed systems by means of the UCAC3 catalog (or PPMXL/Tycho2). 21 uncatalogued pairs are reported: 18 new components for STI stars and 3 new CMP pairs.

Introducción

LA CAMPAÑA DE 2010 sobre las estrellas dobles del catálogo de Stein se ha centrado en las constelaciones de Casiopea, Lacerta, Cefeo y Perseo. Las imágenes CCD se tomaron durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2010, abarcando un total de 47 noches de observación. Al igual que en entregas anteriores, el instrumental empleado fue el siguiente: T200 Newton

OACP CAMPAÑA DE OBSERVACIÓN 2010								
PARES MEDIDOS								
Pares STI	245							
Subsistemas STI	19							
Nuevas componentes STI	18							
Nuevos pares MPC	3							
Total pares medidos	285							
DISTRIBUCIÓN DE MEDIDAS								
CCD OACP	282							
2MASS	35							
AC2000.2	3							
SDSS-DR7	1							
UCAC3	1							
Total medidas	322							

Tabla 1. Estadísticas campaña 2010: distribución de
pares y medidas.

+ Barlow 3x + CCD Meade DSI Pro; Distancia focal efectiva: 3480 mm; Escala de placa: 0,44 "/píxel; Campo: 3,6' x 4,8'. Para la reducción de las imágenes CCD se utilizó el software *Reduc v4.6* de Florent Losse. Para todos los pares se solicitó al USNO (Observatorio Naval de los Estados Unidos) el archivo histórico de medidas. El rango de separaciones medidas oscila entre 1,6" y 116,5".

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

En la presente campaña se ha confirmado la existencia de 21 pares que tan solo contaban con la medida del descubrimiento. Siempre que las componentes estaban resueltas por el proyecto 2MASS, hemos incluido una medida adicional extraída de la astrometría de este catálogo. En bastantes casos, estos pares tenían errores de identificación y posiciones incorrectas en WDS, razón por la que no han sido observados hasta ahora. A este respecto, hemos detectado un total de 11 identificaciones erróneas en WDS y hemos actualizado las coordenadas. Como novedad en esta campaña, los errores de identificación y las coordenadas precisas han sido comunicados previamente al USNO en comunicación privada y mediante el formulario al efecto (WDS comments) durante la elaboración de este trabajo. A día de hoy, la actualización de posiciones ya ha sido incorporada al WDS. No obstante, en la sección Notas se incluyen las posiciones actuales de estos pares problemáticos.

el observador $n.^{o} 8 - 61$



Figura 1. Error interno medio en ángulo de posición (0,16º). La línea horizontal negra denota el valor medio de la nube de puntos.



Figura 2. Error interno medio en separación angular (0,06"). La línea horizontal negra denota el valor medio de la nube de puntos.

Un error que aparece con frecuencia en la observación de pares abandonados es la duplicación de pares, es decir, una misma estrella doble aparece en WDS con dos identificadores diferentes, bien de dos observadores distintos o incluso del mismo descubiertos. En esta ocasión hemos detectado tres casos de este tipo: STI1500 = ES 44; STI1571 = LYS 5 y STI2874 = STI2871.

Del total de sistemas observados y tras analizar sus movimientos propios (la mayoría inéditos hasta este momento) extraídos de varias fuentes (ver apartado *Movimientos propios*) hemos detectado 41 sistemas con indicios o posibilidades de ser pares de Movimiento Propio Común (MPC), siempre, por supuesto, dentro de los márgenes de error reportados por los catálogos consultados. Por lo general, son movimientos propios pequeños (y muchas veces con *sigmas* elevados) por lo que también puede darse el caso de que la coincidencia en los desplazamientos pueda ser debida a la contaminación de fondo. Ante la incertidumbre expuesta y valorando la estabilidad de la astrometría relativa en una base temporal de alrededor de 90 años, proponemos realizar seguimiento regular de estos pares para arrojar luz acerca de su comportamiento cinemático. En la sección de Notas se pormenorizan los detalles de estos candidatos a MPC.

Como viene siendo habitual en las sucesivas campañas reportadas, nuestras imágenes -sin filtrar fotométricamente- muestran que en 37 pares la compañera secundaria es más brillante que la principal. En todos los casos, salvo uno, hemos respetado la asignación de componentes original reportada por Stein y se ha medido el ángulo de posición de acuerdo a la tendencia histórica.

Durante el proceso de reducción y como producto de nuestras observaciones hemos encontrado y añadido 18 nuevas componentes a otros tantos pares STI, así como tres nuevos pares independientes de moderado/elevado movimiento propio común (ver la sección Descubrimientos).

Finalmente, incluimos también en esta serie un álbum completo con las imágenes de todas y cada una de las estrellas dobles observadas.

Las medidas

Los resultados de las mediciones se presentan en la tabla 2. La estructura de datos en la tabla (de izquierda a derecha) es la siguiente:

- Columnas 1 y 2: Identificador del catálogo WDS y el nombre del sistema. Nota: los nuevos pares se han etiquetado en la columna 1 como "No Cat". Las coordenadas precisas (J2000) para la estrella principal se especifican en la sección Descubrimientos.

- Columnas 3 y 4: las magnitudes de cada componente dadas en WDS. Nota: Las magnitudes visuales (V) que hemos derivado en este trabajo se denotan en caracteres cursiva/negrita.

- Columna 5: la época de la observación en fracción de año besseliano.

- Columna 6: ángulo de posición.
- Columna 7: separación angular.

- Columna 8: número de imágenes compuestas medidas por cada par.

- Columna 9: número de noches de observación para cada par.

- Columna 10: índice a la sección Notas.

Además de las medidas realizadas sobre nuestras propias imágenes, hemos incluido otras 40 adicio-

nales procedentes de la astrometría del proyecto 2MASS, AC2000.2, SDSS-DR7 y UCAC3 (ver tabla 1). En estos casos, los pares STI involucrados aparecen en la tabla con una doble o triple entrada y se indican con el epígrafe "2MASS", "AC2000.2", "SDSS-DR7" y "UCAC3" en la columna 10. Los pares están ordenados en orden creciente según el número de índice STI.

Las incertidumbres medias internas para Theta v Rho (dadas como la media de las desviaciones estándar de todas las medidas) fueron 0,16° y 0,06" respectivamente (figuras 1 y 2, página anterior). De nuevo, estos errores son similares a los valores determinados en otras campañas, hecho que demuestra la estabilidad y la repetibilidad de nuestro equipo de observación.

Álbum fotográfico

En la tabla 3 se muestran las imágenes de los pares observados. Son recortes de 128x128 píxeles procedentes de las imágenes FIT originales registradas en el OACP. Están listadas en el mismo orden en que se dan las medidas en la tabla 2. Todas las imágenes están orientadas con el Norte abajo y el Este a la derecha. En algunas imágenes se identifican las componentes con las respectivas letras siguiendo la norma habitual (A, B, C). Estas referencias se incluyen de acuerdo a los siguientes supuestos o situaciones:

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

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

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

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

- Cuando es el caso, también se incluyen otros comentarios gráficos o textuales aclaratorios (duplicación de pares, subsistemas catalogados, etc.).

Debajo de cada imagen se inserta un índice que apunta a las respectivas entradas de la lista de medidas (tabla 2) y al correspondiente comentario en la sección Notas. Los índices en color rojo y en negrita indican la inclusión de una nueva componente STI o un nuevo par independiente.

TABLA 2. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN LA CAMPAÑA OACP-2010

WDS ID.	DESCUBRIDOR	WDSN	IAGS	ÉPOCA AÑO	THETA	RHO	N٥	NOCHES	NOTAS
inde id.	DECCEDITION	n ben		BESSELIANO	(^a)	(")	IMG.	NCONEO	NOTAG
00253+6236	STI 56	11,00	11,50	2010,6233	182,40	11,130	4	1	1
00268+6244	STI 60	10,01	12,20	2010,6232	38,24	10,337	5	1	2
00287+6250	STI 68	13,30	13,30	2010,6232	88,24	13,371	5	1	3
00300+6250	STI 78	12,10	13,30	2010,6231	140,87	14,224	4	1	4
No Cat	MRI 24BC	13,29	14,58	2010,6231	309,75	2,171	2	1	4
00310+6256	STI 84	11.72	12.10	2010.6227	308.32	14.099	3	1	5
00315+6326	STI 88AB	10,85	12,44	2010,6230	307,30	14,830	5	1	6
00315+6326	BKO 5AC	10,85	12,10	2010,6230	165,25	21,548	9	1	6
00321+6309	STI 93	10,59	13,80	2010,6230	131,52	14,549	6	1	7
00337+6247	STI 97	8,41	10,55	2010,6228	7,33	13,227	6	1	8
				2010.6229	9.36	116.476	4	1	9
No Cat	MRI 31	8,06	8,98	1905,27	9,42	115,112	-	-	AC2000. 2
				1999,87	9,36	115,437	-	-	2MASS
00422+6236	STI 117	11,04	11,00	2010,6206	154,43	5,743	2	1	10
00440+6245	STI 119	12,09	13,43	2010,6205	138,15	10,317	5	1	11
00440+6244	STI 120	11,02	12,20	2010,6205	55,46	7,104	7	1	12
00498+6244	STI 130	11,40	12,90	2010,6204	57,71	5,428	4	1	13
No Cat	MRI 32	16,76	17,41	1999,87	112,48	20,291	-	-	2MASS
		-		2003,69	112,23	20,524	-	-	UCAC3
00518+6101	STI 132	12,20	13,20	2010,6256	175,58	7,189	2	1	15
00525+5951	STI 134	12,20	13,20	2010,6260	145,28	14,437	4	1	16
00532+6257	STI 138	11,76	12,40	2010,6204	248,68	16,270	4	1	17
00548+5958	STI 139	11,70	12,30	2010,6096	104,12	4,690	5	1	18
00549+6001	STI 140	12,40	13,00	2010,6095	279,77	11,676	8	1	19
00549+5957	STI 141	13,20	13,20	2010,6096	161,01	2,749	2	1	20
00550+6014	STI 142AB	14,10	14,70	2010,5796	246,63	10,663	3	1	21
00550+6014	BKO 149BC	14,70	15,00	2010,5796	356,93	7,628	3	1	21
00552+6007	STI 144	14,70	14,70	2010,6094	63,69	11,785	6	1	22
00559+5937	STI 146	10,62	12,90	2010,6261	303,39	13,698	5	1	23
00563+6025	STI 147	13,70	13,70	2010,5631	112,92	11,231	3	1	24
No Cat		10,58	12,40	2010,6202	175,90	0,200	5	I	20 25
00569+6152	MRI 23BC	12,07	14,73	1999,02	286,54	6,601	-	-	2MASS
00572+6301	STI 150	12,40	12,90	2010,6203	113,86	14,286	4	1	26
00584+6138	STI 152	11,91	12,90	2010,6201	284,74	10,345	7	1	27
00586+5957	STI 153	11,71	11,80	2010,6097	34,51	6,167	4	1	28
00586+5956	STI 154	11,89	12,70	2010,6097	68,83	4,376	5	1	29
00591+6215	STI 155	12,82	13,70	2010,6202	275,65	11,613	4	1	30
00592+5929	STI 156AB,C	9,90	14,90	2010,6123	313,56	13,822	5	1	31
01013+6030	STI 160	10,80	12,50	2010,6120	12,88	4,537	3	1	32
01028+6225	STI 162	12,17	13,10	2010,6178 2000.89	39,17 38.88	7,218 7,145	3 -	-	33 2MASS
01033+6217	STI 165	12,00	12,90	2010,6177	172,61	14,421	4	1	34
01035+5940	STI 167	14,10	14,70	2010,6124	5,79	8,321	5	1	35
01035+5929	STI 168	10,59	12,20	2010,6232	125,29	8,206	10	2	36
01038+6051	STI 169	12,46	13,00	2010,6146	262,43	13,409	4	1	37
01052+6105	STI 173	11,61	13,00	2010,6147	148,37	11,100	6	1	38
01054+6025	STI 175	11,35	12,77	2010,6121	181,90	13,944	5	1	39
01065+6213	STI 177AD	12,00	11,88	2010,6176	19,66	48,823	4	1	40
01065+6213	STI 177DE	11,88	12,90	2010,6176	100,51	12,037	3	1	40
01068+5940	STI 180	11,71	11,70	2010,6341	347,00	15,592	5	1	41
01074+6207	STI 182	12,01	12,90	2010,6175	176,08	10,745	4	1	42
No Cat 01074+6207	MRI 22BC	12,59	14,61	2010,6175 1999,02	114,26 114,17	7,534 7,674	1	1	42 2MASS

WDS ID.	DESCUBRIDOR	WDS MAGS.	WDS MAGS.	ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (ª)	RHO (")	N⁰ IMG.	NO- CHES	NOTAS
01079+6202	STI 183	12,50	12,90	2010,6175	7,55	4,636	3	1	43
01091+6138	STI 187	11,90	12,20	2010,6173	275,56	7,238	3	1	44
01099+5949	STI 191	10,88	12,07	2010,6342	332,44	13,178	4	1	45
01101+6200	STI 192	10,60	12,20	2010,6174	91,34	9,205	5	1	46
01118+5932	STI 196	12,50	12,50	2010,6342	17,90	3,233	1	1	47
01375+6035	STI 244	10,31	14,20	2010,6424	38,73	4,062	2	1	48
01381+6018	STI 246	11,68	12,40	2010,6423	71,42	14,875	3	1	49
01383+6033	STI 247	12,72	13,10	2010,6423	264,15	3,708	5	1	50
01387+6001	STI 250	11,44	11,80	2010,6422 1999.74	9,21 9.68	10,901 10,755	4 -	1 -	51 2MASS
01389+5948	STI 252	12,60	13,40	2010,6421 2000,71	148,01 149,18	3,543 3,504	6 -	1 -	52 2MASS
01392+6010	STI 253	10,62	14,50	2010,6422	173,45	7,857	3	1	53
01392+5943	STI 254	13,40	14,00	2010,6420	359,35	14,191	3	1	54
01394+6038	STI 257	11,59	14,00	2010,6420	276,45	8,681	4	1	55
01425+6045	STI 262	12,60	12,60	2010,6479	70,50	13,012	4	1	56
<i>No Cat</i> 01425+6045	MRI 26BC	13,50	13,61	2010,6479	249,01	1,601	2	1	56
01433+6023	STI 265	12,20	14,00	2010,6474	231,80	8,668	4	1	57
01439+6058	STI 270	12,13	13,48	2010,6474	284,42	11,771	4	1	58
01432+6056	STI 271AC	9,65	13,00	2010,6480	182,01	8,815	5	1	59
01439+6009	STI 273	12,40	13,00	2010,6475	314,05	14,253	2	1	60
01444+6040	STI 278AB	11,70	12,40	2010,6478	297,15	13,538	4	1	61
01444+6040	STI 278AC	11,70	12,20	2010,6478	126,03	7,860	6	1	61
No Cat 01444+6040	MRI 28CD	12,95	13,25	2010,6478	104,54	1,798	3	1	61
01449+6029	STI 280	10,90	11,60	2010,6477	124,36	9,205	4	1	62
01450+6032	STI 281	13,70	14,10	2010,6477 2000,52	64,22 62,95	9,318 8,700	4 -	1 -	63 2MASS
No Cat 01450+6032	MRI 27AC	13,35	15,59	2000,52 2005,84	299,52 299,41	3,368 3,358	- -	-	63 2MASS SDSS- DR7
01451+6029	STI 282	14,00	14,00	2010,6477 2000,52	68,42 65,46	21,079 19,811	5 -	1 -	64 2MASS
01458+6021	STI 284	14,00	14,00	2010,6476	155,61	11,288	3	1	65
01474+6048	STI 300	11,01	13,20	2010,6502	201,17	12,540	4	1	66
01476+6031	STI 301	13,40	14,00	2010,6503	345,43	14,396	4	1	67
01483+6026	STI 302	14,00	14,00	2010,6504	152,62	6,728	3	1	68
01485+5952	STI 304	12,05	12,10	2010,6506 2000,74	54,75 54,37	13,888 13,620	3 -	1 -	69 2MASS
01488+5936	STI 305	11,87	12,01	2010,6506	141,32	15,321	5	1	70
01490+6017	STI 306	13,00	14,00	2010,6505	227,52	6,949	3	1	71
01490+6020	STI 307	13,00	13,40	2010,6505	217,32	5,011	5	1	72
01501+6030	STI 311	12,87	13,60	2010,6504	263,73	8,103	4	1	73
01511+6001	STI 315	10,62	11,81	2010,6505	125,91	14,126	4	1	74
20066+5959	STI 944	12,11	12,80	2010,6091 1999,42	255,88 255,78	8,562 8,779	5 -	1 -	75 2MASS
20111+6007	STI 951	11,68	12,10	2010,6091	40,20	10,949	4	1	76
20147+5940	STI 957	9,20	12,80	2010,6093	324,46	5,345	1	1	77
20263+6224	STI 981	12,80	12,80	2010,5599	146,56	9,949	5	1	78
20269+6220	STI 982	12,40	12,60	2010,5600	93,79	6,967	3	1	79
20510+6154	STI1000	11,16	11,31	2010,5325	163,29	16,035	5	1	80
20580+6149	STI1005	12,48	12,70	2010,5325 1999.73	140,31 140.26	10,184 10.160	5	1	81
21052+6127	STI1013	13,00	13,50	2010,5327	253,20	11,756	3	1	82

WDS ID.	DESCUBRIDOR	WDS MAGS.	WDS MAGS.	ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (^a)	RHO (")	N⁰ IMG.	NOCHES	NOTAS
21437+5943	STI1045	12,50	13,30	2010,5406	312,99	9,754	3	1	83
21493+6002	STI1053	11,28	12,70	2010,5409	12,89	6,736	4	1	84
21500+5940	STI1055	11,06	13,60	2010,5407	95,35	13,255	4	1	85
21507+5947	STI1058	12,24	12,80	2010,5408	217,85	3,010	1	1	86
21520+6508	STI1066	11,21	12,20	2010,5437	9,37	4,037	3	1	87
21529+6523	STI1067	12,90	13,20	2010,5438	272,05	11,590	3	1	88
21559+6441	STI1072	11,69	12,50	2010,5436	172,26	12,176	4	1	89
21559+6525	STI1073	12,90	13,20	2010,5438	222,30	11,112	3	1	90
21599+5928	STI1078	11,59	11,90	2010,5681	198,40	10,920	6	1	91
22033+5944	STI1083	11,25	11,20	2010,5680	98,78	10,117	2	1	92
22119+6342	STI1097	10,30	11,10	2010,5411	324,58	6,935	6	1	93
00272+5513	STI1351	12,58	12,79	2010,7434	349,13	13,150	5	1	94
00275+5435	STI1352	11,12	11,12	2010,7433	85,20	4,300	4	1	95
00292+5528	STI1360	12,33	12,30	2010,7435	137,45	11,676	4	1	96
00293+5553	STI1361	11,30	11,30	2010,7436	124,59	4,745	3	1	97
00303+5550	STI1365	12,60	13,20	2010,7435	72,34	12,338	4	1	98
00503+5725	STI1442	13,10	13,10	2010,6941	74,42	5,795	3	1	99
00515+5923	STI1446	11,30	11,30	2010,6258	122,33	4,273	4	1	100
00516+5926	STI1448	10,72	12,14	2010,6259	91,18	13,771	4	1	101
00519+5902	STI1451	11,20	11,70	2010,6258	22,95	4,648	2	1	102
00528+5638	STI1454FG	11,00	11,00	2010,6941	309,89	11,059	4	1	103
00529+5659	STI1457	13,10	13,10	2010,6943	152,68	9,544	4	1	104
00529+5903	STI1459	12,19	12,23	2010,6257	198,47	13,430	4	1	105
00533+5711	STI1463AB	11,48	13,04	2010,6314	18,68	10,657	2	1	106
00547+5910	STI1467	11,89	13,16	2010,6256	199,01	9,225	3	1	107
00547+5619	STI1468	13,10	13,10	2010,6945	47,89	12,606	4	1	108
00547+5841	STI1469AB	13,70	14,10	2010,6283	115,26	13,205	4	1	109
00547+5841	BKO 144AC	13,70	14,20	2010,6283	220,65	4,929	2	1	109
00548+5759	STI1471	12,59	12,77	2010,6310	118,00	13,426	3	1	110
00550+5824	STI1472AB	10,83	11,50	2010,6284	2,05	14,253	4	1	111
00550+5824	BKO 147AC	10,83	13,20	2010,6284	18,86	51,556	3	1	111
00550+5824	BKO 147CD	13,20	14,20	2010,6284	79,68	11,118	1	1	111
00553+5714	STI1474	12,50	13,10	2010,6313	15,68	6,364	4	1	112
00555+5725	STI1475	12,00	12,00	2010,6313	3,06	8,153	4	1	113
00555+5656	STI1479	12,20	12,20	2010,6315	66,09	7,265	1	1	114
00561+5655	STI1481	12,65	12,80	2010,6315	29,47 29 29	12,092 12 128	3	1	115 2MASS
00574+5846	STI1488	12,11	14,00	2010,6285	269,73	7,913	4	1	116
00583+5659	STI1492	9,02	10,29	2010,6316	315,93	14,552	6	1	117
00584+5746	STI1493	12,27	12,50	2010,6311	134,69	14,580	6	1	118
00591+5729	STI1500=ES 44	10,86	13,30	2010,6311	265,69	9,579	4	1	119
00591+5824	STI1501	12,22	13,00	2010,6286	348,49	7,374	4	1	120
00596+5903	STI1505	12,11	12,80	2010,6339	286,03	11,014	5	1	121
00599+5726	STI1506	11,60	12,20	2010,6863	329,54	8,370	5	1	122

WDS ID.	DESCUBRIDOR	WDS MAGS.	WDS MAGS.	ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (ª)	RHO (")	N⁰ IMG.	NO- CHES	NOTAS
01002+5809	STI1507	12,00	12,70	2010,6287	60,42	11,232	3	1	123
No Cat	MRI 25	9,62	12,42	2010,6287 1998,97 1910,47	265,22 265,41 264,06	21,727 21,747 21,731	4 - -	1 - -	124 2MASS AC2000.2
01013+5854	STI1510	11,35	11,90	2010,6804 1998,97	272,50 272,58	11,313 11,300	4 -	1 -	125 2MASS
01016+5850	STI1511	14,10	14,10	2010,6804	56,07	8,079	3	1	126
01018+5728	STI1513	11,04	11,10	2010,6863	25,63	7,520	4	1	127
01029+5739	STI1518	12,42	13,44	2010,6862	319,43	10,936	4	1	128
No Cat	MRI 18AC	12,42	13,71	2010,6862	139,72	20,262	7	1	128 2MASS
01029+5759	STI1519	12,20	12,20	2010,6862	133,69	3,955	-	-	129
01034+5855	STI1521	11,14	13,20	2010,6805	27,05	8,821	6	1	130
01036+5747	STI1524	10,30	11,40	2010,6861	219,47	9,116	4	1	131
<i>No Cat</i> 01036+5747	MRI 19AC	10,65	13,66	1998,99	191,98	4,659	-	-	131 2MASS
01053+5825	STI1527	12,06	13,20	2010,6803	120,62	9,419	3	1	132
01072+5752	STI1537	9,40	13,10	2010,6860	39,47	27,074	4	1	133
01122+5823	STI1541AB	13,14	13,70	2010,6588	223,30	16,186	5	1	134
01122+5823	LYS 1AC	13,14	14,10	2010,6588	172,55	23,412	4	1	134
01124+5808	STI1542	9,66	12,20	2010,6589	58,59	16,597	5	1	135
01138+5743	STI1546	13,20	13,70	2010,6749	331,19	6,272	3	1	136
01149+5816	STI1548	13,70	14,00	2010,6589	158,25	10,687	1	1	137
01156+5807	STI1549	14,40	14,40	2010,6590	357,57	9,803	3	1	138
01160+5849	STI1550AB	11,80	12,70	2010,6587	197,50	12,542	4	1	139
01160+5849	STI1550AC	11,80	12,10	2010,6587	138,61	8,741	3	1	139
No Cat 01160+5849	MRI 29CB	11,68	12,65	2010,6587 1999,70 1913,42	240,58 240,63 240,08	10,859 10,780 10,744	3 - -	1 - -	139 2MASS AC2000.2
01163+5905	STI1551	10,41	12,20	2010,6586	47,20	3,053	1	1	140
01174+5745	STI1554	8,90	12,90	2010,6750	343,20	12,756	4	1	141
01182+5742	STI1556	12,50	12,60	2010,6750	4,08	10,557	4	1	142
01185+5759	STI1557	11,78	12,40	2010,6748	359,08	11,937	5	1	143
01200+5819	STI1570	13,80	13,80	2010,5765	114,27	14,596	2	1	144
01200+5747	STI1571=LYS 5	10,17	12,7	2010,6752	355,80	11,439	3	1	145
01202+5748	STI1584	11,24	12,79	2010,6752	82,84	13,965	4	1	146
01221+5627	STI1585	8,87	12,70	2010,6780	222,48	9,615	4	1	147
01222+5628	STI1586	11,12	12,10	1999,91	249,03 247,49	6,564	-	-	2MASS
01224+5624	STI1587	11,21	12,70	2010,6781	143,49	12,971	6	1	149
01228+5913	STI1589	14,90	14,90	2010,6560	97,22	14,997	4	1	150
01231+5908	STI1591	14,10	14,20	2010,6561	178,31	4,771	1	1	151
01233+5634	STI1594	11,18	11,56	2010,6781	305,37	15,926	4	1	152
01236+5912	STI1596	14,90	14,90	2010,6560	28,96	7,004	1	1	153
01238+5633	STI1597	11,47	11,50	2010,6780 1999,70	344,76 345,33	6,752 6,717	4	4	154 2MASS
01239+5626	STI1598	11,60	11,60	2010,6779	53,47	3,583	1	1	155
01249+5653	STI1601	12,04	12,00	2010,6754	21,52	14,843	4	1	156
01253+5619	STI1605	12,13	12,60	2010,6778	205,78	13,99	6	1	157
01263+5733	5111606	13,10	13,10	2010,6752	76,52	12,468	4	1	158
01263+5629	STI1608	12,09	13,60	1999,70	317,14	3,369	- -	- 1	2MASS
01269+5632	ST11612	13,04	13,70	2010,6777	253,01	10,530	4	1	160
01271+5717	S111012	11,27	12,60	2010,6753	00,44	0,256	4	1	101
01350+5812	STI1632	12,22	14.00	2010,0030	201,17	0, 100 6 146	4	1	162
01361+5811	STI1637	14,30	12 90	2010,0000	2 56	5 170	2	1	164
0100110011	3111007	12,00	12,30	2010,0001	2,50	5,115	0		104

WDS ID.	DESCUBRIDOR	WDS MAGS.	WDS MAGS.	ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (ª)	RHO (")	N⁰ IMG.	NOCHES	NOTAS
01389+5802	STI1644	12,07	12,60	2010,6532 1999,86	110,55 110,29	10,863 10,807	4 -	1 -	165 2MASS
01418+5814	STI1658	11,52	12,50	2010,6532	67,31	8,825	3	1	166
01447+5822	STI1670	13,90	14,30	2010,6533	347,23	10,971	4	1	167
01458+5914	STI1679	12,36	13,00	2010,6507	208,39	6,829	3	1	168
02432+5643	STI1929	10,21	11,80	2010,6973	49,18	14,230	4	1	169
02447+5639	STI1935	12,80	12,80	2010,6973	36,39	13,940	4	1	170
02472+5645	STI1938	12,40	12,94	2010,6972	128,52	14,057	4	1	171
02480+5611	STI1940AC	11,62	12,40	2010,6971	272,82	33,391	5	1	172
02493+5639	STI1943	11,41	12,40	2010,6971 1999,79	268,97 269,44	6,686 6,540	2	1 -	173 2MASS
02507+5645	STI1946	11,87	11,90	2010,6972 2000.03	102,43 102.63	11,128 11.112	2	1	174 2MASS
22083+5856	STI2622	12,20	12,80	2010,5602	141,43	15,325	7	1	175
22130+5834	STI2645	10,16	13,30	2010,5626	27,39	12,079	5	1	176
22129+5908	STI2646	12,80	12,80	2010,5602	143,19	13,023	3	1	177
22239+5739	STI2749	11,64	11,80	2010,5247	177,85	11,160	6	1	178
22240+5740	STI2752	12,20	13,40	2010,5247	203,43	8,341	4	1	179
22247+5753	STI2760	12,10	12,10	2010,5246	61,12	7,347	4	1	180
22249+5738	STI2762	11,10	12,10	2010,5248	188,16	3,736	5	1	181
22250+5754	STI2763	11,69	12,70	2010,5246	295,31	9,241	5	1	182
22270+5539	STI2782	10,95	13,20	2010,5795	162,71	7,184	2	1	183
<i>No Cat</i> 22270+5539	MRI 30AC	11,67	16,21	2010,5795	352,69	6,832	2	1	183
22279+5600	STI2786AB	12,37	13,00	2010,5765	48,98	19,106	4	1	184
22279+5600	STI2786AD	12,37	16,40	2010,5765	97,64	6,787	1	1	184
22282+5603	STI2790	12,38	13,40	2010,5765	13,25	5,963	2	1	185
22281+5805	STI2792	12,47	12,50	2010,5630 1999,74	43,46 43,56	11,131 10,935	4 -	1 -	186 2MASS
22288+5549	STI2794	13,20	13,20	2010,5764	35,64	11,659	3	1	187
22290+5552	STI2795	12,50	12,50	2010,5764	174,46	6,294	2	1	188
22292+5451	STI2796AB	10,40	12,30	2010,5794	130,22	13,819	4	1	189
22308+5435	STI2804	12,22	12,20	2010,5823	91,67	4,922	2	1	190
22323+5615	STI2810	11,40	12,00	2010,5762 1999.00	324,21 324,74	9,255 9.130	4-	1 -	191 2MASS
22324+5540	STI2812	11,63	13,10	2010,5793	147,12	13,468	4	1	192
22328+5450	STI2813	12,22	12,20	2010,5928	58,00	11,562	3	1	193
22333+5544	STI2820	13,40	13,40	2010,5792	32,97	12,561	6	1	194
22348+5430	STI2827	11,54	12,41	2010,5822	39,35	14,117	5	1	195
22364+5453	STI2831	11,91	11,90	2010,5821	84,52	3,602	4	1	196
22365+5512	STI2833	10,86	11,30	2010,5820	195,81	4,093	6	1	197
22383+5442	STI2836	11,29	11,64	2010,6068	117,16	4,601	4	1	198
22382+5609	STI2837	11,18	11,20	2010,5817	95,87	9,848	4	1	199
22396+5538	STI2839	11,39	11,40	2010,5818	309,14	5,123	3	1	200
22405+5835	STI2840	11,40	12,40	2010,5709	141,00	7,942	4	1	201
22410+5541	STI2841	12,20	12,20	2010,5819	59,68	12,161	3	1	202
22412+5725	STI2842	11,64	12,20	2010,5872	140,58	14,583	6	1	203
22420+5826	STI2844AB	11,20	11,60	2010,5710	312,37	6,704	4	1	204
22427+5446	STI2846	12,29	13,60	2010,6067	23,55	15,903	6	1	205
22436+5500	STI2847	13,20	14,10	2010,6066	166,58	8,007	3	1	206
No Cat 22436+5500	MRI 20AC	12,49	13,20	2010,6066	102,34	2,357	5	1	206
22450+5657	STI2849	11,43	12,90	2010,5448	272,06	9,905	3	1	207
22458+5651	STI2850	11,60	12,10	2010,5848	16,76	13,325	6	1	208

WDS ID.	DESCUBRIDOR	WDS MAGS.	WDS MAGS.	ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (ª)	RHO (")	N⁰ IMG.	NOCHES	NOTAS
22459+5710	STI2851	12,60	12,60	2010,5874	147,81	12,679	6	1	209
22460+5721	STI2853	12,67	13,41	2010,5873	314,09	14,245	7	1	210
No Cat 22460+5721	MRI 12BC	13,41	14,98	2010,5873	296,54	2,193	5	1	210
22465+5654	STI2854	12,00	12,60	2010,5846	177,60	13,515	5	1	211
22466+5541	STI2855	12,60	12,60	2010,5983	88,92	10,358	3	1	212
22465+5701	STI2856	12,60	12,60	2010,5861	67,26	12,130	4	2	213
22469+5637	STI2857	11,74	13,20	2010,5845	156,68	7,782	4	1	214
22473+5614	STI2859	10,97	12,80	2010,5930	353,29	11,829	5	1	215
22472+5704	STI2860AB	12,60	12,60	2010,5875	72,95	12,099	2	1	216
22472+5704	STI2860BC	12,60	12,60	2010,5875	343,08	8,696	6	1	216
No Cat 22472+5704	MRI 13Ba,Bb	13,85	15,52	2010,5875	266,83	3,085	1	1	216
22482+5704	STI2861	12,60	12,60	2010,5875	162,81	6,719	5	1	217
22490+5506	STI2862	10,64	11,90	2010,5956 2000,45	198,46 197,75	6,395 6,286	5 -	1 -	218 2MASS
22492+5440	STI2863	11,96	13,20	2010,5957	144,63	6,929	5	1	219
22496+5545	STI2864	12,60	12,60	2010,5954	15,05	8,886	3	1	220
22496+5656	STI2865AB	11,91	12,50	2010,5877	23,19	8,737	6	1	221
22496+5656	STI2865AC	11,91	14,70	2010,5877	332,52	10,320	4	1	221
22500+5536	STI2867	12,60	12,60	2010,5955	72,10	9,457	4	1	222
22500+5514	STI2868	10,96	11,90	2010,5955	126,40	7,402	4	1	223
22501+5621	STI2869	9,81	13,40	2010,5930	250,64	14,105	5	1	224
22503+5737	STI2872	11,85	11,90	2010,5901	54,82	10,790	7	1	225
22505+5728	STI2873	12,60	12,60	2010,5900	157,98	6,633	3	1	226
No Cat 22505+5728	MRI 14Aa,Ab	13,97	14,73	2010,5900	32,49	1,649	1	1	226
22507+5652	STI2874=STI2871	12,40	12,40	2010,5878	10,08	4,408	2	1	227
22514+5619	STI2876	11,20	11,20	2010,5931 2000,4544	58,75 59,92	12,464 12,498	6 -	1 -	228 2MASS
22519+5620	STI2877AB	12,60	12,60	2010,5931	29,13	12,215	4	1	229
22519+5620	STI2877BC	12,60	12,60	2010,5931	83,59	3,827	4	1	229
22519+5740	STI2878	11,40	12,00	2010,5902	21,20	12,641	3	1	230
No Cat 22519+5740	MRI 15AC	12,15	14,50	2010,5902 2000,46	285,01 285,08	5,325 5,395	1 -	1 -	230 2MASS
22521+5443	STI2879	11,85	14,40	2010,5957	139,10	4,831	4	1	231
22529+5554	STI2883	11,72	12,50	2010,5984	353,81	14,178	5	1	232
22534+5738	STI2887	12,37	12,70	2010,5903	138,47	14,637	4	1	233
22536+5551	STI2888	12,45	12,90	2010,5985 1999,74	308,50 308,17	12,298 12,286	5 -	1 -	234 2MASS
22537+5609	STI2889	12,60	13,30	2010,6013	60,23	9,102	6	1	235
22540+5604	STI2891AB	11,48	12,40	2010,6013	100,64	8,026	4	1	236
22540+5604	STI2891BC	12,20	12,60	2010,6013	128,01	9,266	3	1	236
22543+5438	STI2892	10,70	14,10	2010,5958	180,03	9,019	5	1	237
22543+5734	STI2894	11,70	12,30	2010,5903	227,52	5,919	5	1	238
22538+5459	STI2895	12,64	13,00	2010,5958	137,43	12,434	5	1	239
22544+5620	STI2896	11,80	12,40	2010,5932	127,55	8,641	5	1	240
No Cat 22544+5620	MRI 16BC	12,73	15,00	2010,5932	61,72	5,631	1	1	240
22543+5747	STI2897	12,81	12,80	2010,5904	163,66	14,181	6	1	241
22549+5529	STI2899	12,90	12,90	2010,5960	144,77	12,524	3	1	242

WDS ID.	DESCUBRIDOR	WDS MAGS.	WDS MAGS.	ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (ª)	RHO (")	N⁰ IMG.	NOCHES	NOTAS
22549+5621	STI2900	10,68	11,10	2010,5932 1999,74	60,97 60,58	9,543 9,419	4 -	1 -	243 2MASS
22553+5532	STI2903	11,70	13,40	2010,6038	160,84	14,323	5	1	244
22554+5644	STI2904	12,26	12,30	2010,6014 1999,74	156,48 156,10	11,932 11,880	5 -	1 -	245 2MASS
22555+5551	STI2905AB	12,01	12,00	2010,5985	114,40	4,589	4	1	246
22554+5731	STI2906	11,56	13,10	2010,5904	70,91	13,121	5	1	247
22554+5714	STI2907	11,89	12,50	2010,5905	29,64	11,904	4	1	248
22558+5722	STI2908	12,22	12,80	2010,5905 2000,47	35,13 35,63	7,051 7,148	3 -	1 -	249 2MASS
22562+5642	STI2910	12,60	12,60	2010,6014	174,00	9,395	3	1	250
22566+5549	STI2911	12,60	12,60	2010,5985	175,97	13,330	4	1	251
22567+5606	STI2912	12,10	12,70	2010,5987	319,91	9,590	3	1	252
22579+5546	STI2915	12,60	12,60	2010,5987	109,87	15,444	5	1	253
No Cat 22579+5546	MRI 17BC	13,68	15,21	2010,5987 2000,45	252,69 252,69	8,067 7,984	4 -	1 -	253 2MASS

Notas

1.STI 56. En Cas. Seis medidas oficiales. Theta aumenta lentamente. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

2.STI 60. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios incompatibles.

3.STI 68. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

4.STI 78. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho estable. Movimientos propios pequeños con grandes incertidumbres. La componente B es doble cerrada. MRI 24BC. Nueva componente cerrada para STI 78B. Medida con Surface. Nuestra medida de Theta puede tener cierta incertidumbre por solapamiento de ambas fuentes.

5.STI 84. En Cas. Cinco medidas oficiales. Theta disminuye lentamente. Rho estable. Movimientos propios pequeños y similares dentro de los márgenes de error.

6.STI 88AB. En Cas. Cinco medidas oficiales. Theta y Rho aumentan muy lentamente. Movimientos propios incompatibles. BKO 5AC. Cuatro medidas oficiales. Theta Disminuye. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

7.STI 93. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta oscila. Rho relativamente estable. Movimientos propios inciertos.

8.STI 97. En Cas. Ocho medidas oficiales. Dispersión en las medidas de Theta, estable desde 1991, la tendencia es a disminuir. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

9.MRI 31. En Cas. Par MPC separado. Se aportan dos medidas adicionales procedentes de las astrometrías de

AC2000.2 y 2MASS. La pareja se mantiene estable desde 1905.

10.STI 117. En Cas. Seis medidas oficiales. Dispersión en las medidas de Theta y Rho. Parece estable desde 1999. Movimientos propios similares. MPC. Interesante hacer seguimiento. En nuestras imágenes sin filtrar B es ligeramente más brillante.

11.STI 119. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles.

12.STI 120. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta disminuye (15° desde 1908, debido al MP de A). Rho relativamente estable. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

13.STI 130. En Cas. Tres medidas oficiales. Dispersión en Theta con tendencia general a disminuir. Rho relativamente estable. Movimientos propios muy similares con posibilidad de MPC. Interesante hacer seguimiento.

14.MRI 32. En Cas. Pareja débil de alto MPC no catalogada. Se aportan dos medidas procedentes de las astrometrías de 2MASS y UCAC3.

15.STI 132. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta disminuye lentamente. Rho relativamente estable. El movimiento propio de la secundaria es muy impreciso.

16.STI 134. En Cas. Cinco medidas oficiales. Theta y rho aumentan lentamente. Según PPMXL movimientos propios similares dentro de los márgenes de error.

17.STI 138. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

18.STI 139. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta aumenta. Rho relativamente estable. Los movimientos propios son inciertos en las fuentes consultadas.

19.STI 140. En Cas. Cinco medidas oficiales. El par se mantiene relativamente estable. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

20.STI 141. En Cas. Solo dos medidas oficiales. Theta ha aumentado casi 31 grados desde el descubrimiento en 1910,97. Rho tiende a disminuir muy lentamente. Los movimientos propios son inciertos. Nuestra medida de ángulo puede no ser muy precisa. Medida con Surface. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

21.STI 142AB. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles. BKO 149BC. Dos medidas oficiales. Estable desde 1999. Movimientos propios incompatibles.

22.STI 144. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios pequeños pero similares.

23.STI 146. En Cas. Cinco medidas oficiales. Gran variación en Theta y Rho por alto movimiento propio de la principal. Óptica.

24.STI 147. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho estable. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

25.HJ 1056. En Cas. Seis medidas oficiales. El par STI 149 es el mismo que HJ 1056 que cuenta con una medida más antigua realizada por J. Herschel en 1828. Las medidas han sido refundidas recientemente por el USNO y la denominación STI 149 ha sido eliminada. Theta ha disminuido 43 grados desde el descubrimiento debido al alto MP de A. Rho se mantiene relativamente estable aunque con oscilaciones. Óptica. Hay una débil tercera componente cercana a la secundaria. MRI 23BC. Nueva compañera débil para HJ 1056B. No hemos podido medirla con precisión por falta de señal. Incluimos medida procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,02): Theta = 286,54° Rho = 6,601".

26.STI 150. En Cas. Tres medidas oficiales. theta disminuye muy lentamente. Rho prácticamente estable. Movimientos propios muy pequeños y el de la secundaria con grandes incertidumbres.

27.STI 152. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta aumenta. Rho fijo. Movimientos propios pequeños y con grandes incertidumbres.

28.STI 153. En Cas. Tres medidas oficiales. Dispersión en las medidas de Theta. Rho estable. Los altísimos movimientos propios reflejados en WDS no se corresponden con las observaciones ni superponiendo placas antiguas.

29.STI 154. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho disminuye. El alto movimiento propio reflejado en WDS para la principal no se corresponde con las observaciones. Los valores de UCAC3 son similares aunque con grandes incertidumbres. 30.STI 155. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho prácticamente estable. Movimientos propios incompatibles.

31.STI156AB,C. En Cas. Tres medidas oficiales. El par cerrado principal es ES 1711AB. Theta aumenta. Rho estable. Los movimientos propios son inciertos.

32.STI 160. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta y Rho aumentan relativamente rápido por el movimiento propio de B de acuerdo a UCAC3. Medida con Surface.

33.STI 162. En Cas. Confirmada. Theta relativamente estable. Rho aumenta lentamente. Movimientos propios similares dentro de los márgenes de error. Interesante realizar seguimiento. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,89): Theta = $38,88^{\circ}$ Rho = $7,145^{\circ}$.

34.STI 165. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

35.STI 167. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta aumenta despacio. Rho disminuye despacio. Movimientos propios similares dentro de los márgenes de error. En mis imágenes sin filtrar B es más brillante.

36.STI 168. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta y Rho aumentan.

37.STI 169. En Cas. Cinco medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

38.STI 173. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta tiende a disminuir lentamente. Rho relativamente estable. Movimientos propios similares. Interesante hacer seguimiento.

39.STI 175. En Cas. Cinco medidas oficiales. Par fijo. Movimientos propios pequeños pero similares. MPC. Interesante hacer seguimiento.

40.STI 177AD. En Cas. Dentro de NGC 366. Forma parte de un sistema múltiple de 10 pares. Ocho medidas oficiales. Theta y Rho prácticamente estables, si bien los movimientos propios de UCAC3 no parecen corroborar esta situación. STI 177DE. Ocho medidas oficiales. Theta aumenta lentamente. Rho estable. Movimientos propios con grandes incertidumbres.

41.STI 180. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta prácticamente fijo. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles.

42.STI 182. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles. Hay una débil componente cercana a la secundaria. MRI 22BC. Nueva compañera débil para STI 182B. No hay movimientos propios. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,02): Theta = 114,17° Rho = 7,674".

43.STI 183. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta oscila. Rho relativamente fijo. Movimientos propios

similares con posibilidades de ser MPC. Interesante hacer seguimiento.

44.STI 187. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios muy pequeños y con grandes incertidumbres.

45.STI 191. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta aumenta lentamente. Rho relativamente estable. Movimientos propios similares aunque pequeños.

46.STI 192. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles.

47.STI 196. En Cas. Confirmada (1910). Rápida variación en Theta y alejamiento notable por MP de la secundaria. Media con Surface sobre apilado de cuatro imágenes. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

48.STI 244. En Cas. Tres medidas oficiales. Dispersión en Theta y Rho. No se aprecia una clara tendencia. Nuestra medida de distancia discrepa en un 1" de la 1999 de 2MASS. Medida con Surface. Difícil por dM. Solo hay movimiento propio para la primaria y relativamente alto. Parece que las dos componentes se mueven en bloque. Interesante hacer seguimiento.

49.STI 246. En Cas. Dos medidas oficiales. El par se mantiene estable. Movimientos propios pequeños pero similares. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

50.STI 247. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho aumenta lentamente. Movimientos propios con grandes incertidumbres.

51.STI 250. En Cas. Confirmada. Par relativamente fijo. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,74): Theta = 9,68° Rho = 10,755". Movimientos propios similares. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

52.STI 252. En Cas. Confirmada (1902). Theta aumenta. Se han separado 1" desde el descubrimiento. El distanciamiento parece debido al movimiento propio de A. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,71): Theta = $149,18^{\circ}$ Rho = $3,504^{\circ}$.

53.STI 253. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

54.STI 254. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta disminuye rápido. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

55.STI 257. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Solo hay movimiento propio para la principal.

56.STI 262. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles. B es doble cerrada. MRI 26BC. Nueva compañera muy cerrada para STI 262B. No resoluble en ninguna placa antigua. Media con Surface sobre apilado de dos imágenes. Nuestra medida puede ser imprecisa por estar al límite del equipo. dM instrumental 0,11.

57.STI 265. En Cas. Dos medidas oficiales. Rápida variación en ángulo aumentando (17º desde 1902). Rho aumenta a buen ritmo. Los movimientos propios son dispares entre catálogos.

58.STI 270. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios con grandes incertidumbres.

59.STI 271AC. En Cas. Cinco medidas oficiales. Dispersión en Theta y Rho en las medidas históricas aunque con tendencia a aumentar. Los movimientos propios son incompatibles. El par AB cerrado no resoluble con nuestro equipo es MLR 106AB.

60.STI 273. En Cas. Dos medidas oficiales. Par fijo. Movimientos propios similares. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

61.STI 278AB. En Cas. Tres medidas oficiales. El par se mantiene estable. Movimientos propios similares. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento. STI 278AC. Tres medidas oficiales. Theta disminuye lentamente. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles. MRI 28CD. Nueva componente D, casi gemela para STI 278C (dM = 0,3). Medición con Surface.

62.STI 280. En Cas. Tres medidas oficiales. Par prácticamente fijo con ligero aumento de la distancia. Movimientos propios similares según PPMXL. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

63.STI 281. En Cas. Confirmada. Se han alejado 6" desde 1908 por alto MP de B. Óptica. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,52): Theta = $62,95^{\circ}$ Rho = 8,7". MRI 27AC. Nueva débil compañera para STI 281A. En nuestras imágenes apenas se intuye y no es posible la medición con garantías. La nueva pareja es resoluble por 2MASS y SDSS. Medida procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,52): Theta = $299,52^{\circ}$ Rho = 3,368". Otra medida procedente de la astrometría de SDSS-DR7 (época 2005,84): Theta = $299,41^{\circ}$ Rho = 3,358". Estas medidas indican que la pareja está estable.

64.STI 282. En Cas. Confirmada (1902). Gran variación en ángulo y distancia por altísimo movimiento propio de B. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,52): Theta = $65,46^{\circ}$ Rho = $19,811^{\circ}$. Óptica.

65.STI 284. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta aumenta a buen ritmo. Rho disminuye a buen ritmo. Movimientos propios con grandes incertidumbres. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

66.STI 300. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta y Rho en suave aumento. Los movimientos propios parecen incompatibles.

67.STI 301. En Cas. Tres medidas oficiales. Par prácticamente fijo. Movimientos propios muy pequeños
pero similares. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

68.STI 302. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta aumenta a buen ritmo (6º en 109 años). Rho aumenta lentamente. Movimientos propios incompatibles.

69.STI 304. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios incompatibles. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,74): Theta = $54,37^{\circ}$ Rho = 13,620". En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

70.STI 305. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles.

71.STI 306. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios muy pequeños y con grandes incertidumbres.

72.STI 307. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

73.STI 311. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho ligero aumento. Movimientos propios similares aunque pequeños.

74.STI 315. En Cas. Cinco medidas oficiales. Par prácticamente fijo. Movimientos propios similares. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

75.STI 944. En Cep. Confirmada (1898). Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios incompatibles según PPMXL. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,42): Theta = $255,78^{\circ}$ Rho = $8,779^{\circ}$.

76.STI 951. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho relativamente estable.

77.STI 957. En Cyg. Confirmada (solo medida en 1901). Theta ha disminuido 44,5 grados y se han acercado 3,5". El desplazamiento es debido al movimiento propio de A. Difícil por dM (4,12). Medida con Surface.

78.STI 981. En Dra. Dos medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen lentamente. Movimientos propios incompatibles, aunque con grandes incertidumbres.

79.STI 982. En Dra. Tres medidas oficiales. Dispersión en Theta. Rho disminuye. Movimientos propios similares.

80.STI1000. En Cep. Seis medidas oficiales. Theta aumenta. Rho oscila. Movimiento propio de A relativamente alto. Óptica. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

81.STI1005. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta y Rho tienden a disminuir lentamente. Identificación incorrecta en WDS como TYC2 239. Posición actual (J2000): 20 57 59,022 +61 49 26,69. Se notificó al USNO. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,73): Theta = 140,26° Rho = 10,160". El alto movimiento propio listado para la principal en WDS parece ser erróneo. Los valores listados en PPMXL son bastante similares y más pequeños.

82.STI1013. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios incompatibles. La componente B tiene una débil compañera. MRI 21BC. Nueva compañera para la componente B de STI1013. Medida con Surface. Nuestra medida de ángulo puede acarrear cierta incertidumbre añadida.

83.STI1045. En Per. Dos medidas oficiales. Theta fijo. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles.

84.STI1053. En Per. Dos medidas oficiales. Theta ha disminuido 12 grados desde 1905 por MP de B. Rho tiende a aumentar muy lentamente.

85.STI1055. En Per. Dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho aumenta. Según los movimientos propios de PPMXL es un par MPC. Los valores de UCAC3 se cruzan. Interesante hacer seguimiento.

86.STI1058. En Cep. Confirmada. Theta disminuye. Rho ha disminuido 1" desde 1905. Los movimientos propios son imprecisos y no corroboran el comportamiento visto en las observaciones. Medida con Surface.

87.STI1066. En Cep. Confirmada (1903). Alto movimiento propio de A. En imagen compuesta RGB parece que las dos componentes se mueven en bloque aunque las dos medidas disponibles indican aumento de Theta y Rho (5° y 1").

88.STI1067. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

89.STI1072. En Cep. Tres medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

90.STI1073. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta disminuye lentamente. Rho estable. Movimientos propios similares y relativamente altos. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

91.STI1078. En Cep. Cuatro medidas oficiales. Notas WDS: es la misma que SMA 155. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

92.STI1083. En Cep. Cinco medidas oficiales. Notas WDS: también conocida como SMA 160. Theta disminuye a buen ritmo. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles. Seguramente óptica.

93.STI1097. En Cep. Once medidas oficiales. Muy observada debido a que es la misma que BU 1512 y las medidas de ambas han sido mezcladas por el US-NO. Theta y Rho aumentan.

94.STI1351. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta disminuye. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

95.STI1352. En Cas. Cinco medidas oficiales. Theta y Rho aumentan lentamente. Movimientos propios para-

lelos, pero A se mueve tres veces más rápido en AR. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

96.STI1360. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta ligero aumento. Rho disminuye despacio. Movimientos propios opuestos.

97.STI1361. En Cas. Siete medidas oficiales. Theta ligero aumento. Rho estable. Movimientos propios similares dentro de los márgenes de error. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

98.STI1365. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

99.STI1442. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta disminuye. Rho relativamente estable. Movimientos propios con grandes incertidumbres.

100.STI1446. En Cas. Seis medidas oficiales. Dispersión en las medidas de ángulo y distancia. Movimiento propio de A impreciso. En nuestras imágenes sin filtrar B es mucho más brillante. Medida con Surface.

101.STI1448. En Cas. Siete medidas oficiales. Theta aumenta. Ro disminuye. Movimientos propios incompatibles.

102.STI1451. En Cas. Dispersión en Theta sin clara tendencia, la medida de 2MASS parece ser errónea. Dispersión en Rho. Movimiento propio de B muy impreciso. Medida con Surface.

103.STI1454FG. En Cas. Cinco medidas oficiales. Theta disminuye despacio. Rho estable. Pertenece a un sistema múltiple en el centro del cúmulo IC 1590.

104.STI1457. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta aumenta lentamente. Rho disminuye lentamente. Movimientos propios similares dentro de los márgenes de error. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

105.STI1459. En Cas. Siete medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

106.STI1463AB. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

107.STI1467. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

108.STI1468. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

109.STI1469AB. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta disminuye lentamente. Rho estable. Según PPMXL es MPC. Interesante hacer seguimiento. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante. BKO 144AC. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye lentamente. No hay datos de MP para C.

110.STI1471. En Cas. Siete medidas oficiales. Theta relativamente estable con oscilaciones. Rho disminuye lentamente. Movimientos propios incompatibles.

111.STI1472AB. En Cas. Seis medidas oficiales. El par se mantiene relativamente estable con ligeras osci-

laciones en Theta. Es un par MPC. Interesante hacer seguimiento. BKO 147AC. Dos medidas oficiales. A nuestro juicio este par no tiene ninguna relación con STI1472. Movimientos propios incompatibles. Óptica. BKO 147CD. Dos medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles. Óptica.

112.STI1474. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta aumenta lentamente. Rho relativamente estable. Los movimientos propios son similares pero las incertidumbres son altas.

113.STI1475. En Cas. Cinco medidas oficiales. Theta disminuye, cierta dispersión. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

114.STI1479. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios incompatibles. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

115.STI1481. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles. Identificación incorrecta en WDS como TYC2 1758. Posición actual (J2000): 00 56 02,758 +56 54 25,51. Se notificó al USNO. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,03): Theta = $29,29^{\circ}$ Rho = 12,128".

116.STI1488. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta aumenta. Rho estable. Movimiento propio de B muy impreciso.

117.STI1492. En Cas. Siete medidas oficiales. Theta relativamente estable aunque con oscilaciones. Rho aumenta lentamente. Movimientos propios incompatibles.

118.STI1493. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta y Rho aumentan lentamente. Movimientos propios incompatibles. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,03): Theta = $135,40^{\circ}$ Rho = $14,369^{\circ}$.

119.STI1500. En Cas. Confirmada (1918). Rápido aumento de Theta. Rho aumenta despacio. Es la misma que ES 44 (1901) que tiene equivocada la posición en WDS. Movimientos propios incompatibles.

120.STI1501. En Cas. Cinco medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimiento propio de B incierto.

121.STI1505. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

122.STI1506. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles.

123.STI1507. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Rapidísima variación en Theta y Rho por alto movimiento propio de B. Clarísimamente óptica. La componente B es MPC con una estrella brillante cercana (ver MRI 25). 124.MRI 25. En Cas. Nuevo sistema de alto MPC. La componente B es la secundaria de STI1507, par claramente óptico. Debido a ello, hemos optado por crear un nuevo sistema independiente desligado del par STI: MRI 25. La posición actual (J2000) es: 01 00 15,801 +58 09 14,30. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1998,97): Theta = 265,41° Rho = 21,747". Media adicional procedente de la astrometría de AC2000.2 (época 1910,47): Theta = 264,06 Rho = 21,731

125.STI1510. En Cas. Cinco medidas oficiales. Prácticamente fijo pues lo movimientos propios son casi idénticos. MPC. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1998,97): Theta = 272,58° Rho = 11,300".

126.STI1511. En Cas. Solo dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho fijo. Movimientos propios imprecisos. En nuestras imágenes sin filtrar B es ligeramente más brillante.

127.STI1513. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Relativamente fijo. Movimientos propios similares según PPMXL. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

128.STI1518. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta aumenta y Rho disminuye. Movimientos propios similares. MRI 18AC. Nueva componente C alejada que parece compartir movimiento propio con el sistema principal. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1998,99): Theta = $140,00^{\circ}$ Rho = 20,189".

129.STI1519. En Cas. Dos medidas oficiales. En 88 años (1910,97 hasta 1998,99) Theta ha aumentado 18,8 grados. Nuestra medida de 2010 no parece seguir esta progresión, si bien la calidad de la señal de las imágenes es pobre y el mal seeing durante la observación emborrona las fuentes. Rho disminuye despacio. Medición con Surface. Los movimientos propios parecen ser incompatibles según PPMXL. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

130.STI1521. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen con rapidez por el movimiento propio de A.

131.STI1524. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho aumenta. Movimientos propios aberrantes en la fuentes consultadas. MRI19AC. Nueva compañera C para STI1524A. Hay una débil estrella entre las componentes A y B perfectamente visible en nuestras imágenes. No hemos podido medir con precisión por excesivo solapamiento con la componente principal. Incluimos únicamente una medida procedente de la astrometría de 2MASS (época 1998,99): Theta = 191,98° Rho = 4,659".

132.STI1527. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Dispersión en las medidas históricas de Theta, aunque parece que la tendencia es a disminuir. Rho disminuye. 133.STI1537. En Cas. Se han alejado mucho desde el descubrimiento por el muy alto movimiento propio de la principal. Óptica.

134.STI1541AB. En Cas. Cinco medidas oficiales. Theta y Rho aumentan a buen ritmo. Movimientos propios incompatibles. Óptica. LYS 1AC. Dos medidas oficiales. El par se mantiene prácticamente fijo. Movimientos propios similares según PPMXL. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento. En nuestras imágenes sin filtrar C es más brillante.

135.STI1542. En Cas. Tres medidas oficiales. Rápido aumento de Theta y Rho por alto movimiento propio de A. Óptica.

136.STI1546. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta aumenta y Rho disminuye pero con fluctuaciones en las medidas históricas; oscilan. Los movimientos propios son similares según PPMXL.

137.STI1548. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta prácticamente estable. Rho ligero aumento. Movimientos propios similares según PPMXL. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

138.STI1549. En Cas. Tres medidas oficiales. Rápida disminución de Theta por movimiento propio de A. Rho relativamente estable. Óptica. En nuestras imágenes sin filtrar B es mucho más brillante.

139.STI1550AB. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Con ligeras oscilaciones en las medidas históricas el par se mantiene estable. STI1550AC. Cuatro medidas oficiales. Igualmente, las medidas históricas oscilan y no hay clara tendencia. MRI 29CB. La pareja CB de STI1550 parece ser MPC según PPMXL, por lo que añadimos una nueva entrada MRI. Dos medidas adicionales indican que el par es prácticamente fijo. AC2000.2 (época 1913,417): Theta = 240,08 Rho = 10,744. 2MASS (época 1999,70): Theta = 240,63° Rho = 10,780". Interesante hacer seguimiento.

140.STI1551. En Cas. Confirmada (1910). Acusada variación disminuyendo en Theta. Ligero acercamiento. No resuelta en placas antiguas.

141.STI1554. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles. Seguramente óptica. Movimiento propio conjunto en PPMXL y UCAC3. Difícil por dM (1,69). Medida con Surface sobre apilado de cuatro imágenes.

142.STI1556. En Cas. Cinco medidas oficiales. Rapidísima disminución en ángulo: 27 grados desde 1911. Rho disminuye más lentamente. Movimiento propio no compatible en declinación.

143.STI1557. En Cas. Solo tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho estable. Movimientos propios inciertos para la principal en PPMXL y UCAC3 no aporta datos. En cualquier caso parece que son incompatibles. Seguramente óptica.

144.STI1570. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

145.STI1571. En Cas. Confirmada. Gran variación en Theta debido al muy alto movimiento propio de A. Es la misma que LYS 5, catalogada en 1984. Óptica.

146.STI1584. En Cas. Solo tres medidas oficiales. Theta y Rho aumentan lentamente. Movimientos propios semejantes según PPMXL.

147.STI1585. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Dispersión en las medidas de Theta pero se intuye tendencia a disminuir. Rho aumenta lentamente. A pesar de este hecho los movimientos propios son casi paralelos y podría ser MPC según UCAC3 y PPMXL. Recomendable seguir evolución.

148.STI1586. En Cas. Confirmada. Theta y Rho aumentan rápidamente. Movimientos propios incompatibles. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,91): Theta = $247,49^{\circ}$ Rho = $6,564^{\circ}$. Óptica.

149.STI1587. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta y Rho se mantienen relativamente estables. Los movimientos propios son similares.

150.STI1589. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

151.STI1591. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios poco precisos.

152.STI1594. En Cas. Seis medidas oficiales. Relativamente estable aunque con dispersión en las medidas históricas.

153.STI1596. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

154.STI1597. En Cas. Confirmada. Error de identificación en WDS como TYC2-972. Posición actual (J2000): 02 34 5,271 +56 33 00,89. Se notificó al US-NO. Clara inversión de cuadrantes en la única medida oficial: en imágenes antiguas y en las nuestras la secundaria es mucho más brillante, dM = 1,19. Damos la medida de Theta de acuerdo a las magnitudes de la nueva observación. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,70): Theta = 345,33° Rho = 6,717". Theta disminuye y Rho aumenta lentamente. Movimientos propios incompatibles. Óptica.

155.STI1598. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta y Rho relativamente estables. Movimientos propios no fiables en las fuentes consultadas: presentan valores altos y opuestos que las observaciones no corroboran.

156.STI1601. En Cas. Abandonada, no medida desde 1911. Theta disminuye a buen ritmo. Rho estable. Movimientos propios inciertos para la principal. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

157.STI1605. En Cas. Cinco medidas oficiales. El par se mantiene estable. Movimientos propios similares. Posible MPC.

158.STI1606. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta disminuye y Rho aumenta. Movimientos propios muy pequeños y con grandes incertidumbres.

159.STI1608. En Cas. Confirmada. Gran variación en Theta y acercamiento en distancia por alto movimiento propio de B. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,70): Theta = $317,14^{\circ}$ Rho = $3,369^{\circ}$. Óptica.

160.STI1611. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

161.STI1612. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho relativamente estable. Movimientos propios similares si combinamos PPMXL (principal) y UCAC3 (secundaria). Incompatibles si se toman los valores de UCAC3.

162.STI1628. En Cas. Tres medidas oficiales. Theta aumenta lentamente. Rho fijo. El alto movimiento propio asignado en WDS para la principal (Tycho2) parece ser erróneo y no explica las observaciones. Los movimientos propios de UCAC3 son similares. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

163.STI1632. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta ha disminuido 11 grados en 92 años. Rho disminuye más despacio. Solo hay movimiento propio para la principal.

164.STI1637. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta aumenta despacio. Rho relativamente estable. Movimientos propios similares según PPMXL. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

165.STI1644. En Cas. Confirmada. Identificación incorrecta en WDS como TYC2 276. Posición actual (J2000): 01 38 50,893 +58 01 49,89. Se notificó al USNO. La pareja se mantiene prácticamente fija. Los movimientos propios según UCAC3 son muy similares. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,86): Theta = 110,29° Rho = 10,807".

166.STI1658. En Cas. Cuatro medidas oficiales. Theta presenta ligeras oscilaciones. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles.

167.STI1670. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles.

168.STI1679. En Cas. Dos medidas oficiales. Theta y Rho parecen disminuir lentamente. Los errores en los movimientos propios son muy elevados.

169.STI1929. En Per. Cuatro medidas oficiales. El par se mantiene prácticamente fijo. Los movimientos propios son semejantes. MPC. Interesante hacer seguimiento.

170.STI1935. En Per. Dos medidas oficiales. El comportamiento en ángulo parece oscilar ligeramente a tenor de nuestra medida. Rho estable. Movimientos propios pequeños pero similares. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

171.STI1938. En Per. Cuatro medidas oficiales. El par se mantiene prácticamente fijo. Los movimientos propios son similares. MPC. Interesante realizar seguimiento.

172.STI1940AC. En Per. Tres medidas oficiales. Altísimo movimiento propio de la componente C: hay un error en WDS pues se asigna este valor a la componente A. La principal tiene una débil compañera descubierta por Skiff en 2011 (SKF 265AB). Esta componente B no aparece en nuestras imágenes, por lo que no hemos podido medirla. El sistema STI1940 ha sido renombrado en WDS a causa de estas peculiaridades como par AC, aunque se da inversión de cuadrantes y en nuestras imágenes sin filtrar C es más brillante. Clarísimamente óptica. Se incluye imagen RGB donde se aprecia el desplazamiento (figura 3).



Figura 3

173.STI1943. En Per. Confirmada (1911). Rápida variación en ángulo disminuyendo. Rho aumenta. Movimientos propios en la misma dirección pero con distinto módulo. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,79): Theta = $269,44^{\circ}$ Rho = $6,540^{\circ}$.

174.STI1946. En Per. Confirmada (1923). Error de identificación en WDS como TYC21538. Posición actual (J2000): 02 50 49,626 +56 43 59,01. Se notificó al USNO. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,03): Theta = $102,63^{\circ}$ Rho = $11,112^{\circ}$. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

175.STI2622. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

176.STI2645. En Cep. Tres medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios incompatibles.

177.STI2646. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios incompatibles.

178.STI2749. En Cep. Cuatro medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

179.STI2752. En Cep. Tres medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye lentamente. En WDS figura un muy alto movimiento propio para la principal. Sin duda este valor es incorrecto pues las observaciones no corroboran en absoluto un rápido desplazamiento.

180.STI2760. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho estable. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

181.STI2762. En Cep. Theta aumenta. Rho aumenta lentamente. Los catálogos dan movimiento propio conjunto para las dos fuentes. Parece que es un par interesante que ha sido incluido en el programa Speckle del USNO en 2003.

182.STI2763. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye lentamente.

183.STI2782. En Lac. Dos medidas oficiales. El par se mantiene prácticamente estable. Los movimientos propios adolecen de grandes incertidumbres (UCAC3), aunque son relativamente similares. Interesante hacer seguimiento. MRI 30AC. Nueva compañera débil para STI2782A. Difícil por dM (4,96) y pobre señal. Las medidas podrían no ser muy precisas. Medida con Surface.

184.STI2786AB. En Lac. Tres medidas oficiales. Confirmada en 2008 por Smith (JDSO 5, 135, 2009). Acusada variación en ángulo y distancia desde el descubrimiento en 1917, no corroborada por la cuantía de los movimientos propios. Situación confusa quizá explicable por un error en las medidas de Stein. Además, el par permanece estable desde 1999 y no hay un movimiento relativo rápido como cabría esperar. STI2786AD. Dos medidas oficiales. Confirmada visualmente en este estudio. Descubierta en 2008. Difícil por dM. Medida con Surface sobre apilado de cuatro imágenes. Nota: no hemos podido realizar una medida fiable del par AC, que tan solo cuenta con una medida de 2008 (187,0; 4,07).

185.STI2790. En Lac. Cuatro medidas oficiales. Rápida disminución en Theta (12 grados desde 1907). Rho ligero aumento. Movimientos propios incompatibles. Óptica.

186.STI2792. En Cep. Confirmada. Theta y Rho disminuyen despacio. Error de identificación en WDS: posición actual (J2000): 22 28 08,414 +58 05 09,76. Se notificó al USNO. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,74): Theta = $43,56^{\circ}$ Rho = 10,935".

187.STI2794. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta y Rho ligero aumento. Movimientos propios coincidentes en sentido pero con diferentes velocidades.

188.STI2795. En Lac. Cinco medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios paralelos pero a distinta velocidad. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

189.STI2796AB. En Lac. Tres medidas oficiales. La principal es doble cerrada (MLR 613Aa,Ab). Theta disminuye. Rho ligero aumento. La medida de Muller

de 1981 es errónea. Los movimientos propios parecen incompatibles.

190.STI2804. En Lac. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho relativamente estable. Los movimientos propios encontrados no son fiables. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

191.STI2810. En Lac. Confirmada recientemente por tres medidas del proyecto SEDA-WDS. Identificación incorrecta en WDS como TYC2-1904. Posición actual (J2000): 22 32 14,984 +56 14 25,65. Se notificó al USNO. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,00): Theta = $324,74^{\circ}$ Rho = 9,130". El par se mantiene estable pues los movimientos propios son semejantes. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

192.STI2812. En Lac. Dos medidas oficiales. El par se mantiene relativamente estable. Movimientos propios similares dentro de los márgenes de error. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

193.STI2813. En Lac. Cuatro medidas oficiales. Theta disminuye lentamente. Rho estable. Movimientos propios pequeños pero semejantes según PPMXL.

194.STI2820. En Lac. Dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho relativamente estable. Los movimientos propios (según UCAC3) son similares dentro de los márgenes de error.

195.STI2827. En Lac. Cuatro medidas oficiales. Theta relativamente estable aunque con oscilaciones. Rho ha disminuido ligeramente. Movimientos propios incompatibles según PPMXL.

196.STI2831. En Lac. Cuatro medidas oficiales. Confirmada recientemente por tres medidas del Proyecto SEDA-WDS. Theta disminuye. Rho relativamente estable. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

197.STI2833. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta oscila con tendencia a disminuir. Rho fijo desde 1991. Los movimientos propios son similares en AR, mientras que en Dec la principal es mucho más rápida. Interesante hacer seguimiento. Medida con Surface.

198.STI2836. En Lac. Cinco medidas oficiales. Theta disminuye muy lentamente. Rho relativamente estable. Movimientos propios con grandes incertidumbres. A nuestro juicio merece seguimiento: incluso ha sido visitada en 2003 por el programa Speckle del USNO.

199.STI2837. En Lac. Dos medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles.

200.STI2839. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta estable desde 1999. La medida de Stein (1917) presenta inversión de cuadrantes (100,8 grados). Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles.

201.STI2840. En Per. Dos medidas oficiales. Theta ha aumentado 11 grados desde 1907. Rho disminuye despacio. Los movimientos propios de UCAC3 son similares y no corroboran las observaciones. 202.STI2841. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles.

203.STI2842. En Cep. Tres medidas oficiales. Theta aumenta y Rho disminuye.

204.STI2844AB. En Per. Tres medidas oficiales. La principal es la doble cerrada TDT3660 Aa,Ab. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios similares y relativamente altos. MPC.

205.STI2846. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta disminuye lentamente. Rho aumenta lentamente. Movimientos propios incompatibles.

206.STI2847. En Lac. Dos medidas oficiales. Theta disminuye rápidamente. Rho aumenta muy despacio. Movimientos propios incompatibles. MRI 20AC. Nueva compañera cerrada para la estrella principal de STI2847. Medida con Surface sobre apilado de tres imágenes.

207.STI2849. En Cep. Tres medidas oficiales. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios casi paralelos según PPMXL pero la secundaria va más rápido. Seguramente óptica. Hay una tercera estrella cercana a B cuyo movimiento propio es incompatible con ésta.

208.STI2850. En Cep. Theta aumenta. Dispersión en Rho. En imágenes DSS la secundaria muestra clara elongación que no aprecio en mis imágenes. Probablemente sea una doble cerrada: necesaria más abertura. Los movimientos propios de B son imprecisos en UCAC3 quizá debido a su posible duplicidad.

209.STI2851. En Cep. Tres medidas oficiales. Movimiento relativamente alto de la principal e incompatible con el de la secundaria. Óptica.

210.STI2853. En Cep. Tres medidas oficiales. Lento incremento de Theta, Rho estable. Movimiento propio de B con grandes incertidumbres, no concluyente. Además, es doble cerrada no resuelta en imágenes DSS y ligera elongación en placas 2MASS. Recomendable hacer seguimiento en el futuro. MRI 12BC. Compañera cerrada de STI2853B. Al límite de la resolución del equipo. La diferencia de magnitud (1,57) dificulta la medición, sobre todo en ángulo. Medida con Surface.

211.STI2854. En Lac. Prácticamente fija. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante. posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

212.STI2855. En Lac. Solo dos medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. El movimiento propio de la secundaria es incierto.

213.STI2856. En Cep. Theta y Rho disminuyen lentamente. Movimientos propios con grandes incertidumbres (y dispares) en UCAC3 y PPMXL.

214.STI2857. En Lac. Se acercan rápidamente. Movimientos propios incompatibles. Óptica.

215.STI2859. En Lac. Dos medidas oficiales. El par se mantiene prácticamente fijo salvo una muy ligera dis-

minución en la distancia. Los movimientos propios son muy similares según UCAC3. Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

216.STI2860AB. En Cep. Solo tres medidas oficiales. Relativamente fijo con tendencia a aumentar en ángulo y disminuir en distancia. Los movimientos propios son bastante imprecisos. STI2860BC: Solo dos medidas oficiales. Clara inversión de cuadrantes en las medidas históricas; corroborado por dM negativo (2MASS) en el Delta-M Catalog. Theta disminuye despacio. Rho prácticamente fijo. Los movimientos propios son similares en PPMXL. La componente B es doble cerrada. MRI 13Ba,Bb: Nueva compañera para la componente B. Nuestra medida de ángulo puede tener cierta imprecisión. Medida sobre una sola imagen con Surface.

217.STI2861. En Cep. El par permanece relativamente estable. Los movimientos propios aunque pequeños son similares, pero las incertidumbres son grandes. En cualquier caso las observaciones (tres hasta ahora) parecen sugerir MPC.

218.STI2862. En Lac. Confirmada. Theta disminuye. La distancia ha aumentado más del doble desde su descubrimiento. Movimientos propios opuestos. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,45): Theta = $197,75^{\circ}$ Rho = $6,286^{\circ}$.

219.STI2863. En Lac. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye. Movimientos propios incompatibles.

220.STI2864. En Lac. Dos medidas oficiales. Theta y Rho aumentan lentamente. Los movimientos propios se cruzan. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

221.STI2865AB. En Cep. Solo tres medidas oficiales. Theta aumenta lentamente. Rho estable. Identificación incorrecta en WDS: las coordenadas precisas (J2000) son 22 49 36,92 +56 56 01,1. Se comunicó al USNO. STI2865AC. Confirmada. Descubierta en 2008 por Frank Smith (JDSO 5, 135, 2009).

222.STI2867. En Lac. Dos medidas oficiales. Theta aumenta muy despacio. Rho estable. Movimientos propios imprecisos.

223.STI2868. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta y Rho aumentan lentamente. Movimientos propios similares.

224.STI2869. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta permanece estable. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles aunque dispares en las fuentes consultadas.

225.STI2872. En Cep. Cinco medidas oficiales. Theta disminuye. Rho aumenta suavemente.

226.STI2873. En Cep. Solo dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho disminuye lentamente. Movimientos propios con grandes incertidumbres. La principal tiene una compañera muy cerrada. MRI 14Aa,Ab: nueva compañera cerrada para STI2873A. Medida con Surface sobre apilado de cinco imágenes individuales. Al límite de resolución del equipo.

227.STI2874. En Lac. Descubierta en 1904,88, es la misma que STI2871 (1917,81). Hay gran confusión en la mezcla de medidas de ambos pares. Se notificó al USNO. No se resuelve en imágenes antiguas, por lo que se intuye que se han separado bastante debido al movimiento propio de A.

228.STI2876. En Lac. Cinco medidas oficiales. Error de identificación en WDS: confundida con TYC2-2690. Posición actual (J2000) : 22 51 27,53 +56 18 35,33. Se notificó al USNO. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,4544): Theta = 59,92° Rho = 12,498". Según PPMXL es par que puede ser MPC aunque Theta y Rho tienden a disminuir.

229.STI2877AB. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta relativamente estable. Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles según PPMXL. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante. STI2877BC. Tres medidas oficiales. Theta disminuye. Rho relativamente estable.

230.STI2878. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho relativamente estable. Los movimientos propios son similares dentro de los márgenes de error. MRI 15AC: Nueva compañera para la componente principal. Medida con Surface sobre apilado de tres imágenes. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,46): Theta = $285,08^{\circ}$ Rho = $5,395^{\circ}$. En perfecto acuerdo con nuestra medida, la pareja no presenta movimiento relativo en estos 11 años. Posibilidad de MPC. Recomendable hacer seguimiento de este sistema.

231.STI2879. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta aumenta pero las medidas oscilan. Rho aumenta despacio. Movimientos propios imprecisos.

232.STI2883. En Lac. Cuatro medidas oficiales. Theta disminuye y Rho aumenta. Movimientos propios incompatibles.

233.STI2887. En Cep. Tres medidas oficiales; la última en 1904. Theta ha disminuido 38 grados desde el descubrimiento (1898). La distancia permanece estable. Este gran desplazamiento es debido al alto movimiento propio de la componente B y lo hemos corroborado visualmente mediante un *blink* sobre placas antiguas. Óptica.

234.STI2888. En Lac. Confirmada recientemente con medidas del Proyecto SEDA-WDS. El par se mantiene prácticamente fijo desde 1917. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,74): Theta = 308,17° Rho = 12,286". Posible MPC. Interesante hacer seguimiento.

235.STI2889. En Lac. Dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho aumenta. Movimientos propios imprecisos pero parecen incompatibles.

236.STI2891AB. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta aumenta. Rho disminuye. STI2891BC. Dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho relativamente estable. 237.STI2892. En Lac. Dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho relativamente estable. Los movimientos propios para la secundaria son imprecisos en UCAC3 y no aparecen en PPMXL.

238.STI2894. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles, paralelos pero de sentido contrario. Óptica.

239.STI2895. En Lac. Tres medidas oficiales. Por efecto del alto movimiento propio de la secundaria Theta disminuye rápidamente y Rho aumenta rápidamente. Óptica.

240.STI2896. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta disminuye rápidamente. Rho relativamente estable. Movimientos propios con grandes incertidumbres. La B tiene una compañera débil. MRI 16BC. Nueva compañera débil para la secundaria de STI2896. Nuestra medida de ángulo podría tener cierta incertidumbre debido a la pobre señal de las imágenes. Medida sobre apilado de cuatro imágenes.

241.STI2897. En Cep. Dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho ligero aumento. Movimientos propios similares dentro de los márgenes de error.

242.STI2899. En Lac. Tres medidas oficiales. Theta y Rho aumentan lentamente. Movimiento propio de la secundaria incierto. En nuestras imágenes sin filtrar B es ligeramente más brillante.

243.STI2900. En Lac. Confirmada recientemente por cinco medidas del proyecto SEDA-WDS. Theta y Rho aumentan. Movimientos propios imprecisos y la componente B presenta doble entrada en UCAC3. Error de identificación en WDS: posición actual (J2000): 22 54 50,011 +56 20 49,74. Se notificó al USNO. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,74): Theta = $60,58^{\circ}$ Rho = $9,419^{\circ}$. En mis imágenes sin filtrar B es más brillante.

244.STI2903. En Lac. Dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho estable. Movimientos propios similares dentro de los márgenes de error.

245.STI2904. En Lac. Confirmada recientemente con medidas del Proyecto SEDA-WDS. Theta y Rho disminuyen lentamente. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 1999,74): Theta = 156,10° Rho = 11,880". En mis imágenes sin filtrar B es ligeramente más brillante.

246.STI2905AB. En Lac. Confirmada recientemente por medidas del Proyecto SEDA-WDS. Theta y Rho aumentan con rapidez. Movimiento propio de A relativamente alto. El de la secundaria es incierto. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante. Hay una tercera componente: LOS 12 AC, descubierta por Florent Losse en una campaña del Proyecto SEDA-WDS. No la hemos medido por falta de señal en nuestras imágenes pero es evidente su presencia.

247.STI2906. En Cep. Solo dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios similares.

248.STI2907. En Cep. Solo dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho estable.

249.STI2908. En Cep. Solo dos medidas oficiales. Error de identificación en WDS: la medida de 2MASS publicada es por tanto errónea. La posición real (J2000) es: 22 55 58,400 +57 22 04,66. Hemos derivado la medida correcta de 2MASS para el sistema (época 2000,47): Theta = $35,63^{\circ}$ Rho = $7,148^{\circ}$. Se notificó al USNO. Theta y Rho disminuyen. Movimientos propios incompatibles aunque con grandes errores. Seguramente óptica.

250.STI2910. En Lac. Solo dos medidas oficiales. Theta aumenta. Rho estable. Movimientos propios incompatibles según PPMXL. En nuestras imágenes sin filtrar B es más brillante.

251.STI2911. En Lac. Solo dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho relativamente estable. Movimientos propios incompatibles.

252.STI2912. En Lac. Cuatro medidas oficiales. Theta disminuye aunque hay dispersión en las medidas de archivo. Rho relativamente estable con ligera tendencia a disminuir. Movimientos propios incompatibles.

253.STI2915. En Lac. Solo dos medidas oficiales. Theta disminuye. Rho aumenta. Los movimientos propios parecen incompatibles. MRI 17BC. Nueva compañera para la componente B de STI2915. Medida adicional procedente de la astrometría de 2MASS (época 2000,454): Theta = 252,69° Rho = 7,984". La nueva pareja se mantiene fija durante estos 10 años.

TABLA 3. ÁLBUM FOTOGRÁFICO DE LOS PARES OBSERVADOS EN ESTA CAMPAÑA

STI 56 1	STI 60 2	A B STI 68	с В A STI 78 4	STI 84
с А В STI 88 6	В А О STI 93 7	STI 97 8	Escala Imagen 1:3,5 MRI 31 9	B A STI 117 10
STI 119 11	А В STI 120 12	STI 130 13	2MASS-J 1999,87 A B MRI 32 14	STI 132 15
STI 134	STI 138 17	STI 139 18	A B STI 140 19	A
BC = BKO 149BC B C A STI 142 21	A B STI 144 22	STI 146 23	а В STI 147 24	C 2MASS-K HJ 1056 (=STI 149) 25
В А STI 150 26	STI 152 27	STI 153 28	STI 154 29	STI 155 30
AB = ES 1711 AB C STI 156 31	STI 160 32	STI 162 33	В А STI 165 34	А В STI 167 35

STI 168	A STI 169	STI 173	STI 175	A D STI 177AD STI 177DE
36	37	38	39	40
А В STI 180 41	STI 182	STI 183 43	STI 187 44	STI 191 45
STI 192	A B STI 196	STI 244	STI 246	STI 247
46	47	48	49	50
STI 250	STI 252	STI 253	STI 254	STI 257
51	52	53	54	55
BC 4x Math Image A B STI 262	B A STI 265	B A STI 270	C MIR 106AB STI 271AC	STI 273
56	57	58	59	60
CD A B STI 278	STI 280	SDSS_Z A B STI 281	A B STI 282	B A * STI 284
61	62	63	64	65
STI 300	STI 301	STI 302	А В STI 304	B A STI 305 70
00	01	00	00	10



с / в STI1463	STI1467	STI1468	AC = BKO 144AC C B A STI1469	STI1471
100	107	100	105	110
STI1472AB	STI1474	A B STI1475	A B STI1479	STI1481
111	112	113	114	115
STI1488	• STI1492	B A STI1493	STI1500 (ES 44)	STI1501
116	117	118	119	120
STI1505	STI1506	A B STI1507	B A MRI 25	B A • • STI1510
121	122	123	124	125
A B STI1511	A B STI1513	C A B	B A STI1519	STI1521
126	127	128	129	130
B A A	STI1527	STI1537	AC = LYS 1AC C B A STI1541	STI1542
131	132	133	134	135
STI1546 136	B A STI1548 137	А В STI1549 138	в с А STI1550 139	Math Image 2x STI1551 140

STI1554 141	А В STI1556 142	STI1557 143	STI1570 144	STI1571 (= LYS 5) 145
STI1584	STI1585	STI1586	STI1587	STI1589
140 STI1591	147 STI1594	Г48 А В STI1596	A B STI1597	STI1598
151 А В STI1601	152 STI1605	153 АВ STI1606	154 STI1608	155 STI1611
156 • . STI1612	157 STI1628	158 STI1632	159 STI1637	160 STI1644
161 • • •	162 • •	163 B A STI1679	164 STI1929	165 STI1935
166	167 Skf 265 AB С	168	169	170 В А
STI1938 171	STI1940AC 172	STI1943 173	STI1946 174	STI2622 175



● B • A STI2854 211	STI2855 212	STI2856 213	STI2857 214	А В STI2859 215
A Bb B C STI2860 216	STI2861 217	STI2862 218	STI2863 219	А В STI2864 220
A C B STI2865 221	STI2867 222	STI2868 223	в А STI2869 224	STI2872 225
в А STI2873 226	A B STI2874 (=STI2871) 227	А В STI2876 228	A BC STI2877 229	С А В STI2878 230
STI2879	STI2883	B A STI2887	STI2888	STI2889
С А В STI2891	STI2892	STI2894	STI2895	B A STI2896
236 B A STI2897	237 B A STI2899	238 A	239 B A STI2903	240 B A STI2904
241	242	243	244	245



Movimientos propios

En la tabla 4 se listan los movimientos propios en AR y DEC de las componentes, expresados en msa/año (milisegundos de arco por año). Estos datos han sido extraídos *on-line* mediante el servidor de catálogos VizieR (vía Aladin) y proceden principalmente del catálogo UCAC3 (en su defecto se ha utilizado PPMXL y Tycho2). Los valores en cursiva indican que el movimiento propio ha sido calculado por UCAC3 aún cuando la estrella en cuestión solo aparezca en uno de los diez catálogos astrométricos usados para el cómputo. Estos valores podrán tener menos precisión.

TABLA 4. LISTADO DE MOVIMIENTOS PROPIOS PARA LOS PARES OBSERVADOS

WDS ID.	DESCUBI	RIDOR	UCAC3 ID.	μ(A) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±	μ(Δ) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±
00253+6236	STL 56	А	306-012745	-0,7	1,2	-1,7	1,2
0020010200	011 00	В	306-012744	-4,4	0,8	4,2	2,0
00268+6244	STI 60	A	306-013418	-5,6	2,1	1,3	1,2
		В	306-013425	-2,6	3,4	-2,1	3,6
00287+6250	STI 68	A	306-014298	-4,6	4,3	3,3	1,9
		В	306-014316	-2,3	0,8	-0,7	1,7
00300+6250	STI 78	A	PPMXL	-0,3	1,8	-0,9	1,8
		B	PPIMAL	-2,5	2,8	4,0	2,8
No Cat	MRI 24BC	Б С		-2,5 	2,0 	4,0	2,0
00310+6256	STI 84	A	PPMXL	-2,3	1,7	-0,4	1,7
0031010230	011 04	В	PPMXL	-4,4	1,8	-1,4	1,8
00315+6326	STL 88AB	А	307-014011	-4,1	1,7	0,3	0,7
0001010020	011 00/12	В	307-013995	-9,4	2,2	7,1	0,9
00315+6326	BKO 5AC	A	307-014011	-4,1	1,7	0,3	0,7
0001010020	Bite ofte	С	307-014019	-0,6	1,8	-1,3	1,0
00321+6309	STI 93	A	307-014339	-5,0	1,4	-0,9	0,8
		В	307-014354	-1,2	1,0	0,5	0,9
00337+6247	STI 97	A	PPMXL	-2,5	1,5	-0,5	1,6
		В	PPMXL	0,9	2,1	4,2	2,1
No Cat	MRI 31	A	Tycho-2	89,1	1,9	-2,6	1,8
		В	Tycho-2	89,2	1,8	-0,8	1,7
00422+6236	STI 117	A	306-019981	-13,7	1,6	-8,0	3,5
		B	306-019983	-12,7	2,3	-6,4	2,0
00440+6245	STI 119	A	306-020441	-0,2	0,9	-1,2	1,5
			306-020445	7,4	1,0	-5,5	1,0
00440+6244	STI 120	R	306-020457	1,2	4,5	-0, 1	4,7 1 Q
		Δ	306-020434	1,2	1,0	-20,1	1,0
00498+6244	STI 130	B	306-021000	15.8	4.6	-79	51
		Δ	PPMXI	-107.8	3.8	-118.0	3.8
No Cat	MRI 32	B	PPMXI	-103.8	3.8	-116.7	3.8
		A	303-014771	-3.0	0.8	0.2	1.0
00518+6101	STI 132	В	303-019773	0.9	4.2	0.0	4.4
		A	PPMXL	-3.5	2.2	-6.8	2.2
00525+5951	STI 134	В	PPMXL	-1.2	2.2	-6.3	2.2
00500 0055		Ā	306-023126	9,9	0,6	-5,7	1,4
00532+6257	511138	В	306-023114	-10,5	0,6	-5,5	1,5

WDS ID.	DESCU	JBRIDOR	UCAC3 ID.	µ(A) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±	μ(Δ) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±
00548+5958	STI 139	A B	300-019066 300-019068	18,8 14 4	9,8 1.8	-4,6 -2.8	3,6 11 2
00549+6001	STI 140	A	301-022768	-0,7	2,1	0,4	1,6
00549+5957	STI 141	A B	301-022754 PPMXL	-6,0 5,0 	2,3 2,8 	2,0 -13,5 	2,8
00550+6014	STI 142AB	A	301-022818	5,7	1,5	55	3,1
00550,6014		B	301-022808 301-022808	-9,7 -9,7	1,8 1,8	-1,5 -1,5	3,4 3,4
00550+6014	DKU 149DU	C	301-022806	-3,5	2,6	5,6	2,2
00552+6007	STI 144	B	301-022963	-4,4 -1,2	4,3	-1,4 -1,5	4,9
00559+5937	STI 146	A B	300-019597 300-019581	67,2 13.2	1,3 1 4	7,1 4.8	1,1 1 7
00563+6025	STI 147	A	301-023507	-5,9	1,0	-8,7	2,2
00500.0450		A	301-023523 304-018120	<i>-0,2</i> 36,9	1,4 0,8	<i>0,6</i> 9,8	2,7 0,9
00569+6152	HJ 1056	B	PPMXL	1,7	2,0	-10,1	2,0
No Cat	MRI 23BC	Б С		1,7 	2,0	-10,1	2,0
00572+6301	STI 150	A B	307-022454 307-022459	-3,6 0 1	1,5 3.8	-1,1 -2.9	3,4 5.8
00584+6138	STI 152	A	304-018415	-0,9	0,8	-3,3	0,7
00500 5055	071450	В А	304-018409 PPMXL	-4,2 -5.5	1,8 2.9	-3,1 -0.2	1,6 2,9
00586+5957	STI 153	В	PPMXL	-7,2	2,9	3,7	2,9
00586+5956	STI 154	A B	300-020838 300-020843	-5,0 -5,1	2,0 4,6	-3,2 -2,1	1,7 5,0
005a91+6215	STI 155	A	PPMXL	7,7	2,6	-12,9	2,6
00502+5020	STI156AB C	AВ	299-019530	-12,5	3,5 4,3	-5,5 -5,5	3,7 4,0
00592+5929	STI150AD,C	C	299-019516	3,9	2,5	-2,9	5,5
01013+6030	STI 160	B	302-026507	2,0	4,6	-3,0 20,1	5,0
01028+6225	STI 162	A B	305-022281 305-022285	-5,4 -4 0	0,9	-3,8 -1 7	1,0 2.0
01033+6217	STI 165	A	PPMXL	15,9	2,0	-0,1	2,0
04005 5040	071 407	A	200-022822	1,0 -5.2	2,7 2.5	6,5 -4.4	2,7 1.6
01035+5940	STI 167	В	300-022823	-0,4	1,2	-0,9	2,6
01035+5929	STI 168	A B	299-021112 299-021119	3,6 4,8	1,9 3,3	-8,3 -1,4	7,5 2,9
01038+6051	STI 169	A	302-027914	-3,9	0,7	-3,0	0,9
01052+6105	STI 173	A	303-024409	8,0	1,1	-0,6	1,9
0103210103	0111/3	B	303-024415 PPMXI	11,0 -3.7	<i>1,3</i> 1 7	-2,5 -3.4	1,2 1 7
01054+6025	STI 175	В	PPMXL	-2,2	2,6	-1,3	2,6
01065+6213	STI 177AD	A D	305-023209 305-023225	-12,8 -0,7	1,9 1,3	-3,4 -1,0	3,2 1,0
01065+6213	STI 177DE	D	305-023225	-0,7	1,3	-1,0	1,0
01068+5940	STI 180	A	PPMXL	- <i>4,4</i> 6,6	2,1	-8,3	2,1
0100070040	071100	B	PPMXL 305-023372	3,0 -4,1	2,9	4,3	2,9
01074+6207	STI 182	В	305-023373	3,6	2,3	-3,0	2,3
No Cat	MRI 22BC	В С	305-023373	3,6 	2,3	-3,0	2,3
01079+6202	STI 183	A B	PPMXL PPMXI	21,2 17.6	2,7 2 7	2,9 1.8	2,7 2 7
01091+6138	STI 187	A	304-022387	0,6	1,7	-1,7	1,0
04000 - 50 40	071404	A	304-022381 300-024985	-1,8 3,2	<i>1,6</i> 0.8	-0,2 -2,7	0,7 1,2
01099+5949	511191	B	300-024980	1,3	0,8	-1,0	1,0
01101+6200	STI 192	B	305-023920	-10,3 -3,0	0,5 <i>0,8</i>	-3,3 1,5	0,6 1,2
01118+5932	STI 196	A B	 PPMXI				 2.1
01375+6035	STI 244	A B	PPMXL	-37,0	1,9	-38,3	1,9
01381+6018	STI 246	A	301-039956	-2,9	1,1	-1,8	1,0
01292 (6022	STI 247	A	301-039969	-2,4	1,0	-0,7	0,5
01303+0033	311247	В					

WDS ID.	DESC	UBRIDOR	UCAC3 ID.	µ(A) MSA∙AÑO ⁻¹	ERROR ±	μ(Δ) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±
01387+6001	STI 250	A	301-040219	-22,2	1,4	-1,5	0,7
01389+5948	STI 252	A	PPMXL	-18,3	2,6	23,4	2,6
01392+6010	STI 253	A	301-040425	-4,3	2,4	-14,8	0,9
0100210010	011200	B A	301-04426 PPMXI	6,9 4 7	<i>4,2</i> 2.6	-11,2 -1 7	<i>4,4</i> 2.6
01392+5943	STI 254	В	PPMXL	-10,1	2,6	-2,4	2,6
01394+6038	STI 257	A B	PPMXL	-2,8	1,9 	2,7	1,9
01425+6045	STI 262	A B	PPMXL PPMXL	5,3 -4.6	2,0 2.0	-1,6 1.3	2,0 2.0
		B	PPMXL	-4,6	2,0	1,3	2,0
No Cat	MRI 26BC	С	Movimiento propio conjunto para el par BC				
01433+6023	STI 265	A B					
01439+6058	STI 270	A B	PPMXL PPMXI	-3,6 -6.4	2,0 2.0	-0,5 7 3	2,0 2.0
01432+6056	STI 271AC	A	302-043423	0,2	0,9	0,6	0,9
0110210000	011211110	C A	302-043422 PPMXI	-10,0	<i>4,5</i> 2.0	<i>5,3</i> -5 1	<i>4,7</i> 2.0
01439+6009	STI 273	В	PPMXL	-5,5	2,9	-7,6	2,9
01444+6040	STI 278AB	A B	302-043868 302-043855	-2,4 -3.2	1,1 1 2	-1,4 -1.5	<i>0,7</i> 0.8
01444+6040	STI278 AC	A	302-043868	-2,4	1,1	-1,4	0,7
		C C	302-043875 302-043875	1,2 1,2	2,1 2.1	2,1 2,1	2,5 2.5
No Cat	MRI 28CD	D					
01449+6029	STI 280	A B	PPMXL PPMXL	-10,6 -7,2	2,5 1,6	1,1 1,1	2,5 1,6
01450+6032	STI 281	A	302-044077	44,5	1,5	15,9	1,4
No Cot		A	302-044063 302-044077	5,3 44,5	3,4 1,5	-6,1 15,9	1,4
NO Cal	MRI ZIAC	C					
01451+6029	STI 282	B	301-0425064	135,1	1,5	- 57,5	1,1
01458+6021	STI 284	A	301-042818	-5,5	5,5	2,0	3,8
01474+6048	STI 200	A	302-044913	0,3	0,9	-0,2	0,9
01474+0048	311300	B	302-044910	-1,4	0,9	-5,2	2,4
01476+6031	STI 301	В	302-044990	0,2	4,7	1,2	4,2
01483+6026	STI 302	A B	PPMXL PPMXL	0,4 -6,7	1,7 2,6	-2,7 -14,8	1,7 2,6
01485+5952	STI 304	A	300-039977	6,3	2,4	-12,3	1,5
01488+5936	STI 305	A	PPMXL	-4,0	2,0	-1,0	2,0
0140013330	011000	B	PPMXL 301-044066	7,5 1.6	2,0	-7,1	2,0
01490+6017	STI 306	В	301-044057	-0,7	4,2	-1,2	4,4
01490+6020	STI 307	A B	301-044076 301-044069	-0,9 -2,1	4,2 3.2	-1,5 1.9	4,4 2.7
01501+6030	STI 311	A B	301-044462 301-044453	-1,5 -4,3	2,0 3,6	-1,2 -2.6	2,1 1.5
01511+6001	STI 315	A	301-044782	-3,2	0,9	-1,3	0,6
20066 - 5050	STL 044	A	PPMXL	-2,9 14,0	2,1	-1,7 -3,7	2,5
20000+3939	511 944	B	PPMXL	38,2	2,5	16,1	2,5
20111+6007	STI 951	B	301-135337	0,4	1,8	-3,4	1,4
20147+5940	STI 957	A B	300-138201 	38,3	4,1	13,5 	8,2
20263+6224	STI 981	A B	305-125051 305-125054	7,9 0.3	4,9 3.3	12,4 4,1	4,1 3.9
20269+6220	STI 982	A B	PPMXL PPMXI	7,7 9.1	2,1 2.1	1,1 -0.1	2,1 2,1
20510+6154	STI1000	A B	304-125863 304-125866	28,9 1,4	1,1 2,1	18,9 1.0	1,3 1,0
20580+6149	STI1005	A B	PPMXL	-8,0 -8.4	2,0	3,4	2,0
21052+6127	STI1013	A	PPMXL	-5,7	1,9	-2,7	1,9
		B	PPMXL PPMXL	-1,1 -1,1	2,7 2,7	5,1 5,1	2,7 2,7
No Cat	MRI 21BC	С					

WDS ID.	DESCI	JBRIDOR	UCAC3 ID.	μ(A) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±	μ(Δ) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±
21437+5943	STI1045	A	300-155922	-1,1	11	-2,9	0,6
21402+6002	ST11052	A	300-155917 301-154776	-9,8 -10,6	1,5 1,8	0,6 -6,9	1,4 1,4
21493+6002	5111055	B	301-154778	-22,2	4,4	-1,8 12.0	4,6 1.6
21500+5940	STI1055	B	PPMXL	23,0	2,7	12,0	2,7
21507+5947	STI1058	A	300-157691 300-157689	13,4 0.4	5,4 4 4	22,0	2,5 4.6
21520+6508	STI1066	A	PPMXL	-7,5	2,7	-68,8	2,7
21529+6523	STI1067	A	PPMXL	5,7	2,7	-5,7	2,7
04550 0444	0714070	A	310-112601	7,4 4,9	2,7	6,7 -5,5	2,7 0,5
21559+6441	5111072	B	310-112604	8,7	1,3	12,6	1,6
21559+6525	STI1073	B	PPMXL PPMXL	-7,9 -5,5	2,7	-18,8 -22,3	2,7 2,7
21599+5928	STI1078	A B	PPMXL PPMXL	7,6 -9,7	1,6 2,7	3,6 -12,6	1,7 2,7
22033+5944	STI1083	A	300-161998	-4,9	1,9	-0,6	1,1
22110,6242	ST11007	A	308-136786	-3,5	1,9	-2,0 1,3	2,2
22119+0342	3111097	B	308-136783	-0,3	1,8	8,7	<i>8,9</i>
00272+5513	STI1351	B	291-009475	2,2 -3,6	2,0 1,1	2,4 -4,0	2,0 1,1
00275+5435	STI1352	A	290-010017	8,6	1,6	-1,4	3,2
00202+5528	ST11260	A	PPMXL	4,3	3,0	-2,8 -3,4	3,0
00292+5528	5111360	B	PPMXL	-6,6	3,0	4,4	3,0
00293+5553	STI1361	B	PPMXL	-4,8 -2,6	1,8	0,7 -1,6	1,8
00303+5550	STI1365	A	PPMXL	-2,4	1,8	-3,8	1,8
00502 . 5725	CT14440	A	295-020125	4,5 -4,9	2,9 5,0	-0,3 -1,3	2,9 5,2
00503+5725	5111442	B	295-020131	-1,6	5,0	5,2	5,2
00515+5923	STI1446	B	299-016265	-0,0 -17,7	<i>4,0</i> 1,8	-4,0 -11,7	2,9 1,6
00516+5926	STI1448	A	299-016318	6,9	2,0	-10,5	5,2
00510+5002	STI1451	A	299-016328	-4,0 1,4	1,6	-5,5	1,8
00519+5902	3111431	В	299-016413	8,8	1,8	6,4	11,2
00528+5638	STI1454FG	G	294-019538	-3,8	1,6	-2,5 -2,6	1,0
00529+5659	STI1457	A B		-8,8 -12.4	5,0 3 2	-7,4	5,0 3 2
00529+5903	STI1459	A	299-016817	2,7	0,8	-2,7	2,7
0002010000	0111400	B ∆	299-016813 PPMXI	-3,2	1,2	-0,8	0,6
00533+5711	STI1463AB	В	PPMXL	5,6	5,1	-1,9	5,1
00547+5910	STI1467	A B	299-017501 299-017507	-12,7 0.9	1,5 2.0	-8,5 -5.0	4,1 2.9
00547+5619	STI1468	A	293-019587	-15,1	2,4	-5,3	2,9
		B	293-019597 PPMXI	6,5 15.3	1,6 2,9	2,1	3,4
00547+5841	S111469AB	В	PPMXL	15,7	2,9	1,9	2,9
00547+5841	BKO 144AC	A C	PPMXL	15,3 	2,9	0,2	2,9
00548+5759	STI1471	A B	296-021933 296-021948	1,1 -11,9	2,0 0,9	-1,7 3,8	1,0 2,2
00550+5824	STI1472AB	A B	297-021428 297-021429	17,6 17.6	0,8 0.9	-7,3 -5.6	1,3 0.7
00550+5824	BKO 147AC	A	297-021428	17,6	0,8	-7,3	1,3
		C	PPMXL PPMXI	-6,4 -6.4	3,9 3.9	19,9 19.9	3,9 3.9
00550+5824	BKO 147CD	D	PPMXL	1,6	3,9	4,7	3,9
00553+5714	STI1474	В	PPMXL	-3,2 -1,2	2,2	6,8	3,1
00555+5725	STI1475	A		8,7 -5 0	1,9 2 2	-5,4 -1 3	1,9
00555+5656	STI1470	A	PPMXL	8,6	2,2	2,0	2,9
000010000	011113	B	PPMXL 294-020777	-0,8	2,2	-5,3 -5.0	2,2
00561+5655	STI1481	В	294-020782	-1,8	3,1	-2,5	3,0
00574+5846	STI1488	A B	298-019087 298-019081	0,3 -2,1	0,9 <i>4,6</i>	-2,1 -1,6	0,9 <i>5,0</i>

WDS ID.	DESC	UBRIDOR	UCAC3 ID.	μ(A) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±	μ(Δ) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±
00583+5659	STI1492	A	294-021628	4,4	2,2	-4,9	0,7
		B A	294-021618 296-023419	-7,0	1,6	-2,4 -14 8	1,0
00584+5746	STI1493	В	296-023426	9,2	1,3	-9,1	1,1
00591+5729	STI1500	A	PPMXL	-2,3	1,6	-2,1	1,6
	0714704	A	297-023066	7,4 6,2	9,3	-2,5 -16,7	9,3
00591+5824	ST11501	В	297-023064	8,5	3,0	-3,3	4,8
00596+5903	STI1505	A B	299-019711 PPMXI	7,4 -0.2	1,5 2 1	-8,2 -5.9	0,9 2 1
00599±5726	STI1506	A	295-024250	4,1	1,4	+6,7	2,6
0000010120	0111000	B	295-024244	-4,5	1,5	-2,5	3,6
01002+5809	STI1507	B	PPMXL	-7,3 80,2	2,0 2,1	-4,7 -70,1	2,0 2,1
No Cat	MRI 25	A	PPMXL	77,7	1,3	-74,1	1,2
		A	298-020314	80,2	2,1	-70,1	2,1
01013+5854	STI1510	В	298-020301	2,7	1,7	-6,9	2,5
01016+5850	STI1511	A	298-020397	0,9	3,6	0,8	3,2
04040.5700	0714540	A	PPMXL	-2,2	2,0	3,3	2,9
01018+5728	5111513	В	PPMXL	-4,6	3,1	3,9	3,4
01029+5739	STI1518	A B	296-025200 296-025196	-1,3 -0.6	0,6 2,4	-6,0 -8.5	1,1 3.4
No Cat	MRI 18AC	A	296-025200	-1,3	0,6	-6,0	1,1
no out		C	296-025196 PPMXI	-0,6 -14 8	4,0	-6,5 -6.0	4,5
01030+5744	STI1519	В	PPMXL	1,2	2,9	1,9	2,9
01034+5855	STI1521	A	298-021038	16,4	0,7	6,7	1,2
04000.5747	0714504	A	298-021043	-1,2	1,7	-1,7	4,8
01036+5747	5111524	В					
No Cat	MRI 19AC	A C					
01053+5825	STI1527	A	297-025243	0,0	0,9	-10,3	1,4
04070 5750	074507	A	297-025247 PPMXL	-1,7 -119.0	<i>0,8</i> 1.3	-2,1 -139.3	1,3 1.2
01072+5752	5111537	В	PPMXL	-7,1	1,8	6,9	1,8
01122+5823	STI1541AB	A B	297-027250	-1,1 -31,2	1,9 1,3	-5,8 2,6	1,8 2,1
01122+5823	LYS 1AC	A	PPMXL	-1,1	1,9	-5,8	1,8
		C A	297-027345	0,6 -67.2	4,8	-5,1	4,8
01124+5808	STI1542	В	297-027358	-2,0	3,5	1,4	1,7
01138+5743	STI1546	A	PPMXL	11,5	1,9	-2,1	1,9
01140,5916	ST14549	A	PPMXL	-2,6	2,2	-3,9	2,2
01149+5816	5111546	В	PPMXL	-2,1	2,2	-3,5	2,2
01156+5807	STI1549	A B	PPMXL	24,7 6.3	3,0 3.0	1,4 2.9	3,0 3.0
01160+5849	STI1550AB	A	PPMXL	-5,0	2,2	2,6	2,2
	0111000112	B	PPMXL	-7,1	2,2	-4,0 2.6	2,2
01160+5849	STI1550AC	C	PPMXL	-6,2	2,2	-4,7	2,2
No Cat	MRI 29CB	C B	PPMXL PPMXI	-6,2 -7 1	2,2 2 2	-4,7 -4 0	2,2 2 2
01163+5905	STI1551	A	PPMXL	-8,5	1,8	-16,1	1,8
	0111001	B	PPMXI	64	13	-1.8	13
01174+5745	STI1554	B	PPMXL	-1,2	2,2	-3,5	2,2
01182+5742	STI1556	A	296-030643	7,8	1,4	-14,4	0,8
01185 5750	STI1557	A	PPMXL	4,4	5,6	-19,4	6,6
01100+0709	3111007	B	PPMXL	-1,2	3,0	-5,1	3,0
01200+5819	STI1570	B	297-030442	-4,3 1,0	2,3	-2,5 -0,7	2,0
01200+5747	STI1571	A	296-031313	93,1	0,8	-117,6	1,7
01202+5749	STI1584	A	PPMXL	-9,3	1,8	-5,4	1,8
01202+3740	0111004	B	PPMXL	-8,3	2,9	-14,3	2,9
01221+5627	STI1585	B	293-029032 293-029023	-11,0 -17,4	2,5	-31,5 -42,4	1,9 8,2
01222+5628	STI1586	A	293-029057	17,1	1,7	-1,4	2,7
		В	293-029054	-8,5	4,7	-8,9	4,9

WDS ID.	DESC	UBRIDOR	UCAC3 ID.	μ(A) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±	μ(Δ) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±
01224+5624	STI1587	A	293-029152	-3,2	0,7	-1,7	1,0
04000.5040	0714500	A	293-029159 PPMXL	-1,9 -7,2	3,0 2,2	- <i>1,8</i> 1,4	1,5 2,2
01228+5913	5111589	B	PPMXL	-4,5	2,8	13,1	2,8
01231+5908	STI1591	A B	299-027318 PPMXL	5,7 2,7	2,1 2,2	-5,4 1,4	2,2
01233+5634	STI1594	A	294-030695	1,9	0,8	-5,0	0,7
04000.5040	0714500	A	PPMXL	-0,1 -10,2	2,8	-4,2	2,8
01230+5912	5111090	B	PPMXL	-1,1	2,8	8,6	2,8
01238+5633	STI1597	B	294-030942 294-030940	2,3 0,7	3,5	-8,3 6,0	2,9 3,1
01239+5626	STI1598	A					
01249+5653	STI1601	A	294-031391	-0,7	1,1	-2,2	1,7
01249+3033	5111001	B	294-031396	-11,6	0,6	1,0	0,8
01253+5619	STI1605	B	293-030161	-3,2 -5,3	2,0 1,4	-0,2 -0,8	0,8
01263+5733	STI1606	A B	296-033215 296-633221	-3,7 0 9	1,7 2 1	2,8 1.8	1,1 1.5
01263+5629	STI1608	A	293-030515	-2,8	3,0	-8,6	1,3
0120010020	0111000	B	293-030512 294-032180	27,6 -6.2	<i>4,7</i> 1.2	3,4 -2 5	<i>4,9</i> 0.7
01269+5632	STI1611	В	294-032174	2,3	1,6	-4,3	2,2
01271+5717	STI1612	A B	295-034236	8,3 8,3	2,2 1 7	-1,1 -0.8	2,2 2.8
01337+5809	STI1628	A	297-035097	-3,9	1,8	2,2	1,5
		B A	297-035092 PPMXL	-7,3 10.5	1,6 1.8	4,8	2,1 1.8
01350+5812	STI1632	В					
01361+5811	STI1637	A B	PPMXL PPMXL	3,4 5.0	1,8 1.8	-6,4 -5.5	1,8 1.8
01389+5802	STI1644	A	297-036823	-2,6	0,9	-3,6	1,2
01110 5011	0714050	A	297-036836 297-038054	-1,2 -14.9	1,6 1.0	-4,5 -9.4	2,4
01418+5814	5111658	В	297-038062	5,4	3,8	-6,3	2,0
01447+5822	STI1670	A B	PPMXL	-4,5 2,7	1,8 2,9	-0,4 0,0	1,8 2,9
01458+5914	STI1679	A					
02432+5643	STI1020	A	294-060978	-1,9	0,5	-7,7	0,9
0240210040	0111323	B	294-060984 PPMXI	-1,4 -1 3	2,0 1.8	-6,1 3.7	0,7 1.8
02447+5639	STI1935	В	PPMXL	-0,5	2,9	4,7	2,9
02472+5645	STI1938	A B	294-061932 294-061928	-2,1 -5.9	1,9 1.5	-18,6 -12 4	2,0 0.9
02480+5611	STI1940AC	A	293-059301	2,6	2,5	-7,4	1,4
		C	293-059316 294-062317	241,0 14.6		-95,0 -4,8	 5.1
02493+5639	STI1943	B	294-062321	27,3	1,2	-3,7	1,1
02507+5645	STI1946	A B	294-062566 294-062571	6,2 -0,4	1, <i>1</i> 3,7	-12,1 -3,5	1,5 1,8
22083+5856	STI2622	A	298-163685	2,0	4,5	4,2	1,6
22120.5024	STIDE 45	A	298-163691 298-164612	-4,8 -8,7	1,8 0,8	-9,5 -3,5	2,0 0,7
22130+5834	5112045	B	298-164618	0,8	1,2	3,1	0,7
22129+5908	STI2646	B	299-165513	24,2 4,8	4,4 3,6	-4,8	4,6
22239+5739	STI2749	A	296-181889	-4,7	1,7	-3,9	0,7
22240+5740	ST12752	A	PPMXL	14,2	3,2	-11,7	3,2
2224073740	0112102	B	PPMXL 206-182284	-6,7 1 A	3,2	-2,5	3,2
22247+5753	STI2760	B	296-182295	-3,3	2,7	1,6	2,0
22249+5738	STI2762	A B	PPMXL	-4,9	2,5	15,4	3,2
22250+5754	STI2763	A	PPMXL	2,4	2,2	-1,9	2,2
0	0	B A	PPMXL 292-189836	10,5 -6.3	3,2	-0,1 -2,0	3,2 0,9
22270+5539	STI2782	В	292-189841	-3,7	5,0	-6,2	5,2
No Cat	MRI 30AC	A C	292-189836 	-6,3 	2,3	-2,0	0,9
22279+5600	STI2786AB	A	293-189279	1,2	0,7	0,5	1,6
		В	293-189291	-2,4	3,5	-6,5	2,7

WDS ID.	DESCU	BRIDOR	UCAC3 ID.	μ(A) MSA∙AÑO⁻¹	ERROR ±	μ(Δ) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±
22279+5600	STI2786AD	A D	293-189279	1,2	0,7	0,5	1,6
22282+5603	STI2790	A	293-189391	-3,1 -3.6	2,5	-3,3 5.4	1,3 1.8
22281+5805	STI2792	A	297-178913	-2,8	1,9	-2,0	4,1
22288+5549	STI2794	A	297-178923 PPMXL	1,9 -2,7	1,4 2,3	6,2 -14,7	<i>0,9</i> 2,3
22200+5552	STI2705	B A	PPMXL PPMXL	-9,4 4,8	2,3 1,9	-9,8 4,1	2,3 1,9
22230+3332	01127 00 4 D	B A	PPMXL 290-204156	6,6 2,4	1,9 <i>0,9</i>	6,9 -2,6	1,9 1,1
22292+5451	STI2796AB	B	290-204174	4,4	1,3	2,7	0,8
22308+5435	STI2804	B					
22323+5615	STI2810	B	293-191304	-2,6	0,9	-3,5	1,2 1,3
22324+5540	STI2812	A B	292-192856 292-192865	-5,5 -5,6	1,6 1,8	-0,3 -4,1	1,3 4,5
22328+5450	STI2813	A B	PPMXL PPMXL	-2,3 -4,9	1,7 1,7	-3,6 -2,9	1,7 1,7
22333+5544	STI2820	A B	292-193572 292-193582	1,0 -0.5	2,4 1.7	-2,0 -3.4	1,1 2.0
22348+5430	STI2827	A	PPMXL PPMXI	-3,8 -1.6	1,4	2,8 1.0	1,4
22364+5453	STI2831	A					
22365+5512	STI2833	A	PPMXL	21,5	2,7	10,8	2,6
22383+5442	STI2836	В А	290-209598	22,1 <i>0,6</i>	3,0 3,7	1,7 -2,6	2,9 1,6
2230313442	CT12030	B A	290-209600 293-195401	1,1 3,2	<i>4,4</i> 0,6	<i>-0,1</i> -17,3	<i>1,5</i> 1,0
22362+5609	5112037	B A	293-195415 PPMXL	-3,4 -1.3	2,4 3.1	-3,8 -23,5	2,8 3.1
22396+5538	STI2839	B	PPMXL 298-172443	1,7	3,1	6,3 -3 7	3,1
22405+5835	STI2840	B	298-172453	-6,5	3,2	-5,4	0,8
22410+5541	STI2841	B	PPMXL	-10,9 14,2	3,2 3,1	-17,0 4,7	3,2 3,1
22412+5725	STI2842	A B	295-202037 295-202053	-0,7 -3,3	1,6 2,9	-4,1 -5,3	1,5 1,5
22420+5826	STI2844AB	A B	297-186224 297-186215	24,1 2 <i>1</i> ,6	0,9 <i>8</i> ,1	5,8 11,0	2,4 3,4
22427+5446	STI2846	A B	290-212374 290-212384	-7,2 -1.6	2,1 0.4	-6,2 1.3	1,4 0.4
22436+5500	STI2847	A	291-205914	-16,5	5,8	-1,1	2,0
22436+5500	MRI 20AC	A	291-205913	-16,5	5,8	-2,0	2,0
22450+5657	STI2849	A	PPMXL	-12,8	1,8	2,4	1,8
22458+5651	ST12850	A	PPMXL 294-203093	-23,1 -2,8	3,1 1,0	2,6 -3,1	3,1 0,9
22430+3031	0710054	B A	294-203088 295-205199	<i>-5,3</i> 43,8	1,2 2,8	-2,7 20,9	<i>0,7</i> 1,1
22459+5710	5112851	B	295-205209 295-205271	-0,8 -2.4	1,7 0.5	-2,5 0 1	3,2 1.6
22460+5721	STI2853	B	295-205257	1,4	6,5	+5,1	4,9
No Cat	MRI 12BC	C				+5,7	
22465+5654	STI2854	A B	294-203852 294-203853	3,1 -3,5	1,0 2,8	-4,2 -5,2	1,4 1,6
22466+5541	STI2855	A B	292-200918 292-200928	4,2 1,6	1,8 <i>1,5</i>	3,2 1,1	1,1 6,4
22465+5701	STI2856	A B	295-205569 295-205581	-1,8 -5.8	1,4 2.3	-0,3 -1.3	4,7 5.1
22469+5637	STI2857	A B	294-203827 294-203834	-10,4	1,0 5,0	-33,8 7,1	0,9 5.4
22473+5614	STI2859	A	293-201023	-3,1	1,2	-3,0	0,8
22472+5704	STI2860AB	A	PPMXL	1,2	0,8 3,1	6,3	3,1
No Cat	MRI 13Ba Bh	Ba	PPMXL	-2,5 -2,5	3,1 3,1	1,2	3,1 3,1
22472 5704	STI20EODO	Bb B	PPMXL	-2,5	3,1	1,2	3,1
22472+3704	3112000BC	С	PPMXL	-5,8	3,1	1,2	3,1

WDS ID.	DESCUBRIDOR		UCAC3 ID.	μ(A) MSA∙AÑO⁻¹	ERROR ±	μ(Δ) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±
22482+5704	STI2861	A	295-206648	-2,7	5,0	-2,2	5,2
		B A	295-6652	-2,2 2 1	<i>5,0</i> 1 3	-2,6 9.6	<i>5,3</i> 1.5
22490+5506	STI2862	В	291-209132	-2,4	2,1	-20,5	8,0
22492+5440	STI2863	A	290-216237	12,7	1,4	10,1	0,7
00400 5545		A	290-216244 PPMXL	-1,8 6.2	5,4 3.1	-20,5 10.5	3.1
22496+5545	ST12864	В	PPMXL	6,8	3,1	1,5	3,1
22496+5656	STI2865AB	A B	294-205698 294-205704	<i>0,8</i> -0.3	<i>0,5</i> 1 1	-3,1 -2 5	<i>0,8</i> 1 1
22406+5656	STI2865AC	A	294-205698	0,8	0,5	-3,1	0,8
22490+3030	3112003AC	C					
22500+5536	STI2867	B	292-202795	-3,8 -0,5	1,1	-0,4	4,7
22500+5514	STI2868	А	291-209736	-7,8	0,6	-3,5	0,5
		B	291-209742 PPMXI	- <i>3,8</i> 6.0	<i>1,3</i> 2,3	-5,4	0,6 2.3
22501+5621	STI2869	В	PPMXL	-14,6	3,1	-5,8	3,1
22503+5737	STI2872	A	296-197294	06	1,1	-3,8	1,4 2 5
00505.5700	0710070	A	295-208287	4,4 -15.6	5,0	-9,9	5,2
22505+5728	5112873	В	295-208292	-7,5	5,0	0,7	5,2
No Cat	MRI 14Aa,Ab	Aa Ab	295-208287	-15,6	5,0 	-9,9	5,2
22507+5652	STI2874	A	294-206088	-0,6	6,8	-28,0	3,6
22001.0002	0112071	B	294-206090 PPMXI	-4,0	1,7	-3,3	4,8
22514+5619	STI2876	В	PPMXL	-8,1	3,1	-2,6	3,1
22519+5620	STI2877AB	A	PPMXL	6,5	3,1	-0,9	3,1
		B	PPMXL	-7,0 -7.0	3,0 3.0	17,4	2,2
22519+5620	STI2877BC	Ċ					
22519+5740	STI2878	A B	296-198243 296-198253	-3,1 -4 9	2,1 0.6	<i>-4,3</i> -3.5	<i>1,1</i> 1.0
No Cat		A	296-198243	-3,1	2,1	-4,3	1,1
No Cat	MICI 15AC	C					
22521+5443	STI2879	B	PPIMAL	0,0	2, I 	-2,4	Z, I
22529+5554	STI2883	A	292-204211	4,3	0,6	0,1	0,9
00504 5700	0710007	A	292-204209 296-198995	-5,8 -6.8	4,0 1.3	-1,3 -5.8	2,0 2.3
22534+5738	ST12887	В	296-199012	61,5	1,2	33,1	1,1
22536+5551	STI2888	A B	PPMXL PPMXI	1,9 7.2	2,0 2 3	-3,2 -1 9	2,0 2 3
22537+5600	ST12880	A	293-204390	-2,9	2,8	-24,2	6,6
2200710000	0112000	B	293-204400	-1,9	5,5	-3,2	1,8
22540+5604	STI2891AB	B	293-204615	3,8 1,2	2,7 1,0	-2,5 -5,2	2,3 3,4
22540+5604	STI2891BC	В	293-204627	1,2	1,0	-5,2	3,4
		A	293-204634 290-218880	9,7	1,5 0.8	-2,8 -1.9	2,8
22543+5438	ST12892	В	290-218881	6,4	5,8	1,5	5,4
22543+5734	STI2894	A B	296-199517 296-199511	-9,8 5.0	2,4 5.0	-4,0 1.5	0,9 5 5
22538+5459	STI2895	A	290-218598	5,6	1,2	1,6	1,1
2200010400	0112000	B	290-218609	40,1	1,8	-4,6	2,0
22544+5620	STI2896	В	293-204803	-0,9	2,0 1,9	-1,2	2,0 1,0
No Cat	MRI 16BC	В	293-204814	-0,9	1,9	-1,2	1,0
00540 5747	0710007	A	296-199556	-4,8	1,2	-5,0	1,7
22543+5747	ST12897	В	296-199562	-3,0	3,1	-1,8	2,0
22549+5529	STI2899	A B	291-212229 291-212234	-1,7 -7.8	2,2 6 7	1,0 1.0	1,7 1 ⊿
22540+5624	STI2000	A	293-205031	-0,5	0,8	-1,5	0,7
2204970021	0112300	B	293-205042	7,0	3,7	-3,1	2,6
22553+5532	STI2903	B	292-205616	-3,4 -2,9	0,8 2,1	-∠,5 -6,0	3,6
22554+5644	STI2904	A	294-208910	4,6	1,0	-3,4	1,0
		A	294-208913 PPMXI	0,5	1,8 5.2	-1,4	0,6
22555+5551	STI2905AB	В					
22554+5731	STI2906	A B	296-200094 296-200107	-1,5 -6.4	1,7 1 7	-13,3 -13 7	1,0 1 4
		-		σ, .	• ,•	,.	• • •

WDS ID.	DESCUBRIDOR		UCAC3 ID.	μ(A) MSA∙AÑO⁻¹	ERROR ±	μ(Δ) MSA·AÑO⁻¹	ERROR ±
22554+5714	STI2907	А	295-211464	-2,2	1,3	-3,2	1,2
		В	295-211474	-2,8	1,6	0,7	2,1
22558+5722	STI2908	A	295-211792	-4,1	0,8	-8,3	1,2
		В	295-211805	-18,2	5,0	-0,3	5,4
22562+5642	STI2910	А	PPMXL	9,0	3,1	-14,8	3,1
		В	PPMXL	-2,7	3,1	-13,7	3,1
22566+5549	STI2911	А	292-206261	-12,4	2,1	-6,4	2,1
		В	292-206263	1,2	1,8	-5,1	2,2
22567+5606	STI2912	А	293-205860	9,5	1,1	5,1	1,7
		В	293-205856	-3,6	1,9	3,7	2,1
22579+5546	STI2915	A	292-206970	6,1	2,7	2,9	1,2
		В	292-206978	11,2	6,7	-3,4	8,4
No Cat	MRI 17BC	В	292-206978	11,2	6,7	-3,4	8,4
		С					

Descubrimientos

Durante el proceso de reducción de las imágenes CCD hemos encontrado 18 nuevas componentes internas en pares STI, más otras tres parejas de alto movimiento propio común. Las magnitudes visuales (V) que aportamos han sido obtenidas por lo general mediante la transformación de la fotometría infrarroja cercana de 2MASS (Warner, 2007) y de la fotometría de UCAC3 + el índice de color (J - K) de 2MASS (Pavlov, 2009). El valor final es la media de las dos transformaciones. No se corrigió por enrojecimiento interestelar. Dado que todas las componentes son débiles y los datos de la literatura son escasos, el único criterio de caracterización que hemos seguido es la evaluación del movimiento propio en conjunción con la superposición de imágenes antiguas. Para todos los casos se sugieren observaciones periódicas en orden a ratificar su naturaleza. Todas las imágenes que siguen han sido remuestreadas a un tamaño de 150x150 píxeles.

— MRI 12 BC

Compañera cerrada (2,193") de STI2853B (figura 4). 2MASS y UCAC3 no resuelven el par BC, por lo que la fotometría que ofrecen es conjunta para las dos estrellas. Tras la conversión pertinente obtenemos que la magnitud visual (V) conjunta es 13,18. Con este valor y la diferencia de magnitud medida por Reduc sobre las imágenes (Delta-m = 1,57) es posible derivar las magnitudes individuales de las componentes: $V_B = 13,41$ y $V_C = 14,98$. También se calculó la magnitud visual de la primaria ($V_A = 12,67$). No hay datos de movimiento propio para la nueva componente.

- MRI 13Ba, Bb

El par STI2860BC se ha mantenido prácticamente fijo desde el descubrimiento y los movimientos propios son similares según PPMXL. Una notable particularidad de esta pareja es que la propia componente B es doble cerrada (figura 5) y no había sido detectada hasta ahora. De acuerdo a ello la hemos nombrado como MRI 13Ba,Bb. Las dos estrellas distan entre sí 3,085".



Figura 4. MRI 12BC.



Figura 5. MRI 13Ba, Bb.

La diferencia de magnitud instrumental es 1,67 y dada la resolución de trabajo y la distancia entre ellas no ha resultado una medición fácil: solo pudimos medirla sobre una sola imagen con Surface. Las magnitudes de 2MASS no son de buena calidad por contaminación fotométrica de la nueva compañera. Aún así hemos derivado las magnitudes visuales individuales para tener una idea aproximada: $V_{Ba} = 13,85$ y $V_{Bb} = 15,52$. Interesante re-observar para confirmar nuestra medida y la evolución de la pareja.

— MRI 14Aa,Ab

Un caso similar al anterior. La nueva componente se sitúa a 1,649" de la estrella principal de STI2873 (figura 6). Esta distancia esta en el límite de resolución del equipo utilizado en el OACP. Fue medida con Surface sobre apilado de cinco imágenes. La pareja no se resuelve, lógicamente, en imágenes antiguas. La magnitud V conjunta calculada es 13,53 y las correspondientes magnitudes individuales de acuerdo a un dM = 0,76 son: $V_{Aa} = 13,97$ y $V_{Ab} = 14,73$.



Figura 6. MRI 14Aa,Ab.

- MRI 15AC

Nueva compañera para STI2878A (figura 7). La pareja aparece claramente resuelta por 2MASS ya que la distancia es de 5,325", por lo que pudimos aportar una medida adicional (ver *Notas*) que corrobora, junto a la nuestra, el carácter estable del par en los últimos 11 años. No hay movimiento propio en la literatura para la componente C, mientras que el par principal parece moverse a la misma velocidad y en la misma dirección. Si C hace lo propio estaríamos ante un sistema triple. Un sistema muy interesante para observar en el futuro. Las magnitudes visuales derivadas son $V_A = 12,15$ y $V_C = 14,50$, las cuales concuerdan perfectamente con la diferencia de magnitud derivada por Reduc (2,26).



Figura 7. MRI 15AC.

— MRI 16BC.

El par principal es seguramente óptico. La débil nueva compañera de STI2896B (figura 8) tiene poca señal en nuestras imágenes. La medida proviene de un apilado de cuatro imágenes. La magnitud de la componente B que hemos derivado es $V_B = 12,73.$ 2MASS no registra la componente C, por lo que el cáculo de la magnitud visual no ha podido realizarse. Tampoco encontramos registros en los catálogos habituales. Las magnitudes f y a de UCAC3 son 15,224 y 15,102. Habitualmente, las magnitudes visuales calculadas en base al método que usamos son 0,2 magnitudes más débiles que las de UCAC3. Pensamos que una buena estiamación para la componente C sería V_C = 15,00. Estos valores están en buen acuerdo con nuestro dM instrumental (2,12). No hay datos sobre el movimiento propio.



Figura 8. MRI 16 BC.

— MRI 17BC

Los movimientos propios del par principal (STI2915) parecen incompatibles. Aportamos una medida adicional extraída de 2MASS para la nueva componente C (figura 9) que, comparada con la nuestra de 2010, asigna estabilidad al par, manteniéndose fijo en los 10 años transcurridos entre las dos. Las magnitudes visuales son $V_B = 13,68$ y $V_C = 15,21$. Estos valores concuerdan bien con nuestra diferencia de magnitud (1,66). No hay movimientos propios para la nueva componente, pero una medida adicional de 2MASS indica que el par se mantiene fijo desde el año 2000.



Figura 9. MRI 17BC.

— MRI 18AC

El par principal (STI1518) presenta movimientos propios similares. A unos 20" de la componente A hemos detectado una estrella alineada con el eje del par que parece compartir movimiento propio (figura 10). Nuestra medida, junto a otra procedente de 2MASS confirma estabilidad para la nueva pareja AC y podríamos estar ante un sistema triple de MPC. Las magnitudes visuales calculadas son $V_A = 12,42$, $V_B =$ 13,44 y $V_C = 13,71$. Nuestras magnitudes diferenciales medidas por Reduc (AB =1,08 y AC = 1,39) están en excelente acuerdo con estos valores.



Figura 10. MRI 18AC. A la derecha, representación de los vectores de movimiento propio según UCAC3.

- MRI 19AC

Entre las componentes de STI1524 hemos detectado una débil estrella situada a 4,659" de la principal (figura 11). Por débil señal y solapamiento entre las fuentes no hemos podido realizar una medida fiable. La medida aportada proviene de 2MASS, en cuyas imágenes la alineación de las tres estrellas está perfectamente resuelta. Los catálogos consultados asignan un alto movimiento propio para la nueva componente, pero sin embargo haciendo *blinking* con dos placas antiguas no se hace en absoluto evidente. La magnitudes calculadas son VA = 10,65 y VC = 13,66, aunque este último valor ha de tomarse con cierta precaución ya que los datos de UCAC3 contienen cierta confusión fotométrica.



Figura 11. MRI 19AC.

- MRI 20AC

STI2847 parece ser óptica según los movimientos propios reportados por los catálogos. A una distancia de 2,357" de la principal se detecta una nueva componente que hemos logrado medir con Surface apilando tres imágenes (figura 12). No hay movimiento propio para la componente C en la literatura. La magnitud de la principal es V_A = 12,49. 2MASS no registra la nueva compañera. Actuando igual que en el caso de MRI 16BC, la magnitud estimada tomando solamente los valores de las magnitudes de UCAC3 es V_C = 13,20, valor que concuerda bien con nuestra diferencia de magnitud instrumental: 0,74.



Figura 12. MRI 20AC.

- MRI 21BC

STI1013B tiene una débil compañera a 2,914" de distancia según la medida que hemos realizado con Surface (figura 13). El sistema original parece ser óptico de acuerdo a la incompatibilidad de sus movimientos propios. Asumiendo una magnitud visual combinada igual a 13,22 y siendo la diferencia de magnitud 0,5, las magnitudes individuales son $V_B = 13,75$ y $V_C = 14,25$. No hay movimiento propio para la nueva componente en al literatura.



— MRI 22 BC

Las componentes de STI 182 no parecen tener relación física debido a que sus movimientos propios son incompatibles. Nuestras imágenes revelan una débil compañera cercana a STI 182B. 2MASS resuelve la nueva pareja perfectamente, por lo que hemos podido añadir otra medida adicional: el par se mantiene estable desde 1999. No hay movimiento propio para la nueva compañera. las magnitudes visuales que hemos calculado son $V_B = 12,59$ y $V_C = 14,61$, en concordancia con nuestro dM (1,99).



- MRI 23BC

HJ 1056 fue descubierta por J. Herschel en 1828. La componente A tiene alto movimiento propio, lo que hace que el ángulo de posición haya disminuido espectacularmente (43°) desde el descubrimiento. Esta variación en la posición relativa hizo que Stein la catalogara posteriormente como STI 149, pensando que se trataba de otro par diferente. En la actualidad los dos sistemas están refundidos en uno, conservándose la denominación de J. Herschel, aunque no tiene mayor trascendencia porque se trata de un par indudablemente óptico. Al límite de la detección fotométrica de nuestro equipo, hemos encontrado una débil compañera en las cercanías (6,601") de HJ 1056B (figura 15). Al no disponer de señal suficiente, aún apilando varias de nuestras imágenes, no hemos podido medir con precisión. 2MASS resuelve claramente MRI 23BC, por lo que la única medida que aportamos ha sido extraída de la astrometría de este catálogo. Las magnitudes visuales calculadas son VB = 12,07 y VC = 14,73. No hay movimiento propio para estrella C.



— MRI 24BC

Nueva componente cerrada (2,171") para STI 78B (figura 16). Poco podemos decir acerca de la naturaleza del par principal, pues los valores de movimiento propio acarrean grandes incertidumbres. La magnitud de B es $V_B = 13,29$. 2MASS no registra a la componente C. Su magnitud estimada usando solamente los valores fotométricos de UCAC3 es $V_C = 14,58$.



Figura 16. MRI 24BC.

— MRI 26BC

STI262B tiene una compañera casi gemela (dM = 0,11) a 1,601" de distancia, en el límite de resolución de nuestro equipo (figura 17). De hecho, es la separación más cerrada que hemos medido hasta la fecha. Sin duda, la similitud de magnitudes ha facilitado la tarea. Aún así, la medida reportada puede no ser muy precisa. la fotometría de 2MASS y de UCAC3 es conjunta para la nueva pareja. Las magnitudes visuales derivadas en base a ello son V_B = 13,50 y V_C = 13,61.



Figura 17. MRI 26BC.

— MRI 27AC

Las componentes de STI 281 se alejan a gran velocidad debido al alto movimiento propio de la secundaria: es un claro par óptico. Hemos detectado una débil estrella a poco más de 3" de la componente A (figura 18). Las medidas que aportamos provienen de 2MASS y de SDSS-DR7. en el intervalo de los 5 años transcurridos entre ambas, MRI 27AC se mantiene estable. La magnitud de la componente A según nuestros cálculos es $V_A = 13,35$. La componente C no está registrada en UCAC3 y las magnitudes de 2MASS adolecen de contaminación fotométrica según indican los *flags* de calidad. Dadas las circunstancias y dado que hay registro en SDSS, la magnitud V se derivó transformando las magnitudes en bandas *ugriz* mediante las ecuaciones de Lupton (2005) con este resultado: $V_C = 15,59$.



Figura 18. MRI 27AC.

— MRI 28CD

Nueva componente casi gemela para STI 278C. A pesar de la cercanía (1,798") la escasa diferencia de magnitud (0,3) ha hecho factible su medición. La fotometría de 2MASS y de UCAC3 es conjunta para ambas fuentes. En base a ello las magnitudes individuales derivadas teniendo en cuenta la magnitud diferencial son $V_C = 12,95$ y $V_D = 13,25$.



— MRI 29CB

El sistema STI1550 está formado por tres componentes. El par AB se mantiene relativamente estable a pesar de que sus movimientos propios no son compatibles. Para el par AC es difícil asignar una tendencia en los parámetros, pues las medidas históricas fluctúan. En el análisis, vía Aladin, de los movimientos propios, comprobamos que el par CB puede ser MPC según los datos de PPMXL. Esta hipótesis parece confirmarse por otras dos medidas adicionales (AC2000.2 y 2MASS). Las magnitudes visuales que hemos derivado son $V_C = 11,68$ y $V_B = 12,65$. Ver figura 20.



- MRI 30AC

A casi 7" de STI2782A encontramos una estrella casi 5 magnitudes más débil (dM = 4,96). Las magnitudes que hemos derivado son $V_A = 11,67$ y $V_C = 16,21$. Ver figura 21.



Figura 21. MRI 30AC.

Nuevos pares de alto MPC

— MRI 25

La componente B de MRI 25 es la secundaria de STI1507. Todo parece indicar que este par STI es óptico. En base a ello y ante la evidencia del movimiento propio común del par, hemos decidido proponer una nueva entrada independiente (figura 22, página siguiente). La componente principal se encuentra en posición (J2000) 01 00 15,801 +58 09 14,30. Los movimientos propios son elevados y similares en varios catálogos. Mostramos los de PPMXL en msa/año: A=77,7/-74,1 y B=80,2/-70,1. Sería interesante hacer estudio astrofísico profundo en el futuro.

Las magnitudes visuales que hemos calculado son $V_A = 9,62$ y $V_B = 12,42$.



Figura 22. MRI 25.

— MRI 31

Nuevo par brillante separado (116.476") de alto movimiento propio común localizado en posición (J2000): 00 34 35,582 +62 35 25,69. Los movimientos propios (Tycho-2) en msa/año son A= 89,1 / -2,6 y B = 89,2 / -0.8. La principal es HD 3068 y la secundaria es BD+61119. Son estrellas bien observadas según podemos comprobar en SIMBAD. Incorporamos otras dos medidas adicionales que indican la estabilidad de la pareja desde 1905. Las magnitudes visuales obtenidas de SIMBAD son $V_A = 8,06$ y $V_B = 8,98$. Sistema interesante para futuro estudio astrofísico.

— MRI 32

Pareja de alto movimiento propio común localizada en posición (J2000): 00 50 15,426 +62 34 51,07. Las dos componentes están catalogadas por Lepine en el LSPM-North Catalog con los identificadores J0050+6234W y J0050+6234E para la componente A y B respectivamente. Incluimos los movimientos propios de PPMXL en msa/año: A= -103,8/ -116,7 y B = -107,8 / -118,0. Las magnitudes visuales estimadas han sido recogidas del LSPM-North Catalog. Los valores son V_A= 16,76 y V_B = 17,41. Sistema interesante para futuro estudio astrofísico. Ver figuras 24 y 25.



Figura 24. MRI 32. Composición RGB con dos placas DSS y representación de los vectores de movimiento propio totalmente paralelos.



Figura 25. MRI 32. Detalle de los desplazamientos de las componentes entre 1952 (naranja) y 1991 (azul).

Figura 23. MRI 31. Derecha: representación de los vectores de movimiento propio.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Dr. Brian D. Mason por suministrarnos los archivos históricos de medidas de todos y cada uno de los sistemas estudiados en esta campaña.

En este trabajo se ha hecho uso del Washington Double Star Catalog (WDS), el UCAC3 y del catálogo NOMAD-1, mantenidos por el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO).

En este trabajo se ha hecho uso de PPMXL catalog of positions and proper motions on the ICRS (Roeser et al., 2010) http://vizier.u-strasbg.fr/ viz-bin/VizieR?-source=PPMXL

Este trabajo usó The Tycho-2 Catalogue (Hog et al., 2000).

Este trabajo usó el LSPM-North Catalog (Lepine et al., 2005) vía SIMBAD.

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

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

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

Esta publicación hizo uso del software astronó-Guide 8.0 de Project Pluto: http:// mico www.projectpluto.com/

En este trabajo se hizo uso de Astrometrica, un software interactivo para la reducción astrométrica de datos sobre imágenes CCD. Autor: Herbert Raab: http://www.astrometrica.at/

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

Referencias

- Lupton, R., 2005, Transformations between SDSS magnitudes and UBVRcIc; http://
 www.sdss.org/dr4/algorithms/ sdssUBVRITransform.html#Lupton2005
- Pavlov, H., 2009, Deriving a V magnitude from UCAC3,http://www.hristopavlov.net/ Articles/index.html
- Warner, B. D., 2007, Initial Results of a Dedicated H-G Project, The Minor Planet Bulletin (ISSN 1052-8091). Bulletin of the Minor Planets Section of the Association of Lunar and Planetary Observers, Vol. 34, Nº 4, 113-119



Medidas de estrellas dobles con Atik 16IC-S

Antonio Agudo Azcona

http://elrelojdelasguardas.blogspot.com

Correo-e: aagudoaz@hotmail.com

Se muestran medidas de estrellas dobles de las constelaciones de Ophiuco y Serpens correspondientes mayoritariamente a sistemas olvidados anteriores a 1925.

Measurements of double stars located in Ophiuco and Serpens are shown which correspond mainly to neglected systems prior to 1925.

Programa observacional

EN ESTE ARTÍCULO presento medidas de estrellas dobles situadas en las constelaciones de Ophiuco y Serpens. Todas ellas, salvo tres que se han actualizado con época de 1999 en el momento de redacción de este artículo, son sistemas olvidados muy antiguos, cuyas últimas (y en ocasiones únicas) mediciones, según consta en el WDS [1], se realizaron entre 1899 y 1925. Este tipo de sistemas tan antiguos son de los que más me gusta estudiar por el reto que suponen y porque es una manera de sacarlos del olvido, y así prestar un pequeño tributo a sus descubridores. Además, a la dificultad que puede presentar su identificación, también hay que añadir la que supone su captura, pues algunos tienen declinaciones cercanas a la eclíptica o incluso bastante negativas, por lo que presentan alturas muy bajas en la latitud en la que realizo mis observaciones.

En aquellos sistemas que son múltiples, y siempre que fue posible, también se midieron algunas parejas aunque tuvieran en el WDS datos recientes. Todas las medidas se realizaron en el mes de julio de 2011.

Para hacer la selección de los sistemas a estudiar utilicé el programa de búsqueda y selección de Sébastien Caille [2] que permite hacer filtrados del catálogo WDS en función de diferentes parámetros. Una vez realizado el filtrado, se procedió a realizar una identificación previa de los sistemas, etapa que estimo muy necesaria al ser muy antiguos. Para cada sistema se obtuvieron imágenes de diferentes catálogos (2MASS, POSSII o SERC) mediante Aladin [3] y se comprobó su presencia en las coordenadas indicadas en el Catálogo WDS.

Lugar de Observación

Todas las imágenes fueron obtenidas en mi emplazamiento habitual de observación que se encuentra en mi casa, en la barriada de Las Vaguadas, situada al sur de la ciudad de Badajoz (figura 1). Afortunadamente, dispongo de un amplio campo de observación en dirección Este-Sur con una contaminación lumínica aceptable.

Equipo utilizado

Utilicé un telescopio Schmidt-Cassegrain Celestron de 8" con una focal de 2030 mm. Aunque debi-



Figura 1. El autor en su lugar habitual de observación.



Figura 2. Equipo empleado para la obtención de imágenes.

do al uso de un enfocador Crayford *Long Pern* y un flip mirror *Vixen*, la focal efectiva con la que trabajé fue alrededor de 2460 mm. El tubo descansó sobre una montura ecuatorial alemana computerizada CGEM de *Celestron*.

Para la captura de las imágenes usé una CCD monocroma Atik 16IC-S que utiliza un sensor Sony ICX415AL, tiene un tamaño de pixel de 8,3 x 8,3 micras y un tamaño de imagen de 782 x 582 píxeles. Se trabajó a foco primario en modo binning 1x1. La resolución fue de 0,70"/píxel y el campo fue de 9,1' x 6,8' (ver figuras 2 y 3).

Metodología

Tratamiento de las imágenes

Para cada sistema capturé 100 imágenes con un tiempo de exposición que podía oscilar entre 4 y 7 segundos, en función del sistema estudiado. El software utilizado para la captura fue ArtemisCCD Capture. Todas fueron tratadas con sus darks correspondientes.

Posteriormente las imágenes fueron promediadas en grupos de 20 con Astroart 3.0, realizando un apilado manual, descartando las imágenes de peor calidad, obteniendo 1 imagen para cada grupo de 20. De esta forma, obtuve para cada sistema 5 imágenes con una mejor relación señal/ruido.

Astrometría

La reducción astrometrica se realizó con el software Astrometrica desarrollado por Herbert Raab [4] y el catálogo UCAC3, o en su defecto con el USNO-B1.0. Una vez obtenidas la astrometrías absolutas de las estrellas del sistema para cada grupo de 5 imágenes, calculé el ángulo de posición, theta, y la separación angular, rho, con ayuda de una hoja de cálculo en formato Excel, obtenida a través de la página web de Luis Lahuerta [5], y adaptada por mí para facilitar el traslado de las coordenadas del archivo *log* de Astrometrica a la hoja de cálculo. En aquellos casos con una separación angular pequeña, siempre que fue posible, se calculó de nuevo la astrometría mediante el software Reduc creado por Florent Losse [6], consultando la orientación y la resolución en el archivo *log* de Astrometrica. Los resultados se muestran en la tabla 1.



Figura 3. Detalle del sistema de captura.

DESIG. WDS	SISTEMA	MAG A	MAG B	ÉPOCA	THETA	RHO	NOTAS
15149+0054	BAL1467	10,81	10,9	2011,510	255,7	13,35	1
15437+2424	POU3200	12,6	13,9	2011,510	69,0	4,57	2
16143-0342	BUP 164AB	2,74	13,4	2011,532	306,3	68,36	
16143-0342	BUP 164AC	2,74	9,7	2011,532	122,8	260,48	
16225-0415	BU 1453AB	7,41	8,53	2011,510	22,3	119,79	3
16225-0415	BU 1453AC	7,41	11,6	2011,510	348,6	82,95	3
16311-1637	BU 626AB	4,28	12,9	2011,510	37,3	41,26	
16311-1637	BU 626AC	4,28	11,1	2011,510	320,4	119,81	
16364-0219	BUP 171	5,76	13,4	2011,581	265,5	137,86	4
16394-0306	BU 820AC	8,01	12,09	2011,581	255,1	160,25	5
16411-0251	BUP 172	7,24	12,6	2011,532	42,9	121,2	6
16447-2029	ARA1119	10,87	12,5	2011,543	193,0	6,65	7
17033-2439	BRT3038	14,43		2011,543	138,4	4,30	8
17128-2329	BRT1504	11,49	11,8	2011,548	200,5	4,70	
17198-1449	BRT2742	11,56	11,9	2011,532	245,4	4,39	9
17212-1802	ARA 249	9,61	12,3	2011,480	327,4	5,28	
17217-1712	ARA 250	10,72	11,8	2011,480	12,9	8,30	
17224-1839	ARA 442	8,69	11,8	2011,507	310,5	6,19	
17317-1757	ARA 257	11,67	13,3	2011,507	125,0	11,57	10
17432+1029	BRT1289	12,27	12,3	2011,507	18,3	3,67	11
17469+0630	A 1162AC	8,98	14,4	2011,543	171,1	6,78	
17520+0211	BAL1945	9,31	11,5	2011,543	246,0	5,66	
17530-0755	STF3128AC	7,82	13,6	2011,548	85,9	97,71	12
17549-1138	HLD 139AC	7,03	12,5	2011,543	96,8	65,8	
18197+0207	AG 219AB	10,8	11,2	2011,543	34,9	8,68	13
18197+0207	AG 219AC	10,8		2011,543	245,9	5,82	14
18197+0207	AG 219AD	10,8		2011,543	250,7	56,92	15
18198+1135	BRT1297	11,24	11,3	2011,532	166,1	3,54	
18326+1019	BRT1303	12,62	12,90	2011,548	293,9	7,34	16

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS

Notas

En este apartado comento aquellos sistemas en los que he detectado errores en las coordenadas precisas o se han apreciado magnitudes fotométricas no concordantes con las imágenes o los datos existentes en catálogos. En algunos casos se ha estimado la magnitud V a partir de las transformaciones entre la fotometría JHK y la fotometría de los catálogos CMC14 y UCAC3 [7]. En aquellos casos donde he encontrado elementos de juicio suficientes, he indicado la naturaleza del sistema estudiado.

1.BAL1467: La única medida presente en el WDS para este sistema data de 1909, con una astrometría relativa Theta = 135 y Rho = 16,8, muy diferente a la actual. La magnitud de la primaria que aparece en el WDS coincide con la magnitud V del catálogo GSC-II. La magnitud de la secundaria no aparece en ningún catálogo, sin embargo debe ser bastante más débil que el valor que aparece en el WDS, que a todas luces parece ser erróneo. El valor estimado a partir de las transformaciones entre la fotometría JHK y la fotometría de los catálogos CMC14 y UCAC3 es 16,09.

2.POU3200: Coordenadas precisas erróneas. Las coordenadas correctas obtenidas del catálogo 2MASS son 154341,81+242931,9.

3.BU 1453AB y BU 1453AC: La componente A tiene un movimiento propio (catálogo PPMXL) moderado en AR -79,5 msa/año y en Dec -175,5 msa/año. Se separa de las otras dos componentes, que tienen movimientos propios mucho más pequeños (-4,7 y -14,7 para B y 0,9 y -1,9 para C). Ambas deben ser parejas ópticas.

4.BUP 171: La componente A tiene un movimiento propio elevado en AR 456,1 msa/año y Dec -309,0 msa/año (catálogo PPMXL) y se aleja de la secundaria. Se trata de una pareja de naturaleza óptica.

5.BU 820AC: La componente A tiene un movimiento propio (catálogo PPMXL) moderado en AR -53,7 msa/ año y Dec +44,1 msa/año, mientras que para la componente C son pmAR -22,9 msa/año y pmDec -11,4 msa/año. Estos datos junto con la astrometría relativa, indican que se trata de una pareja óptica según los criterios de Halbwachs y Rica.

6.BUP 172: La componente A tiene un elevado movimiento propio en Dec de -445 msa/año (catálogos PPMX y UCAC3), alejándose de la componente B (-22,9 msa/año en Dec), por lo que debe tratarse de una pareja de naturaleza óptica.

7.ARA1119: Coordenadas precisas erróneas. En las coordenadas indicadas en el WDS aparece un grupo de estrellas que no guardan entre sí una astrometría relativa similar a la indicada en la única medición de este sistema que data de 1922 (theta=192; rho=6,8). Sin embargo, 115'' al Sur aparece un sistema doble con la astrometría relativa obtenida en este trabajo, muy similar a la de 1922 y con magnitud V de la primaria 10,910 (catálogo NOMAD). Por lo tanto, las coordenadas precisas tomadas del catálogo 2MASS son 164442,34-202942,3.

8.BRT3038: La magnitud en V de la principal tomada

del catálogo NOMAD es 11,670, considerablemente mayor que la que se indica en el WDS. La magnitud en V de la secundaria no aparece ni en el WDS ni en catálogos, pero se estimó en 12,67 con el uso de transformaciones entre fotometría JHK y la fotometría obtenida de CMC14 y UCAC3. Los movimientos propios de ambas componentes (catálogo PPMXL) son muy reducidos pmAR -7 y 8 msa/año y pmDec -8 y -17 msa/año, por lo que debe tratarse de una pareja de naturaleza óptica.

9.BRT2742: Coordenadas precisas erróneas. El sistema se encuentra 57'' al Este y 69'' al Sur de las coordenadas indicadas en el WDS. Las coordenadas precisas obtenidas del catálogo 2MASS deben ser 171948,60-144919,2.

10.ARA 257: Coordenadas precisas erróneas. El sistema se encuentra 11,6'' al Oeste y 51,4'' al Norte de las coordenadas indicadas en el WDS. Las coordenadas precisas obtenidas del catálogo 2MASS deben ser 173145,27-175617,2.

11.BRT1289: Coordenadas precisas erróneas. El sistema se encuentra 75[°] al Este de las coordenadas indicadas en el WDS. Las coordenadas precisas obtenidas del catálogo 2MASS deben ser 174311,43+102923,1.

12.STF3128AC: Las componentes A y B tienen moderados movimientos propios en AR (-62,7 y -65,5 msa/ año) y elevados movimientos propios en Dec (-251,5 y -254,8 msa/año) según el Catálogo PPMXL, mientras que la componente C apenas tiene. Por lo tanto, la componente C no tiene relación física con las otras dos componentes.

13.AG219AB: Las componentes A y B tienen movimientos propios muy similares tanto en AR (-50 y -51,1 msa/año), como en Dec (53,8 y 50,6 msa/año). Cumple los criterios de Halbwachs y Rica para ser considerada de naturaleza física.

14.AG219AC: Los movimientos propios de la componente C no aparecen ni en UCAC3, ni en PPMXL. Un cálculo a partir de las astrometrías absolutas de 1999 (2MASS Catalogue) y de 2011 (obtenidas en este trabajo) dan en una primera aproximación como resultado para AR 35,2 msa/año y para Dec 36,7 msa/año, diferentes a los correspondientes a las componentes A y B, ya que se alejan en AR. Asimismo, una secuencia blink con placas POSS de Aladin de 1954 y 1988 muestran como A y B se alejan de la componente C. Parece ser que la componente C no guarda relación física con A y B.

15.AG219AD. La magnitud V de la componente D no aparece en el WDS, sin embargo sí aparece en el GSC2.3 siendo de 13,12. Los movimientos propios de la componente D obtenidos del catálogo PPMXL son pmAR -13,2 y pmDec -24,2, bastante diferentes a los de las componentes A y B. Estos datos, junto con la astrometría relativa, indican que la componente D no guarda relación física con A y B, según los criterios de Halbwachs y Rica.

16.BRT1303. Los movimientos propios (UCAC3) de la primaria son mpAR 25,4 y mpDec -61,7 y los de la secundaria mpAR -6,1 y mpDec -4,9, bastante diferentes. Estos valores, junto con la astrometría relativa, indican que es una pareja de naturaleza óptica.

Agradecimientos

En este primer artículo que escribo sobre estrellas dobles, quiero aprovechar la ocasión para mostrar mi agradecimiento a las personas que me han ayudado a iniciarme en este maravilloso mundo.

A Juan Luis González Carballo por mostrarme que había algo más que la observación astronómica visual e introducirme en el estudio de las estrellas dobles.

A Rafael Benavides Palencia y Edgardo Rubén Masa Martín por sus consejos y su siempre buena disposición.

A Francisco Rica Romero por la inestimable ayuda que me brinda en las consultas que le hago y por sus maravillosas hojas de cálculo para el estudio físico de los sistemas. @

Referencias

- Mason, B.D., Wycoff, G.L., Hartkopf, W.I., Douglas, G.G. et Worley, C.E. 2001 - Washington Double Star Catalog y actualizaciones electronicas mantenidas por el USNO. http://ad.usno.navy.mil/wds/
- Caille S, Outils de recherché d'étoiles doubles visuelles. http://doublestars.free.fr/index.htm
- Aladin Sky Atlas. http://aladin.u-strasbg.fr/java/nphaladin.pl
- Raab H, Astrometrica. Programa de reduccion. http:// www.astrometrica.at/
- Lahuerta L. y Lahuerta S. Observatorio Manises J98. http://www.ctv.es/USERS/luisiana/Dobles.htm
- Losse F, Reduc. Programa de reduccion. http:// astrosurf.com/hfosaf/index.htm

ANEXO I. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



Rica, F., 2011, JDSO, 7, 2.


Astrometría de estrellas dobles desde cielos urbanos: 2ª serie

Margarita Granado Sánchez-Toscano

Agrupación Astronómica de Sabadell (AAS)

Correo-e: mgranados41@enfermundi.com

En este artículo presentamos la astrometría relativa de 20 sistemas dobles y múltiples obtenidos con una cámara CCD SBIG ST-7E durante los meses finales de 2010 y los iniciales de 2011. Algunos de estos pares son sistemas abandonados. This work shows theta/rho measurements of 20 double and multiple systems, made with a SBIG ST-7E CCD camera during 2010-2011. Some of these pairs are neglected.

EN UN ANTERIOR ARTÍCULO (Granado, 2011) presentaba mis primeros resultados de medidas de estrellas dobles realizados desde mi domicilio particular en Sevilla. Las condiciones de observación son realmente adversas para la práctica astronómica; no obstante, empleando ciertas herramientas informáticas, y eligiendo las noches que ofrecen las mejores condiciones meteorológicas y ambientales posibles, se pueden conseguir resultados de calidad con los que aportar nuestro grano de arena a la actualización y revisión permanente del Washington Double Star Catalog (WDS) del Observatorio Naval de Estados Unidos (U.S.N.O.).

El equipo empleado para la obtención de imágenes ha sido un telescopio de 20 cm Vixen Visac VC200L a f8. A foco primario hemos acoplado nuestra cámara CCD SBIG ST-7E. Con este conjunto óptico y de hardware se consigue un campo de 8,7' x 13,1' en las imágenes y una resolución de 1,034 "/píxel. Se ha empleado una montura Vixen Sphinx SXD implementada con el NexSXD guiado con un tubo guía EZG-60 de Lunático y una cámara Luna-QHY5 monocroma. Como ayuda al enfoque, dadas las difíciles condiciones de observación es algo que siempre hay que tener en cuenta, se empleó FocusMax.

El software de captura empleado ha sido CCDSoft v.5 y el método de calibración del ángulo de la cámara fue la media aritmética de los ángulos dados por las reducciones astrométricas ofrecidas por el conjunto CCDSoft-TheSky6 (ambos de la firma Software Bisque), similar al que ofrece Astrometrica cuando se hace la reducción. Para la obtención de los valores astrométricos se empleó el fantástico software Reduc del conocido doblista francés Florent Losse.

Las condiciones de trabajo en las sesiones de observación son similares a las ya descritas en la pri-



Figura 1. Equipo de observación utilizado desde mi ventana de observación.

mera serie de medidas publicadas en esta misma revista, a saber: cielos profundamente contaminados lumínicamente y turbulencia favorecida por la localización de mi lugar de observación en pleno casco urbano y su ubicación (véase figura 1).

Las estrellas observadas se han elegido entre aquellas que se situaban en mi "ventana de observación" (generalmente en el cielo suroeste) y eran asequibles a mi equipo y las condiciones en las que se desarrollan mis observaciones. Todas las imágenes fueron realizadas desde el final del verano de 2010 hasta los inicios de 2011.

En la tabla adjunta (tabla 1) pueden observarse los resultados obtenidos. Las coordenadas son las que

aparecen en la denominación de cada par en el Washington Double Star Catalog (WDS), así como las magnitudes de las componentes. De la misma manera, presentamos imágenes recortadas de los sistemas estudiados (véase tabla 2).

Agradecimientos

En este trabajo se ha hecho uso del Washington Double Star Catalog mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO). @

Referencias

Granado Sánchez-Toscano, M., 2011, Medidas astrométricas de estrellas dobles desde cielos urbanos, OED 6, 73-78.

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS

ID. WDS	NOMBRE	СОМР	WDS MAGS.	ÉPOCA	RHO (")	ERR. RHO ('')	THETA (º)	ERR. THETA (º)	N⁰ MED.
02163-0949	STF 242	AB	6,98 – 9,50	2011,042	78,07	0,13	248,7	0,1	8
01216+0346	BAL2086	AB	10,80 - 10,90	2011,039	18,68	0,06	300,5	0,3	3
02267+0237	BAL1623	AB	11,60 - 11,80	2010,861	10,99	0,08	268,0	0,2	26
05368-1003	GAL 391	AB	9,50 - 10,00	2011,228	17,73	0,09	284,5	0,6	16
05342-0451	BDG 1	AB	11,00 - 11,00	2011,030	33,82	0,10	252,2	0,2	16
06234-0952	GAL 400	AB	9,30 - 10,20	2010,861	17,91	0,05	176,0	0,3	12
06234-0952	HJ 796	AB	9,01 - 10,50	2011,033	21,48	0,12	123,7	0,2	6
07254-0704	HJ 2383	AB	10,20 – 10,82	2011,228	14,73	0,12	321,9	0,4	4
08555-0514	HJ 2476	AB	12,12 – 12,60	2011,039	13,83	0,15	31,9	0,7	7
08301+0824	ARU 24	AC	9,15 - 10,08	2011,165	42,90	0,10	342,9	0,2	10
09436-0301	BAL 203	AB	8,70 - 10,40	2011,244	11,33	0,09	298,7	0,3	21
08495+1118	HJ 2467	AB	10,94 – 12,23	2011,083	13,76	-	201,4	-	2
10113+1001	BU 1425	AC	9,87 – 10,10	2011,034	339,84	0,10	203,0	0,0	7
10113+1001	BU 1425	CD	9.87 – 11,27	2011,034	133,82	0,07	233,0	0,0	7
11507+0146	STT 576	AB	3,61 – 10,60	2011,020	326,63	0,14	286,0	0,1	9
11507+0146	STT 576	AC	3,65 – 9,56	2011,220	416,23	0,37	79,3	0,0	9
13572-1233	HJ 4637	AB	10,63 – 11,30	2011,354	13,39	0,07	141,5	0,0	15
13479-0310	HJ 1241	AB	9,13 - 11,80	2011,351	20,27	0,11	138,6	0,2	15
14464-0723	STF1876	AC	8,46 - 11,40	2011,406	46,29	0,30	291,0	1,3	6
14505-0527	HJ 4708	AB	11,46 – 11,95	2011,354	24,82	0,07	166,0	0,2	23
16152-0046	HJ 1290	AB	10,39 – 12,30	2011,351	19,62	0,15	112,5	0,3	23

TABLA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO DE LOS PARES OBSERVADOS.



STF 242AB



BAL 2086



BAL 1623



GAL 391



BDG 1



GAL 400



HJ 796



HJ 2383



HJ 2476







BAL 203



HJ 2467



BU 1425

STT 576

HJ 4637



HJ 1241



HJ 4708

OBSERVACIÓN

Nueva doble de movimiento propio común en Tauro

Juan Lendínez Moral

- Asociación Astronómica Hubble (Martos, Jaén)
- Correo-e: juan_almenara_12@hotmail.com

En el presente artículo se detallan los pormenores del descubrimiento, así como un estudio astrofísico introductorio, de una nueva binaria de movimiento propio común en la constelación de Tauro.

In this work I explain the details of the discovery, and an brief astrophysical study, about a new binary system with common proper motion in the constellation of Taurus.

Introducción

CUANDO LEÍA la *Guía del Firmamento* de José Luis Comellas, incluso antes de tener telescopio, nunca pude imaginar que podría, utilizando los servicios informáticos que nos brinda la red, descubrir una nueva estrella doble. Efectivamente, este ha sido mi caso y en este artículo presento un nuevo par de Movimiento Propio Común (en adelante MPC) no catalogado que se localiza en la constelación de Tauro. Guiado y animado por mis compañeros doblistas del *foro Hubble*, me dispuse a analizar placa tras placa en la plataforma Aladin -a modo de ejercicio de aprendizaje- y este ha sido el resultado. En la figura 1 se muestra el par objeto de este estudio.

Historia del hallazgo

Dentro del margen que me permiten mis conocimientos me propuse una metodología bastante simple para ir analizando las placas. El procedimiento consistió en escoger una constelación y, a partir de las coordenadas de un par conocido, comenzar a subir progresivamente de minuto en minuto la Ascensión Recta y también, del mismo modo, incrementar lentamente los valores de la Declinación.

Trabajando de esta forma y después de unos cincuenta intentos, me apareció en pantalla, lo que sin lugar a dudas era una nueva estrella doble. La poca experiencia que tenía en localizar dobles la adquirí de



Figura 1. Placa obtenida de la plataforma Aladin: POSS-II (1996).



Figura 2. Composición RGB mediante Aladin superponiendo las placas POSS-I (1954) y POSS-II (1996), donde se observa el carácter MPC de las dos estrellas. El par es nombrado provisionalmente como JLM 1.

mi colega Rafael Caballero cuando colaboré con él en el proyecto de mejora de coordenadas de pares de Luyten (trabajo también publicado en esta misma revista). Lo aprendido en aquella colaboración me dio la certeza de que, sin lugar a dudas, había encontrado una pareja de movimiento propio común. En las figuras 2 y 3, sobre una imagen compuesta RGB utilizando placas antiguas, puede apreciarse el movimiento simultáneo de las dos componentes.

El siguiente paso fue consultar el WDS para ver si este par estaba catalogado. No encontré nada parecido ni en coordenadas, ni en separación, ni en ángulo de posición. Para cerciorarme necesitaba la confirmación de alguien con los conocimientos y la experiencia suficiente. A este respecto, me puse en contacto con Ignacio Novalbos quien, efectivamente, así lo hizo. En este punto la alegría es indescriptible; quizá pueda parecer superfluo, pero para aficionados que comenzamos a introducirnos en este apasionante mundo (yo particularmente estoy inscrito como alumno en el *Curso de Estrellas Dobles* on-line impartido por la LIADA), este pequeño aporte significa una enormidad y mi ingreso definitivo en el área de las estrellas dobles.

Localización, magnitudes y movimientos propios

Mi nula experiencia no me permite aportar un estudio en profundidad sobre este par, asunto que dejo en manos de astrónomos aficionados más expertos, pero sí que puedo exponer algunos datos extraídos de la literatura astronómica.

JML 1 se localiza en Tauro en posición (J2000) 03 51 00,786 +14 13 39,86. Los identificado-

res 2MASS para la componente principal y secundaria respectivamente son 03510078+1413398 y 03505949+1414017. El par está formado por dos estrellas de magnitudes visuales (V) 13,95 y 15,20 (valores extraídos del catálogo NOMAD-1).

Los movimientos propios de las componentes, según el catálogo NOMAD-1, se muestran en la tabla 1 (página siguiente). Estos valores, bastante altos, son similares a los ofrecidos por el catálogo PPMXL.

Astrometría relativa

En la tabla 2 (página siguiente) se aportan cuatro juegos de medidas Theta/Rho para JLM 1. Teniendo presente la idea de tener una visión general de las posiciones relativas de las componentes a lo largo del tiempo, se realizaron tres medidas utilizando tanto la astrometría de 2MASS como la medición directa sobre placas antiguas descargadas de Internet. Por otro lado, para ofrecer también una medición actual del par, solicité la ayuda de mi colega Ramón Palomeque Messía, también de Jaén, quién a instancia mía registró el par con CCD en tres noches del mes de noviembre



Figura 3. Detalle de JLM 1 con una medida preliminar utilizando la herramienta Dist de Aladin.

FUENTE	COMPONENTE	MP AR (MSA/AÑO)	ERROR (±)	MP DEC (MSA/AÑO)	ERROR (±)
NOMAD-1	А	64,0	1,2	-72,0	2,0
NOMAD-1	В	66,0	2,0	-66,0	1,0
		Tabla 1. Movimientos	s propios de JLM 1.		
FUENTE	ÉPOC	A BESSELIANA	THETA ()		RHO (")
POSS-I		1954,006	318,86		28,285
POSS-II		1996,785	319,25		28,512
2MASS		2000,904	319,36		28,820
CCD (este trabaj	0)	2011,911	319,10		29,180

Tabla 2. Astrometría relativa de JLM 1.

de 2011. El tren óptico empleado fue el siguiente: Celestron SC 8" + Reductor de focal 1/6.3 + CCD ORION-II Color, todo ello montado sobre montura CG5-GT. Para la reducción astrométrica de un total de 31 imágenes FITS, donde obtuvo un tamaño de píxel de 1,50" x 1,44" y un campo de 18,8' x 14,0', Palomeque utilizó Astrometrica en combinación con Reduc y la medida aportada es la media de tres noches.

Como puede apreciarse, el par se ha mantenido fijo tanto en ángulo como en distancia en los casi 58 años transcurridos entre la medida más antigua y la más moderna, tal y como ha de esperarse en un par MPC. En la figura 4 incluimos una imagen CCD actual del sistema.

Hasta aquí mi pequeña contribución al mundo de las estrellas dobles en lo referente a conocimientos, pero mi aportación en ilusión es gigantesca y no se podría medir de ninguna forma. Quisiera animar a todos los aficionados que sientan atracción por este mundo a intentar aprovechar los medios que la tecnología pone a nuestro alcance, para disfrutar y hacer ciencia de una forma sencilla y humilde.

Agradecimientos

Es justo dar las gracias a todos los compañeros que me han ayudado con mi primera estrella doble y de los cuales tengo tanto que aprender.

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

En este trabajo se ha hecho uso de *PPMXL* catalog of positions and proper motions on the ICRS (Roeser et al., 2010) http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=PPMXL.

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

Esta investigación ha hecho uso del Digitized

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

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

En este trabajo se hizo uso de *Astrometrica*, un software interactivo para la reducción astrométrica de datos sobre imágenes CCD. Autor: Herbert Raab. http://www.astrometrica.at/ De la misma forma, en este trabajo se hizo uso del software *Reduc* de Florent Losse: http://www.astrosurf.com/hfosaf/ @



Figura 4. Imagen CCD de JLM 1, 30 segundos de exposición. (Cortesía de Ramón Palomeque Messía).

Estudio del sistema STF1341 (WDS 09227+5036)

Carlos A. Krawczenko

Liga Iberoamericana de Astronomía—Coordinador Adjunto de la Sección de Estrellas Dobles
 Coordinador General de la Sección de Astrofísica—Observatorio Astronómico W Crucis MPC I45
 Correo-e: carlosk64@yahoo.com.ar

El sistema doble STF1341 es un par muy bien conocido por la literatura profesional, lo que representa para los astrónomos amateur una gran ventaja ya que nos permite corroborar la exactitud de nuestros estudios. En este trabajo se pretende hacer un profundo estudio de este sistema para determinar la posible naturaleza del mismo, es decir, si es un par óptico o físico (orbital). The double system STF1341 is a well known pair in the professional literature, accounting foramateur astronomers a great advantage because it allows us to corroborate the accuracy of our studies. This paper aims to make a thorough study of this system to determine the possible nature of it (ie, a physical or optical pair -orbital-).

Introducción

EL SISTEMA DOBLE Struve 1341 (=WDS 09227+5036) se ubica en la constelación de Ursa Major. Sus coordenadas ecuatoriales son:

09 22 37,56 +50 36 13,4

El par es identificado como:

- Primaria: GSC 3431-0046; HIP 45982
- Secundaria: GSC 3431-1050; HIP 45983.

También se las conoce como HD 80606 A y HD 80606 B.

Este par es muy interesante de estudiar en profundidad por dos motivos fundamentales, a saber: en primer lugar, debido a que es un sistema muy bien estudiado, permite a los astrónomos aficionados conocer la exactitud de nuestros estudios, al poder compararlos con la literatura profesional; el segundo motivo radica en que la componente principal se encuentra acompañada por un exoplaneta conocido como HD80606b, el cual fue descubierto en el año 2001. Este descubrimiento fue anunciado en prensa y en el mismo año se publicó un paper en la revista A&A (Naef *et al.*, 2001). Por tal razón es fundamental conocer si el par STF1341 constituye un par óptico o es de naturaleza física.

Este sistema está compuesto por dos estrellas casi gemelas que en principio, y habiendo consultado varios catálogos de la literatura profesional, podemos decir que conforman un sistema con Movimiento Propio Común (MPC).

El trabajo consiste en primer lugar en obtener la astrometría relativa a partir de placas digitalizadas

(DSS) abarcando una línea base temporal de 44 años para evaluar las variaciones en las posiciones relativas de ambas componentes en función del tiempo; luego se evaluarán la fotometría en distintas bandas, la cinemática y la espectroscopía con el objeto de disponer de suficientes datos astrofísicos para que posteriormente podamos hacer uso de varios criterios profesionales que nos permitan conocer la posible naturaleza de este sistema doble.

Astrometría relativa y movimientos propios

Para la astrometría relativa, es decir para la obtención de la separación angular (ρ) y la distancia angular (θ) se utilizaron distintas imágenes procedentes del DSS, así como también las posiciones exactas de cada componente procedente del proyecto 2MASS (Two Micron All Sky Survey). Como herramienta se utilizó el software Reduc de nuestro colega de la Sociedad Astronómica de Francia (SAF) Florent Losse.

En el caso de las posiciones exactas del proyecto 2MASS se procedió a transformar las coordenadas ecuatoriales ($\alpha \ y \ \delta$) en coordenadas polares ($\theta \ y \ \rho$) mediante las siguientes ecuaciones:

$$\rho = \sqrt{(\alpha_b - \alpha_a)\cos^2 + (\delta_b - \delta_a)^2}$$

para la separación angular p y

$$\theta = \left(\frac{\delta_b - \delta_a}{(\alpha_b - \alpha_a)\cos\delta_a}\right)$$

para el ángulo de posición θ .

En las ecuaciones anteriores, α y δ se refieren a las coordenadas ecuatoriales y con los subíndices *a* y *b* se hace referencia a las dos componentes del sistema.

La tabla 1 muestra los valores de la astrometría relativa obtenidos a través de las imágenes procedentes de servidores de Internet. La última medición corresponde a una imagen obtenida por el telescopio robótico "**Bradford Robotic Telescope**" (BRT). En esta tabla también se muestra la incertidumbre tanto en θ como en ρ .

Por otro lado, el Washington Double Star Catalog (WDS) registra en su base de datos 23 mediciones oficiales, las cuales fueron solicitadas vía *e-mail* a Brian Mason, administrador general de dicho catálogo. Estas medidas históricas también fueron utilizadas en este trabajo.

Con todas estas astrometrías se han transformado los valores de θ y ρ (coordenadas polares) a *x* e *y* (coordenadas rectangulares) mediante las siguientes expresiones:

$X = \rho \cos \theta$, $Y = \rho \sin \theta$

La tabla 2 muestra los valores de las astrometrías relativas procedentes del archivo histórico del WDS, así como también los valores de x e y calculados.

Con estos datos se han graficado los valores de θ y ρ en función del tiempo, estos gráficos son muy útiles a la hora de querer visualizar la manera en que varían los parámetros astrométricos del sistema y pone en evidencia si el sistema es de movimiento propio común o no.

La figuras 2, 3 y 4 (página siguiente) representan la variación de la astrometría relativa (θ y ρ) en función del tiempo. Los puntos azules representan las astrometrías del sistema tanto en ρ y θ como en *x* e *y*, trazándose la línea que mejor se ajusta a la distribución de estos puntos. Si dicha recta tuviese mayor pendiente nos estaría indicando que las estrellas del siste-

ÉPOCA	THETA	σ	RHO	σ	MÉTODO
1953,113	87,9	0,3	21,42	0,2	DSS
1983,133	91,1	0,5	20,54	0,3	DSS
1991,116	85,3	0,7	20,89	0,2	DSS
1996,921	85,4	0,1	20,18	0,1	DSS
1997,099	85,4	0,3	20,21	0,4	DSS
1999,830	88,5	0,0	20,63	0,0	2MASS
2011,346	88,8	0,1	20,71	0,0	CCD

Tabla 1. Astrometría relativa calculada.

ma tienen distintas velocidades. El hecho de que la recta sea horizontal nos está indicando que prácticamente las posiciones son constantes en el tiempo, lo que además significa que ambas estrellas tienen movimientos propios similares o, lo que es lo mismo, son de Movimiento Propio Común.

Como se puede observar en ambos gráficos los valores tanto de Theta como de Rho son prácticamente constantes en el tiempo, lo que corrobora la idea que expusimos al principio de que el sistema sería un par MPC.

Las cinemáticas de ambas componentes del sistema STF1341 fueron consultadas en distintos catálogos profesionales como el Tycho-2, PPMLX y UCAC3 encontrándose en todos los casos valores muy similares; por lo tanto, dicha cinemática es totalmente fiable.

Sin embargo y a los efectos de verificar los datos cinemáticos de los catálogos anteriormente mencionados, se realizó una verificación visual a través de un *blink* (parpadeo) sobre dos imágenes separadas en el tiempo por 59 años, que se corresponden con la imagen del DSS y la imagen del 2011 obtenida con el

ÉPOCA	θ	ρ	x	У	ÉPOCA	θ	ρ	x	У
1830,98	87,30	21,09	0,99	21,07	1917,22	87,5	20,61	0,90	20,59
1844,29	88,20	20,90	0,66	20,89	1930,03	87,5	21,04	0,92	21,02
1851,12	88,40	20,84	0,58	20,83	1947,10	88,4	20,86	0,58	20,85
1867,05	87,80	20,84	0,80	20,82	1952,50	88,2	21,04	0,66	21,03
1874,26	87,00	20,00	1,05	19,97	1958,11	88,9	20,66	0,40	20,66
1901,11	87,40	20,60	0,93	20,58	1980,00	88,0	21,00	0,73	20,99
1903,12	88,70	21,07	0,48	21,06	1985,12	88,5	20,53	0,54	20,52
1903,14	88,70	21,19	0,48	21,18	1987,40	88,8	20,74	0,43	20,74
1904,20	87,50	20,89	0,91	20,87	1991,25	88,5	20,59	0,54	20,58
1915,30	86,90	20,04	1,08	20,01	1991,78	88,8	20,59	0,43	20,59
1999,83	88,50	20,63	0,54	20,62	2002,30	88,66	20,55	0,48	20,54
2004,18	89,1	20,74	0,33	20,74					

Tabla 2. Astrometría relativa del histórico del WDS



Figura 4. Gráfico de las coordenadas rectangulares en función del tiempo. Estas gráficas son esencialmente importantes para conocer el movimiento relativo de una de las componentes con respecto a la otra.

Telescopio Robótico Bradford (BRT).

El procedimiento fue determinar los centroides de cada componente usando el programa Astrometrica, de esta manera se obtuvieron las coordenadas ecuatoriales α y δ y teniendo la diferencia de tiempo entre la primera y última imagen (base temporal de 58,233 años) es muy simple determinar los movimientos propios de cada componente tanto en ascensión recta como en declinación según las siguientes relaciones:

$$\mu_{\alpha} = \Delta \alpha / \Delta t$$
$$\mu_{\delta} = \Delta \delta / \Delta t$$

Donde Δt es el intervalo de tiempo considerado.

La tabla 3 muestra los valores de los movimientos propios de cada una de las componentes del sistema extraídos del catálogo Tycho-2 y están expresados en msa/año, es decir milisegundos de arco por año.

ESTRELLA	m _a	σ	m _d	σ
STF1341 A	58,8	1,5	13,2	1,6
STF1341 B	53,6	1,5	13,4	1,6

Tabla 3. Movimientos propios del sistema STF1341

El movimiento propio relativo de la componente B respecto a la componente A es de 5,01 msa/año.

Por último, mencionemos que en todo sistema con movimiento propio común es necesario que la astrometría relativa del sistema no tenga variaciones considerables a lo largo de tiempo, tal como se observa en las tablas 1 y 2. Este hecho también queda demostrado cuantitativamente con la cinemática expuesta en la tabla 3. Con este estudio queda justificado que el sistema de STF1341 es un par MPC.

Fotometría y espectroscopia

Para el conocimiento de la magnitud aparente, o más precisamente para el estudio de la fotometría del sistema, se han empleado los datos fotométricos del catálogo Tycho-2 y el proyecto 2MASS. Utilizando la fotometría B_t y V_t de Tycho-2 y mediante la correspondiente transformación al sistema fotométrico estándar de Johnson por medio de la ecuación

$$V = V_t - 0.09 * (B_t - V_t)$$

obtenemos las magnitudes visuales 9,01 y 9,08 para la primaria y la secundaria respectivamente. Debido a la ubicación del sistema en relación a la Vía Láctea (latitud galáctica = $44,5^{\circ}$) no se tuvieron en cuenta los efectos del enrojecimiento y la absorción producidos por el medio interestelar.

Para disponer de una fotometría en distintas bandas se utilizaron distintos catálogos tales como USNOB-1.0, NOMAD-1, GSC2.3. Las magnitudes fueron reducidas al sistema fotométrico estándar obteniendo las correspondientes magnitudes en bandas B, R e I del espectro.

En función de las fotometrías en bandas BVIJHK se pudo trazar la gráfica de la distribución espectral de energía y puesto que esta distribución de energía (Curva de Planck) está íntimamente ligada con el tipo espectral de los cuerpos emisores, se encuentra que el tipo espectral es G7 para ambas componentes. En este punto, la base de datos SIMBAD nos dice que el tipo espectral para ambas componentes es G5, en excelente acuerdo con el tipo espectral calculado.

Las figuras 5 y 6 ilustran la distribución de energía en bandas BVIJHK para las dos componentes del sistema STF1341.

El próximo paso es determinar la clase de luminosidad, es decir qué tipo de estrellas forman el sistema doble. Para este propósito nos basamos en la utilización del diagrama de dos colores que en principio nos muestra las estrellas de distintas secuencias. Si las estrellas son suficientemente rojas es posible diferenciar sin ambigüedad si son estrellas enanas (secuencia principal) o son gigantes.





Figuras 5 (arriba) y **6**. Distribución de energía en bandas BVIJHK de las componentes del sistema doble STF1341 (izquierda: componente A. Derecha: componente B).

En la figura 7 representamos los colores J-H vs H-K y observamos claramente que las dos componentes se ubican en la zona de la secuencia principal, por lo tanto asumimos que las componentes son de luminosidad V (enana). En resumen, el tipo espectral es G7V, y como dijimos al principio, serían estrellas casi gemelas muy parecidas a nuestro Sol.



Figura 7. Caracterización de la clase de luminosidad por medio de un diagrama de doble color.

Por otro lado, la naturaleza enana queda demostrada usando el diagrama de Movimiento Propio Reducido (Jones, 1972; Nelson, 2003; Salim 2002) que sitúa a las dos estrellas en la secuencia de las enanas



Figura 8. Diagrama de Movimiento Propio Reducido correspondiente al sistema de STF1341 que ubica a las estrellas en la zona de la secuencia principal.

(secuencia principal). Ver figura 8.

Con el conocimiento del tipo espectral y con su clase de luminosidad, consultando varios *papers* profesionales y asumiendo que este sistema está compuesto por estrellas normales, encontramos que la magnitud absoluta es 5,42 para cada una de las componentes.

Con la magnitud aparente visual (V) y la magnitud absoluta se determina el módulo de distancia con la siguiente ecuación:

$$V - M_v = 5\log d - 5$$

De acuerdo a ello, obtenemos distancias de 52,2 y 54,0 parsec para las componentes A y B. Analizando los módulos de distancia para ambas estrellas (3,59 y 3,66) vemos que cada componente se halla (dentro del margen de error) a la misma distancia de nosotros teniendo una probabilidad del 99%. Este hecho, sumado a la igualdad de sus tipos espectrales, aumenta la posibilidad de que este par tenga una conexión física.

La tabla 4 muestra todos los datos obtenidos para el sistema doble STF1341.

Estudio de la naturaleza

Estudiar la posible naturaleza de un sistema doble es encontrar condiciones para que ambas estrellas tengan una probabilidad de que estén ligadas gravitacionalmente; es decir si el sistema es un par óptico (sin interés astrofísico) o es un par físico.

Los astrónomos amateur tenemos la posibilidad de utilizar de manera muy simple unos criterios que nos permiten establecer la posible naturaleza del sistema. Sin embargo, hay que hacer notar que ninguno de ellos nos dará fehacientemente la naturaleza del par sino la probabilidad de que lo sean.

En todo sistema doble, en principio se deben cumplir básicamente dos condiciones que son necesarias pero no suficientes para que la pareja estelar pueda tener conexión gravitatoria. Por un lado, las dos componentes deben estar a aproximadamente la misma distancia de nosotros. De acuerdo a este estudio, esta condición se cumple con una probabilidad del 99%. La otra condición es que la cinemática de ambas estrellas sea igual o casi igual, condición ésta que también se cumple en el sistema de STF1341. Habiendo establecido estas dos condiciones, se prosiguió el estudio utilizando criterios astrofísicos.

— El criterio de Halbwachs (1986). Al tratarse de un par MPC, este criterio establece un valor $T = \rho/\mu =$ 360 que representa el tiempo *T* que tarda en recorrer una distancia igual a ρ con su movimiento propio relativo μ , dándole por lo tanto una importante probabilidad de ser física.

— El criterio de Rica que establece la compatibilidad de la cinemática en función de las coordenadas AR y Dec, obteniendo para la primera una probabilidad de 86% y para la segunda de 100%, resultando en una probabilidad de ser física del 85%.

— *El Criterio de Sinachopoulos* establece la relación entre la velocidad tangencial relativa con la máxima velocidad orbital. La velocidad tangencial relativa se calcula en función del movimiento propio relativo de la componente B respecto de la componente A (0,005''/año) mediante:

$$V_{tan} = 4,74 * \frac{\mu}{\pi}$$
 [1]

En donde V_{tan} es la velocidad tangencial relativa, μ es el movimiento propio relativo y π es la paralaje del sistema, 4,74 es una constante que transforma las unidades en Km/s. Por otra parte, la velocidad orbital máxima está dada por:

$$V_{orb} = 29,78 \sqrt{\frac{\Sigma M}{s}} \quad [2]$$

Donde ΣM es la masa total del sistema y *s* es la distancia proyectada expresada en unidades astronómicas

ESTRELLA	v	В	J	н	К	MV	B - V	ESPECTRO	DISTANCIA PARSEC
STF1341A	9,01	9,75	7,702	7,400	7,316	5,42	0,74	G7 V	52,2
STF1341B	9,08	9,92	7,798	7,509	7,389	5,42	0,84	G7 V	54,0

Tabla 4. Datos fotométricos del sistema STF1341.

entre ambas componentes. La masa la obtenemos consultando tablas profesionales que relacionan los tipos espectrales, luminosidades y masas asumiendo que este par de estrellas son normales de la secuencia principal, resultando una masa total para el par de 1,76 masas solares. El semieje mayor esperado que indicamos como $E_{(a)}$ según Fischer & Marcy (1992), viene dada por $E_{(a)} = 1,26\rho$ y conociendo la distancia al par obtendremos la separación proyectada en ua que resulta ser para este sistema de 1393 ua.

Si asumimos la velocidad tangencial relativa como la componente Kepleriana de un movimiento orbital obtenemos que:

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

Donde σ es el error en la velocidad tangencial. Si se cumple esta relación estaríamos en presencia de un probable sistema físico y en el caso de STF1341 obtenemos que

 $V_{tan} = 1,26$ km/s y $V_{orb-mas} = 1,19$ km/s

Si tenemos en cuenta la incertidumbre podemos concluir que el criterio de Sinachopoulos se cumple para el sistema de STF1341, por lo tanto este par tiene una importante posibilidad de ser físico.

— El criterio de Peter *Van de Kamp* (1961) establece un modelo basado en la energía cinética y potencial del sistema, en donde la energía total de la componente secundaria debe ser menor que la velocidad de escape de la estrella primaria. Este criterio conocido también como "criterio hiperbólico" no se cumple para el sistema de STF1341, siendo por lo tanto un sistema de naturaleza óptica.

— Otro criterio es el de *Jean Domanget* (1955) basado en la paralaje dinámica y nos indica que estaríamos ante un par físico.

Asumiendo que la naturaleza de este sistema es física, podemos aventurarnos a estimar un posible período orbital con la siguiente expresión:

$$P = \sqrt{\frac{E(a)^3}{\sum M}}$$

Donde $E_{(a)}$ es la separación proyectada en unidades astronómicas, que habíamos dicho que es de 1393 UA, y ΣM es la suma de las masas de las dos estrellas que en nuestro caso son 1,79 masas solares. Con estos datos obtenemos para STF1341 un período orbital de P = 39200 años.

De acuerdo a estos criterios y aún suponiendo la existencia de una conexión gravitatoria, es menester seguir observando el sistema para verificar en forma gráfica o analítica, si el par presenta indicios de movimiento orbital.

Exoplaneta HD 80606b

La componente primaria del sistema doble STF1341 está orbitada por un exoplaneta conocido como HD 80606b.

El descubrimiento se realizó analizando pequeñas fluctuaciones en la velocidad radial de la estrella principal (figura 9).



Figura 9. Variación en la velocidad radial de la estrella primaria que condujo al descubrimiento del exoplaneta.

La característica más notable de este cuerpo es que tiene una órbita muy excéntrica (e \approx 0,93). Esta gran excentricidad es posible explicarla por los efectos perturbadores de un cuerpo gravitante próximo, y esto constituye una prueba más del carácter binario del sistema STF1341.

Es evidente que la observación y medición de exoplanetas está en el límite de las posibilidades de los astrónomos amateur, salvo en aquellos casos en que la órbita del exoplaneta esté convenientemente orientada como para medir a estos objetos por medio de tránsitos. Sin embargo, es sumamente interesante poder estudiar sistemas dobles en los que los profesionales hayan descubierto exoplanetas, dado que si el sistema es físico, la órbita del exoplaneta estará sometida a la

NOMBRE	HD 80606b
M sin i	3,94+/-0,11 Mj
Semieje mayor	0,449+/-0,006 ua
Periodo orbital	111,436+/-0,0009 días
Excentricidad	0,93366+/-0,0004
Radio	0,921+/-0,036 Rj

 Tabla 5. El subíndice "j" hace referencia a que estos valores están referidos en términos de los del planeta Júpiter.

acción de dos cuerpos gravitantes.

En la tabla 5 (página anterior) se muestran los datos más importantes de este exoplaneta.

En el caso de los exoplanetas que forman parte de sistemas binarios se postula el mecanismo de Kozai que establece la variación de la excentricidad e inclinación de la órbita como consecuencia de la existencia de la estrella compañera, siendo mayor este efecto cuanto mayor sea la masa de las estrella compañera del sistema, aunque ésta no se encuentre muy cerca al planeta, ya que en este caso la órbita sería inestable. El efecto se produce porque hay un intercambio de momento angular entre el exoplaneta y la estrella compañera. La máxima excentricidad que la órbita del exoplaneta puede tener está dada por la siguiente expresión:

$$e_{max} = \sqrt{1 - \frac{5}{3}cos^2(i_0)}$$

Donde e_{max} es la máxima excentricidad de la órbita e i_0 es la inclinación de la órbita del exoplaneta con respecto a la órbita de la estrella secundaria.

En abril de 1999 el espectrógrafo HIRES, acoplado en el telescopio Keck I de 10 m, realizó, en algo menos de un mes, dos medidas de velocidad radial de HD 80606. Estas medidas mostraban que la velocidad radial variaba en 0,267 km/s. Esta variación hizo que se incluyera a HD 80606 en un programa más intenso para confirmar y definir la variación de la velocidad radial. Para ello, en noviembre de 1999, se usó el espectrógrafo ELODIE a bordo de un telescopio de 1,94 m en el Observatorio de Haute-Providence. Estas últimas mediciones determinaron que el causante de la variación en la velocidad radial era un objeto planetario.

Para el caso de HD 80606b, suponiendo una inclinación de 89°, que es la inclinación del exoplaneta con respecto al plano del cielo, obtenemos una excentricidad de 0,996, mayor a la excentricidad actual, aunque este valor teórico puede estar afectado por algún efecto ajeno al mecanismo de Kozai.

Conclusiones

Como se dijo al principio, este sistema es muy interesante, ya que como tiene un exoplaneta habría que conocer la posibilidad de que la pareja estelar sea de naturaleza física y ver la manera en que esta conectividad influiría sobre la órbita del exoplaneta.

En este trabajo se probó que muy posiblemente el sistema de STF1341 es una binaria y este hecho nos da la clave para la existencia de una órbita sumamente excéntrica.

Creo que con este trabajo se pone de manifiesto la importancia que tiene realizar este tipo de estudios cooperando de esta manera con los profesionales, solamente haciendo uso de los valiosos recursos disponibles en Internet.

Agradecimientos

Mi agradecimiento a Edgardo Rubén Masa Martín por la colaboración prestada en la revisión de este trabajo.

A Francisco Rica por darme el entusiasmo de escribir este artículo y por la invalorable colaboración que ha tenido al revisar este trabajo.

A Brian Mason por suministrarme el archivo histórico que el WDS mantiene del sistema STF1341.

Asimismo, se agradecen los recursos de Internet que han hecho posible este trabajo. Se utilizó Aladin, un mapa celeste interactivo para manejar los distintos catálogos utilizados (GSC2.3, USNO-B1.0, 2MASS, UCAC3 y NOMAD) y la base de datos SIM-BAD disponible desde la página del Centro de Datos Estelares (CDS).

También se utilizaron para este trabajo imágenes procedentes del DSS (Digitized Sky Survey).

En este estudio se usaron los programas de reducción *Reduc* de Florent Losse y *Astrometrica* de Herbert Raab.

Finalmente, se agradece el uso del BRT (Bradford Robotic Telescope): http:// www.telescope.org/index.php @

Referencias y bibliografía

- Argyle, B., 2004, Observing and measuring Visual Double Stars, 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-périodicité du mouvement relatif d'un couple stellaire visuel, Bulletin Astronomique, Paris, tome 20, fascicule 7, p, I ; Communication de l'Oservatoire Royal de Belgique, nº 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.
- Halbwachs, J. L., 1986, Common proper motion stars in the AGK 3, Astronomy and Astrophysics Supplement Series (ISSN 0365-0138), vol. 66, no. 2, Nov. 1986, p. 131-148.
- Masa, E. R., 2007, SDSS J001708.1-102649.5 & SDSS J001707.99-102647.3: Serendipitous Discovery of a New Binary System Candidate, Journal of Double Star Observations, Vol. 3, N° 1, 34-48.
- Naef, D. et al., 2001, A&A, 375L, 27.
- Rica, F. M., 2004, Circular Sección de Estrellas Dobles LIA-DA, 6, 23-26.
- Salim, S., Gould, A., 2002, Classifying Luyten Stars using an Optical-Infrared Reduced Proper Motion Diagram, Ap. J., 575, 83.
- 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, 1992, H.A. McAlister and W.I. Hartkopf, Eds., p. 252.

el observador n.º 8 – 121

Medidas de siete estrellas dobles. Reporte de agosto de 2011.

José Martín Carro

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

correo-e: jcarro@charter.net

Se presentan medidas de siete estrellas dobles realizadas desde mi residencia en Paso Robles, California. Las siete estrellas dobles fueron Beta Cephei, Beta Lyrae, Delta Cephei AC, Delta Corvi, Gamma Delphini, y Theta Lyrae. Las metas de este trabajo fueron: 1) medir los ángulos de posición y las separaciones de las estrellas ya mencionadas y 2) comparar los resultados con medidas publicadas.

Measurements of the position angles and separation of seven double stars were taken from my residence in Paso Robles, California. The seven double stars were Beta Cephei, Beta Lyrae, Delta Cephei AC, Delta Corvi, Gamma Delphini, and Theta Lyrae. The two goals of this work were to 1) measure the position angles and separations of the aforementioned stars, and 2) compare the results with published measurements.

Metodología

LAS OBSERVACIONES FUERON REALIZADAS desde mi casa en Paso Robles, California (ubicada aproximadamente en latitud 35°37'36''N y longitud 120°41'24''O), usando un telescopio Celestron CPC 1100. El telescopio es computerizado y motorizado y se le acopló un ocular astrométrico Celestron MicroGuide 12,5 mm. Es de diseño Schmidt-Cassegrain con una abertura de 28 cm (11 pulgadas) en montaje altazimutal. El fabricante reporta una distancia focal de 2.800 mm.

Se orientó el ocular MicroGuide con las coordenadas celestes usando la estrella primaria de la estrella doble en estudio. Para ello, se colocó la estrella primaria en la marca 30 y, con el seguimiento apagado, se permitió que la estrella, transitara hasta el círculo graduado externo. Se giró la escala hasta que la estrella coincidiera con la marca de 270 grados. La exactitud de este ajuste fue verificada colocando la estrella primaria en la marca de 90 grados de la escala circular externa para comprobar, con un nuevo tránsito, que la estrella llegaba hasta la marca de 270 grados.

Después de la orientación, se midieron los tiempos de deriva, colocando la estrella primaria en la marca 0 de la escala lineal y midiendo el tiempo de tránsito invertido en llegar hasta la marca 60. En el cronometraje se usó un cronómetro con una precisión de +/-0,01 segundos. El promedio de varias medidas de tiempo (*T*) fue utilizado para calcular la *constante*

de escala (Z) usando la fórmula (Frey 2008):⁷

 $Z = [15,0411 \text{ x T x } \cos(\delta)] / D$

Donde $cos(\delta)$ es el coseno de la declinación de la estrella y *D* es el número de la escala lineal (60 en este caso).

Las medidas de separación se hicieron colocando los pares de estrellas alineados sobre la escala lineal en la marca 0 y contando el número de divisiones de escala entre las estrellas. Como la escala lineal tiene 60 divisiones, solo fue posible alcanzar precisiones de hasta ¹/₄ de división. Después de cada medida, la estrella doble fue colocada de nuevo en la división principal para realizar una nueva estimación. Tras promediar los valores medidos se calculó el error medio y la desviación estándar.

Las medidas del ángulo de posición se realizaron alineando ambas estrellas con la escala lineal (la estrella primaria en la división 30) y parando el motor de seguimiento para permitir el tránsito de las estrellas hacia la escala circular. Cuando la estrella primaria tocaba la escala externa se anotaba el valor del ángulo de posición apreciando hasta 1°, ya que la escala tiene divisiones de 5° y es la máxima precisión a la que podemos llegar. Después de cada medida se conectaba de nuevo el seguimiento y se repetía el proceso.

— Beta Cephei (STF 2806)

Introducción

Aunque se conoce desde tiempos remotos, no se ha publicado mucho sobre esta estrella. Su nombre tradicional es Alfirk y está ubicada en la constelación Cepheus. La estrella primaria es blanca y tiene una magnitud de 3,2. La secundaria, estrella azul, tiene una magnitud de 8,6 (Worley+ 1996)¹³. La ascensión recta es $21^{h}28^{m}40^{s}$ y la declinación es $+70^{\circ}33'39''$. Actualmente se sabe que es una estrella triple, la componente C se descubrió por medio de la interferometría speckle (Wikipedia).

Esta estrella tiene diferentes denominaciones en múltiples catálogos: 8 Cephei, AG+70 738, BD+69 1173, CCDM J21287+7034A, HD 205021, HR 8236, HIP 106032, FK5 809, GSC 04465-02643, SAO 10057, STF 2806, y WDS J21287+7034A. Sus coordenadas precisas son 212839,58+703338,5 (Mason+2011)¹⁴.

Observaciones

Las medidas fueron realizadas el 27 de junio de 2011 (época besseliana 2011,489) comenzando a las 10:15pm Tiempo Estándar del Pacífico. La noche era clara y tranquila y no había Luna. Se levantó una brisa suave que afectó el telescopio, y se repitieron varias mediciones. La escala lineal fue orientada con las coordenadas celestes usando la estrella primaria. Tras la orientación se realizaron 12 medidas de tiempos de deriva, de las cuales se calculó una constante de escala de 7,16 segundos de arco por división.



Beta Cephei © José Carlos Sánchez

OBSERVACIONES	FECHA DE BESSELL	NÚMERO DE OBSERVACIONES	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ERROR ESTÁNDAR MEDIO
Tiempo de deriva	2011,489	12	86,82	1,53	0,44
Separación (divisiones escala lineal)	2011,489	12	2,0	0,1	0,03
Ángulo de posición	2011,489	18	250,8	1,35	0,25
Coseno Declinación: 0,33298					
	COMPARACI	ÓN DE LOS RESULTADO	S		
Designación de la estrella	Separación WDS ²³	Separación del Autor	AP WDS ²³	AP del Autor	
M/DC 21207, 7024	1.1.1	14.4	250	250.8	

REFERENCIAS	SEP	AP
The Bright Star Catalogue (Hoffleit 1991) ¹¹	13,4	-
Washington Double Star Catalog (Worley 1996) ²³	14,1	250
Eagle Creek Observatory (Muentzler, 2003) ¹⁷	13,6	250
Astrogeek (Burton 2011) ³	13,2	248
Medidas por el autor 2011,489	14,4	251

Beta Lyrae (STFA 39)

Introducción

Beta Lyrae tiene el nombre tradicional de Sheliak, el nombre arábigo que significa "tortuga". Su ascensión recta es 18h48m14s y su declinación es +33°18'13". La estrella primaria es amarilla con una magnitud de 3,5. La estrella secundaria es blancoazulada con una magnitud de 6,7 (Worley+ 1996)²³. Observaciones modernas han demostrado que Sheliak es además binaria espectroscópica. Al ser una pareja tan cerrada, la estrella más brillante se sitúa dentro del lóbulo de Roche y transfiere masa a la otra estrella que es más masiva. Esta pareja también podemos detectarla en forma de binaria eclipsante con un periodo de 12,94 días.

Tiene las siguientes designaciones en múltiples catálogos: 10 Lyrae, AAVSO 1846+33, BD+33 3223, HD 174638, HIP 9240, HR 7106, SAO 67451, STFA 39, y WDS 18501+3322. Sus coordenadas precisas son 185004,79+332145,6 (Mason+ 2011).¹⁴

Observaciones

Las medidas fueron realizadas el 1 de julio de 2011 (época besseliana 2011,499) comenzando a las 9:40 pm Tiempo Estándar del Pacífico. La noche era clara y tranquila, y no había Luna. La temperatura osciló entre 21° y 26°C. Hasta las 11 pm me acompañó una brisa suave la cual afectó el telescopio, requiriendo varias repeticiones.

Tras la orientación, se realizaron 12 medidas de

tiempos de deriva, obteniéndose un promedio de 36,32 segundos, una desviación estándar de 0,25 segundos y un error estándar medio de 0,07 segundos. El resultado final fue una constante de escala de 7,61 segundos de arco por división.

Se realizaron 12 medidas de distancia obteniéndose un promedio de 6,375 divisiones con una desviación estándar de 0,23 divisiones y un error estándar medio de 0,07 divisiones. Al ajustarse según cifras significativas, la separación calculada fue 48,6 segundos de arco.

En la obtención del ángulo de posición se tomaron 18 medidas, resultando en un valor medio de 147,6°, una desviación estándar de 0,85° y un error estándar medio de 0,16°.



Beta Lyrae © José Carlos Sánchez

REFERENCIAS	SEP	AP
Stargazer (Bell 1996) ²	46	149
Journal of Double Star Obs. (Muller+ 2007) ¹⁵	47,4	150,5
Journal of Double Star Obs. (Muller+ 2007) ¹⁶	46,4	148,8
Washington Double Star (Mason+ 2011) ¹⁴ 2007 data	48	148
Journal of Double Star Obs. (Arnold 2009) ¹	45,4	149,9
Journal of Double Star Obs. (Martín 2009) ¹³	45,6	148
Medidas por el autor 2011,499	48,6	147,6

— Delta Cephei (STFA 58)

Introducción

La variabilidad de esta estrella fue descubierta por John Goodricke en 1784. Se trata de una gigante amarilla, siendo referencia para las estrellas variables cefeidas con un periodo de 5,7 días debido de sus pulsaciones. El descubrimiento de la relación entre luminosidad y periodo fue fundamental para calibrar la distancia a estas estrellas. En 2002 se midió la distancia con el telescopio Hubble con un valor de 890 añosluz de la Tierra. Fue descubierta como doble por Struve en 1835 (Benedict 2002).²⁶ La ascensión recta es $22^h29^m10^s$ y la declinación es $+58^o24'55''$.

Las designaciones en múltiples catálogos incluyen: Al Radif, 27 Cephei, ADS 15987A, AG+58 1460, BU 702, CCDM J22292+5825A, CEL 5480, CSI+57 2548 1, FK5 847, GC 31421, GCRV 14138, GEN+1.00213306, GSC 03995-01479, HD213306, HIP 110991, HR8571, IDS 22254+5754A, IRAS 22273+5809, IRC +60356, 2MASS J22291029+58254549, N30-4955, PLX5443, PMC 90 -93 594, PPM40731, ROT3272, SAO 34508, SKY 42788, STF 58, TYC 3995-1479-1, UBV 21546, and WDS J22292+5825A. Sus coordenadas precisas son 222910,29+582545,49 (Mason+ 2011).¹⁴

Observaciones

Las medidas fueron realizadas el 8 de agosto de

2011 (época besseliana 2011,603) comenzando a las 10:20 pm Tiempo Estándar del Pacífico. La noche era clara y tranquila, y la Luna estaba en 2/3 en el sudoeste. La temperatura osciló entre 12° y 18°C. La brisa era muy suave (0 - 8 km/h) y la humedad fue del 65%. Estas medidas se tomaron para las componentes AC, debido a que la componente B es demasiado débil para mi telescopio.

Tras la orientación, se realizaron 12 medidas de tiempos de deriva que resultaron en una constante de escala de 7,07 segundos de arco por división.



Delta Cephei © José Carlos Sánchez

OBSERVACIONES	FECHA DE BESSELL	NÚMERO DE OBSERVACIONES	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ERROR ESTÁNDAR MEDIO
Tiempo de deriva	2011,603	12	53,88	0,39	0,11
Separación (divisiones escala lineal)	2011,603	12	5,8	0,25	0,07
Ángulo de posición	2011,603	18	190,7	1,14	0,21
Coseno Declinación: 0,52374					
	COMPARACIÓN E	DE LOS RESULTADOS	;		
	- · · ·				

Designación de	Separación	Separación	AP	AP
La estrella	WDS ²³	del Autor	WDS ²³	del Autor
WDS 21287+7034	40,7	41,1	191	191

REFERENCIAS	SEP	AP
Washington Double Star (Mason+ 2011) ¹⁴ 1800 data	41,7	195
Bright Star Catalog (Hoffleit 1991) ¹¹	40,6	191
Journal of Double Star Obs. (Schupmann 2009) ²²	40,8	191
Journal of Double Star Observations (Frey 2009) ⁸	40,8	187
Washington Double Star (Mason+ 2011) ¹⁴ 2010 data	40,7	191
Medidas por el autor 2011,603	41,1	191

— Delta Corvi

Introducción

Está ubicada en la constelación de Corvus. La estrella primaria es blanca y la secundaria es anaranjada. Tiene magnitudes de 3,1 y 8,4 que hacen que sea fácil de observar. La ascensión recta es $12^{h}29^{m}52^{s}$ y su declinación es $-16^{\circ}30'56''$. Su nombre tradicional es Algorab, la palabra arábiga que significa "cuervo".

Tiene diferentes designaciones en múltiples catálogos: 7 Corvi, BD-15 3842, FK5 465, HD 108767, HR 4757, HIP 60965, NSV 05656, SAO 157323, SHJ 145, y WDS 12299-1631. Sus coordenadas precisas son 122951,86-163055,6 (Mason+2011).¹⁴

Observaciones

Las medidas fueron realizadas el 4 de mayo de 2011 (época besseliana 2011,340) comenzando a las 9:04 pm Tiempo Estándar del Pacífico. La noche era clara y tranquila, y no había Luna. La temperatura osciló entre 12° y 18°C.

Tras la orientación, se realizaron 13 medidas de tiempos de deriva, obteniéndose un promedio de 27,24 segundos, una desviación estándar de 0,32 segundos y un error estándar medio de 0,09 segundos. El resultado final fue una constante de escala de 6,54 segundos de arco por división. La estrella principal fue colocada en la escala lineal, y fueron tomadas 12 mediciones de la separación. El valor promedio fue 3,65 divisiones con una desviación estándar de 0,19 divisiones, y un error estándar de la media de 0,05 divisiones. Al ajustarse según cifras significativas, la separación calculada fue de 24,1 segundos de arco.

En la obtención del ángulo de posición se tomaron 18 medidas, resultando en un valor medio de $214,3^{\circ}$, una desviación estándar de $1,37^{\circ}$ y un error estándar medio de $0,25^{\circ}$.



Delta Corvi © Óscar Lleixà

REFERENCIAS	SEP	AP
William Herschel (McEvoy 2011) ¹² 1782 data	23,5	216
Washington Double Star (Worley+ 1996) ²³ 1823 data	24,1	214
Bright Star Catalog (Hoffleit 1991) ¹¹	24,4	-
Washington Double Star Cat. (Worley+ 1991) ²³	23,4	215
SKY2000 Master Catalog (Myers+ 1997) ¹⁸	24,1	214
Journal of Double Star Obs. (Muller+ 2007) ¹⁶	24,3	216
Washington Double Star (Mason+ 2011) ¹⁴ 2009 data	23,4	215
Medidas por el autor 2011,340	24,1	214

- Gamma Delphini (STF 2727)

Introducción

Ubicada en la constelación de Delphinus (el delfín), este par está formado por una estrella primaria amarilla y una estrella secundaria anaranjada con magnitudes de 4,5 y 5,0 respectivamente. Se ha medido este par muy frecuentemente, el WDS lista más de 500 medidas. Sin embargo, no hay muchos artículos que traten sobre este par. La ascensión recta es $20^{h}45^{m}40^{s}$ y su declinación es $+16^{o}07'27''$.

Las designaciones de múltiples catálogos incluyen: 12 Delphini, ADS 14279AB, ASCC 900781, BD+15 4255B, CSI+15 4255 1, GC 28965, HD 197963, HIP 102531, LTT 16077, NLTT 49868, ROT 3033, SAO 106475, STF 2727, UBV 17992, y WDS J20467+1607B. Sus coordenadas precisas son 204639,50+160727,4.¹⁴

Observaciones

Las medidas fueron tomadas el 16 de agosto de 2011 (época besseliana 2011,625) comenzando a las 9:50 pm Tiempo Estándar del Pacífico. La noche era clara y tranquila y la salida de la Luna ocurrió a las 9:35 pm. La humedad era del 35%.

La escala lineal fue orientada con las coordenadas celestes usando la estrella primaria. Tras la orientación se realizaron 12 medidas de tiempos de deriva de las cuales se calculó una constante de escala de 7,04 segundos de arco por división.





OBSERVACIONES	FECHA DE BESSELL	NÚMERO DE OBSERVACIONES	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ERROR ESTÁNDAR MEDIO					
Tiempo de deriva	2011,625	12	29,31	0,25	0,07					
Separación (divisiones escala lineal)	2011,625	12	1,3	0,13	0,04					
Ángulo de posición	2011,625	18	268,1	1,18	0,22					
Coseno Declinación: 0,95849										
	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS									
Designación de La estrella	Separación WDS ²³	Separación del Autor	AP WDS ²³	AP del Autor						
W/DS 21287+7034	9.0	89	266	268						

REFERENCIAS	SEP	AP
Washington Double Star (Mason+ 2011) ¹⁴ 1755 data	12,0	280
William Herschel (MacEvoy 2011) ¹² 1782 data	9,0	266
Washington Double Star (Mason+ 2011) ¹⁴ 1988 data	11,9	274
Bright Star Cat. (Hoffleit+ 1991) ¹¹	9,8	-
Eagle Creek Observatory (Muenzler 2003) ¹⁷	10,1	268
Belt of Venus (Perez 2005) ¹⁹	11,7	280
Astrogeek (Burton 2011) ³ 2006 data	9,1	266
Star Observer (Heijen 2008) ¹⁰	9,1	266
Washington Double Star (Mason+ 2011) ¹⁴ 2010 data	9,0	266
Medidas por el autor 2011	8,9	268

— Theta Lyrae

Introducción

Está situada en la constelación de Lyra (el arpa). La estrella primaria, amarilla, tiene una magnitud de 4,4 y la secundaria, azul, tiene una magnitud de 9,3. La ascensión recta es $19^{h}16^{m}22^{s}$ y la declinación es + $38^{\circ}08'01''$.

Las diferentes designaciones en los múltiples catálogos son: 21 Lyrae, BD+37 3398 1, FK5 724, GSC 03121-02287, HD 180809, HR 7314, SAO 68065, SHJ 292, and WDS 19164+3808. Sus coordenadas precisas son 191622,09+380801,4.¹⁴

Observaciones

Las medidas fueron realizadas el 27 de junio de 2011 (época besseliana 2011,488) comenzando a las 9:50 pm Tiempo Estándar del Pacífico. La noche era clara y no había Luna. La temperatura osciló entre 10° y 15°C. Hasta las 11 pm hubo una brisa suave la cual afectó al telescopio, requiriendo varias repeticiones.

Tras la orientación, se realizaron 12 medidas de tiempos de deriva, obteniéndose un promedio de 36,21 segundos, una desviación estándar de 0,40 segundos y un error estándar medio de 0,12 segundos. El resultado final fue una constante de escala de 7,14 segundos de arco por división.

Se realizaron 12 medidas de distancia obteniéndose un promedio de 14,1 divisiones con una desviación estándar de 0,13 divisiones y un error estándar medio de 0,047 divisiones. Al ajustarse según cifras significativas, la separación calculada fue 100,8 segundos de arco.

En la obtención del ángulo de posición se tomaron 18 medidas, resultando en un valor medio de $74,3^{\circ}$, una desviación estándar de $1,6^{\circ}$ y un error estándar medio de $0,28^{\circ}$.

REFERENCIAS	SEP	AP
William Herschel (MacEvoy 2011) ¹² 1823 data	90	72
Washington Double Star (Mason+ 2011) ¹⁴ 1879 data	100,6	71
Washington Double Star (Worley+ 1996) ²³ 1963 data	99,8	74
Bright Star Cat. (Hoffleit+ 1991) ¹¹	100,2	-
SKY 2000 Master Catalog (Meyers+ 1997) ¹⁸	99,8	74
Eagle Creek Observatory (Muenzler 2003) ¹⁷	99,8	71
Washington Double Star (Mason+ 2011) ¹⁴ 2009 data	99,0	70
SKY X 2011 (data from Hipparchos satellite) ²⁰	98,7	72
Medidas por el autor 2011,488	100,8	74



Theta Sagittae © Óscar Lleixà

- Theta Sagittae (STF 2637)

Introducción

Ubicada en la constelación de Sagitta (la flecha), Theta Sagittae está formada por una primaria blanca y una secundaria azul con magnitudes 6,6 y 8,9 respectivamente. Su ascensión recta es $20^{h}09^{m}57^{s}$ y su declinación es $+20^{\circ}54^{\circ}55^{\circ}$.

Las designaciones de múltiples catálogos incluyen: 17 Sagittae, BD+20 4453A, HD 191570, HIP 99352, HR 7705, PPM 11054, SAO 88276, STF 2637, TYC 1630-481-1 y WDS 20099+2055A. Sus coordenadas precisas son 200956,61+205453,2.¹⁴

Observaciones

Las medidas fueron tomadas el 3 de agosto de 2011 (época besseliana 2011,589) comenzando a las 9:30 pm Tiempo Estándar del Pacífico. La noche era clara y no había Luna. La temperatura osciló entre 12° y 15°C. El viento fue casi despreciable y la humedad del 30%.

OBSERVACIONES	FECHA DE BESSELL	NÚMERO DE OBSERVACIONES	VALOR MEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ERROR ESTÁNDAR MEDIO
Tiempo de deriva	2011,589	12	30,36	0,15	0,04
Separación	2011,589	12	1,5	0,0	0,0
Ángulo de posición	2011,589	18	331,4	0,92	0,17
Coseno Declinación: 0,93408			_		
	COMPARACION	DE LOS RESULTADOS	5		
Designación de La estrella	Separación WDS ²³	Separación del autor	AP WDS ²³	AP del autor	
WDS 21287+7034	11,4	11,9	332	331	
	DECEDENCIAS		_	CED.	۸D
14/11/	REFERENCIAS		_	JEP	AP
William Herschel (MacEvoy 2011) ¹² 1800 c	lata			6,0	329
C C D M Catalog ⁶ 1951 data				11,9	325
Washington Double Star (Worley+ 1996) ²³	1984 data			11,4	329
Journal of Double Star Obs. (Arnold 2003)				11,85	329,9
Eagle Creek Observatory (Muenzler 2003)	17			11,9	325
Journal of Double Star Obs. (Arnold 2006) ²	25			11,85	329,9
Washington Double Star (Worley+ 1996) ²³	11,5	332			
Journal of Double Star Obs. (Schlimmer 20	11,54	331,6			
SKY X 2011 (data from Hipparchos satellite	e) ²⁰			11,5	330
Medidas por el autor 2011,589				11,9	331

La escala lineal fue orientada con las coordenadas celestes usando la estrella primaria. Tras la orientación se realizaron 12 medidas de tiempos de deriva, de las cuales se calculó una constante de escala de 7,11 segundos de arco por división.

Agradecimientos

La generosa ayuda por parte de Russell Genet, Profesor Adjunto de Astronomía en la Universidad de Cuesta, ha sido fundamental en la ejecución de este trabajo. Muchas gracias también a Thomas Frey por sus revisiones y comentarios. **(?**

Referencias

- Arnold, D., 2009, *Divinus Lux report #16*, Journal of Double Star Observations, vol. 5, nº 1.
- Bell, R., 2011, Stargazer Online, www.richardbell.net
- Burton, J., 2011, Astrogeek Observatory (www.astrogeek.org)
- Daley, J., 2006, *Double Star Measures for the year 2005*, Journal of Double Star Observations, vol. 2, n° 2.
- Daley, J., 2007, *Double Star Measures for the year 2006*, Journal of Double Star Observations, vol. 3, nº 2.
- Dommanget, J., Nys O., Catalogue des composantes d'étoiles doubles et multiples 2002
- Frey, T., 2008, Visual Double Star Measurement with an Altazimuth Telescope, Journal of Double Star Observations, vol. 4, n° 2.
- Frey, T., Bensel, H., Bensel, R., Mulle, F., Gasik, R., Ruppe, M., Scimeca, D., Johnson, J., Medley, D., 2009, Visual Measurements of the Neglected Star ARY 52 at the Pine Mountain Observatory Summer Science Workshop 2009, Journal of Double Star Observations, vol. 5, nº 4.
- Hog, E., Baessgen, G., Bastian, U., Egret, D., Fabricius, C., Grossmann, V., Halbwachs, J., Makarov, V., Perryman, M., Schwekendiek, P., Wagner, K., Wicenec, A., 1997, *The Tycho Catalogue*, 2011 from its website www.rssd.esa.int
- Heijen, M., Star Observer website (www.starobserver.eu) 2008,
- Hoffleit, D., Warren W., 1991, *The Bright Star Catalogue*, 5th Revised Edition, Yale University

MacEvoy, B., 2011, William Herschel's Double Star Catalogs Restored.

- Martín, E., 2009, *CCD Double Star Measurements*, Journal of Double Star Observations, vol. 5, nº 1.
- Mason, B., Wycoff, G., Hartkopf, W., Douglass, G., Worley, C., 2011, *Washington Double Star Catalog*
- Muller, R., Cerosimo, J., Miranda, V., Martinez, C., Cotto, D., Rosado-de Jesus, I., Centeno, D., Rivera, L., 2007, *Observation Report 2005*, Journal of Double Star Observations, vol. 3, nº 2.
- Muller, R., Cerosimo, J., Miranda, V., Martinez, C., Carrion, P., Cotto, D., Rosado-de Jesus, I., Centeno, D., Rivera, L., 2007, *Observation Report 2003-2004*, Journal of Double Star Observations, vol. 3, nº 1.
- Muenzler, K., 2003, *Eagle Creek Observatory* (www.eaglecreekobservatory.org)
- Myers, J., Sande, C., Miller, A., Warren, W., Tracewell, D., 2002, *Sky 2000 Master Star Catalog*, Goddard Space Flight Center, Flight Dynamics Division.
- Perez, J., 2005, Belt of Venus website (www.perezmedia.net)
- Perryman, M., Lindegren, L., Kovalevsky, J., Hog, E., Bastian, U., Bernacca, P., Creze, M., Donati, F., Grenon, M., Grewing, M., van Leeuwen, F., van der Marel, H., Mignard ,F., Murray, C., Le Poole, R., Schrijver, H., Turon, C., Arenou, F., Froeschle, M., Petersen, C., 1997, *The Hipparcos Catalogue*, 2011 from its website www.rssd.esa.int
- SAO Staff, (1996) Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalog.
- Schupmann, L., 2009, Ludwig Schupmann Observatory Measures of Large *Am Pairs – Part Three*, Journal of Double Star Observations, vol. 5, n° 3.
- Worley, C.E., Douglass, G.G 1996, The Washington Visual Double Star Catalog.
- Worley, C., Douglass, G., 2006, The Washington Double Star Catalog.
- Arnold, D., 2006, *Divinus Lux Observatory Bulletin: Report* 1, Journal of Double Star Observations, vol .2, nº 1.
- Benedict, F., Harrison, T., vanAltena, W., 2002, *Astrometry with the Hubble Space Telescope*, The Astronomical Journal, vol. 124, n° 3.
- Schlimmer, J., 2010, Double Star Measurements Using a Webcam, Journal of Double Star Observations, vol. 6, n° 3.

GRB 34 (Gliese 15): doble de alto movimiento propio y las dificultades de identificación de la componente C

Óscar Lleixà Subirats

http://laorilladelcosmos.blogspot.com

correo-e: almach.olls@yahoo.es

Este artículo muestra la dificultad que representa la identificación de componentes secundarias a lo largo de los años cuando nos encontramos ante una estrella doble con un alto movimiento propio. Un buen ejemplo es GRB 34 (Gliese 15). This paper shows the difficulty of identifying secondary components over the years with a double star of high proper motion. A good example is GRB 34 (Gliese 15).

A PRINCIPIOS DE AGOSTO DE 2011 leí en un post del foro de la Asociación Astronómica Hubble un reporte de observación⁽¹⁾ donde, entre otros objetos, se mencionaba a la estrella doble Groombridge 34 (GRB 34) en la constelación de Andrómeda. Esta pareja me llamó especialmente la atención debido a la clase espectral de sus dos componentes, M2V para la principal y M6V para la secundaria, lo que significaba que observadas por el telescopio podían representar un bonito espectáculo de colores rojizos. Me anoté visitarla a la primera ocasión que tuviera.

Lo primero que hice fue consultar la web del WDS⁽²⁾ en busca de los datos que aparecían para esta doble, y cuál fue mi alegría al comprobar que no sólo era una doble, sino que existía una tercera componente (tabla 1). Más alicientes para su observación.

La débil magnitud de las estrellas secundarias no me asustaba especialmente, ya que durante el mes de agosto tenía la oportunidad de observar con mi SC de 235 mm, una abertura respetable para afrontar estrellas débiles, sin embargo sí que me llamó la atención la gran separación entre la componente A y la C. Con lo que no contaba era que durante todo el mes sufriría día sí, día también, la presencia de nubes bajas que me impedirían sacar el telescopio la mayoría de los días. Una noche que había montado el telescopio vi que las típicas nubes bajas costeras del litoral habían empezado, otra vez, a adueñarse del cielo. En cuestión de minutos no quedaría ni un cachito de cielo despejado. Como tenía montada la cámara Nikon D70S a foco primario del SC de 235 mm, decidí, por lo menos, intentar echarle una foto a GRB 34 antes de verme en la obligación de concluir la sesión de observación. El resultado fue el mostrado en la figura 1 (página siguiente).

Y aquí empezó, al menos para mí, un nuevo misterio *doblístico*.

Según los datos que había conseguido del catálogo del WDS, el brillo de las dos componentes secundarias era similar, sin embargo, en mi fotografía se aprecia claramente que la estrella de color azul, que identifico como la componente C (la clase espectral M dada para A y B significa que tienen que ser rojizas), es mucho más brillante que B.

Me pregunto si estoy ante un caso similar a la HJ1166 en Leo Minor⁽³⁾, donde el catálogo del WDS mostraba la magnitud de su tercera componente con un valor equivocado. Así que para salir de dudas recurro otra vez a esta sensacional herramienta que es Aladin⁽⁴⁾ para intentar resolver el nuevo misterio. La

ID_WDS	DD	COMP.	AÑO 1ª y ÚLTIMA MEDIDA	Nº MEDICIONES	THETA (º)	RHO (")	V1/V2
00184+4401	GRB 34	AB	1860 2007	111	53/65	40,1/34,8	8,31/11,36
00184+4401	GRB 34	AC	1904 1998	12	113/258	34,7/248,0	8,31/11,83

Tabla 1



Figura 1. GRB 34 tomada por el autor.

fotografía que aparece del sistema se muestra en la figura 2.

Mido la separación entre la componente A y la B y obtengo 34" con un ángulo de posición de 64,6°. La magnitud de B es 11,04. Todo esto coincide con los datos del WDS.

Voy a medir la A y la C, y aquí viene la verdadera sorpresa. Obtengo una separación de 91,38" con un ángulo de posición de 126,7°. Y la magnitud de C es 10,1. Absolutamente nada que ver con los datos dados por el WDS (Sep. 248"; AP: 258°; Mag. 11,83).

Investigando un poco por Internet veo que GRB 34 también está catalogada como Gliese 15, lo cual significa que es una pareja de estrellas que se encuentra situada muy cercana a la Tierra, más concretamente a 11,624 años luz de distancia, presentando un



Figura 2. Placa del POSSII F-DSS2 de 6 de octubre de 1989 y mediciones utilizando la herramienta "Dist" de Aladin.

alto movimiento propio de 2,87" anuales, por lo que mi primera impresión sería que las componentes A y B constituirían en realidad un par físico, que al moverse juntas por el cielo mantienen una separación y un ángulo de posición similar a lo largo de los años, mientras que la componente C sería una componente de perspectiva que ha ido variando su distancia y su AP con respecto a las dos rápidas viajeras que representan las componentes A y B. Pero esto no explica la diferencia de brillo de la componente C.

Como no soy ningún experto como para interpretar este tipo de cosas, prefiero hacer la consulta en el foro de dobles de la Asociación Astronómica Hubble⁽⁵⁾, donde Ignacio Novalbos⁽⁶⁾, aporta la explicación al enigma.

Efectivamente, las componentes A y B forman un par físico que se mueve muy rápidamente, como muestra la superposición de placas tomadas de Aladin, POSSI de 1954 (azul) y POSSII de 1993 (naranja). Ver figura 3.

Ignacio Novalbos, partiendo de la premisa que la pareja se desplaza 2,87" al año, hace una regresión y sitúa el par en el lugar donde debería encontrarse en el año 1904, época en que se tomó la primera medida que aparece en el WDS con los siguientes datos: AC – Sep. 34,7"; AP: 113°. La cosa quedaría más o menos como se representa en la figura 4 (página siguiente).

La estrella azul que identifiqué como componente C en la fotografía que tomé con mi SC de 235 mm, no es la componente C de la que se tomaron las medidas para el WDS en 1904. La C "original" sería la USNO 1340-0005802 que con una magnitud de 11,71,



Figura 3. Superposición de placas tomadas de Aladin, POSSI de 1954 (azul) y POSSII de 1993 (naranja).



Figura 4

permite encajar perfectamente todas las medidas que aparecen en el catálogo del WDS. Ignacio Novalbos ha resuelto de manera brillante el enigma.

En la figura 5 identifico las estrellas protagonistas en el WDS aprovechando la fotografía de Aladin:



Figura 5

El buen hacer de Ignacio Novalbos no se limitó a la resolución del misterio, sino que además realizó unas mediciones actualizadas con su equipo, acompañadas de un estudio espectroscópico de la componente principal. Considera las componentes A y B las de la pareja propiamente dicha, mientras que la componente C se refiere a la que se midió en un principio, y la D es la "componente" que acompaña actualmente al par (figura 6). Seguidamente transcribo literalmente sus comentarios y resultados.

La figura 7 (página siguiente) es una imagen del campo estelar donde se ubica GRB 34, tomada con un refractor 120/1000 al que se acopló a foco primario, una CCD Atik 16HR, equipada con un espectrógrafo SA-100. Las tomas se realizaron con una tempe-



Figura 6. GRB 34. Imagen tomada por Ignacio Novalbos.

-== GRB 34 AB ==-Fecha: 2011,699 Lugar: OANL Barcelona Condiciones: Seeing 4/5 Instrumento: SW120/1000 f/8,3 Cámara: Atik 16HR (píxeles: 6,45 x 6,45) "/píxel: 2,66405 Delta Matriz: -0,23 Theta 65,27° (sigma theta: 0,41) Med: 65,06 Rho 34,413" (sigma rho: 0,465) Med: 34,138 deltaM=3,24

-== GRB 34 A"D" ==-Fecha: 2011,699 Lugar: OANL Barcelona Condiciones: Seeing 4/5 Instrumento: SW120/1000 f/8,3 Cámara: Atik 16HR (píxeles: 6,45 x 6,45) "/píxel: 2,66405 Delta Matriz: -0,23 Theta 171,52° (sigma theta: 0,16) Med: 171,46 Rho 61,516" (sigma rho: 0,498) Med: 61,581 deltaM=2,12

-=-= GRB 34 AC =--Fecha: 2011,699 Lugar: OANL Barcelona Condiciones: Seeing 4/5 Instrumento: SW120/1000 f/8,3 Cámara: Atik 16HR (píxeles: 6,45 x 6,45) "/píxel : 2,66405 Delta Matriz: -0,23 Theta 258,81° (sigma theta: 0,19) Med: 258,885 Rho 285,607" (sigma rho: 0,386) Med: 285,457 deltaM=5,1

ratura ambiente de 23,5°C y una humedad relativa del 93%. En ella se pueden ver los espectros de orden 0 y orden +1 de casi todas las estrellas visibles.

En la figura 8 (página siguiente) se puede apreciar el perfil espectral de GRB 34A (M2V) y justo debajo su correspondiente espectro, que es el típico de



Figura 7



Figura 8 (arriba) y 9 (abajo)



las estrellas de tipo M, cuya característica principal es que son rojas y frías (T < 3500K).

Como se puede observar en el perfil de la figura 9, el espectro de las estrellas M es muy complejo y contiene miles de líneas de absorción, lo que hace bastante difícil la identificación de los elementos a los que representan. La forma característica del espectro de las estrellas del tipo M viene dada por las moléculas: CN, CH, CO, TiO, VO, MgH, etc. En el espectro que presentamos se pueden apreciar las líneas de absorción de varios elementos y moléculas, así como las líneas telúricas de vapor de agua y oxígeno provocadas por nuestra atmósfera.

Con las dudas resueltas, no es hasta la noche del 8 de septiembre de 2011 cuando puedo apuntar, ya no el SC de 235 mm, sino con el SC de 127 mm a GRB 34 para observarla en visual, y tengo que reconocer que, dejando de lado las disquisiciones que he apuntado hasta ahora, su visión (este 2011) es real-

mente espectacular figura 10, página siguiente).

Los datos de la ficha referentes a la componente C corresponden a 1998 y están referidos a la componente C original, la de 1904, Ésta no aparece en mi dibujo, y cada año que pase se encontrará más alejada del par GRB 34AB. La tercera estrella que aparece en el dibujo se trata de TYC2794-1397-1 (Mag, 10,1), la "D" medida por Ignacio Novalbos.

A 50x ya aparecen perfectamente separadas las tres estrellas en cuestión enmarcadas en un bonito y poblado campo estelar, pero la Luna de esta noche provoca que la componente más débil no se perciba demasiado bien.

> Así que decido poner 69x y la cosa mejora ostensiblemente. Ahora veo la estrella principal con un color amarillo "oro añejo", contrastando espectacularmente con el azul celeste bien marcado de TYC2794-1397-1. Un poco más tímido se muestra el puntito rojo oscuro tétrico a la derecha de la principal en el dibujo, tímido, que no quiere decir que pase inadvertido.

> Decido probar con los 125x, pero las separa-

Nom:	GRB 34 (Gliese15)	
AR:	00h 18,0m	
DEC:	+44° 01'	/
Mag.	8,3 - 11,4 - 11,8	
Separació:	AB - 34,8" / AC - 248"	
AP:	65° / 258°	
Data/Hora:	8.9.2011 214164 T.U.	
Condicions:	415 Seeing. Ras. Hymitat. Lluma 38%	\sim



ciones ya se hacen demasiado evidentes, los colores aparecen más saturados y pierde un poco su encanto. Así que decido dibujarlas a 69x y disfrutar un buen rato con ellas, pensando en todo el proceso seguido hasta aclarar los datos que se ofrecen de GRB 34 y siendo consciente que este trío estelar tan espectacular, sobre todo por sus colores, tiene fecha de caducidad. En unos cuantos años, la estrella azul (TYC2794-1397 -1) quedará atrás, al igual que ha quedado atrás la componente C que fue medida en 1904. Si se tiene oportunidad, valdrá la pena apuntar nuestro telescopio hacia GRB 34 (Gliese 15): "satisfacción garantizada".

Mis más sincero agradecimiento a **Ignacio Novalbos** por su inestimable aportación, que ha permitido dar respuesta a mis interrogantes de aficionado a la observación de estrellas dobles; así como a todas las fuentes (Foro de la Asociación Astronómica Hubble, Brian Mason y a su equipo del USNO, Centre de Données astronomiques de Strasbourg, OED...) que me han ayudado en todo este interesante y divertido camino, desde que conocí la existencia de GRB 34 hasta que fui capaz de "descubrir" muchos de sus secretos.

Referencias

- http://www.asociacionhubble.org/portal/index.php/foro/ viewtopic.php?t=45374
- http://ad.usno.navy.mil/wds/Webtextfiles/ wdsnewframe1.html
- Lleixà, O., 2011, "Comprobación de la magnitud de la componente C de HJ 1166 (7 LMi)", El Observador de Estrellas Dobles, nº 7, pp. 37-39.
- http://aladin.u-strasbg.fr/java/nph-aladin,pl? script=get+Aladin+V*+GX+And+11arcmin% 3Bget+simbad+V*+GX+And+11arcmin&from=Sim bad4&x=59&y=63
- http://www.asociacionhubble.org/portal/index.php/foro/ viewtopic.php?f=63&t=45385
- http://oanlbcn.blogspot.com/

La reducción astrométrica sobre imágenes POSS-II: métodos de reducción y su influencia sobre las medidas de theta y rho

Ignacio Novalbos Cantador

Agrupación Astronómica de Sabadell (AAS)
 correo-e: O.A.N.L.Barcelona@gmail.com

En el trabajo que se presenta a continuación, mostraremos un estudio que compara los resultados obtenidos con los diferentes métodos y softwares de reducción astrométrica, utilizados habitualmente por los aficionados. El objetivo es evaluar y analizar la precisión de las medidas obtenidas, con cada uno de ellos, sobre imágenes digitalizadas de las placas del POSSII. In the work presented below, we will show a study that compares the results obtained with different methods and astrométric reduction software, commonly used by amateurs. The objective is to evaluate and analyze the accuracy of the measurements obtained with each of them, on POSSII digitized images.

Introducción y objetivo

EL SIGUIENTE ESTUDIO surge a raíz del proyecto OAG Common Proper Motion Wide Pairs Survey, coordinado por el Observatori Astronómic del Garraf (X. Miret, T. Tobal, I. Novalbos).

Durante el desarrollo de dicho proyecto se plantean ciertas dudas acerca de qué metodología y qué aplicaciones informáticas resultan más adecuadas para calibrar y obtener la astrometría relativa de los nuevos pares localizados por los observadores del proyecto sobre las placas del Palomar Observatory Sky Survey II-J, descargadas desde el Observatorio Virtual Aladin, las cuales y debido a su profundidad, empiezan a presentar saturación en estrellas con magnitudes inferiores a la 10^a.

Es entonces cuando surgen las preguntas que dan origen a este trabajo.

- ¿Cuál es el método y software de reducción astrométrica que dota de mayor precisión a nuestras medidas sobre las placas del POSSII-J?

- ¿Qué influencia tendrán los diferentes métodos/ software utilizados sobre las medidas de theta y rho?

Buscando información al respecto, comprobamos que en ningún caso se han tratado y analizado los resultados obtenidos sobre este tipo de placas con los métodos de reducción que habitualmente son utilizados por la mayoría de los astrónomos tanto profesionales como aficionados. Nos planteamos pues, realizar un estudio sobre el proceso de calibrado y reducción, haciendo uso de los diferentes métodos y software disponibles.

Para este estudio nos serviremos de una selección de dobles, extraídas del Catalog of Rectilinear Elements of Visual Double Stars (USNO). La elección de estos pares no es casual, sino que viene motivada por tratarse de sistemas con movimientos bien definidos y elementos muy precisos. Esto nos llevará a calcular unas efemérides muy fiables (con desviaciones mínimas), que nos permitirán poder comparar con gran precisión las medidas calculadas frente a las obtenidas en nuestras mediciones sobre placas tomadas en diferentes épocas. De este modo, intentaremos responder a las preguntas anteriores con un análisis del proceso, así como de las medidas y residuos obtenidos, a partir de la reducción astrométrica realizada sobre imágenes del POSS-II.

Metodología

Siempre que nos iniciamos en una nueva práctica astronómica o cuando hacemos uso de una nueva metodología de trabajo, es importante emplear tiempo para determinar cómo de precisos son nuestros resultados. En el campo de las dobles visuales es conveniente observar un número determinado de dobles de calibración. Las dobles de calibración son pares de estrellas cuyas posiciones se pueden conocer con bastante precisión para cualquier época. Estas dobles de calibración se extraen principalmente del *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars* y del *Catalog of Rectilinear Elements* que es el que nosotros utilizaremos. Después de calcular las efemérides de las dobles de calibración seleccionadas y mediante el uso de los programas de reducción astrométrica más utilizados,

WDS ID R.A. DEC. N V1 V2							EFEMÉRIDES CATALOG V2 RECTILINEAR ELEMENTS				;
							Época	theta	+/-	rho	+/-
00384+0130	BAL 947	00 38 23,51	+01 30 11,8	13	11,10	11,24	2010,0	216,6	0,3	18,973	0,118
07140-0101	BAL 781	07 13 56,15	-01 01 26,6	5	12,15	12,22	2010,0	8,8	0,7	11,859	0,139
14165+0145	HN 1AC	14 16 27,24	+01 45 17,4	8	11,36	11,98	2010,0	144,1	0,2	30,377	0,128
17226+0410	BAL2891	17 22 33,51	+04 09 51,7	10	11,39	11,53	2010,0	20,2	0,2	22,285	0,219
22166+0147	HJ 3102	22 16 36,91	+01 47 28,1	9	11,09	11,40	2010,0	179,3	0,6	14,628	0,202
23514+0225	HJ 3220	23 51 25,97	+02 24 55,4	12	11,35	11,41	2010,0	11,1	0,5	36,371	0,277

Tabla 1. Listado de pares objeto de estudio que cumplen todas las condiciones preestablecidas.

mediremos los parámetros theta y rho sobre las placas extraídas del POSS-II, para a continuación comparar los datos obtenidos con los resultados calculados para la época de observación de cada par. Posteriores estudios estadísticos y matemáticos determinarán la precisión de nuestras medidas.

He aquí un listado que muestra punto a punto la metodología que utilizaremos para la ejecución del estudio:

- Elección de pares objeto a partir del *Catalog of Rectilinear Elements* del USNO.
- Obtención de las imágenes POSS II de cada par.
- Obtención de la época de cada placa a partir de la cabecera FITS.
- A partir de los elementos lineales y mediante una regresión lineal, se calculan los valores "*x*" e "*y*" para el intervalo 2010-1980.
- Partiendo de las coordenadas rectangulares se calculan las coordenadas polares (theta y rho) para el intervalo 2010-1980, corrigiendo el valor de theta por el cuadrante.
- Se evalúa la precisión de los cálculos graficando "x/y" vs época y "theta/rho" vs época, ajustando los valores a una recta y analizando el valor R cuadrado de la línea de tendencia.
- Se confirma la precisión de los cálculos para theta y rho a partir los residuos obtenidos entre las efemérides calculadas y las que presenta el CRE para intervalos de 5 años.
- Se calculan las constantes de calibración para cada una de las placas a partir de Astrométrica + USNO A2.
- Se obtiene astrometría relativa para cada par con diferentes software/métodos de reducción astrométrica.
- Se evalúan y comparan los resultados obtenidos con cada software/método.

Pares objeto del estudio

Los pares objeto del estudio, se han seleccionado de entre los 1176 existentes en el Catalog of Rectilinear Elements of Visual Double Stars (v. 2009.2) (USNO). Es obvio que no podemos utilizar cualquier doble que esté en el Catálogo de Elementos Lineales. Debemos tener cuidado en la elección de las binarias adecuadas. Siempre hay que tomar precauciones para obtener buenas dobles que nos sirvan de "baliza", así que preferentemente escogeremos dobles con mediciones distribuidas en el mayor intervalo de tiempo posible, con pequeñas dispersiones en las medidas, etc.

Para seguir con una sistemática de trabajo y analizar los resultados obtenidos sobre pares similares a los que nos vamos a ir encontrando durante la primera fase del *survey*, elegimos pares con magnitudes superiores a la 11^a para ambas componentes y declinaciones comprendidas entre los -20° y los $+20^{\circ}$. Aunque más adelante y tal como vaya avanzando el proyecto, quizás debamos ampliar el estudio a pares situados en otras declinaciones.

Para la elección de los pares más adecuados para este estudio se han establecido los siguientes criterios:

- Pares con Mag V>11 para ambas componentes (evitar la medición de estrellas excesivamente saturadas): **61 pares (5,2%)**.

- Pares con Dec. entre -20° y $+20^{\circ}$ (zona ecuatorial proyecto OAGCMPS): **15 pares (1,3%)**.

- Pares con errores en efemérides calculadas por el Catalog of Rectilinear Elements <1° en AP y < 0,5": 7 pares (0,6%).

- Pares con valores para rho >10" (medir sobre estrellas lo suficientemente separadas en las placas). **6 pares**.

-Como filtro final, consideramos que, para evitar usar dobles cuyos elementos lineales se basen en muy pocas mediciones, los pares finales deben disponer de un número significativo de mediciones históricas, fijando como valor de corte N>5. Una vez recibimos los reportes históricos del WDS constatamos que en lo que respecta a ese particular, todos los pares seleccionados pasan el filtro, por lo que el listado de pares a estudiar queda como se ilustra en la tabla 1.

Las imágenes

Todas las imágenes utilizadas han sido descargadas desde la base de datos del STScI, a través de su servidor ubicado en Baltimore (U.S.) y provienen del Digitized Sky Survey. El principal motivo de que sean estas y no otras, es que son las placas digitalizadas que

BAL 947	STScl_POSS2UKSTU_Red_00-38-24.00_+01-30-00.0
BAL 781	STScl_POSS2UKSTU_Red_07-13-56.19 01-01-24.8
HN 1AC	STScI_POSS2UKSTU_Red_14-16-30.00_+01-45-00.0
BAL2891	STScl_POSS2UKSTU_Red_17-22-36.00_+04-10-00.0
HJ 3102	STScI_POSS2UKSTU_Red_22-16-36.00_+01-47-00.0
HJ 3220	STScl_POSS2UKSTU_Red_23-51-24.00_+02-25-00.0

Tabla 2. Origen de las placas de las dobles estudiadas.

utilizamos para hacer la astrometría relativa en el entorno del proyecto que da origen a este artículo. El Digitized Sky Survey compila un conjunto de foto-grafías en bandas E, V, J, R, N provenientes del POSSII (Palomar Observatory Sky Survey II), obtenidas con el UK Schmidt Telescope (UKST) de 48" (1200mm), operado por el Observatorio Astronómico de Australia (anteriormente el Observatorio Anglo-Australiano) situado en Siding Spring, Australia. Las placas originales de 6,5 x 6,5 grados son escaneadas y dan para el POSS-II una escala de alrededor de 1,1" por píxel. Las imágenes POSSII-Red (630-700nm) utilizadas, fueron tomadas entre 1987-98 (J2000) y tienen un tamaño de 768x768 píxeles (16bits) abarcando un campo de unos 15x15 minutos de arco. La magnitud límite para estas placas se sitúa en torno a la 20,8.

En la tabla 2 se relacionan las referencias y coordenadas de las 6 imágenes descargadas.

Cálculo de Efemérides

Como ya se ha comentado, en este estudio realizaremos la astrometría relativa sobre placas del POSSII. Cada una de las placas está tomada en una época diferente y en ningún caso coinciden con las épocas para las efemérides que nos proporciona el Catalog of Rectilinear Elements. Con el objeto de dotar de la mayor precisión posible a nuestro estudio, deberemos conocer con gran exactitud los valores de theta y rho para la época en la que fueron tomadas cada una de las placas. Y qué mejor manera de conocerlos que calculándolos nosotros mismos.

Como punto de partida para nuestros cálculos, tomamos los elementos lineales que para cada uno de los pares nos da el catálogo (tabla 3).

Haciendo uso de las fórmulas

$$x = x_a (t-t_0) + x_0$$

 $y = y_a (t-t_0) + y_0$

y mediante una regresión lineal, calculamos los valores de "x" e "y" en intervalos de 0,5 años, para el periodo 2010-1980. De esta manera podremos ajustar mucho más las efemérides calculadas a las épocas de las placas con las que trabajaremos. Un posterior análisis del ajuste lineal también nos resultará de utilidad para verificar cómo de precisos son nuestros cálculos. Una vez obtenidos los valores de "x" e "y", convertimos coordenadas rectangulares en polares mediante las siguientes expresiones:

rho = Raiz(
$$x^2 + y^2$$
)
theta = arctg (-y/x)

Calculamos los valores de theta y rho para cada una de las épocas tabuladas, en intervalos de 0,5 años, corrigiendo el valor de theta por el cuadrante. Con esta operación obtenemos los valores theta y rho de los pares para la época de cada una de las imágenes sobre las que posteriormente mediremos (ver tabla 4, página siguiente).

Seguidamente y con el objeto de poder evaluar la precisión de nuestros cálculos, graficamos los datos obtenidos y los ajustamos a una recta para comprobar

חח	Xo	X _A	Yo	Y _A	To	RHO₀	THETA₀
00	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
RAL 047	-2,664223	-0,021999	-1,384188	0,042342	1617,387	3,002	297,45
DAL 341	0,193818	0,000583	0,206333	0,00062	0,01	0,197	3,89
BAL 781	5,310282	0,007829	-1,887678	0,022025	2456,369	5,636	70,43
DAL /01	0,382692	0,000751	0,358334	0,000704	0,01	0,38	3,67
HN 1AC	-5,918252	0,047859	15,575843	0,018185	1513,899	16,662	200,8
	0,307658	0,000696	0,324397	0,000734	0,02	0,322	1,07
BAI 2801	-6,116268	0,053455	-5,465692	-0,059818	1751,713	8,203	311,78
DAL2091	0,063766	0,000320	0,251954	0,001265	0,01	0,174	1,35
LI 2102	-7,107194	-0,018479	6,003492	-0,021876	2404,232	9,303	229,81
HJ 3102	0,25092	0,000513	0,333161	0,000681	0,009	0,288	1,86
LI 2220	21,087496	-0,028467	-13,20597	-0,045457	1515,297	24,881	57,94
HJ 3220	0,471982	0,001176	0,371912	0,000927	0,039	0,446	0,93



				Corrección 270º	
Época (T)	X	У	theta	theta corr.	rho
2010,0	-11,301316	15,239832	53,440685	216,6	18,973
2009,5	-11,290317	15,218661	53,429270	216,6	18,949
2009,0	-11,279317	15,197490	53,417826	216,6	18,926
2008,5	-11,268318	15,176319	53,406354	216,6	18,902
2008,0	-11,257318	15,155148	53,394853	216,6	18,879
2007,5	-11,246319	15,133977	53,383323	216,6	18,855
2007,0	-11,235319	15,112806	53,371765	216,6	18,832
2006,5	-11,224320	15,091635	53,360178	216,6	18,808
2006,0	-11,213320	15,070464	53,348561	216,7	18,784
2005,5	-11,202321	15,049293	53,336916	216,7	18,761
2005,0	-11,191321	15,028122	53,325241	216,7	18,737
2004,5	-11,180322	15,006951	53,313537	216,7	18,714
2004,0	-11,169322	14,985780	53,301803	216,7	18,690
2003,5	-11,158323	14,964609	53,290040	216,7	18,667
2003,0	-11,147323	14,943438	53,278246	216,7	18,643
2002,5	-11,136324	14,922267	53,266424	216,7	18,620
2002,0	-11,125324	14,901096	53,254571	216,7	18,596
2001,5	-11,114325	14,879925	53,242688	216,8	18,573
2001,0	-11,103325	14,858754	53,230775	216,8	18,549
2000,5	-11,092326	14,837583	53,218832	216,8	18,525
2000,0	-11,081326	14,816412	53,206858	216,8	18,502

Tabla 4

cuál es la tendencia de las medidas así como las posibles desviaciones (figuras 1 y 2, página siguiente).

Software/Métodos utilizados para la reducción astrométrica

Astrometría absoluta y constantes de calibración

- Astrométrica

Usando el catálogo USNO-A2.0, se realiza una reducción astrométrica que da como resultado:

- La astrometría absoluta de las componentes.

- El cálculo de las constantes de calibración (Ángulo Rotación y Escala de píxel). Ver figuras 3 y 4 y tabla 5 (página siguiente).

Astrometría relativa a partir de la astrometría absoluta

- RecToPol:

A partir de la astrometría absoluta obtenida con Astrométrica, obtenemos la astrometría relativa de cada par con la aplicación *RecToPol* (figura 5, página 141), la cual nos permite calcular el ángulo de posición (AP=theta) y la separación (SEP=rho) para cada uno de los sistemas (tabla 6, página 141). Medición directa sobre las imágenes

- Fv (figura 6, página 141):

-Optimización de las imágenes parametrizando para su visualización: Colors> Continous>Spectrum>Invert

Colortable>Linear.

-Determinación manual del centroide con ayuda de la herramienta:

Contour Map>Contours20>Scale Linear>Resolution Médium.

-Obtención de la astrometría relativa usando la herramienta **Ruler** (media de 5 medidas por par). Ver tabla 7 (página 142).

- Aladín v6.0 (figura 7, página 142):

- Optimización de la imagen haciendo uso del filtro Tophat nivel 4 que utilizamos para uniformizar el fondo de las imágenes y resaltar los objetos de interés en zonas de poco contraste.

- Determinación manual del centroide aplicando zoom 8x (es más precisa).

-Obtención de la astrometría relativa con la herramienta **Dist** (media de 5 medidas por par).Ver tabla 8 (página 142).

- Reduc (figura 8, página 142):

A partir de las constantes de calibración obtenidas con *Astrometrica* (ángulo de rotación de la cámara, con signo contrario al obtenido por Astrométrica), se obtie-



Figura 3 (arriba) y 4 (derecha).

30-00.0~1.fits): 70 of 75 Reference Stars used: dmag = 0.41mag

	ASTROMÉTRICA	A (USNO-A2.0)	ŀ	A	E	3
	A, ROTACIÓN	"/PÍXEL	AR	DEC	AR	DEC
BAL 947	+0,17	1,02	00 38 23,550	+01 30 13,49	00 38 22,735	+01 29 57,24
BAL 781	+0,08	1,01	07 13 56,190	-01 01 28,34	07 13 56,209	-01 01 11,87
HN 1AC	-0,09	1,01	14 16 27,162	+01 45 16,16	14 16 28,470	+01 44 52,06
BAL 2891	-0,18	1,01	17 22 33,550	+04 09 52,26	17 22 34,013	+04 10 12,43
HJ 3102	-0,09	1,01	22 16 36,915	+01 47 32,43	22 16 36,924	+01 47 12,75
HJ 3220	+0,13	1,02	23 51 25,990	+02 24 54,78	23 51 26,404	+02 25 29,42

Tabla 5

ne la astrometría relativa para cada uno de los pares estimando los centroides de las componentes de manera manual (ver tabla 9, página 142).

— Surface:

Reducción de las imágenes con la herramienta Surface integrada en el paquete Reduc (medición por ajuste de una superficie tridimensional, útil en estrellas saturadas y muy próximas). Ver tabla 10, página 143.

Conclusiones

Ante todo aclarar que no es nuestra intención, ni el objetivo de este trabajo, establecer una comparativa de cuál de los métodos de reducción evaluados es el mejor, ya que la experiencia nos dice que cada uno de ellos da los mejores resultados para una tipología determinada de imágenes. Nuestro objetivo es averiguar cuál de ellos es el que mejor resultado nos proporciona para las imágenes del POSS-II. Así pues, vamos a pasar a comentar los resultados obtenidos con cada uno de los software/métodos utilizados sobre nuestro listado de pares objetivo.

Como norma general, los errores en el ángulo de posición dependen de la separación de las componentes, pero para pares separados por más de 5-10 segundos de arco, habitualmente se admiten errores de hasta 1-2 grados. Para la separación, generalmente son admitidos errores de hasta varias décimas de segundo de arco (0,1x segundos de arco).

En primer lugar mostraremos los residuos C-M para theta (tabla 11 y figura 9, ambas en página 143) y rho (tabla 12 y figura 10), obtenidos al comparar los valores de las efemérides calculadas para cada una de las dobles, con los valores obtenidos al realizar nuestras mediciones con cada uno de los diferentes software/métodos de reducción evaluados (tabla 11, página 143).

Con un primer análisis de los resultados, podemos afirmar, sin ningún tipo de duda, que las mayores desviaciones corresponden a los resultados obtenidos con **"RecToPol"**, lo cual con casi total seguridad se debe a la falta de precisión de Astrometrica a la hora de estimar el centroide sobre las estrellas saturadas de las imágenes del POSSII-J.

Si continuamos en orden de precisión creciente, observamos cómo los residuos derivados de las mediciones efectuadas con el software "fv" mejoran de manera apreciable los obtenidos a partir de la astrometría absoluta, pudiendo ya ser aceptados dentro de los márgenes de error habitualmente permitidos.

Las medidas realizadas con **"Surface"** mejoran incluso las obtenidas con **"fv"** y presentan valores para los residuos de theta y rho del orden de décimas. Aunque sin duda alguna los dos software/ métodos que presentan menores residuos entre las efemérides calculadas y nuestras medidas, (y por lo tanto los que mayor precisión ofrecen) son "**Reduc**" y la herramienta "**Dist**" de Aladin.¿El motivo? Nuestra conclusión es que "**Ojos y cerebro trabajando coordinados, nos proporcionan resultados más precisos que cualquier otro método sintético**", basado en cálculos y estimaciones matemáticas. La gran precisión conseguida con "**Reduc**", similar a la conseguida al trabajar manualmente con la herramienta "**Dist**", es debida casi con total seguridad, a la componente "humana" que introducimos en el proceso, al identificar los fotocentros estelares de forma manual.

Como prueba final presentamos la grafica con las desviaciones estándar de los errores obtenidos para theta y rho, con cada uno de los métodos de reducción evaluados (figura 11, página 144).

Agradecimientos

Mi agradecimiento a Tòfol Tobal y Xavier Miret, compañeros de aventuras en el OAG, a los que debo mucho más de lo que ellos imaginan por animarme a hacer este trabajo. Asimismo, me gustaría dar las gracias a Francisco M. Rica Romero (Coordinador de la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA) tanto por su ayuda como por las valiosísimas sugerencias que me ha prestado durante la elaboración de este estudio. También quisiera dedicar este trabajo a mis amigos del foro de dobles de la Asociación Astronómica Hubble. @

Referencias

- Losse F., Reduc, programa de reducción: http:// www.astrosurf.com/hfosaf/
- W.I., Douglass, G.G., et Worley, C.E. 2001: Double Star Catalog (WDS), USNO-B1.0 y UCAC2, Observatorio Naval de los Estados Unidos
- http://ad.usno.navy.mil/wds/
- Bonnarel F., Fernique P., Bienayme O., Egret D., Genova F., Louys M., Ochsenbein F., Wenger M., Bartlett J.G., *The ALADIN interactive sky atlas. A reference tool for identification of astronomical sources*, Astron. Astrophys., Suppl. Ser., 143,
- 33-40 (2000) April(I) 2000.
- SIMBAD, CDS, Estrasburgo, Francia.
- Digitized Sky Survey (DSS), Space Telescope Science Institute under U.S. Government
- Imágenes del Palomar Mountain Telescope y el UK Schmidt Telescope.
- Two Micron All Sky Survey. 2MASS
- Solano E., et al.: Private communications 2010-11
- "This research has made use of the Spanish Virtual Observatory supported from the Spanish MEC through grant AyA2008-02156"
- Rica F.M.: Private communications 2010
- fv: FITS Viewer and Editor (version 5.3)

📕 Conversion of RAs & Decs to PA & Sep 📃 🗖 🔀		Efem	érides	Rect	oPol	C)-C
Co-ordinates of the Primary Star Right Ascension: hh mm ss.ss 14 16 27.162		theta	rho	theta	rho	theta	rho
Declination: ±dd mm ss.s 01 45 16.16	BAL 947	217,10	17,914	216,95	20,332	-0,16	2,418
Co-ordinates of the Companion Star Right Ascension: hh mm ss.ss 14 16 28.470	BAL 781	7,77	12,272	0,99	16,472	-6,78	4,200
Declination: ±dd mm ss.s 01 44 52.06	HN 1AC	144,94	29,695	140,86	31,071	-4,07	1,376
Differences Right Ascension: h m s 0 0 1.3080	BAL 2891	19,16	21,319	18,95	21,326	-0,20	0,007
Declination: d m s -0 0 24.100	HJ 3102	177,95	15,064	179,61	19,680	1,65	4,616
Polar Co-ordinates Position Angle: degrees 140.864	HJ 3220	12,44	35,504	10,16	35,191	-2,28	-0,313
Separation: seconds of arc 31.071	Desviación E	stándar				3,07	2,076
Convert Quit	Media					-1,97	2,051
Figura 5				Tabla 6			



	Efemérides		f	v	0-C	
	theta	rho	theta	rho	theta	rho
BAL 947	217,10	17,914	217,83	17,917	-0,72	-0,003
BAL 781	7,77	12,272	6,88	12,641	0,89	-0,369
HN 1AC	144,94	29,695	144,69	30,052	0,24	-0,356
BAL 2891	19,16	21,319	18,75	21,558	0,40	-0,239
HJ 3102	177,95	15,064	177,58	15,106	0,37	-0,042
HJ 3220	12,44	35,504	12,80	35,570	-0,36	-0,066
Desviación Estánd	ar				0,58	0,163
Media					0,14	-0,179

Figura 6 (arriba) y tabla 7 (abajo).



Figura 7 (izq.), Tabla 8 (abajo).

	Efemérides		Ala	Aladin)-C
	theta	rho	theta	rho	theta	rho
BAL 947	217,10	17,914	217,08	17,914	-0,02	0,000
BAL 781	7,77	12,272	7,68	12,310	-0,09	0,038
HN 1AC	144,94	29,695	144,92	29,736	-0,02	0,041
BAL 2891	19,16	21,319	19,24	21,388	0,08	0,069
HJ 3102	177,95	15,064	177,90	14,992	-0,05	-0,072
HJ 3220	12,44	35,504	12,50	35,570	0,06	0,066
Desv Estándar					0,07	0,053
Media					-0,01	0,024



Figura 8 (izq.), Tabla 9 (abajo).

	Efemérides		Rec	Reduc		D-C
	theta	rho	theta	rho	theta	rho
BAL 947	217,10	17,914	217,21	17,824	-0,11	0,090
BAL 781	7,77	12,272	7,91	12,208	-0,14	0,064
HN 1AC	144,94	29,695	144,78	29,787	0,16	-0,092
BAL 2891	19,16	21,319	19,35	21,408	-0,19	-0,089
HJ 3102	177,95	15,064	177,83	15,158	0,12	-0,094
HJ 3220	12,44	35,504	12,47	35,522	-0,03	-0,018
Desv Estándar Media					0,14 -0,03	0,083 -0,023

	Efemérides		Surf	Surface		O-C	
	theta	rho	theta	rho	theta	rho	
BAL 947	217,10	17,914	216,69	17,750	0,41	0,164	
BAL 781	7,77	12,272	7,29	11,890	0,48	0,382	
HN 1AC	144,94	29,695	145,01	29,295	-0,07	0,400	
BAL 2891	19,16	21,319	18,90	21,238	0,26	0,081	
HJ 3102	177,95	15,064	178,14	15,389	-0,19	-0,325	
HJ 3220	12,44	35,504	12,71	35,906	-0,27	-0,402	
Desviación Estái	ndar				0,32	0,344	
Media					0,10	0,050	

Tabla 10

	C-M theta							
	RectoPol	fv	Aladin	Reduc	Surface			
BAL 947	-0,16	-0,72	-0,02	-0,11	0,41			
BAL 781	-6,78	0,89	-0,09	-0,14	0,48			
HN 1AC	-4,07	0,24	-0,02	0,16	-0,07			
BAL 2891	-0,20	0,40	0,08	-0,19	0,26			
HJ 3102	1,65	0,37	-0,05	0,12	-0,19			
HJ 3220	-2,28	-0,36	0,06	-0,03	-0,27			

Tabla 11



Figura 9

C-M rho							
RectoPol	fv	Aladin	Reduc	Surface			
2,418	-0,003	0,000	0,090	0,164			
4,200	-0,369	0,038	0,064	0,382			
1,376	-0,356	0,041	-0,092	0,400			
0,007	-0,239	0,069	-0,089	0,081			
4,616	-0,042	-0,072	-0,094	-0,325			
-0,313	-0,066	0,066	-0,018	-0,402			
	RectoPol 2,418 4,200 1,376 0,007 4,616 -0,313	RectoPol fv 2,418 -0,003 4,200 -0,369 1,376 -0,356 0,007 -0,239 4,616 -0,042 -0,313 -0,066	C-M rho RectoPol fv Aladin 2,418 -0,003 0,000 4,200 -0,369 0,038 1,376 -0,356 0,041 0,007 -0,239 0,069 4,616 -0,042 -0,072 -0,313 -0,066 0,066	C-M rho RectoPol fv Aladin Reduc 2,418 -0,003 0,000 0,090 4,200 -0,369 0,038 0,064 1,376 -0,356 0,041 -0,092 0,007 -0,239 0,069 -0,089 4,616 -0,042 -0,072 -0,094 -0,313 -0,066 0,066 -0,018			

Tabla 12




Solicitar informes de estrellas dobles al WDS

Francisco M. Rica Romero

- Agrupación Astronómica de Mérida (España)
- Coordinador de la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA (Argentina)
- correo-e: frica0@gmail.com

Cuando realizamos un estudio de una estrella doble, necesitamos conocer sus mediciones históricas entre otras cosas, simplemente para documentarnos o para hacer un estudio dinámico. Esta información puede ser solicitada a los astrofísicos del USNO, quienes mantienen el conocido catálogo WDS. En este artículo explicaré cómo solicitar esta información.

EN EL CONOCIDO Washington Double Star Catalog (en adelante WDS, Mason et al. 2001) se nos muestra por cada estrella doble una información básica en una sola línea de texto. Esta información básica incluye el número de mediciones históricas realizadas y los valores para la primera y última medida. Pero estos ficheros de texto que todos tenemos en nuestro PC, no son más que un índice de la enorme base de datos de mediciones que los astrofísicos del Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO) tienen en sus instalaciones. ¿Es posible obtener información de todas y cada una de estas mediciones históricas para una doble? La respuesta es sí. En este artículo explicaremos cómo podemos obtener un informe detallado para las estrellas dobles listadas en el WDS y detallaremos cada una de las partes que componen este informe. De esta forma podremos interpretar correctamente la información incluida en él y sacar el máximo provecho de este imprescindible documento.

Este informe detallado juega un papel importante en los estudios que realizaremos sobre estrellas dobles, especialmente estudios de dinámica.

¿Cómo podemos pedir un informe?

Para obtener un informe completo de una estrella doble debemos contactar con los astrofísicos del USNO: Brian Mason y William Hartkopf que administran el WDS. Para ello podemos hacerlo directamente enviando un correo a los administradores del catálogo WDS (wds@ad.usno.navy.mil) o bien accediendo a su web. Con esta última opción, realizaremos los siguientes pasos:

a- Accede a la web del catálogo WDS: http://ad.usno.navy.mil/wds/wdstext.html.

When we perform a double star study, it is needed to known the historical astrometric measures against others data. These historical data will be useful for documentation purpose or for a dynamical study. It can be requested to the US-NO where some astrophysicists update the well-known WDS catalog. In this article I comment in detail how to request this reports to the USNO.

b- En la sección "*Requests and Acknowledgements*" (Solicitudes y Agradecimientos) haz clic en el enlace "*Data request*" (solicitud de datos). Ver figura 1.

c- Aparecerá un pequeño formulario donde tendremos que facilitar la siguiente información (figura 2, página siguiente).

- Nombre y apellidos (casilla "Please enter your name")
- Nombre de la organización astronómica a la que estemos afiliados (casilla "*Please enter your institution*"). En caso de no pertenecer a ninguna institución astronómica podemos dejar la casilla sin rellenar.
- Nuestro correo electrónico (casilla "and your email address"). Este dato es importante ya que será a esa

Requests and Acknowledgements

Addition of the delta-m information as well as other more significant changes the database and other interested parties is greatly appreciated in our efforts the format of the WDS, missed references, or any other items of interest to y

Information is being added to the database on a continuing basis, and this ed

You may <u>request</u> a reasonable amount of information from the double star ca e-mail.



Figura 1. Hacer clic en el enlace *Data Request* para solicitar un informe sobre una doble.

WDS Requests

If you would like additional information on a particular double star system from the Obsfollowing form. List the Discoverer Name, Number, and comps, plus J2000 coordinate: one star per request form. When the requested coordinate has pairs with orbital inform included. The caption for the figure is found in the "datarequest.key" file.

Back to Washington Double Star Catalog Home Page							

Figura 2. Formulario a rellenar para solicitar un informe.

dirección de correo donde nos llegará el informe sobre la doble solicitada.

- Designación y componentes para la doble (casilla "WDS DISC + COMPS"). Por ejemplo RST4506 AB. Es aconsejable dejar los espacios en blanco correspondientes según el formato de denominación (siglas del descubridor: tres caracteres; número secuencial: 4 dígitos; ejemplo BAL 457 BC).
- Indicar el número identificador del catálogo WDS (casilla "WDS COORDS") por ejemplo 12533-0557.

Tras rellenar los datos pulsemos el botón "Envíar consulta". El informe solicitado generalmente es recibido en menos de dos o tres días (si bien excepcionalmente puede retrasarse hasta una semana). Si vemos que pasada una semana no nos llega el informe, volvamos a intentarlo enviando un correo a Brian Mason o William Hartkopf. Como vemos, este formulario es útil cuando necesitamos los informes de una o varias dobles. Pero y ¿si necesito los informes de una larga lista de objetos (digamos varias decenas)? Usar el formulario e ir introduciendo datos de una en una es algo engorroso y lento. Pues bien, en estos casos es posible contactar, vía e-mail, directamente con los administradores (wds@ad.usno.navy.mil) y especificar en un correo la lista de objetos de interés.

Interpretación del informe

La información recibida por correo electrónico nos indica que en caso de utilizar en algún artículo los datos suministrados debemos incluir la siguiente leyenda en la sección de *Agradecimientos*:

"This research has made use of the Washington Double Star Catalog maintained at the U.S. Naval Observatory."

Su traducción: "Esta investigación ha hecho uso del Washington Double Star Catalog mantenido por el Observatorio Naval de los Estados Unidos". Y agradecen que se les comunique la publicación de cualquier artículo para el que se haya usado la información del informe.

Como anexo al correo del USNO vienen varios archivos de texto plano:

■ datarequest_key.txt: incluye información sobre los cambios de formato sufridos por todos los ficheros del catálogo WDS así como una descripción detallada de las opciones para la columna NOTES (notas), MET-HOD (método), CODE (código) entre otras cosas. El contenido de este documento será siempre el mismo a no ser que haya algún cambio en el formato de los archivos del WDS (cosa que sucede con poca frecuencia).

Wds<nnnn+/-nnnn>_measures.txt: informe DEL SISTEMA ESTELAR solicitado donde encontraremos datos básicos y un listado completo de todas las mediciones históricas, notas, etc. En caso de que la doble fuera orbital también aparecerán sus parámetros orbitales. El nombre del archivo de texto contiene el identificador WDS para la doble (por ejemplo "wds12533-0557_measures.txt" para la doble WDS12533-0557). Al principio de este párrafo he mostrado en mayúsculas "DEL SISTEMA ESTE-LAR" porque realmente este fichero de texto contendrá información para todas las dobles de este sistema. Es decir, que si estamos ante un sistema de tres estrellas podrá aparecer en este informe información para el par AB y AC, por ejemplo.

Nota del autor: Yo suelo abrir estos archivos de texto con el editor WordPad ya que el editor del *Bloc de Notas* de Windows parece tener problemas con los retornos de línea. Por tanto, si se presenta este problema es aconsejable abrir la primera vez el documento con el editor WordPad y guardarlo sin hacer ningún cambio. La próxima vez que se abra, se visualizará correctamente.

El fichero wds<xxxx+-yyyy>_measures.txt

En la figura 3 (página siguiente) se muestra un sencillo ejemplo para este documento. Está dividido en varias partes importantes:

- Titulo del informe: donde podemos ver el identificador WDS de la doble a la que corresponde el informe.
- Datos básicos: nos informa de la designación del descubridor, magnitudes, número de mediciones, movimientos propios, coordenadas precisas, datos básicos de la primera y última medición, etc.
- Listado de Observaciones: nos indica todas las mediciones astrométricas históricas, referencia bibliográfica donde se publicó, telescopio y método usado.
- Listado de Magnitudes diferenciales: si alguien ha obtenido estimaciones de la diferencia de magnitud entre las componentes aparecerá en una lista junto

el observador n.º 8 – 146

con la longitud de onda correspondiente a la fotometría (no mostrada en el documento ejemplo).

Listado de referencias bibliográficas donde se han publicado las mediciones astrométricas, fotometrías diferenciales u órbitas para la doble.

Veamos en detalle cada una de estas partes:

a) Datos Básicos

Los datos básicos se muestran en la figura 4 (página siguiente):

1.- **Identificador WDS** (en el informe "RA & DEC (2000)"): Este identificador está formado por las coordenadas AR y DEC en formato hhmms<signo>ggmm (en el ejemplo "*12533-0557*").

2.- **Designación del descubridor** ("Disc. number"): En el ejemplo RST4506. Está compuesto por las siglas del descubridor (3 caracteres) más el número de la doble dentro de los descubiertos por ese astrónomo (de 1 a 9999).

3.- **Componentes del sistema** ("Comp"): Un sistema estelar puede estar compuesto por dos o más componentes estelares. Cada componente estelar recibe una letra identificativa. Si el sistema tiene solamente dos componentes catalogadas, el caso más habitual, no se indica nada (como en el ejemplo). En caso de que el sistema estelar esté compuesto por tres o más estrellas, entonces se nombran generalmente con las letras A, B, C, etc. También podemos encontrar letras en minúsculas (ver el documento oficial en la siguiente dirección web:

http://www.astroscu.unam.mx/rmaa/ RMxAC..21/PDF/ RMxAC..21_hartkopfmason.pdf

4.- Número de observaciones ("No. Obs."): Indica el número de mediciones realizadas sobre la doble (en el ejemplo se indica que se han realizado cinco mediciones).

5.- **Magnitudes** ("Magnitudes"): Valor para las magnitudes de las componentes primaria (A) y secundaria (B). Estas magnitudes procederán de diversas fuentes aunque generalmente serán estimaciones visuales de observadores que obtuvieron sus resultados hace tiempo; también es frecuente encontrar magnitudes procedentes del preciso catálogo Hipparcos y Tycho-2. En otras ocasiones las magnitudes no son ni siquiera visuales, especialmente si proceden de mediciones de placas fotográficas sensibles al azul o al rojo.

6.- Cuanto es conocido se indica el **tipo espectral** ("Spec. Type") de la primaria e incluso de la secundaria (en el ejemplo no se indica el espectro de las estrellas).

7.- **Movimiento propio** ("PM/1000 yr RA DEC") de la componente **primaria**: es el movimiento propio de

```
WDS Star No. 12533-0557
 RA & DEC Disc.
(2000) Numbe
                                       Magnitudes
A B
                                                                      PM/1000 yr
RA DEC
                         Comp
                                  NO.
                                                          spec.
                                                                                      DM NO.
                                  obs. A 5
5 10.50 10.98
                                                                       RA
              Number
                                                          туре
                                                                       -008+026
12533-0557 RST4506
                                                                                    -05 3592
Precise Position of Primary of System or Subsystem (when available)
RA = 12 53 20.12 Dec = -05 57 00.6
Proper Motion (PM/1000 yr) of Secondary of Subsystem (when available)
RA = -008 Dec = +026
Note? = no
                  orbit? = no
                                      Linear Fit? = no
                                                                 DM? = no
                                                                                Other? = no
             Date Observed
                                     Position Angle
                                                              Separation
First
                  1938
                                           110
                                                                    0.4
Last
                  1991
                                           111
                                                                   0.8
observations
_____
                         Sep. Mag-a Mag-b
0.40 10.5 11.1
0.50 10.5 11.0
0.58 10.3 10.8
                                                        Ref⊂ode
Rst1955
Date
              P.A
                                                  #
3
                                                                    Aperture
                                                                                 Method Codes
             109.5
                                                                        27
27
15
1938.50
                                                                                      А
                                                         Rst1955
             111.0
108.2
117.5
1943.48
1958.63
                                                  132
                                                                                      A
A
                                                         Cou1960a
                                                         Hei1983a
1981.35
                         0.43
                                                                         24
                                                                                      A
T
                         0.801 10.50 10.98
                                                  1
1991.77
             111.4
                                                         TYC2000a
                                                                         07
WDS References
              tech
refcode
                      Author(s)/Reference
              ----
Cou1960a
              А
+С
                      Couteau, P.
                                                                                       J. obs. 43, 1, 1960
              +orb
Hei1983a
                А
                      Heintz, W.D.
                                                                                       ApJS 51, 249, 1983
              +B
              +H
              A
+G
                                                                                       Publ. Univ. Michigan Obs. 11, 1, 1955
Rst1955
                      Rossiter, R.A.
              +H
                      Hog, E., Fabricius, C., Makarov, V.V., Urban,
S., Corbin, T., Wycoff, G., Bastian, U.,
Schwekendiek, P., & Wicenec, A.
TYC2000a
                                                                                       Tycho-2 Cat., A&A 357, 367, 2000
                Tty
```

Figura 3. Archivo de texto "wds12533-0557_measures.txt".

RA & (200	DEC	Disc. Number	Comp	NO. Obs.	Magnit A	udes: B	Spec. Type	PM/1 RA	000 yr DEC	DM	NO.
12533-	-0557	RST4506		5	10.50	10.98	Sec. Jeac	-00	8+026	-05	3592
Precis	se Pos RA =	sition of = 12 53 3	F Priman 20.12	y of	System Dec = -	1 or Su -05 57	ibsystem 00.6	(when	availa	ble)	
Proper	n Mot RA :	ion (PM/: = -008	1000 yr]) of	Seconda Dec = +	ry of -026	Subsyst	em (whei	n avai	lablo	⊇)
Note?	= no	orbi	t? = no	L	inear F	it? =	no Di	M? = no	ot	her?	= no
First Last	I	Date Obso 1938 1991	erved	Po	sition 110 111	Angle	sep	aration 0.4 0.8			

Figura 4. Datos básicos.

la primaria en AR y DEC expresado en milésimas de segundo de arco por año. En el ejemplo, la primaria tiene un movimiento propio de -0,008"/año y +0,026"/ año en AR y DEC respectivamente.

8.- **Coordenada precisa** ("Precise Position of Primary of System or Subsystem"): Aunque el identificador WDS de la doble ya nos indica la coordenada donde está situada, esta coordenadas no tienen gran precisión debido a que proceden de registros históricos antiguos y a que no se muestran con suficientes decimales. Para facilitar la identificación de la doble se ha incluido información actualizada y más precisa de la coordenada para la componente primaria.

9.- **Movimiento propio** para la componente **secundaria** ("Proper Motion (PM/1000 yr) of Secondary of Subsystem"): En caso de conocerse, se especificará el movimiento propio para la componente secundaria expresado en milésimas de segundo de arco por año. En el ejemplo, coincide totalmente con el de la primaria.

10.- **Indicadores varios**: Esta parte del informe nos indica si la doble tiene algún comentario o nota ("*note?*"), si tiene algún parámetro orbital ("*orbit?*") o elemento lineal ("*linear fit?*") calculado y si alguien ha estimado magnitudes diferenciales ("*DM*?" de differential magnitude en inglés). En el caso de que la doble tenga elementos lineales u órbitas calculadas, entonces se indicarán, más adelante, sus valores, las efemérides y el gráfico del ajuste lineal u órbita.

11.- Por último se facilita información básica (época, theta y rho) para la primera y última medición realizada.

b) Lista de observaciones

En la lista de observaciones se muestra, en las primeras columnas, la época de observación besseliana ("*Date*") en formato año y fracción de año, el ángulo de posición ("*P.A.*") en grados, la separación angular ("*Sep.*") en segundos de arco y las magnitudes de las

componentes ("<u>Mag-a</u>" y "Mag-b"). El número de noches de observación (NO el número de observaciones) en la columna #.

El código de la referencia bibliográfica donde se publicó la medida aparece en la columna "*RefCode*". Este código se compone de tres letras que identifican al primer autor del artículo, seguido del año de publicación. Para saber los detalles de la referencia debemos consultar la lista de referencias que aparece en la última parte del fichero de texto que estamos analizando. Por ejemplo, la primera medida tiene como código de referencia **Rst1955**, lo que corresponde con la referencia bibliográfica:

- Rossiter, R.A., Publ. Univ. Michigan Obs. 11, 1, 1955

Es decir, la medida con época 1938,50 fue publicada por R. A. Rossiter en 1955 en las Publicaciones del Observatorio de la Universidad de Michigan, volumen 11, página 1. Si estamos interesados en acceder al artículo bastaría con consultar el Servicio de Artículos de la web del *Astrophysics Data Systems* (ADS): http://cdsads.u-strasbg.fr/ads_articles.html.

Las tres últimas columnas de la lista de Observaciones nos indican el diámetro del telescopio ("*Aperture*") usado para la medición (en pulgadas; 1 pulgada = 2,54 cm), el método de medición usado (columna "*Method*") y finalmente unos códigos para detallar más la medición (columna "*Codes*"). Estas dos últimas columnas tienen relación con unas tablas del archivo de texto **datarequest_key.txt**, entregado también por el USNO. Este archivo será descrito aquí más adelante.

c) Parámetros orbitales y efemérides

Si la estrella doble es una binaria con órbita calculada, entonces el USNO también proporcionará información sobre los parámetros orbitales (listados en *Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars* -Hartkopf, Mason, & Worley 2001-) y las efemérides calculadas (figura 5). Para más información sobre todo lo relacionado con las órbitas de sistemas binarios se aconseia al lector consultar los artículos de la revista AstronomíA (Rica 2007a, 2007b, 2007c, 2007d).

d) Elementos Lineales y efemérides

Si la componente secundaria tiene una trayectoria relativa claramente rectilínea entonces el USNO calcula sus elementos lineales y efemérides, información que incluye en el Catálogo de Elementos Lineales (Catalog of Rectilinear Elements, Hartkopf et al. 2006). Ver figura 6.

Esta información también está incluida en los informes que nos envía el USNO. Para más información sobre cómo interpretar los parámetros lineales consultar la web http://ad.usno.navy.mil/wds/ lin1.html.

e) Magnitudes Diferenciales

En algunos casos se han determinado diferencias de magnitudes entre las componentes de una doble, listándose en una tabla independiente (figura 8, página siguiente) llamada "Delta-M Catalog Measures" (Catálogo de Medidas Delta-M). Esta tabla contiene los siguientes campos:

- Name: Nombre de la estrella junto con sus componentes.
- ■*DM*: Diferencia de magnitud medida.
- Meth: método (coincide con la columna "Method" de la lista de mediciones).
- $\blacksquare N$: número de mediciones.
- Notes: en esta columna se suele indicar la longitud de onda y su intervalo (en nanómetros) para la fotometría así como el error en la fotometría diferencial.
- *RefCode*: Código de la referencia bibliográfica don-

de se publicó la información fotométrica.

Por ejemplo, en las primeras dos líneas de la figura 8 vemos que aparecen fotometrías diferenciales para el par BU 235 Ab, Ab, obtenidas con el instrumento Tycho (metodo = "T") del satélite Hipparcos. La primera línea fue obtenida con el filtro B (azul) del Tycho (longitud de onda 4350 Angstroms) y la segunda con el filtro V (visible) con longitud de onda 5050 Angstroms. Los errores para la fotometría diferencia es de 0,01 magnitud en ambos casos.

f) Lista de referencias bibliográficas

En una lista de texto encolumnado podemos ver el código para la referencia (que apareció en la tabla de mediciones), el autor o autores del artículo y la referencia a la publicación (generalmente en formato: nombre de publicación, volumen, página y año). Ver figura 9.

El fichero datarequest_key.txt

Este fichero describe alguno de los cambios históricos de formato más recientes en los archivos del WDS. También incluye una lista de métodos y códigos para las columnas Method y Code de la lista de observaciones (sección b). Nos centraremos sobre ellas:

- Métodos de observación: Aparece un sistema de códigos de 1 letra utilizado para la base de datos del catálogo WDS. Pero también aparece un sistema de tres letras que se utilizan en el 4º Catálogo Interfe-(http://www.usno.navy.mil/USNO/ rométrico astrometry/optical-IR-prod/wds/int4). En este artículo comentaré sólo el sistema de códigos de una letra. Algunos de los métodos que más nos interesan a los aficionados podrían ser los indicados en la tabla 1 (página siguiente).

- Códigos: La lista de códigos corresponde con la últi-

8			-	3	Made	<u></u>		32		c pefer
278.	У	0.74	a	52.5	122.3	1810.	У	0.442	163.4	4 USN20
6th orbi1	: Catalo	g Ephem	eride	s						
Refcode	Theta 200	 Rho 8	The	- ta Rho 2009	Theta 201	Rho D	Theta 2011	Rho Tł	neta Rho 2012	

Figura 5. Parámetros orbitales y efemérides.

1st Linear El	lements Catalog F	its				
DD	×0×	=== /A Y0 /+/	үа +/-	т0 RHOC +/+/-	THETA0	
HJ 2256AF	60.781242 1.333630	-0.074117 -1 0.004094 1	.0.543210 -0.427 .344538 0.0040	285 2215.381 048 0.624	61.689 80 1.334 1	
Linear Elemen	nts Ephemerides					
DD	2000 thetarho +/- +/-	2005 thetarho +/- +/-	2010 thetarho +/- +/-	2015 thetarho +/- +/-	2020 thetarho +/- +/-	2025 thetarho +/- +/-
HJ 2256AF	136.7 111.936 0.2 0.463	136.1 110.133 0.3 0.483	135.5 108.344 0.3 0.502	134.8 106.568 0.3 0.522	134.1 104.808 0.3 0.542	133.4 103.063 0.3 0.561

ma columna de la lista de observaciones (sección 4.2) descrita anteriormente. En la tabla 2 incluyo algunos de ellos:

	TABLA 2. ALGUNOS CÓDIGOS PARA LA TABLA MEDICIONES
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL CÓDIGO
0	(Optical) El autor de la medición clasificó a la doble como óptica
Q	(Quadrant Reversed) Cuadrante invertido por el catalogador. Esto sucede cuando las componentes de la doble poseen similares magnitudes y a veces el papel de la primaria y secundaria se alterna especialmente en observaciones visuales.
S	(Single) El observador no vio al objeto como doble sino como simple
U	Medición poco precisa o estimada
Х	El autor incluyó una nota sobre esta doble o medición

Ya que la cantidad de métodos y códigos es bastante mayor que la selección mostrada en este artículo, aconsejamos a los doblistas que consulten el fichero datarequest_key.txt cuando reciban un informe de una doble.

En un próximo artículo comentaré qué podemos hacer con las mediciones históricas procedentes de este informe (sin olvidarnos de nuestras propias mediciones) y concretamente me centraré en la representación gráfica de estos datos, su ajuste a diversas funciones matemáticas y el cálculo del movimiento propio relativo del sistema, dato importantísimo para saber si nuestra doble es física u óptica. **(**

Referencias

Mason B.	.D., Wycoff	G.L., Hart	kopf W.I	., Douglass
G.G.,	Worley C.E.	. 2001, AJ,	122, 346	56M

Hartkopf W.I. & Mason B.D., & Worley C.E., 2001, Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars, http://www.ad.usno.navy.mil/wds/orb6/orb6.html

- Hartkopf, W. I., Mason, B. D., Wyco_, G. L., & Kang, D. 2006, Catalog of Rectilinear Elements, http://ad.usno.navy.mil/wds/lin1.html
 Rica, F., 2007a, AstronomíA, 94, p. 64.
 Rica, F., 2007b, AstronomíA, 95, p. 64.
- Frica, F., 2007c, AstronomíA, 96, p. 64.
- Rica, F., 2007d, AstronomíA, 99, p. 64.

TABLA 1	I. ALGUNOS MÉTODOS DE OBSERVACIÓN
MÉTODO	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO
А	Medición micrométrica con un refractor.
В	Medición micrométrica con un reflector.
E	Astrometría CCD de campo ancho u otra imagen electrónica de dos dimensiones. Llevarían este código mediciones obteni- das con los catálogos 2MASS (o a través de sus imágenes CCD), SDSS (o sus imá- genes CCD), DENIS (o sus imágenes CCD).
F	Astrometría CCD u otra imagen electróni- ca de dos dimensiones. Llevarían este código mediciones procedentes de imáge- nes digitales obtenidas con CCD como las que poseemos los aficionados u otras cámaras CCD profesionales de campo relativamente pequeño. Las imágenes "lucky Imaging" también estarían incluidas aquí.
G	Método fotográfico, con astrógrafo como las del Supercosmos Sky Survey (SCSS) y también las obtenidas con placas del Digitized Sky Survey (DSS).
S	Interferometría speckle profesional. Te- niendo en cuenta que los aficionados em- piezan a tener capacidad para hacer me- diciones speckle, también se tendrían que codificar como "S".
Т	Observaciones Tycho o Hipparcos.

					NAMES AND A DESCRIPTION OF A DESCRIPTION	2020-0-0-080-0-02V			
Nam	e	DM	Meth	N	Notes (e.q. filter,	error)			Refcode
BU	235Aa, Ab	0.33	T	1	435+/- 70 0.01	10-10-10-10-10-10-10-10-10-10-10-10-10-1			Fab2000a
BU	235Aa, Ab	0.34	Ŧ	1	505+/- 97 0.01				Fab2000a
BU	235Aa.Ab	0.35	N	4	8				M]r1949a
BU	235AB	4.10	F	1	1255+/-145 0.04	t = 1998.92	imad =	6.05	TMA2003
BU	235AB	4.20	F	1	2155+/-155 0.02	t = 1998.92	ƙmaŭ =	5.81	TMA2003

Figura 7. Lista de diferencias de fotometría.

WDS Retera refcode	ences tech Author(s)/Reference	
AnJ1920	Jmw Anderson, J.A.	1920АрЈ51263А
Arn2004f	ApJ 51, 263, 1920 B Arnold, D.	2004DS0106A
Arn2009b	Double star observer 10, #6, 2004 B Arnold, D.	2009JDS0594A
Bag1977	Spe_Balega, Y.Y. & Tikhonov, N.A.	1977SVAL3272B
Bag1984b	SVAL 3, 272, 1977 Spe Balega, Y.Y., Bonneau, D., & Foy, R	1984A&AS5731B
Bag1985	Spe Balega, Y.Y. & Balega, I.I.	19855VAL11478

Figura 8. Lista de referencias bibliográficas.



· STEIN· estrellas dobles astrográficas

Ya he comunicado varias veces, por medio de artículos o en mi blog, que el actual programa de observación que vengo desarrollando en mi observatorio desde el año 2007, se centra en la revisión completa -entiéndase aquí toma de imágenes CCD y posterior medición sobre ellas- del catálogo de estrellas dobles compilado por Johan Stein S. J. a principios del pasado siglo XX.

Gracias a sucesivas e ininterrumpidas campañas de observación anuales, principalmente veraniegas, he ido dando salida a las pertinentes tandas de medidas para su inclusión en el catálogo WDS, eso sí, previa publicación de los correspondientes artículos en revistas especializadas. De esta forma los datos acumulados en el catálogo general podrán ser actualizados con medidas recientes. Así, año tras año, iré visitando cada una de las estrellas dobles descubiertas por el tal Stein hasta completar las 2149 entradas que componen su catálogo.

por Edgardo Rubén Masa Martín

Introducción

He de decir que descubrí las dobles STI (es el momento de las presentaciones) en campañas de observación más generales y de forma no premeditada, sino ciertamente, por esas eventualidades que nos depara el azar.

Me di cuenta de que una parte del cielo concreta -la circumpolar norte extendida hasta buena parte de la franja galáctica- estaba sembrada de pares con la denominación STI, los cuales se caracterizaban en un alto porcentaje porque no habían sido observados en mucho tiempo; algunos incluso desde su descubrimiento: nadie más había vuelto a visitarlos desde entonces. Nuevas observaciones de estos pares abandonados sirven para confirmar formalmente su existencia, pero también, y más importante, pueden indicar con frecuencia, después de un periodo de tiempo suficientemente prolongado, la naturaleza óptica o física de los mismos. Estas circunstancias constituyeron la clave que me animó a interesarme acerca de su origen: cómo, dónde y con qué fueron descubiertos y, lógicamente, por quién.

Aquí no queda más remedio que corroborar las palabras de mi colega Juan Luis González Carballo, quien en el número 6 de esta misma publicación contó sus experiencias con las estrellas dobles olvidadas de Espin. Y me quiero referir a que uno siente la necesidad -no es fácil de explicar- de hacerse, en cierto modo, cómplice de aquel pretérito astrónomo descubridor que dedicó buena parte de su vida a enriquecer la astronomía de las estrellas dobles con sus observaciones. Y, en efecto, uno ya sabe que estará vinculado irremediablemente con la personalidad de aquel veterano observador, y para establecer con solidez el perseguido grado de afinidad, uno se documenta profusamente para conocer a conciencia quién fue el inspirador de lo que será nuestro futuro trabajo astronómico. Y es que, como solemos decir coloquialmente, el roce hace el cariño.

En mi caso, ya entregué información sobre Stein hace un par de años en dos artículos publicados en la revista española AstronomíA (*Las olvidadas dobles de Stein I y II*, Astronomía, nº 126 y 127), si bien ahora, sin restricciones de espacio, me gustaría dar una visión más amplia acerca de las particularidades *steinianas* (si se me permite la acuñación de este vocablo), tanto biográficas como aquellas otras más técnicas, y todas, producto de una investigación histórica profunda. Dicho esto, paso a compartir mi experiencia con la única intención de remover las ansias observacionales, quizá dormidas, de los lectores.

Vida y obra

De acuerdo a la generalizada costumbre de aquella época, nuestro protagonista fue bautizado con el extenso nombre compuesto de Johan Willem Jacob Antoon Stein. Nació el día 27 de febrero de 1871 en Grave, una pequeña localidad holandesa donde su pa-



dre, Johan Hendrik Stein, ejercía como profesor. Quizá el oficio de su padre fuera referencia de cuna para que Stein, además de a la astronomía, se dedicara también a la enseñanza durante una gran parte de su vida. El joven Stein pasó casi toda su infancia en Maastricht, capital de la provincia holandesa de Limburg donde, en la escuela local, completó su educación secundaria.

El 26 de septiembre de 1888 comenzó su noviciado en la Compañía de Jesús. Su deseo pudo verse hecho realidad gracias a la buena disposición de familiares y amigos, quienes tras el reciente fallecimiento de sus padres, se hicieron cargo de los cuidados de sus hermanos pequeños para que él pudiera abrazar su vocación. Dentro de la orden jesuita Stein no solo amplió su formación clásica, sino que además completó los correspondientes y sólidos cursos de filosofía y

teología. Según él mismo manifestó repetidas veces, estos años de noviciado fueron los más valiosos y apreciados de su vida.

Sin demora alguna, tras matricularse en la Universidad de Leiden, comienza sus estudios de astronomía el día 1 de octubre de 1894. El programa de estudios incluía también amplios temarios de matemáticas y física teórica. Estudiante destacado, llegó a ser uno de los alumnos favoritos del gran científico y profesor Hendrik Antoon Lorentz. Durante estos años como universitario Stein viajó a los Estados Unidos para visitar los observatorios de



Harvard y Georgetown, a modo de complemento a su formación. Finalmente, el 20 de mayo de 1901, recibió su doctorado con honores. Su tesis doctoral versó sobre la determinación de la variación de la latitud por efecto de las fluctuaciones en el giro de rotación de la Tierra usando el método de Horrebow [*Beobachtungen zur Bestimmung der Breitenvariation in Leiden nach der Horrebow-Methode angestellt von Juni 1899 bis Juli 1900* (Haarlem, 1901)]. Las mediciones fueron realizadas con el nuevo telescopio zenital de la Universidad de Leiden. La alta precisión de sus resultados fue consecuencia de alrededor de 1600 meticulosas observaciones sobre 80 estrellas escrupulosamente elegidas.

Ese mismo año, con su título bajo el brazo, Stein da comienzo su labor docente impartiendo clases de física y matemáticas en *St. Willebrord College* de Katwijk, por aquella época la principal institución educacional de los jesuitas holandeses. Finalmente, en 1903, es ordenado sacerdote en Maastricht.

En 1906 fue nombrado asistente del padre Johan Georg Hagen S. J. (1847-1930) (figura 2), que acababa de hacerse cargo de la dirección del Observatorio Vaticano en Roma a requerimiento del Papa Pío X. Hagen, procedente del observatorio de Georgetown en Washington (donde también fue director), acepta el reto de organizar y catalogar la medición de las placas del AC y del CdC. Hagen y Stein trabajarían juntos durante los próximos cuatro años. Durante ese tiempo, quizá el más fructífero de su carrera astronómica, Stein desarrolla su interés por las estrellas variables en sintonía con el programa de observación en el que Hagen se involucrará: la compilación de un atlas de estrellas variables, pues era un experto observador en este campo y ya había publicado varios volúmenes con anterioridad en Estados Unidos. En esta línea de investigación, Stein publicó varios estudios sobre la interpretación de las curvas de luz de las binarias eclipsantes, los cuales permitieron que se situara entre las principales autoridades en esta disciplina.



Figura 2. Johan Georg Hagen S. J. © Observatorio Vaticano.

Transcurrido este periodo en Roma, Stein retorna a su labor educacional y se establece en Ámsterdam para enseñar matemáticas, física, e incluso zoología y botánica en el *St. Ignatius College*. Aquí permanecerá durante los siguientes veinte años y aunque se mantiene apartado de la astronomía observacional desarrollará sus estudios teóricos fundamentales sobre las estrellas variables. Efectivamente, nunca perdió contacto con Hagen y como resultado, en una publicación conjunta, vio la luz en 1924 la obra *Die veränderlichen Sterne*, un tratado enciclopédico en dos volúmenes. Stein firma el segundo de ellos (*Mathematischphysikalischer*) y discute las estrellas variables desde el punto de vista de la mecánica celeste y de la física teórica.

La personalidad de Stein encaja a la perfección en un estereotipo repetido incesantemente a la lo largo de la historia de la astronomía. Nos referimos a esa altruista disposición de la que bastantes renombrados astrónomos han hecho gala: la ayuda y la colaboración prestadas sin restricciones en favor de los astrónomos amateurs. Ciertamente, Stein mantuvo una excelente relación con la asociación holandesa de astrónomos amateurs brindando apoyo y conocimientos durante muchos años. Como ejemplo, diremos que, entre 1910 y 1930, contribuyó con 106 artículos en la sección astronómica de la revista mensual de esta asociación astronómica. Hemel en dampkring (Cielo y atmósfera). Estos escritos eran resúmenes de interesantes publicaciones astronómicas de la más variada temática y fue una eficaz forma de divulgar la astronomía. Su grado de implicación permitió que llegara a ser editor de esta publicación desde 1922. Como agradecimiento, los miembros de la asociación amateur le nombraron su primer miembro honorario, en una emotiva despedida, cuando Stein partió hacia Roma en 1930 para hacerse cargo de la dirección del Observatorio Vaticano. En la misma línea divulgativa son también destacables sus artículos de interés general publicados en la revista cultural católica Estudios. Por supuesto, los trabajos profesionales, más técnicos, se publicaron en revistas especializadas como por ejemplo The Astrophysical Journal, Memorie della Società Astronomica Italiana, Ricerche Astronomiche del Observatorio Vaticano y en la serie Specola Astronomica Vaticana.

Como hemos apuntado unas líneas más arriba, Stein se traslada a Roma en 1930 para tomar posesión del cargo de director de la Specola Vaticana (Observatorio Vaticano) tras la muerte de Hagen ese mismo año. La elección fue sin duda acertada, pues Stein conocía a la perfección el funcionamiento del observatorio. Hagen había trabajado prácticamente en solitario durante su gestión, aún a pesar de que el gran peso de los programas de observación que dirigió (el Catálogo Astrográfico y el atlas de estrellas variables) hubieran requerido un mejor equipamiento humano y técnico. Stein, que ya cuenta con 60 años de edad, posee una visión más amplia de lo que habría de ser la futura astronomía observacional. Sin dilación, se embarca en una profunda renovación de la Specola, tarea que fructificaría en realidad en la fundación de un nuevo observatorio.

La lacra de la contaminación lumínica no es un problema nuevo. Por aquel entonces la iluminación artificial en las noches romanas empezaba a resultar un serio inconveniente que mermaba el potencial observacional de la Specola Vaticana, particularmente a causa de la potente iluminación eléctrica de los nuevos



Figura 3. El laboratorio astrofísico en Castel Gandolfo. © Observatorio Vaticano.

barrios cercanos al observatorio. Se barajaba la idea de instalar una sucursal de la Specola en África, en concreto sobre el altiplano etíope, y Stein inicia un viaje a esa región para explorar el terreno en busca de un lugar óptimo de observación. Sin embargo, a mitad de viaje, la Secretaría de Estado suspendió el proyecto debido a la complicada situación política del lugar de destino y Stein tuvo que regresar. Para paliar la probable frustración y gracias a las facilidades ofrecidas por el Papa Pío XI (muy interesado por la astronomía) se decide mover el observatorio -bajo la supervisión de Stein- a la residencia papal de verano, Castel Gandolfo, situada a unos 35 kilómetros al sur de la capital italiana. Finalmente, más que un mero traslado se realizó la construcción de un nuevo observatorio. Entre las nuevas adquisiciones caben destacar tres nuevos telescopios Zeiss, dos cúpulas, un comparador de imágenes de parpadeo, un fotómetro termoeléctrico y una máquina para medir sobre imágenes estelares. Al mismo tiempo, tras elaborar un completo proyecto y un programa de trabajo, Stein funda un laboratorio astrofísico para análisis espectroquímicos (figura 3) que operará en conexión con el observatorio con la idea de inducir avances en astrofísica. Tiempo después se publicaría un atlas de espectrogramas.

El nuevo observatorio se inauguró por fin en 1935. A partir de aquí y bajo la gestión de Stein los grandes proyectos de Hagen fueron continuados y finalmente concluidos en 1942: la *Zona Vaticana del Catálogo Astrográfico y Atlas Stellarum Variabilum*. Stein continuó sus observaciones visuales de estrellas variables y estrellas dobles hasta la avanzada edad de 78 años, momento en el que sencillamente ya no era capaz físicamente de maniobrar en el telescopio. Fue un infatigable observador y perteneció a la vieja escuela de la astronomía posicional, sin escatimar esfuerzos para alcanzar los mejores resultados. Su atención, entonces, se dirigió hacia la historia de la astronomía, tema que le había interesado desde su juventud. Fruto de sus investigaciones como maduro historiador se publicaron varios trabajos interesantes.

El jesuita se mantuvo al frente del observatorio hasta su muerte, el 27 de diciembre de 1951. A lo largo de su carrera ostentó cargos internacionales destacables: desde 1922 fue miembro de las comisiones de UAI de estrellas dobles y del Catálogo Astrográfico, miembro de la Astronomische Gesellscharft, consejero de Società Astronomica Italiana y corresponsal de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (Ámsterdam). Entre otros galardones la Reina Juliana le otorgó el nombramiento de caballero de la Orden del León de Holanda y su memoria descansa sobre la cara oculta de la superficie lunar en un cráter de 40 km que lleva su nombre.

Desde su posición de director de la Specola mantuvo contacto con muchos otros astrónomos de todo el mundo y era muy amigo de asistir a congresos internacionales. Estas relaciones estuvieron favorecidas por su excepcional aptitud para los idiomas: Stein hablaba fluidamente otras cinco lenguas aparte de su nativo holandés. Del aspecto humano de Stein cabría decir, según escribe J. de Kort S. J., que "la principal impresión que [Stein] causó sobre la gente, no fue la de un gran científico, sino más bien la de un hombre humilde y la de un amigo leal". Nosotros complementaríamos diciendo que suele ser habitual que los grandes sean a la vez los más sencillos y accesibles.

Antes de concluir este paseo retrospectivo por la vida de nuestro protagonista, habría que comentar que si aún no hemos hablado acerca de su actividad en estrellas dobles ni de su catálogo es porque sería interesante profundizar un poco en el germen que dio origen a sus descubrimientos: las placas fotográficas de la Zona Vaticana del Catálogo Astrográfico.

El Observatorio Vaticano y el Catálogo Astrográfico

La fundación del Observatorio Vaticano en su época más moderna se remonta al año 1891. Si bien este observatorio es uno de los más antiguos del mundo (1578), durante muchos años se mantuvo en un precario nivel de actividad. Los responsables de la entidad pensaron acertadamente que una manera rápida de impulsar al observatorio en esta nueva etapa y de conferirle reconocimiento y prestigio internacionales, sería participar en el programa del Catálogo Astrográfico, proyecto que por entonces estaba dando sus primeros pasos. El Papa León XIII formó una comisión de representantes encabezada por Francesco Maria Denza (1834-1894) (primer director) y Giuseppe Lais (1845-1921), quienes serían los encargados de hacer las gestiones necesarias para conseguir que la Specola fuera una de las instituciones participantes. Pero, ¿en qué consistía tal proyecto internacional?

Viendo los prometedores resultados del uso de la fotografía en astronomía, Amédée Ernest Barthélemy Mouchez (1821-1892), director del Observatorio de París, fue el promotor de esta ambiciosa empresa en el Congreso Internacional celebrado en abril de 1887 y que consistía en fotografiar todo el cielo con una doble finalidad: 1) realizar un catálogo completo del cielo hasta la magnitud 11, el Catálogo Astrográfico (CA); 2) cartografiar fotográficamente todo el cielo (atlas estelar en papel) hasta la magnitud 14, el Carte du Ciel (CdC). El Congreso Astrográfico reunió en París a más de 50 astrónomos de todo el mundo y finalmente fueron 20 los observatorios interesados en participar. La Zona Vaticana cubriría la franja de cielo comprendida entre los +55 y los +64 grados de declinación.

Los observatorios copartícipes acordaron en la asamblea parisina estandarizar los telescopios (astrógrafos) y las placas fotográficas (emulsiones y tamaño) para procurar una escala de 60"/mm y un campo de 2° x 2°. Se eligieron placas fotográficas (de cristal) cuadradas de 16 x 16 cm, aunque el campo medible era de 13 x13 cm, equivalente a 2,1° x 2,1° sobre el cielo. Asimismo, se establecieron los criterios que permitieran solapar unas placas con otras para no perder ninguna zona del cielo (la imagen de una estrella situada en el extremo angular de una placa, ocuparía aproximadamente el centro de la siguiente), aún incluso entre los distintos observatorios, pudiendo éstos, traspasar ligeramente sus respectivas zonas de declinación. Todas las placas destinadas al *CdC* incorporaban una cuadrícula (*réseau*) compuesta por 27 x 27 líneas horizontales y verticales en intervalos de 5 mm de separación y que servirían para facilitar el proceso de medición visual [definían el sistema de coordenadas rectangulares (x,y)].

El sistema óptico vaticano estaba compuesto por un refractor doble sobre montura inglesa encargado por el Vaticano a profesionales franceses. La parte mecánica fue fabricada por Paul Gautier, mientas que la óptica corrió a cargo de los hermanos Henry (Paul y Prosper), afamados ópticos y además astrónomos adjuntos del Observatorio de París. De acuerdo a las especificaciones técnicas acordadas en el Congreso de París, el astrógrafo tenía una apertura de 33 cm y una distancia focal de 3,43 m, mientras que el buscador o colimador tenía 20 cm de diámetro y 3,6 m de focal. En realidad eran dos refractores en paralelo encerrados en un tubo metálico de sección rectangular (37 x 68 cm) y separados internamente mediante una delgada lámina metálica. Ambos objetivos estaban fijados en el mismo bloque de bronce y en el extremo opuesto se disponían el receptáculo para las placas y el ocular del colimador. El objetivo fotográfico era un doblete (flint -crow) acromático y aplanático.

El instrumento fue instalado en la Torre Leonina construida en el siglo IX, una de las tres que aún permanecen en pie pertenecientes a la muralla original de la antigua fortaleza, siendo éste el punto más alto de la colina del Vaticano. A tal efecto, sobre el basamento superior de la torre se construyó una cúpula de ocho metros de diámetro para albergar el telescopio fotográfico. El nuevo enclave astronómico se inauguró el 14 de marzo de 1891.

Hay que hacer notar la diligencia e interés que caracterizaron al Observatorio Vaticano en sí y al personal implicado en el proyecto. De hecho, la primera placa expuesta de todo el Catálogo Astrográfico fue realizada en la Specola en Agosto de 1891. Ante la precaria salud del director del observatorio (el padre Denza) se decidió encargar la tarea fotográfica al padre Lais (figura 4) quien previamente acudiría al Observatorio de París para ser adiestrado tanto en el manejo del astrógrafo como en las técnicas fotográficas necesarias. Lais dedicaría los siguientes 25 años de su vida a este trabajo metódico y callado. Tras su muerte, en 1921, Carlo Diadori expuso las pocas placas que su antecesor había dejado sin hacer. Se necesitaron 1040 placas para cubrir la Zona Vaticana aunque, en realidad, fueron expuestas y medidas 1046 entre 1891 y 1926. En los primeros años de trabajo no se midieron placas sino que tan solo se tomaron fotografías. Para el



Figura 4. Giuseppe Lais tomando una placa del Catálogo Astrográfico. © Observatorio Vaticano.

*CA s*e hicieron ordinariamente tres *clichés* diferentes con exposiciones de 6 min, 3 min y 25 s (a veces de 5 min, 2,5 min y 20 s), desplazando el ecuatorial en declinación entre cada dos imágenes. Para el *CdC*, cada placa se multiexponía con tres tomas sucesivas de 40 min., ligeramente desplazadas hasta formar un triangulo equilátero de 3" o 4" de lado: cada estrella aparecía en la imagen como un triplete de puntos ocupando los vértices del triángulo, pero inapreciable sobre papel (figura 5, página siguiente). Esta estrategia servía para detectar puntos muertos de las placas, o impurezas accidentales de la capa de gelatina, así como para diferenciar estrellas de asteroides.

Hagen, como nuevo director desde 1906, fue comisionado para llevar el proyecto a término encargándose sobre todo de supervisar la medición del paquete de placas acumuladas. La *Specola Vaticana* se caracterizó por utilizar una técnica de medición diferente de las demás instituciones. Hay que decir que, al principio, se usó el "macro-micrómetro" construido por Gautier, instrumento muy preciso pero de manejo excesivamente lento. Inspirándose en los métodos utilizados por otras instituciones, sobre todo en los de Oxford y Greenwich, Hagen encargó dos nuevos

micrómetros a la firma Repsold. El microscopio de estos aparatos incorporaba un ocular reticulado especial (diaframma) cuya trama se asemejaba a una hoja de papel gráfico y cuyo tamaño era de 10 x 10 mm². El proceso era el siguiente: se seleccionaba un área de 10 x 10 mm de una placa (2 x 2 intervalos de la red expuesta en ella, es decir cuatro cuadrados del retículo de la placa) y se ampliaba al microscopio cuyo ocular estaba reticulado ortogonalmente en intervalos de 0,05 x 0,05 mm² (correspondiente a 3" x 3" sobre la placa). Alineando este retículo ocular con el área de 2 x 2 de la placa, la posición de una estrella dentro del área magnificada se deducía de su posición aparente sobre la retícula del diaframma y con un solo encuadre las coordenadas rectangulares de todas las estrellas en los cuatro cuadrados podían estimarse en unidades de 0.3". El método, aunque menos preciso, fue muy rápido, permitiendo que el Vaticano fuera uno de los primeros observatorios en completar su zona asignada, aún a pesar de la escasez de personal de la institución. Curiosamente, la mayoría de las mediciones fueron realizadas por mujeres -tres monjas reclutadas por Hagen especialmente adiestradas- trabajando entre 1921 y 1928 (figura 6, página siguiente). Como resultado, las 481.215 estrellas registradas, fueron medidas



Figura 5. Detalle de una placa vaticana del CdC (1901 noviembre 5). Se aprecian los efectos de la triple exposición y la cuadrícula de referencia (réseau). Fotomontaje del autor.

y catalogadas según la magnitud y la posición. Estas coordenadas rectangulares eran después transformadas en las coordenadas ecuatoriales (Ascensión Recta y Declinación). El profesor Turner, del Observatorio de la Universidad de Oxford, ayudó en el cálculo de las constantes de placa necesarias para realizar la conversión de coordenadas.

El Catálogo

La Zona Vaticana del Catálogo Astrográfico se materializó en una extensa obra compuesta por 11 volúmenes más cinco apéndices extra. Es en el Apéndice III donde Stein publica su catálogo de estrellas dobles: Catalogo di stelle doppie, con distanze inferiori a 15" contenute nelle zone astrografiche vaticane cercate e discusse da J. Stein, S.J. - 1926. En la figura 7 (página siguiente), mostramos la portada original de este trabajo. Nos consta que muy pocas personas han visto esta imagen durante todos estos años, y por ello, queremos remarcar la relevancia histórica y documental de la misma. En este sentido, agradecemos al Dr. Brian Mason el habernos suministrado esta documentación que fue extraída y escaneada a nuestro requerimiento de la biblioteca del Observatorio Naval de los Estados Unidos, sede del catálogo WDS.

El catálogo está editado en italiano y en la Introducción de 10 páginas Stein da los pormenores relativos a la compilación del mismo. Según podemos leer aquí, Stein acepta la sugerencia de Hagen y se encarga de la recopilación de todas las parejas de estrellas con distancia inferior a 15" contenidas en las placas fotográficas del la Zona Vaticana. Éste, es quizá el principal distintivo del catálogo: los nuevos pares fueron descubiertos y medidos sobre placas fotográficas, y no en cambio, a la manera tradicional mediante observación puramente visual usando un micrómetro de posición montado en el foco del instrumento óptico. Y no es este el único caso, pues otros observatorios participantes en el CA también realizaron tareas similares. A modo de ejemplo citemos los descubrimientos realizados por este medio en las respectivas zonas astrográficas de Greenwich, Hyderabad, Oxford, París, Algiers, Tacubaya y Perth.

Stein, consciente de las limitaciones, asevera que el

propósito de este trabajo no era contribuir con datos destinados a futuros cálculos orbitales, sino más bien, elaborar un listado de referencia de estrellas dobles que pudiera servir de guía a futuros observadores. En efecto, la mediciones de las coordenadas rectangulares, x e y, sobre las fotografías resultaron ser bastante imprecisas. Recordemos que el sistema de medición utilizado por Hagen sacrificó parte de la precisión en

Figura 6. Las hermanas de María Bambina trabajando en la medición de las placas (1921) con los micrómetros de Repsold. © Observatorio Vaticano.



el observador (0 n.º 8 – 157

favor de la rapidez. Sin embargo, el material se adapta muy bien para realizar investigaciones estadísticas en torno al número total y a la distribución de las estrellas dobles dentro de los límites físicos de la magnitud estelar alcanzada. Este es otro punto flojo del catálogo: el límite de magnitud no es homogéneo entre placas ni entre series de ellas. Stein pone el ejemplo de Messier 52 y comenta que "M52 se revela a primera vista en la placa 62° 23h 12m, mientras que sobre la placa 61° 23h 20m apenas se manifiesta". Por otro lado, la fórmula cuadrática empleada para transformar el diámetro del disco estelar en magnitud es también bastante imprecisa: "la magnitud de una misma estrella registrada sobre dos placas contiguas a veces diverge 1,5 magnitudes o incluso más". Efectivamente, estas inexactitudes se han hecho patentes en nuestras observaciones; en muchísimos casos las magnitudes listadas en el catálogo son bien diferentes a las observadas. Para concluir esta primera parte, Stein indica que las parejas con separaciones por debajo de 1" son escasas y que las medidas en todo caso son poco seguras por los efectos de la superposición de los discos estelares. Seguidamente, Stein divide la introducción al catálogo en cinco apartados, los cuales serán brevemente comentados a continuación.

I. Investigación en torno al número de estrellas dobles.

El autor discute aquí sobre el número de estrellas dobles ópticas que es posible encontrar sobre una placa para un límite de separación dado y asumiendo un reparto arbitrario. Para ello utiliza la fórmula desarrollada por Struve:

$$A=\frac{n(n-1)}{2}\cdot\frac{\pi d^2}{d^2}$$

Donde A es el número probable de pares con distancia inferior a d'' y a^2 es el área de la placa expresada en las mismas unidades que d^2 . Sin embargo, para diversas regiones, el número teórico puede diferir del realmente observado. Una de las causas viene dada por el hecho de que un cierto número de pares serán atravesados y eventualmente ocultados por las líneas del retículo fotográfico. Los cálculos de Stein revelan que este efecto puede ser importante: algo más del 4% de las estrellas dobles podrán ser ocultadas. Otra circunstancia a tener en cuenta es que los pares contenidos en una placa determinada, en realidad no se reparten de una manera no arbitraria, dándose zonas de transición rápida entre regiones pobres y ricas de estrellas, tal es el caso de la Vía Láctea. Así, las estimaciones de Stein al respecto indican que en la franja galáctica el número de dobles puede ser fácilmente un 20-30% superior a lo que se deduce de la fórmula de Struve.



Figura 7. Portada original del catálogo de estrellas dobles de Stein. (Cortesía USNO).

II. Investigación estadística sobre el número de estrellas dobles ópticas y físicas.

Basándose en los estudios estadísticos de Struve y de Scheiner, el autor hace una valoración de las estrellas físicas que es factible encontrar en su catálogo. El estudio se realiza repartiendo las estrellas dobles de acuerdo a rangos de separación (0-5, 5-10, 10-15)". Los resultados indican que la parejas con distancia >20" son puramente ópticas, y dado que el límite de su catálogo se establece en 15", es esperable que un buen porcentaje de sus estrellas dobles tengan probabilidad de ser físicas.

Un estudio más completo en este sentido fue publicado en 1928 por E. A. Kreiken en una serie de cinco artículos, investigando en cada uno de ellos los resultados de otras tantas zonas astrográficas que también recopilaron estrellas dobles fotográficas. Kreiken analizó el material de Stein en el correspondiente artículo titulado *The Double Stars of the Vatican Astro*-

graphic Catalogue y tuvo en cuenta un buen número de variables como la latitud galáctica, el rango de separaciones, las magnitudes y la diferencia de las mismas. Quizá, la pregunta crucial sea: ¿qué límite de separación debería establecerse para asegurar que la mayoría de los pares detectados sean físicos? Los resultados de Kreiken apuntan que el número de pares ópticos es casi proporcional al cuadrado de la densidad estelar. Por lo tanto, el aumento de pares ópticos con el incremento de la densidad estelar será mucho más grande que el aumento de dobles físicas. Así, para una arbitraria "separación máxima" se detectarán muchos más pares ópticos a latitudes galácticas bajas. Kreiken muestra que la mayoría de los nuevos pares encontrados en el rango de 15-30" son ópticos, exceptuando aquellos relativamente brillantes descubiertos por otros medios y debidamente estudiados. En consecuencia, la adopción de unos muy generosos límites de separación en los surveys astrográficos, resultó en la inclusión de muchos pares ópticos en los catálogos y posteriormente en el WDS. Según Worley (Double Stars in the Astrographic Catalogue), primer gestor del WDS, como producto de la creación del Catálogo Astrográfico, se detectaron cerca de 20.000 nuevas estrellas dobles, tanto por medición directa sobre las propias placas (caso de Stein) como por el uso de los datos posicionales contenidos en él. Y eso aún a pesar de que no todas las zonas fueron exploradas en busca de nuevos pares. La no unificación de criterios en lo relativo a la aplicación de los límites de separación y magnitud provocó que miles de pares demostrablemente físicos no fueran detectados. Worley también comenta que, en general, los pares más cerrados de 5" son más indetectables en magnitudes brillantes y a medida que la diferencia de magnitud crece. En el caso de los pares débiles se pierden detecciones cuando la secundaria se posiciona cerca de los límites de la placa. Aquí enlazaríamos con el 4% de componentes ocultadas por la líneas del retículo y la falta de coherencia en la magnitud límite entre placas anunciado por Stein.

III. Errores medios de la distancia y del ángulo de posición de las estrellas dobles del catálogo.

El error medio de las coordenadas rectangulares x e y en el Catálogo Astrográfico Vaticano tomó un valor de 0,36". De acuerdo a ello, el error medio en las medidas del ángulo de posición y de la distancia angular en el catálogo de Stein es $0,36\sqrt{2} = 0,51$ ". Sin embargo, Stein discute a continuación otro tipo de errores comunes en la medición de las estrellas dobles sobre las placas dignos de tenerse en cuenta: errores sistemáticos como consecuencia de la vecindad de los discos estelares y aquellos otros derivados de un ajuste inexacto del *diaframma*. A fin de obtener una valoración de los errores sistemáticos, Stein comparó una muestra de sus medidas con las medidas micrométricas de los mismos pares ya incluidos en otros catálogos. Salvo la influen-

cia de los movimientos propios -no iguales- de los pares ópticos y tras el cotejo indicado, el error medio de 486 distancias resultó ser \pm 0,60", mientras que el error medio de 479 ángulos de posición fue \pm 0,57". Por lo tanto, excluyendo los errores sistemáticos, los errores medios de *x* e *y* se estimaron respectivamente en \pm 0,43" y \pm 0,40".

IV. Cálculo de la distancia d y del ángulo de posición p.

En este apartado Stein aporta las fórmulas empleadas para el cálculo de los parámetros de las estrellas dobles. La distancia y el ángulo de posición se derivan directamente a partir de las coordenadas rectangulares de las componentes medidas sobre las placas. Estas fórmulas son las siguientes:

$$d = 300^{\circ}\sqrt{(\Delta x)^{2} + (\Delta y)^{2}}$$
$$= \arctan g \frac{\Delta x}{\Delta y} + 5' (x - 13) tg \delta$$

Donde Δx e Δy es la diferencia entre las coordenadas x e y de las componentes, es decir la diferencia de coordenadas de la estrella más débil en relación a la más brillante. Si ambas estrellas eran de la misma magnitud la diferencia se daba de acuerdo a los valores de ascensión recta. Cuando la estrella doble estaba ya incluida en algún otro catálogo se mantuvo como estrella principal la elegida por el descubridor, aunque según el catálogo astrográfico fuera más débil. El valor δ es la declinación del centro de la placa.

V. El Catálogo.

p

Aquí se definen los campos de datos contenidos en las tablas del catálogo (figura 8, página siguiente). La primera columna contiene el número secuencial de las dobles listadas. La segunda columna da el número del catálogo astrográfico vaticano. A continuación la ascensión y recta y la declinación aproximadas calculadas mediante la Tabla de Turner. En las columnas cinco a ocho se dan, por este orden, las medidas de distancia y ángulo de posición, las magnitudes de las componentes calculadas en base al diámetro de los discos estelares y la época de la observación. La última columna está reservada para las notas: una N hace una llamada a las Notas al final del catálogo (figura 9, página siguiente), un asterisco indicaba que una estrella doble había sido remedida porque la distancia calculada en dos (o más) placas difería más de 1,5". También se daba, si era el caso, el número del Catálogo A.G.C. Helsingfors-Gotha.

Observación de los pares STI: particularidades

Las estrellas dobles de Stein se catalogaron años después en el WDS con el código de descubridor

	0	hms	0 /	0	11	1 2 2				
I	62-28/9	0 0 18	6I 0	50-8	12-8	12.6 - 12.6	1913-84			
152	61-39930/I			51.3	13.4	12.7 - 12.7	1913-83	D		
#C 2	64.444/5	0 19	64 38	77.1	4.0	10.4 - 11.0	1910-09	R		
3	59-1284/5	0 34	59 40	05.4	9.8	14-0 - 14-4	1910-97	D		
75 4	62-783/5	I 58	02 30	77.4	4.0	9.4-11.7	1913-04			
~ 5	59-1290/300	2 1	59 45	747.8	179	12-5-14-0	1010-07			
0	59.1503/4	2 50	67 44	202-5	13:0	TT-4 = TT-7	1013-84	R		
2 7	02·340/1	* 59	01 44	T06-5	11.0	IT.7 - II.7	1004-06			
•	01-000/9 to-6to/60	2.2	50 0	35.1	0.2	12-2 - 13-5	1910.97	AB		
•	59-059/00	5-	24 0	355-6	13.8	12-2 - 14-4	1910.97	AC		
65.	50.660/T			156.4	8.5	13.5 - 14.4	1910.97	BD		
0	62-238/7	3 4	6r 28	349.4	9.2	12-1 - 12-1	1913-84			
	61-567/6		280000	341-2	7.9	12.1 - 12.4	1904-96			
10	61-101/2	4 20	60 22	44-2	5.9	12·1 - 12·1	1904-96			
	60-427/8		1.000	41.9	6.0	12.1 - 12.1	1901-91			
11	61-80/I	4 24	60 6	76-7	8.3	12.1 - 12.4	1904-95			
	60-352/3			84-6	8-1	12.1 - 12.1	1901-91			
12	62.119/8	5 7	61 6	278-3	4.8	I0-8-II-I	1913-84			
	61-466/5			282.4	4.0	10.3-10.8	1904-90	Hale 66		
13	61-118/7	5 26	60 IS	230-2	10.4	8-7-13-3	1904-90	ries, oo		
14	59-1218/9	5 38	59 42	39-9	12.0	14-0 - 14-0	1910-07			
15	59-1072/3	5 45	59 34	49.7	2.1	13-2-13-2	1910-97			
Nº. 2	Mil 242:720.7; Eap 1024:680.0	3".72 (1922.84	.)		159	Burn 525. Bies : Esp 1860 : 130°.	287°.5; 8".8	2 (1912.77) 21.08)		
4	Esp 1934: 680,9	4 .75 (1922.0)	8	161	Esp 1869 : 139°.	5; 6".67 (19	21.98)		
7	Burn 16. Bies: 1	1990.7; 121.42	(1907.80)		100	Mil 43: 298°.0; 7'.98 (1918.86)				
17	Burn 52. B: 273	°.7; 7".41 (18	75-71)		174	Mil 247 : 297 ⁰ .8; 3 ⁷ .49 (1923.0)				
20	Esp 1865 : 177º.1	1; 2".97 (1921	.30)		177	h 1070 DE. Mi : 100°.6; 11".61 (1923.90)				
37	Mil 243: 3080.0;	4 .81 (1922.9)3)		178	Burn 566. β : 295°.0; 7".46 (1903.82)				
41	Burn 100. Esp.	115:820.4; 9	.94 (1902.	(83)	181	Esp 248: 3250.3; 3".77 (1922.01)				
43	Burn 177. Bies :	3290.5; 10".00	(1911.47)) A. R.	180	Lsp 1945 : 103°.7; 3 .58 (1922.02)				
	in luogo di : o	a 17th 23°, leggi	(: On 10m	23*.	190	Mil 249:197°.9; 3 .38 (1922.91)				
49	Esp 1707 : 1030,	5; 7 .99 (1918	(.85)		194	Mil: 2004; 11 .03 (1922.84)				
51	Mill 38 : 79°.0; 5	.14 (1918.85)			197	Burn 645. Doo : 340°.9; 8".05 (1897.53)				
01	Will 277 : 71°.7;	0 .49 (1923.70	7		204	Lap. 1870 : 204°	.0; 4 .10 (19	21.05)		
03	Burn 240. p: 10	·4; 3 .50 (10)	90.70)		200	Burn 088. 2 ; 10	~.2; 7 .02 (1	(32.72)		
•5	Bum 247. ρ : 35	0.0; 4 .44 (1)	-90		214	Dum 753. 2:27	9-4, 13 .70	(1031.00)		
95	Burn 201. p. : 20	43-14; 0 .84 ()	(1000.59)	2 24	230	Burn 704. Dies :	252".2; 12)	94 (1900.04)		
99	Buin 295. Dies :	120,0; 7 .41	(1909.01)		231	Durn 792. 2:14	60 (***	(1030.27)		
102	1 Burn 320. p. 11	10°.1, 3 79 (1	901.97)		237 AC	Durn 606. /1: 3	0°.2; (102)	(7005 55)		
104	Jonek 80 . 2.10	5-10, 4 .30 (1	032.47).		249	Burn ogg. p 1	10.0, 3.00	(1900-55)		
100	Mil 270 : 400 T	, 2 .00 (1910.	95)		200	Burn 909. Du .	59-5, 0 ./A	(10/3-39)		
109	Burn aro H: m	$3 \cdot 53 (1923.90)$	18-1-1		207	Burn ott 5:60	Do: 7" 46 (1	Sor 22)		
	Burn 252 8:24	~-3, 9 I (10	18 200		208	Fen TOST . TEO	0: 6" 00 (10	(031.77)		
112	Burn 242 BC in 1	uogo di : oh 12	m : 610 14	'· leani	300	Mil 257 : 589.2:	2" 62 (1022	80)		
3	: 0h 24m 610 2	a', (#I failed	to find t	his a	327	Burn TOSS, Bies	: TO2º 0: 8"	27 (1000.03)		
100	Burn) Lamont	: 420.2: 8" 00	(18:6)		33/	Burn Tobo, Bies	: 579.5: 0" 7	T (T000.06)		
117	Burn 360. H : 150	5°.5: 3"+ (1828	(+), In b	ib ogo	342	Mil 253 : 410.8:	3".61 (1022	04)		
	$\partial = 62^{\circ} \text{ s6'}$ les	pei : 61º =6' (+	Non trou	vée »	345	Burn 1104. Bies	: 72°.I: 0".5	9 (1999.07)		
- 1 <i>.</i>	Bies)	50 J- V-			347	Mil 40 : 10.7 : 5	40 (1018.84)		
and the second se										

Figura 9. Fragmento de la primera página de las Notas del catálogo. Obsérvese que muchas de las dobles registradas ya habían sido descubiertas y catalogadas por otros observadores. Cortesía USNO.

STI. El rango de magnitudes de las componentes oscila típicamente entre la 9 y la 14, medidas en la banda azul (B). Hemos observado con relativa frecuencia que, en ciertos pares (con componentes de magnitudes similares), nuestras imágenes CCD sin filtrar muestran más brillante a la componente secundaria (figura 10). Nuestra conclusión a este efecto es que las placas originales eran sensibles al azul, mientras que las CCD, en general, responden mejor al rojo y al infrarrojo. Si una componente es azul y la otra es roja, la primera se verá más brillante en una placa con emulsión sensible al azul (banda B); pero, en cambio, se percibirá menos luminosa al registrarla con una CCD sin filtrar, siendo ahora la estrella roja la más dominante. En estos casos daremos el valor del ángulo de posición siguiendo la tendencia histórica y escribiremos un comentario al respecto en las Notas.



Figura 10. La componente B de STI2826 aparece más brillante en nuestra imagen de 2009 y en otra de 2MASS (en infrarrojo cercano) diez años más antigua. Las magnitudes en banda B listadas en WDS son 12,60 y 13. (Elaboración propia).



Figura 11. Ejemplo de Identificación incorrecta + coordenadas imprecisas. La estrella principal de STI2678 (= WDS22170+5526) ha sido confundida con la estrella TYC2-2334. Cortesía del autor.

Al ser parejas tan débiles, han sido muy poco observadas: alrededor del 9% están pendientes de confirmación, mientras que los pares con dos y tres medidas suponen conjuntamente un 62% del total. En general, las medidas más recientes datan de 1999/2000 y proceden de la astrometría del proyecto 2MASS. En los pares sin confirmar (aquellos que solo cuentan con la medida del descubrimiento, en torno a cien años atrás) suelen presentarse errores en los datos del WDS (figura 11): identificaciones incorrectas (la posición del par se asocia a alguna estrella brillante cercana) o meros errores en las coordenadas (son comunes diferencias de varios minutos de arco con respecto a la posición real). En unos pocos casos extremos un par determinado puede llegar a darse por perdido si los errores de posición son demasiado importantes. De la misma forma, es frecuente encontrar pares duplicados

> en WDS (un par STI tiene una doble entrada en el catálogo con otro código de descubridor diferente). La detección y posterior corrección de estos errores es una buena manera de ayudar a sanear el catálogo general. Una vez comunicado uno de estos casos, los gestores del WDS comprobarán la veracidad de nuestros argumentos y refundirán las medidas históricas de los dos pares conservando la denominación más antigua de las dos (figura 12, página siguiente).

> Las separaciones varían, por lo general, entre los 3 y los 15 segundos de arco, si bien bastantes pares han sobrepasado este límite máximo de distancia debido a los efectos acumulativos del movimiento propio de una o ambas componentes durante

los casi cien años transcurridos desde el descubrimiento. Casi con seguridad, en estos casos, podemos afirmar que se trata de pares ópticos sin ningún interés astrofísico. Por contra, otro número representativo de pares mantienen ángulo y distancia relativamente fijos, indicativo claro de que viajan a la misma velocidad, dirección y sentido, definiéndose los llamados *pares de movimiento propio común (MPC)*. En conveniente corroborar la tendencia de las observaciones mediante la consulta de los movimientos propios de las componentes en catálogos especializados (Tycho-2, UCAC3, PPMXL). La gran mayoría de los movimientos propios de las secundarias no figuran en el WDS, por lo que esta actividad es otra interesante manera de actualizar el catálogo.

En sistemas sin confirmar o largamente abandonados es frecuente encontrar nuevas componentes débiles y cerradas no catalogadas (figura 13, página 163). Por lo general, poco podremos decir acerca de la naturaleza de estas nuevas compañeras, salvo que haya indicios más o menos evidentes de movimiento propio común. No obstante, creemos que es conveniente su registro y catalogación como nuevos descubrimientos para dejar constancia de su existencia a la espera de que futuras misiones espaciales (como la Misión Gaia



Figura 12. Ejemplo de duplicación de pares en WDS. El software cartográfico Guide 8.0 indica que en la misma posición hay dos pares diferentes (SMA 155 y ST1078). Sin embargo, una imagen CCD actual muestra que en la posición indicada hay un único par de estrellas. La consulta al catálogo WDS aclara que los dos sistemas son el mismo. Tras comunicar al USNO esta situación, las medidas de ambos pares fueron unificadas y se mantuvo la denominación de STI1078 al ser la más antigua de las dos. Como añadidura, el sistema STI1078, que solo contaba con una medida oficial, ha sido también confirmado. (Elaboración propia).

de la Agencia Espacial Europea que será lanzada en 2013) aporten datos ultra-precisos acerca de ellas (astrometría, distancias, movimientos propios, foto-metría, etc.).

La numeración de los pares de la lista original de Stein, ordenados por Ascensión Recta, se realizó de acuerdo a la declinación: las dobles con declinación +60° o superior se numeraron desde 1 a 1263; aquellas por debajo de los +60° desde el índice 1264 hasta el 3091. Sin embargo, se dan muchos huecos en la serie y, en realidad, solo existen actualmente en WDS 2149 pares. Las omisiones son debidas a falsas detecciones (elongaciones por defectos ópticos en el objetivo astrográfico -coma-, manchas negras no estelares en la proximidad de puntos estelares reales), errores en el CA o en la lista original de Stein (pares duplicados) o dobles ya descubiertas con anterioridad. A este respecto, J. de Kort publicó en 1958 un listado de falsas detecciones después de revisar la lista completa de las dobles de Stein (Apéndice V del Catálogo Astrográfico Vaticano: Corrections to Stein's list of astrographic double stars and to the Vatican astrographic zone in general / by J. De Kort, S.J. - 1958). Este trabajo fue el primer intento de depuración del catálogo de Stein aunque, como hemos ilustrado en los párrafos precedentes y después de tantos años, el proceso aún no ha terminado.

La distribución de las STI en el cielo se supedita al límite físico de la franja de declinación vaticana. Así, por orden decreciente de abundancia podemos encontrarlas en las constelaciones mostradas en la figura 14 (página siguiente).

Antes de finalizar, creemos que sería interesante remarcar la importancia de la re-observación de estos y otros muchos pares abandonados (o *neglected*) contenidos en el catálogo WDS. En cierta manera, al emprender este tipo de trabajo astronómico, estaremos continuando la labor de los pioneros en una campaña de observación multi-generacional. Las medidas realizadas por los observadores históricos, junto a las nuestras y a las que efectuarán las próximas generaciones de observadores, conformarán un volumen de información que podrá ser explotado en el futuro para sacar las conclusiones pertinentes. Todos y cada uno de nosotros, con nuestra modesta aportación, estaremos contribuyendo para dar cuerpo a una base de datos creada a lo largo de varios cientos de años. Cuando ya no estemos, otros utilizarán nuestras observaciones, del mismo modo que nosotros, ahora mismo, usamos las de los precursores. Quizá sea éste el campo más altruista de todos en el marco de la astronomía observacional. Haciéndonos eco de las palabas de Ejnar Hertzsprung, sentenciamos con contundencia que "la deuda con nuestros antepasados por las observaciones que hicieron en nuestro beneficio solo podemos pagarla haciendo lo mismo en provecho de nuestros sucesores". Ad Astra. 🥑



Figura 13. Nuevas componentes en pares de Stein descubiertas por el autor en el Observatorio Astronómico Camino de Palomares (OACP) durante la campaña de 2009. Ya están incluidas en el WDS. (Elaboración propia).



Figura 14. Abundancia de las STI por constelaciones. (Elaboración propia).

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento al Dr. Brian Mason por suministrarnos la documentación gráfica original del catálogo de Stein, extraída de la Biblioteca del Observatorio Naval de los Estados Unidos. De igual modo, nuestra gratitud al Padre Chris Corbally, S. J., del Observatorio Vaticano por facilitarnos amablemente el retrato de Stein solicitado exprofeso. Las demás imágenes históricas fueron descargadas del sitio web del Observatorio Vaticano (http:// vaticanobservatory.org/).

Referencias y bibliografía

- Bruck, H. A., 1952, Obituary: Father J. W. J. Stein, S.J., The Observatory, Vol. 72, p. 119-120.
- Daley, J. A., 2006, Notes on the Double Stars of Father John W. Stein, S. J., Journal of Double Star Observations, Vol. 2, nº 4, p. 134–137.
- de Kort, J., 1952, Obituary: In memoriam Father Johan Stein S.J., 1871-1951, Ricerche astronomiche, Vol 2, nº 16, p. 372-374.
- de Kort, J., Stein, J., 1958, Corrections to Stein's list of astrographic double stars and to the Vatican astrographic zone in general, Specola Vaticana.
- Douglass, G.G., 1978, The non-duplicity of 189 ADS stars, Bull. Inf. Centre Donnees Stellaires, 14, 11.
- Kreiken, E. A., 1928, The double stars of the Vatican Astrographic Catalogue, second paper, Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands, Vol. 4, p. 212.
- Maffeo, S., 1991, I Cento anni Della Specola Vaticana, La civiltá cattolica, quaderni 3377, p. 469-480.
- Masa, E. R., 2009, Las olvidadas dobles de Stein, (I), AstronomíA, nº126, p. 64.
- Masa, E. R., 2010, Las olvidadas dobles de Stein, (II), AstronomíA, nº127, p. 64.

- Rodríguez, A. 1899, Roma: Observatorio del Vaticano, Revista La Ilustración Española y Americana.
- Pannekoek, A., Levensbericht J.W.J.A. Stein, Jaarboek, 1951-1952, Amsterdam, pp. 207-210.
- Stein, J., 1942, Cinquant' anni di attività della Specola Vaticana (1891-1941), Memorie della Società Astronomia Italiana, Vol. 15, p. 41.
- Stein. J., 1926, Catalogo di stelle doppie, con distanze inferiori a 15" contenute nelle zone astrografiche vaticane cercate e discusse da J. Stein, S.J., Tipografia Poliglotta Vaticana, Roma.
- Worley, C. E., 1988, Double Stars in the Astrographic Catalogue, Mapping the Sky: Past Heritage and Future Directions: Proceedings of the 133rd Symposium of the International Astronomical Union, held in Paris, France, 1-5 June 1987. Edited by Suzanne Debarbat. International Astronomical Union. Symposium no. 133, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 491.

Internet

- Carte du Ciel, Wikipedia, http://en.wikipedia.org/ wiki/Carte du Ciel
- Stein, Johannes Wilhelmus Jacobus Antonius (1871-1951)', in Biografisch Woordenboek van Nederland. URL:http://www.historici.nl/Onderzoek/ Projecten/BWN/lemmata/bwn3/stein [16-12-2009]
- Stein, Johan Willem Jakob Antoon, S. J." Complete Dictionary of Scientific Biography. 2008. Encyclopedia.com. 6 Dec. 2011 <http:// www.encyclopedia.com>.
- The Carte du Ciel enterprise, http:// www.astropa.unipa.it/Library/CarteduCiel/ index.htm





Inauguramos una **nueva sección**. A través de ella, en cada número, conocidos amateurs intentarán responder a esa pregunta que de vez en cuando nos hacen otros aficionados que no conocen bien este mundo...

Y la primera entrega viene de la mano de un gran amateur que desde que comenzó a dedicarse a este apasionante mundo ha tenido una progresión impresionante. Sus resultados y sus descubrimientos hablan por sí solos...

Ignacio Novalbos Cantador

LO CIERTO ES QUE HASTA QUE ME PROPUSIERON inaugurar esta nueva sección, nunca antes me había planteado la pregunta...

¿por qué observo estrellas dobles?

Y debo confesar que esta pregunta, que en un principio podría parecer fácil de responder, no lo es tanto. ¿El motivo?

En mi caso particular, antes de llegar a decantarme por la observación y el estudio de las estrellas dobles, he recorrido un largo camino en el que he pasado, con más pena que gloria la mayoría de las veces, por bastantes estaciones del saber astronómico. Todas ellas más que interesantes. Aunque ninguna llegaba a saciar por completo mi curiosidad e intereses astronómicos y sobre todo las ganas por aportar a la astronomía. Hasta que llegaron las dobles...

Así que me puse a recordar desde los orígenes, y me replanteé la pregunta:

¿Cómo llegué a observar estrellas dobles?

Todo empezó hacia 1978, y juraría que fue durante alguna de aquellas calurosas y estrelladas noches de verano pasadas en La Garganta (Ciudad Real). Una aldea situada a unos 700 m de altitud y perdida en las estribaciones de Sierra Morena, donde junto a mis primos y abuelos maternos, pasaba las vacaciones estivales. Recuerdo como después de cenar, mis primos y yo, salíamos de correrías nocturnas iluminados tan solo por la luz de tres bombillas de 40W y un impresionante cielo estrellado, que atravesado de extremo a extremo por una majestuosa Vía Láctea, ya entonces me dejaba embobado.



Después de esas primeras experiencias astronómicas (que aún, a día de hoy, recuerdo con emoción) y ya rondando los 80, tuve la suerte de veranear en una casa de campo, perdida entre un bosque de hayas, pinos y avellanos de la majestuosa montaña del Montseny, cerca de Barcelona. Junto a los amigos con los que pasábamos las vacaciones, montábamos cada noche una tienda de campaña en un prado cercano a la casa y nos pasába-

mos la noche mirando el cielo, contando meteoros, explicando fantásticas historias de astronautas y haciendo ruido para espantar a los jabalíes...Tras las cortas noches estivales, siempre nos amanecía sin haber dormido apenas, pero con la emoción de haber compartido los misterios del Universo.

Algo después, en 1982, además del Mundial de fútbol de España, también tuvimos la suerte de que por la televisión se retransmitiese la serie Cosmos, presentada por el excepcional astrónomo y divulgador Carl Sagan. Estoy completamente seguro que esta serie fue la que finalmente encendió en mí la llama de la astronomía. Esperaba impaciente a la emisión de cada uno de los capítulos. Con mis pocos ahorros compré la 1ª edición del libro de Sagan, en una óptica de ocasión adquirí unos prismáticos de 7x35, coleccionaba artículos pe-



riodísticos relacionados con la astronomia, empecé a observar el cielo de manera sistemática; definitivamente, estaba "enganchado" a la astronomía.

En el verano de 1984 adquirí mi primer telescopio, un refractor Zeus de 60 mm de abertura, con el que desde la terraza del hotel de Palamós donde trabajaba por entonces, me pasaba las noches enteras disfrutando de las constelaciones estivales.

Y fueron pasando los años, fue creciendo mi biblioteca, fui observando la Luna, los planetas, algún eclipse solar y unos cuantos lunares, las Perseidas cada mes de agosto, durante mi estancia de casi tres años en Chile me aficioné a los cúmulos estelares, compré el Nextar 114SLT (mi segundo telescopio), estuve un tiempo interesado en la metodología de observación de variables, adquirí un LX200R de 254 mm con el que observé Alfa Herculis un día que estaba liado con M13. A partir de ahí, ya fue no parar con las estrellas dobles.

Eso ocurrió hacia finales del 2006, aunque por motivos laborales, pasé todavía cerca de un año casi sin poder observar. Así que mi relación con las dobles se limitaba a leer, leer, leer y releer todo aquello que caía en mis manos. A base de libros, artículos, trabajos, paginas web, alimentaba mi curiosidad. Hasta que, a principios del 2008 y guiado por el fantástico trabajo de doblistas como Benavides, Rica, Masa, González Carballo, Miret, Tobal y por supuesto Losse, empecé a observar y medir estrellas dobles. Al principio, de manera visual y con un ocular micrométrico y después haciendo uso de una modesta CCD. Más tarde también llegué a adquirir cierta habilidad en el manejo de los recursos astronómicos virtuales, como *Aladin*.

Siguiendo los pasos de otros compañeros más avezados, en 2009 conseguí descubrir mi primer par de movimiento propio común NVL1 AB. Este hecho fue definitivo para consolidar mi relación con las dobles. La emoción que se siente al descubrir un par que ha pasado desapercibido durante siglos al resto de los astrónomos y que además quedará registrado con tu nombre, es algo indescriptible, el sueño de cualquier astrónomo aficionado...que tu nombre esté entre las estrellas... ¡¡Y yo lo he conseguido gracias a las estrellas dobles!!

Si después de leer mi relato, aun no sabéis porqué estudio estrellas dobles, os daré algunas razones más:

Ca Hay más dobles para observar que cualquier otro objeto (si exceptuamos las galaxias).
Ca Se pueden observar a simple vista, con prismáticos y icertamoão.

telescopios de cualquier tamaño.

- ௸La orientación de nuestro observatorio y la cantidad de cielo visible, apenas tienen importancia, hay miles para observar.
- ௸No es preciso que nuestros programas de observación tengan una frecuencia diaria, ni semanal, ni incluso mensual.
- Repodemos observar en cualquier noche despejada del año y nuestras medidas seguirán teniendo valor.
- Ca La contaminación lumínica no presenta un inconveniente para observar la mayoría de estrellas dobles. Incluso a veces, un poco de luz ayuda a resolver mejor algunos pares.
- **cR** Es un tipo de objeto que siempre nos está esperando para ser observado, ya sea en el campo o en el centro de la ciudad.

¿Entendéis ahora por qué observo estrellas dobles?

Por cierto, mi nombre es Ignacio Novalbos y el de mi observatorio O.A.N.L.Barcelona ...



FUERA DE FOCO

MULTITUD DE AVANCES científicos han llegado de la mano de mejoras tecnológicas. Esto es especialmente cierto en el caso de la astronomía, donde cada progreso ha brindado hallazgos más o menos insospechados: desde la óptica de telescopios (en el suelo o en el espacio) hasta las innovaciones en siste-

mas de captación de luz, pasando por la mejora de los dispositivos informáticos tanto para tratamiento de datos como para control de otros aparatos, cada recurso nuevo puesto a disposición de la comunidad astronómica ha arrojado un saldo científico positivo.

Estas reflexiones pueden aplicarse también a uno de los campos más clásicos de la astronomía: la astrometría. Se puede afirmar,

de hecho, que la astrometría es el área de trabajo más antigua dentro de la astronomía que, de por sí, es una de las ciencias más viejas. Pero la astrometría está muy lejos de ser un campo obsoleto. Antes al contrario, las mejoras técnicas de las últimas décadas vuelven a poner esta disciplina milenaria en la primera línea de la astrofísica moderna. Y no se trata ya tan solo de las novedades que ofrecen, en el suelo, técnicas como los círculos meridianos robotizados, la interferometría speckle o las técnicas de imágenes afortunadas (lucky imaging). Más allá de lo que ocurre en el suelo, en el cielo la astronáutica pone al servicio de la astrometría unos recursos jamás soñados por los pioneros de la era telescópica. Podemos afirmar con orgullo que Europa se encuentra en la vanguardia de este

rejuvenecimiento espacial de la astrometría moderna, gracias al éxito abrumador de la misión de astrometría espacial Hipparcos en los años ochenta y noventa y, ahora, debido al plan de trabajo espectacular que se va a desarrollar con su misión sucesora, Gaia.

El satélite Hipparcos (HIgh-Precision PARallax Collection Satellite, «satélite colector de paralajes de alta precisión») recopiló entre 1989 y 1993 los datos que permitieron confeccionar el catálogo astrométrico más preciso jamás compilado. Todavía en el siglo XXI sus resultados siguen produciendo datos novedosos, como el catálogo Tycho-2, aparecido en el año 2000 y que contiene datos de más de dos millones de estrellas. En poco tiempo esta misión monumental dejó obsoletos siglos de trabajo paciente en la recolección de paralajes estelares una a una. Las medidas de paralaje se encuentran en la base de la escala de distancias del universo y son, por tanto, de una importancia astrofísica crucial.

Europa y el mundo se preparan ya para el impacto de la misión sucesora de Hipparcos, llamada Gaia. Si todo sale bien, a partir del año 2013 Gaia recopilará, por primera vez en la historia, el censo de una fracción significativa del total de estrellas de la Galaxia, un uno por ciento, al aportar datos sobre unos mil millones de estrellas, cada una de las cuales se observará, en promedio, unas setenta veces a lo largo de cinco años. Se espera descubrir cientos de miles de cuerpos celestes nuevos, como planetas extrasolares o enanas marrones. En el Sistema Solar se observarán cientos de miles de asteroides. Miles de sistemas planetarios extrasolares quedarán caracterizados y se producirá un catálogo significativo, masivo y representativo de los cuerpos menores del Sistema Solar, de las estrellas de la Ga-

La misión astrométrica Gaia de la Agencia Espacial Europea y las estrellas dobles

por David Galadí-Enríquez

laxia y de galaxias externas, hasta llegar a medio millón de cuásares lejanos. La precisión de las medidas será tal que puede permitir poner a prueba algunas predicciones de la teoría de la relatividad.

El objetivo principal

de Gaia consiste en recolectar información astrométrica con una precisión de diez microsegundos de arco, el tamaño aparente de un centímetro situado a 200.000 km de distancia. Se obtendrán movimientos propios con precisiones de un microsegundo de arco por año para estrellas hasta de magnitud visual 15. No se puede exagerar el impacto de estos resultados sobre todas las ramas de la astrofísica. En particular, ¿qué implicará Gaia en el mundo de las



estrellas dobles?

El legado de Gaia en este campo será histórico. El hallazgo, por ejemplo, de pares de movimiento propio común, efectuado por métodos automáticos, generará decenas de miles, si no cientos de miles de resultados fiables. Gaia resolverá directamente binarias con separaciones de hasta veinte milésimas de segundo de arco. A separaciones de pocos segundos de arco detectará incluso las secundarias débiles. La astrometría de precisión podrá explotarse para determinar órbitas y masas de binarias visuales con una precisión nunca vista. Se espera deducir masas muy precisas (1%) para más de diez mil estrellas. Se espera detectar diez millones de binarias astrométricas (a partir del

movimiento propio no rectilíneo de la primaria), se descubrirán unos siete millones de binarias eclipsantes, etc. Estos números, abrumadores por sí mismos, adquieren un significado especial cuando se tiene en cuenta el esfuerzo de cálculo automático que implican, dado que no habría modo humano de tratar de manera interactiva una cantidad de información que ascenderá aproximadamente a un peta-byte (diez elevado a quince bytes).

Seguirá quedando campo para la observación de binarias desde el suelo, tanto con medios profesionales como no profesionales. Pero, del mismo modo que hoy día una cierta parte del trabajo amateur en binarias se basa no en datos propios, sino en la minería de bases de datos digitales, se puede afirmar que desde el año 2020 buena parte del trabajo sobre estrellas binarias, y sobre otros campos de la astronomía, se efectuará no mirando al cielo, sino hurgando en la mayor base de datos astronómicos de la historia: los de la misión astrométrica Gaia de la Agencia Espacial Europea. 🔮



David Galadí-Enríquez trabaia como astrónomo técnico en el Observatorio de Calar Alto, donde también es responsable de divulgación. Es miembro de la UAI, de la SEA y de la A. A. de Córdoba. Es autor, entre otros, del destacado libro de divulgación "A ras de cielo".