el observador de estrellas dobles

9
julio diciembre 2012
AÑO · IV

Descubrimiento de nuevos pares con movimiento propio común
Antonio Agudo Azcona
Juan-Luis Glez. Carballo
Rafael Benavides Palencia

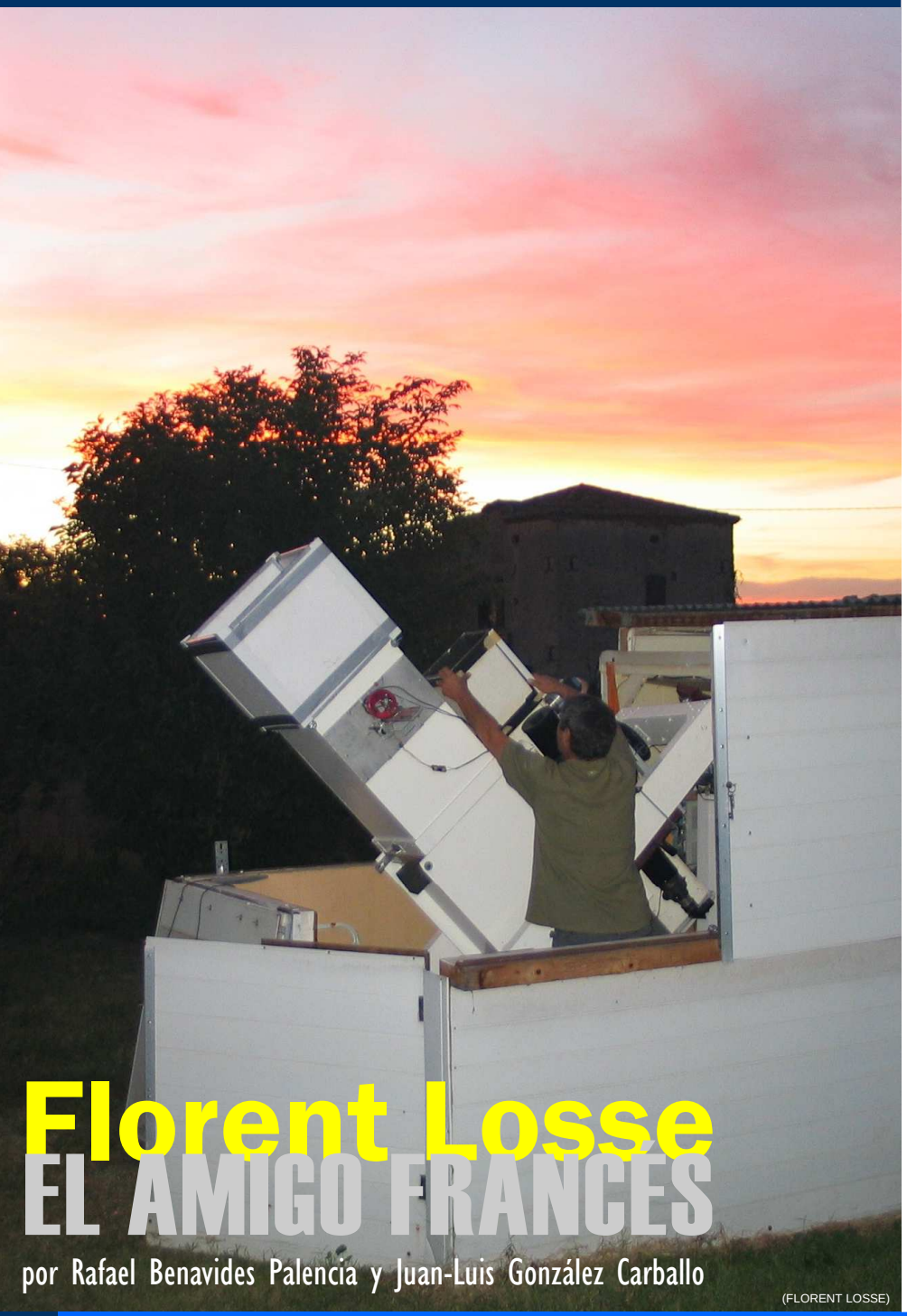
Medición y estudio de estrellas dobles descubiertas por Comellas
Francisco M. Rica Romero

Descubrimiento de una candidata a binaria mpc
Francisco C. Soldán Alfaro

Descubrimiento de una nueva componente de LDS 243
Carlos Alberto Lasgoity

Astrometría de dobles en los cúmulos abiertos NGC869/884 y NGC1778
Ignacio Novalbos Cantador

Un nuevo probable sistema binario
Giuseppe Micello



Florent Losse
EL AMIGO FRANCÉS

por Rafael Benavides Palencia y Juan-Luis González Carballo

(FLORENT LOSSE)

J. A. Docobo
ESCRIBE EN OED
"Cuarenta años entre las estrellas dobles"

© J.A. DOCOBO

SECCIÓN
¿por qué observo estrellas dobles?
CON
GIUSEPPE MICELLO

PROYECTO SEDA-WDS
resultados de Cam — Grus y nuevas campañas

MUCHOS MÁS ARTÍCULOS DE

Antonio Agudo Azcona, Lluis Ribé, Francisco Rica, Rafael Benavides, Rafael Caballero, Germán Bresciano...

ENTREVISTA
Russell M. Genet
por RAFAEL CABABLLERO

© R. GENET

ISSN 2387523-2008

el observador
estrellas dobles

revista dedicada a la observación,
investigación y divulgación de las estrellas dobles
año IV — número 9 — julio/diciembre 2012
ISSN 1989-3582

índice

ACTUALIDAD

Editorial | 3

Noticias de actualidad | 4
por *Francisco M. Rica*

OAG Common Proper Motion Wide Pairs Survey | 7
por *T. Tobal, I. Novalbos y X. Miret*

Nuevas campañas del Proyecto SEDA-WDS y SEDA-WDS AUSTRAL | 8

Entrevista a Russell M. Genet | 11
por *Rafael Caballero Roldán*

OBSERVACIÓN

Resultados de la tercera campaña del Proyecto SEDA-WDS: Cam y Grus | 14
por *AA. VV.*

Descubrimiento de 132 binarias mpc | 24
por *Antonio Agudo Azcona*

Descubrimiento de 133 binarias mpc | 33
por *Juan-Luis González Carballo*

Descubrimiento de 122 binarias mpc | 42
por *Rafael Benavides Palencia*

Observación de 33 estrellas dobles olvidadas | 51
por *Lluís Ribé de Pont*

Medición y estudio de estrellas dobles descubiertas por J. L. Comellas | 53
por *Francisco M. Rica Romero*

Estudio y caracterización de un nuevo sistema con mpc | 66
por *Antonio Agudo Azcona*

Descubrimiento de una candidata a binaria con mpc | 76
por *Francisco C. Soldán Alfaro*

Medición de 28 sistemas dobles usando lucky imaging | 91
por *Rafael Benavides Palencia*

Descubrimiento de una nueva componente de LDS 243 | 99
por *Carlos Alberto Lasgoity*

Astrometría de dobles en cúmulos abiertos | 105
por *Ignacio Novalbos Cantador*

Algunas mediciones de estrellas dobles desde el O. A. de Cantabria | 113
por *Francisco M. Rica Romero*

Nuevo probable sistema binario | 117
por *Giuseppe Micello*

Dos posible errores de datos en el WDS | 120
por *Germán Bresciano*

Tres nuevos pares con mpc | 123
por *Rafael Caballero Roldán*

¿POR QUÉ...?

¿Por qué observo estrellas dobles? | 125
Firma invitada: Giuseppe Micello

PERFILES

Florent Losse, pasión por las dobles | 127
por *R. Benavides Palencia y J. L. Glez. Carballo*

FUERA DE FOCO

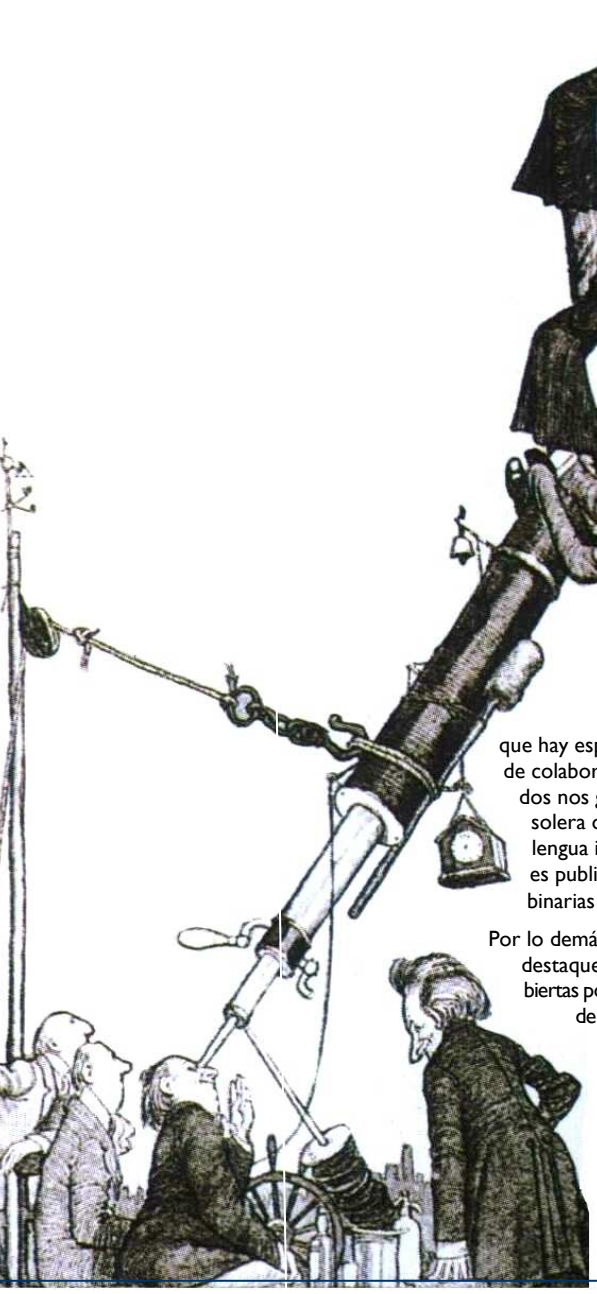
Cuarenta años entre las estrellas dobles | 135
Firma invitada: *José Angel Docobo*

condiciones de publicación

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

- Se aceptará cualquier tipo de trabajo que tenga relación con las estrellas dobles, independientemente de la temática que aborde.
- Los trabajos deberán remitirse a cualquiera de los editores a través de los correos electrónicos que figuran en la parte inferior de la página siguiente.
- Se remitirán archivos de texto en formato Word o similar. Se agradece que vengan corregidos ortográfica y sintácticamente.
- Se deberán adjuntar las imágenes o dibujos que se desean publicar, preferentemente insertados en el texto.
- En la cabecera del artículo deberán figurar los siguientes datos: nombre y apellidos del autor, agrupación o asociación astronómica a la que pertenezca y dirección de correo electrónico.
- Los artículos deberán venir precedidos por un breve resumen del contenido del mismo (4 líneas) en inglés y en castellano.
- OED tendrá una periodicidad semestral. La fecha límite de recepción de trabajos para el próximo número será el 1 de noviembre de 2012.

UN NUEVO NÚMERO. EL 9 YA. Como siempre, repleto de excelentes artículos y colaboraciones. Nada menos que 23 en este caso, un nuevo hito en nuestra breve, pero intensa, aventura editorial. Y de nuevo se estrenan firmas inéditas en OED, bienvenidas todas ellas. Nos alegra, por ejemplo, ver que nuestros compañeros de Argentina siguen trabajando en interesantes propuestas, observaciones y proyectos de trabajo que les están dando grandes frutos (en esta ocasión son dos los artículos que publicamos de compañeros del país austral: Carlos Lasgoity y Germán Bresciano). Igualmente, nos congratulamos que uno de los editores de la nueva publicación hermana, *Il Bolletino delle Stelle Doppie*, participe doblemente (como no podía ser de otra forma en una revista sobre estrellas dobles) en el número 9 de el observador: Giuseppe Micello se encarga como firma invitada de la sección "¿Por qué observo estrellas dobles?" (que tan buena acogida ha tenido, por cierto), a la vez que presenta un interesante artículo con una nueva candidata a estrella binaria.



Nuevas candidatas… si algo caracteriza a este número de nuestra querida revista son sin duda los descubrimientos que en ella se publican. Son varios centenares. Impresionante. Nuestras más sinceras felicitaciones a los incansables observadores por su gran aportación a esta bonita parcela de la ciencia astronómica. Nos llena de alegría comprobar cómo algunos observadores confían a el observador sus artículos *de calado*, a sabiendas de que tienen un público fiel que leerá sus trabajos en todo el mundo (4.000 visitas al blog de la revista, de media en cada número, y cerca de 1.000 descargas directas de la misma); y es que, en ocasiones, nos ha sorprendido ver que algunos compañeros siguen prefiriendo enviar sus *artículos estrella* a otras publicaciones extranjeras y dejan para OED aquellos que consideran menos relevantes. Dicho esto, una cosa debe quedar clara ante todo: todas las colaboraciones a nuestra revista son bienvenidas, independientemente de su profundidad, extensión o nivel de aportación a la astronomía de las estrellas binarias. Absolutamente todas. Tan sólo rogamos rigor científico y que aporten algo nuevo.

Es evidente que OED ha crecido mucho en estos cuatro años de existencia y que se ha convertido en un referente internacional, como lo atestigua el hecho de que somos incapaces de publicar en cada número todos los artículos que recibimos solicitándolo, teniendo que ser publicados en el siguiente número, o las impresiones que recibimos de astrónomos profesionales al respecto, entre los que se encuentran los propios gestores del WDS en el USNO (buena fe de ello es el hecho de que, habitualmente, no se tardan más de tres semanas en introducir los datos aportados en el catálogo washingtoniano). A pesar de todo, es evidente que hay espacio editorial para todas las revistas que existen actualmente en el circuito amateur y que el intercambio de colaboraciones es fundamental para tener un panorama más rico y variado. Por otro lado, es evidente que a todos nos gusta ver publicados nuestros trabajos en otras revistas que, bajo su respetable opinión, pueden tener más solera o tradición, aunque creemos que, realmente, todo se reduce al uso y la proyección internacional de la lengua inglesa. Es por ello que nos ha alegrado enormemente publicar en este número el primer gran *survey* que es publicado en OED: Antonio Agudo, Rafael Benavides y Juan-Luis G. Carballo publican casi 400 nuevas estrellas binarias con movimiento propio común. Un hito más para nuestra humilde criatura, el observador.

Por lo demás, podréis ver que tenéis ante vosotros una revista llena de interesantes contenidos; permitidnos que destaquemos, para finalizar, dos de ellos. En primer lugar la colaboración de Francisco Rica sobre las estrellas dobles descubiertas por el gran astrónomo (y director honorífico de OED) D. José Luis Comellas. Independientemente del interés científico de esas estrellas dobles, es evidente que tienen, para todos los aficionados de habla hispana, un enorme carácter sentimental. Agradecemos el esfuerzo realizado por nuestro querido maestro, Paco Rica, en sacar a la luz esas joyas que no podían caer en el olvido.

Y, en segundo lugar, una entrevista que nos alegra sobremanera. En cierto modo, es una forma de hacer justicia. Y un merecido homenaje que no debería haber aparecido publicado en el número 9, sino en el 1. Pero hemos querido tener la madurez editorial necesaria para ello. Nos estamos refiriendo al protagonista de nuestra portada y, a la vez, personaje destacado en la sección Perfiles: nuestro querido y admirado Florent Losse que, por cierto, fue uno de los padrinos originarios de esta revista. Esperamos que esta entrevista os sirva para conocer más a este incansable observador, posiblemente el que más aportaciones ha realizado a la astrometría de las estrellas dobles en los últimos años. Gracias por todo Florent.

LOS EDITORES

director honorífico

Sr. D. José Luis Comellas García-Llera

editores

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

sitio web

www.elobservadordeestrellasdobles.wordpress.com

colaboradores

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

con el apoyo de

Infoastro.com

■ POR **FRANCISCO M. RICA**

Masa dinámica y órbita 3D para HR 7672B

La compañera de la estrella G0V, HR 7672, observada por Liu et al. (2002) se ha movido de forma significativa desde su descubrimiento y por tanto es posible determinar sus propiedades dinámicas. Al mostrar HR 7672 una aceleración en su velocidad radial, se observó inicialmente con técnicas de óptica adaptativa; ahora, este equipo de astrónomos la ha observado con técnicas Doppler. En total disponen de una línea base de 24 años de observación. La velocidad radial muestra una curvatura significativa (cambio en la aceleración) incluyendo un punto de inflexión. Los astrónomos también han obtenido una imagen reciente con el instrumento NIRC2 del telescopio Keck. La astrometría muestra una curvatura. En este trabajo los autores emplearon conjuntamente tanto las mediciones astrométricas como las mediciones de velocidad radial, para obtener una órbita tridimensional y la masa dinámica de la estrella compañera. Los astrónomos encontraron que HR 7672B tiene una alta excentricidad (e = 0,50), es una órbita casi de canto (inclinación = 97,3 grados) y posee un semieje mayor de 18,4 UA. La masa de la compañera es de 69,5+5,7-5,4 veces la masa de Júpiter (intervalo de confianza del 95%). HR 7672B reside así en el límite subestelar, muy probablemente justo debajo del límite de la fusión del hidrógeno. Estas mediciones de la masa de la compañera son independientes de su brillo y su espectro. Por tanto, HR 7672B es una enana marrón de referencia con una masa, edad y metalicidad bien determinadas y por tanto es un objeto importante para probar los modelos teóricos y el modelo de síntesis espectral. [2011arXiv1112.1725C, Diciembre 2011].

Estrellas dobles separadas en el AK3: componentes binarias espectroscópicas

Las binarias separadas son trazadores del campo gravitatorio de la Galaxia, pero su estudio requiere alguna precaución. Una gran lista de estrellas de movimiento propio común seleccionada a partir del catálogo AGK3, fue monitoreada con el instrumento CORAVEL (figura 1), que permite determinar velocidades radiales. El objetivo es preparar una muestra de binarias físicas muy separadas. 66 objetos recibieron especial atención ya que sus velocidades radiales (VR) parecieron variar. Estas estrellas fueron observadas durante varios años para intentar derivar los elementos de sus órbitas espectroscópicas. Finalmente se calcularon las órbitas espectroscópicas de doble línea para 13 binarias. 40 binarias recibieron sus primeras órbitas y otras fueron mejoradas para 10 binarias. La mediana del periodo orbital para las primeras 40 binarias fue de 1 año, y varias binarias espectroscópicas deberían resolverse o deberían recibir una órbita astrométrica en un futuro, proporcionando las masas de las componentes. Además, parece que HD 153252 tiene una compañera cerrada que es una candidata a enana marrón con una masa mínima de 50 masas de Júpiter. [2011arXiv1112.1612H, Diciembre 2011]

Figura 1. El instrumento CORAVEL para velocidades radiales.

EL SISTEMA MÚLTIPLE LHS 1070: SUS ÓRBITAS Y MASAS

Un estudio con las órbitas del sistema triple LHS1070 fue presentado por un grupo de astrofísicos, siendo el principal objetivo obtener las masas individuales de sus componentes. Usando varios instrumentos (NACO sobre el VLT, el instrumento Omega CASS en el telescopio de 3,5 metros de Calar Alto) obtuvieron 16 posiciones astrométricas relativas. Tras combinar estas nuevas posiciones con las ya existentes en la literatura se derivó una órbita mejorada para LHS1070 B y C, y una estimación de la órbita de BC alrededor de A. Ambas órbitas son casi coplanares con una inclinación mutua menor de 10 grados. Las masas están en el rango de 0,13-0,16 masas solares para la componente A, 0,077±0,005 masas solares para la componente B, y 0,071±0,004 masas solares para la componente C. Por tanto, la componente C es una enana marrón y la componente B probablemente lo sea también. Comparación con isócronas de evolución muestran que la componente A es o bien más débil o más masiva que lo esperado. Una posible explicación sería que fuera así mismo una binaria. [2012arXiv1203.6270K, Marzo 2012]

Observaciones speckle de estrellas binarias con el telescopio WIYN. VII. Medidas durante 2008/2009

Un grupo de astrónomos, principalmente americanos, ha presentado 531 mediciones speckle de estrellas binarias. Estas mediciones fueron tomadas principalmente entre junio del 2008 y octubre 2009 en el telescopio WIYN de 3,5 m en Kitt Peak y representan los últimos datos speckle de un único filtro antes del uso de la cámara speckle actual que posee doble canal. La precisión astrométrica y fotométrica es consistente con anteriores trabajos en esta serie: incertidumbre de medida de aproximadamente 2,5 milisegundos de arco y una diferencia de magnitud con incertidumbres en el rango 0,1 a 0,14. En combinación con los datos ya existentes, los presentados en este trabajo permitieron la revisión de la órbita de A 1634AB (= HIP 76041) y la primera determinación de los elementos orbitales visuales para HDS 1895 (= HIP 65982). [2012AJ....143...10H, Enero 2012]

Observaciones speckle con la cámara PISCO en Merate (Italia). XI. Medidas astrométricas de binarias visuales en 2010

Un grupo de astrónomos franceses e italianos presentó mediciones de astrometría relativa de binarias visuales realizadas en el 2010. Para ello se usó la cámara speckle PISCO sobre el telescopio Zeiss de 1,02 metros de diámetro situado en el Observatorio Astronómico de Brera (en Merate, Italia). Su lista observacional contenía pares orbitales, así como binarias cuyo movimiento aún es incierto. En total obtuvieron 207 mediciones de 191 objetos, con separaciones angulares entre 0,2 y 4,7 segundos de arco. La precisión media de sus mediciones es de 0,01". El error medio de los ángulos de posición es de 0,6 grados. Además, también revisaron las órbitas para varias binarias y obtuvieron las primeras órbitas para otras tantas, estimando valores para las masas. [2012MNRAS.tmp.2696P Marzo 2012]

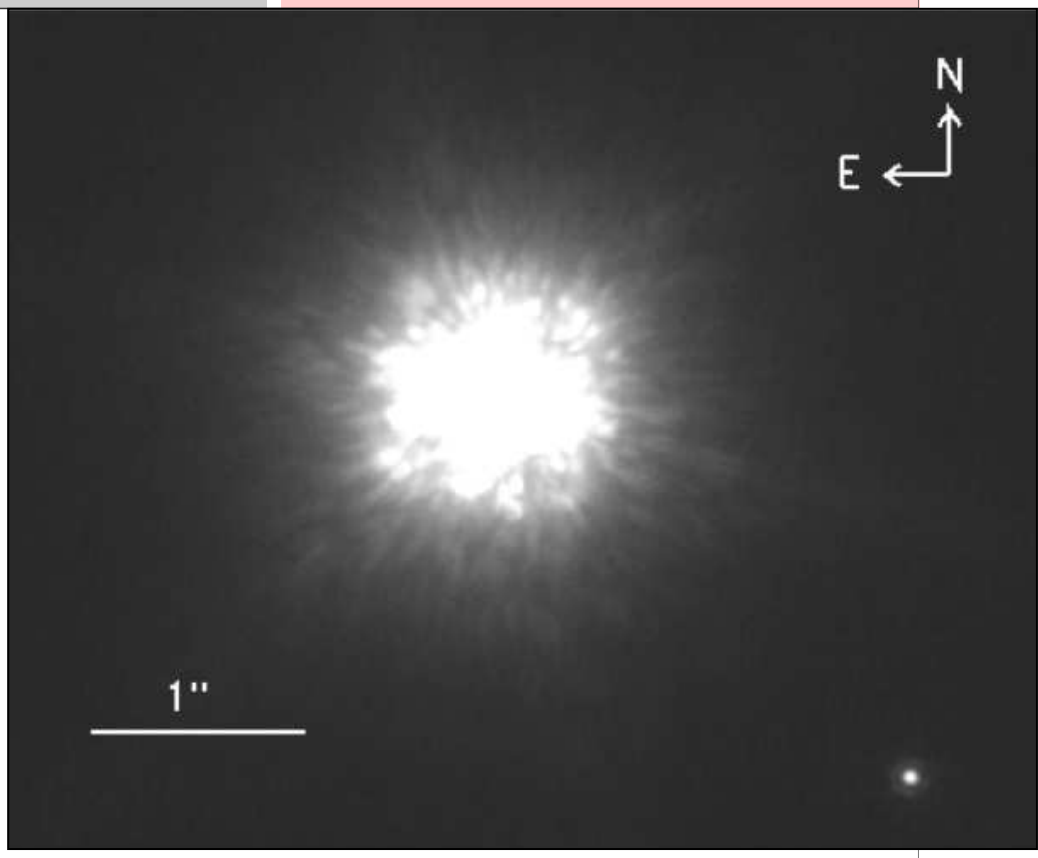


Figura 2. HD 23514 observada con el instrumento NIRC2 (el sistema de óptica adaptativa del observatorio Keck) el 4 de noviembre de 2008. La compañera está situada a 2,6" al suroeste de la primaria. © 2012ApJ...748...30R

UNA COMPAÑERA SUBESTELAR DE LA ESTRELLA DE LAS PLÉYADES HD 23514

Un grupo de astrónomos de Estados Unidos, Canadá y Chile ha presentado el descubrimiento de una compañera subestelar de la estrella HD 23514 (ver figura 2), de tipo F6 situada en el conocido cúmulo de las Pléyades y que llama la atención por estar rodeada de muchas partículas de polvo caliente. Para este descubrimiento usaron la técnica de óptica adaptativa en el Observatorio Keck. La compañera es una de las primeras enanas marrones descubiertas como compañera estelar de una estrella en las Pléyades. La secundaria es una enana M-tardía con una masa de 0,06 masas solares. Tiene una separación proyectada, con respecto a la principal, de unas 360 ua. La escasez de compañeras subestelares de una estrella perteneciente a las Pléyades unido al entorno extremadamente polvoriento, hace que este sistema sea único y digno de un profundo estudio. [2012ApJ...748...30R, Marzo 2012]

Imágenes de alta resolución de óptica adaptativa del movimiento orbital en el cúmulo del Trapecio de Orión

Un equipo de astrofísicos ha utilizado el novedoso sensor del sistema de óptica adaptativa del telescopio LBT de 8,4 metros, para obtener imágenes en banda estrecha (Br gamma: 2,16 micras y [FeII]: 1,64 micras) de 47 estrellas jóvenes (~1 millón de años) miembros del cúmulo Theta1 Ori del Trapecio de Orión. El núcleo del cúmulo fue observado con imágenes de alta resolución (0,050" / píxel). Una combinación de alta resolución espacial y alta relación señal/ruido obtuvo posiciones astrométricas con una precisión de 0,5 milésimas de segundo de arco (0,5 msa). Unido a otras medidas speckle obtenidas previamente, este equipo de astrónomos analizó imágenes de alta resolución con una línea base temporal de 15 años, pudiendo detectar movimientos relativos de sólo 0,3 msa (0,6 km/s a la distancia de 450 parsecs). Este resultado es 7 veces mejor que los obtenidos previamente. Detectaron claramente movimientos orbitales en el sistema Theta1 Ori B2/B3 de 4,9±0,3 km/s y de 7,2±0,8 km/s en el sistema Theta1 Ori A1/A2. Los cinco miembros del sistema Theta1 Ori B parecen formar un mini cúmulo gravitacionalmente unido. Para la estrella de menor masa en el sistema Theta1 Ori B (componente B4 con 0,2 masas solares) se ha detectado por primera vez su movimiento orbital (4,3 ±2,0 km/s) con respecto a la componente B1. Sin embargo es probable que la componente B4 tenga una órbita inestable que la expulse de este mini cúmulo. [2012arXiv1203.2638C, Marzo 2012]

Figura 3. Trapecio de Orión (CC License).

Nueva publicación sobre estrellas dobles

Desde el pasado 1 de abril el mundo de la observación y estudio de las estrellas dobles cuenta con una nueva publicación: **Il Bollettino delle Stelle Doppie**. En este caso, la iniciativa viene de la vecina Italia. Sus dos editores, **Antonio Adrigat y Giuseppe Micello** se han lanzado a esta aventura editorial con ilusión y ganas, como lo demuestra un número 1 lleno de contenidos interesantes. Con esta joven publicación son ya cuatro las revistas especializadas en este tema que el lector interesado en las estrellas dobles puede encontrar.

Il Bollettino es una revista trimestral y su número 2 verá la luz el próximo 1 de julio.

Desde **El Observador de Estrellas Dobles** queremos desear la mayor de las fortunas a esta nueva publicación hermana; a buen seguro que nos unirán experiencias comunes.

Precisamente, en este número de OED dedicamos la sección "¿Por qué observo estrellas dobles?" a uno de los editores de la nueva revista: Giuseppe Micello (ver página 125).

Podéis descargar la revista desde:

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

J.-L. G. C.

GARRAF WIDE PAIRS CATALOG: Ecuatorial Zone (Part I)

Un proyecto Pro-Am para catalogar sistemas abiertos con gran movimiento propio común

Tòfol Tobal, Ignacio Novalbos, Xavier Miret (OAG) | Junio 2012

ENTRE 2006 Y 2010 el equipo del ***Observatori Astronómic del Garraf*** **(OAG)** había participado en diversos programas internacionales de catalogación/medición de estrellas dobles visuales, utilizando de manera preferente placas digitalizadas POSS-I y POSS-II. El rastreo de dobles olvidadas (neglected) o la prospección de pares anónimos (annonymous) nos familiarizó notablemente con el entorno **ALADIN**, y concretamente con las herramientas del llamado **Observatorio Virtual (VO)**. En 2008, **J. A. Caballero (UCM)** nos invitó a participar en una búsqueda de posibles compañeras, no catalogadas, de estrellas Luyten de gran movimiento propio. Tras analizar los campos estelares de unas 2.000 candidatas, se detectaron 160 posibles compañeras, y 6 sistemas dobles desconocidos hasta la fecha (*Caballero et al., 2008).*

Ante los excelentes resultados obtenidos, dedicamos los siguientes meses a preparar un proyecto Pro-Am que, en síntesis, pretendía realizar una prospección sistemática de la zona ecuatorial del cielo, con el objetivo de catalogar sistemas de movimiento propio común con un límite inferior de 50 msa/año y sin límite superior, ni de magnitud. Los primeros sondeos dejaron claro que este proyecto empezaba justamente donde finalizaron las prospecciones de Luyten (1961), por no disponer de material fotográfico más sensible.

El proyecto tenía un planteamiento clásico similar al de la Carta del Cielo. Se dividió la franja celeste (en este caso la ecuatorial con una amplitud en DEC de ± 20º) en 48 sectores que se asignarían a los diferentes participantes. La metodología de búsqueda inicial fue bastante rudimentaria (v1), entrando manualmente las coordenadas de cada BSU (Basic Search Unit: un campo de 1 m en AR y 15' en DEC). Cada BSU era analizado visualmente para detectar las componentes del posible sistema en base a la aplicación Blinking RGB de **ALADIN**. El proyecto significaba rastrear una por una un total de 230.400 BSU, 4.800 por sector. Posteriores mejoras (v2) fueron introducidas (2009-2010) gracias a la estrecha colaboración con el equipo del SVO, dirigido por **E. Solano (CAB-INTA)**, de forma que se acortó notablemente el tiempo de rastreo. Actualmente estamos a punto de poner en funcionamiento una herramienta (v3) aún más potente, la cual pondremos a disposición de los colaboradores, cuando hayan finalizado los correspondientes test.

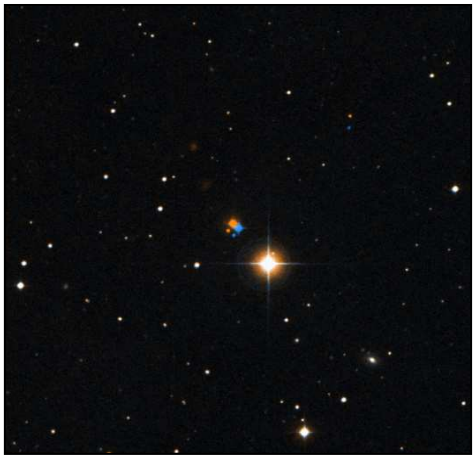


Figura 1. GWP 441.

La aceptación del proyecto fue excelente y la coordinación combinada **Pro-Am (OAG+VSO)** dio sus frutos: en mayo de 2012 se había completado el 50% de la zona ecuatorial (115.200 BSU), con la participación de 12 equipos amateurs, procedentes de toda la geografía española. Los resultados fueron filtrados y revisados exhaustivamente por el **OAG** antes de enviarlos al **USNO**, donde **William I. Hartkopf** y **Brian D. Mason** los revisaron nuevamente para finalmente introducirlos en el **WDS**, el mayor catálogo de estrellas dobles visuales del mundo.

El ***GWP Catalog Part I*** incluye 1725 pares (una proporción muy reducida ya habían sido catalogados anteriormente), con un total de 3.767 mediciones procedentes de variadas fuentes, ordenados por AR, de forma que puedan añadirse los nuevos hallazgos de la segunda parte. A cualquier investigador, le bastará con seleccionar el código **GWP en el WDS** para saber que se trata de sistemas de gran movimiento propio común. Para cada par también figura el código del descubridor según la nomenclatura establecida por el USNO. Esta primera parte del catálogo puede consultarse en formato electrónico y será publicado próximamente en la **DSSC** de la **Webb Society** (UK) como ya viene siendo habitual en lo referente a nuestros trabajos. También estamos ultimando la elaboración de un Atlas-Catálogo con todas las imágenes RGB de los sistemas catalogados.

Actualmente hemos iniciado la prospección de las siguientes 12 h de la franja ecuatorial, con algunos equipos nuevos y otros ya veteranos que siguen rastreando el cielo en busca de estos sistemas desconocidos. El equipo profesional, coordinado por **D. Valls (OPM-CNRS), E. Solano** y **J. Caballero (CAB-INA)** ya ha iniciado un análisis astrofísico de los sistemas catalogados, que permitirá aportar nuevos datos al estudio del origen de las estrellas dobles y de la estructura galáctica. El proyecto puede seguirse en detalle a través de la sección correspondiente en `www.oagarraf.net`.

¡¡Os animamos a participar!!

Referencias

Caballero, J. A. *et al*., 2008, *Preliminary results on a Virtual Observatory search for companions to Luyten stars*, arXiv:0810.2030 [astro-ph]

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

presentación de la 5ª 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* Lynx *y* Circinus*; es, pues, momento de presentar una nueva…* ***y ya es la quinta****.*

19 Lyn © FRANCISCO SOLDÁN

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:

1. 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 articularon unas condiciones que debían cumplir los sistemas dobles y múltiples para permitir a la mayoría de aficionados obtener resultados de calidad suficiente como para ser incluidos en el WDS. Dichos criterios quedaron establecidos desde la 3ª campaña como siguen:

— 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 ≥3" originales a ≥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.

Además, **se ha considerado oportuno aumentar la magnitud límite** de los pares objeto de estudio hasta la Vmag > 18, dado el escaso número de pares olvidados que figuran en el WDS para la constelación objeto de estudio.

En la presentación de la 1ª 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.

PROYECTO SEDA WDS

Puesta al día

En este mismo número de el Observador de estrellas dobles presentamos los resultados de la tercera campaña del Proyecto SEDA-WDS, correspondiente a la que se desarrolló durante el segundo semestre de 2011, centrada en la constelación de *Camelopardalis* (la Jirafa).

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.

El número de medidas aportadas ha significado un aumento con respecto a los resultados de la 3ª campaña publicados en el anterior número de OED. Lo cual viene a confirmar la importancia de la elección adecuada de la constelación objeto de estudio. Camelopardalis ha estado bien situada en el cielo otoñal e invernal, lo cual ha abierto bastante el período de observación disponible con respecto a las constelaciones de anteriores campañas.

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 *Grus*, con esmero y gran dedicación, refinando sus técnicas y participando en interesantes debates. Se han recibido sus observaciones y aparecen publicadas en este número de OED y, por tanto, serán incluidas en el WDS en breve.

La presente campaña

Para el semestre de julio/diciembre de 2012 hemos procedido a seleccionar las 23 estrellas dobles del WDS que cumplen los requisitos del Programa en la **constelación de la Osa Menor (*Ursa Minor*)**, para el hemisferio norte, y **9 en el Tucán** (***Tucana***), 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).

Las constelaciones seleccionadas para la presente campaña son: **Osa Menor** *(23 sistemas), para el norte, y* **Tucana** *(9), para el sur*

Como las campañas tienen una duración de 6 meses, los resultados deberán enviarse en el formato adecuado **antes del 31 de diciembre 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, no está de más recordar la aclaración que ya hicimos en el pasado número al respecto: uno de los propósitos que nos planteábamos inicialmente con este Proyecto era que las medidas enviadas por cada autor conservaran 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. De hecho, ha sido asignado el código SDA al Proyecto y como tal aparecen las medidas ya en el WDS. Por ello, esto **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

PROYECTO SEDA WDS

2º semestre 2012
Ursa Minor
(orden ascendente de rho)

Id. WDS	Desc.	Rho	Theta	Mg. A	Mg. B	Última	N.º	AR	DEC	mpA AR	mpA DEC	mpB AR	mpB DEC	Coord. precisa
14267+7830	MLR 335	1,00	94,00	7,20	12,50	1972	1	14h26min43sec	+78°29'55"	-15	93			sí
14055+6734	MLR 165	1,60	25,00	9,38	14,20	1977	2	14h05min32sec	+67°33'44"	-31	-16			sí
13346+7004	A 1096	1,80	169,00	8,77	12,70	1966	4	13h34min33sec	+70°04'08"	-81	1			sí
17253+8445	A 857	2,10	49,00	8,79	12,60	1930	4	17h25min19sec	+84°44'55"	9	-14			sí
15102+7422	LDS1811	2,50	92,00	15,80	16,70	1965	1	15h10min11sec	+74°23'03"	-439	56			sí
22204+8657	LDS1982	2,50	48,00	15,90	16,50	1963	1	22h20min37sec	+86°58'58"	106	146			sí
13297+7536	A 1094	2,60	343,00	9,81	13,90	1931	3	13h29min40sec	+75°35'57"	-30	-9			sí
15403+7601	HEI 787	2,80	256,00	11,54	13,90	1974	1	15h40min21sec	+76°01'17"	-6	-4			sí
14196+7917	LDS1789	3,50	310,00	15,70	16,20	1965	1	14h19min37sec	+79°17'50"	-266	50			sí
13413+7014	VKI 19	3,60	217,00	10,27	13,60	1977	1	13h41min18sec	+70°13'37"	29	-15			sí
16342+7559	ACG 1	3,70	164,00	13,40	0,00	1895	1	16h34min12sec	+75°58'54"	106	143			sí
15051+7703	LDS1809	4,00	346,00	17,60	17,90	1965	1	15h04min42sec	+77°03'21"	-180	30			sí
16126+7315	LDS1840	4,00	23,00	15,90	17,20	1966	1	16h12min38sec	+73°15'09"	-222	124			sí
14455+6800	LDS2348	5,50	35,00	16,80	17,40	1955	1	14h45min00sec	+68°00'00"	-5	109			no
15160+7111	LDS1815	10,00	49,00	13,30	15,80	1960	1	15h16min02sec	+71°11'06"	-63	78			sí
18422+8818	HJ 2971AB	12,00	226,00	9,76	12,68	1966	2	18h42min13sec	+88°18'10"	-96	158			sí
16090+7234	HJ 3345AC	13,70	343,00	9,97	17,20	1905	4	16h09min02sec	+72°33'32"	18	2			sí
15422+7246	LDS1828	15,00	356,00	10,86	17,08	1966	1	15h42min11sec	+72°47'19"	-133	-74	-129	-84	sí
14275+7542	HJ 2733AB	22,60	124,00	4,25	13,40	1958	5	14h27min31sec	+75°41'45"	9	23			sí
13261+7223	KUI 63	25,70	58,00	5,79	13,20	1958	1	13h26min08sec	+72°23'29"	22	-10			sí
07572+8759	LDS1651	32,00	66,00	15,60	17,20	1963	1	07h58min18sec	+87°57'39"	-206	-510			sí
17169+8902	HJ 2985	54,80	269,00	6,38	14,10	1906	2	17h16min57sec	+89°02'15"	-23	-4			sí
16423+8801	LDS1861	62,00	323,00	15,20	15,30	1963	1	16h42min00sec	+88°01'00"	-904	-74			no

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

PROYECTO SEDA WDS austral

2º semestre 2012
Tucana
(orden ascendente de rho)

Id. WDS	Desc.	Rho	Theta	Mg. A	Mg. B	Última	N.º	AR	DEC	mpA AR	mpA DEC	mpB AR	mpB DEC	Coord. precisa
00171-6958	ALD 19	3.80	229.00	10.00	12.00	1977	2	00h17min06sec	-69°57'42"	47	54			sí
00358-7353	B 1912	3.90	58.00	9.01	12.40	1930	2	00h35min45sec	-73°52'40"	22	-3			sí
01096-5818	B 1029	4.60	158.00	9.50	13.50	1927	1	01h09min34sec	-58°17'52"	4	-1			sí
00207-7159	B 1907	5.00	44.00	8.30	13.00	1931	1	00h20min43sec	-71°58'40"	46	16			sí
22161-5734	B 554	5.10	127.00	7.20	12.40	1954	3	22h16min08sec	-57°34'05"	23	-14			sí
23375-7049	HJ 5409	7.60	51.00	10.50	11.20	1920	5	23h37min28sec	-70°48'57"					sí
23001-5640	B 2905AC	15.00	295.00	9.00	11.80	1930	1	23h00min06sec	-56°39'46"	61	-34			sí
23311-7408	HJ 5400AC	32.90	188.00	8.23	12.00	1917	2	23h31min05sec	-74°08'04"	52	20			sí
23153-6641	LDS 804	121.00	45.00	16.50	16.70	1920	1	23h15min16sec	-66°41'20"	70	6			sí

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

toda la información y listados completos
para descargar en la página web del Proyecto:

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

“La cooperación entre aficionados y profesionales en España es un ejemplo que otros deberían seguir.”

Russell M. Genet

© R. GENET

por Rafael Caballero Roldán
Agrupación Astronómica Hubble (Martos, Jaén)

Presentamos una entrevista con el Prof. Russell Merle Genet, famoso astrónomo especialista en fotometría y en binarias eclipsantes de periodo corto. Expresidente de la Asociación Astronómica del Pacífico, fundador de la revista IAPPP Comunnications, la primera revista internacional de fotometría, uno de los padres del primer observatorio robótico del mundo, el Prof. Genet nos transmite su irresistible entusiasmo por la Astronomía.

Interview with Prof. Russell Merle Genet, famous astronomer who specializes in photometric observations and analysis of very short-period eclipsing binary stars. Ex-president of the Astronomical Society of the Pacific, founder of IAPPP Communications, the first international astronomical photometry journal, one the developers of the first totally automatic robotic observatory in the world, Prof. Genet conveys his irresistible enthusiasm for astronomy.

Prof. Genet, ¿cuándo fue su primer contacto con la astronomía? ¿Y su primer instrumental astronómico?

MI PRIMER CONTACTO CON LA ASTRONOMÍA fue a través de un telescopio que construí cuando estaba en tercer grado utilizando una lupa y el ocular de un microscopio. La aberración cromática era terrible, pero pudimos ver algunos cráteres lunares y algunas lunas de Júpiter. El primer instrumento fue un fotómetro de apertura construido con madera. El sensor era un fotomultiplicador de medidas RCA 1P21 con una grabadora de cinta conectada a un primitivo ordenador (año 1979) que utilizaba para los análisis.

He leído que inicialmente trabajó como científico en el campo de la astronáutica. ¿Por qué cambió de esta área hacia la astrofísica?

Me licencié en Ingeniería Eléctrica, y al comienzo de mi carrera trabajé en el desarrollo de sistemas de guiado para cohetes. El trabajo como ingeniero era divertido, pero lo que realmente deseaba era probar

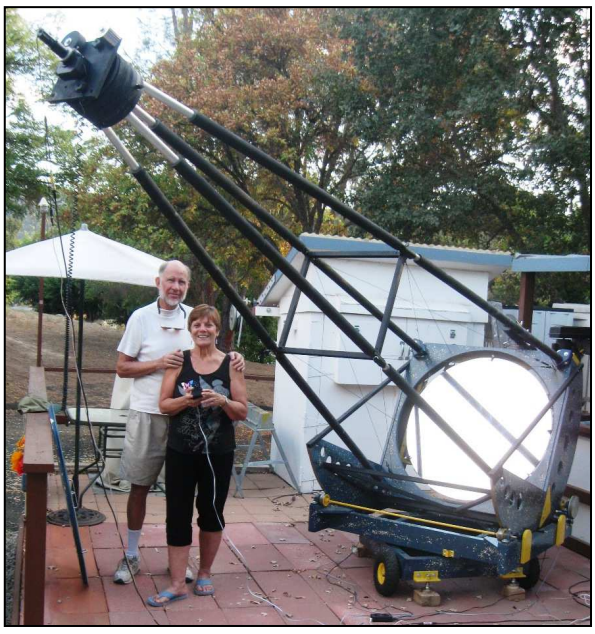
© R. GENET

Russ Genet y Lou Boyd delante del telescopio robótico Phoenix 10. Imagen tomada después de la primera noche de observación completamente automática, el 13 de octubre de 1983. Tras un par de horas de control el telescopio siguió trabajando de forma autónoma durante toda la noche, localizando y registrando información fotométrica en las bandas UBV de 600 estrellas en esta primera noche.

en el campo de la investigación más básica. Durante mi licenciatura había dedicado parte de mi tiempo libre a construir un fotómetro, un telescopio y un observatorio, y había realizado medidas fotométricas de estrellas variables, sobre todo variables eclipsantes de tipo RS CVn. La astronomía me gustó tanto que acabé obteniendo un doctorado en astronomía e hice de esta ciencia mi principal campo de interés durante varias décadas.

Una de sus aportaciones fue la introducción del primer observatorio robótico totalmente automatizado del mundo, el Observatorio Fairborn. ¿Cómo se le ocurrió la idea?

Me di cuenta de que la observación de estrellas variables era una tarea repetitiva que consumía mucho tiempo. ¡Lo mismo una y otra vez! ¡Qué aburrido!. Reducir los datos a mano era un proceso tedioso en el que era fácil cometer errores, así que pronto comencé a utilizar un microordenador para automatizar las reducciones. De todas formas, registrar los datos de entrada en una cinta para que fueran analizados por el ordenador llevaba mucho tiempo, así que desarrollé un conversor analógico-digital para grabar directamente los datos. Cambiar los filtros en mitad de la noche también era una tarea en la que era fácil equivocarse, así que ideé un motor paso a paso para cambiar los filtros. Pronto tuve un teclado y un monitor remotos en el observatorio controlando el proceso, ya parcialmente automático, dándome indicaciones de hacia dónde mover el telescopio y de los siguientes pasos, además de organizar y registrar automáticamente en una cinta el resultado de la observación. Como resultado de toda esta automatización yo iba teniendo menos y menos que hacer, y el proceso ¡resultaba aún más aburrido! Pensé que si pudiera automatizar el telescopio completamente, entonces podría pasar la noche durmiendo. Uní fuerzas con mi buen amigo Louis Boyd para automatizar el proceso por completo. Hicimos las primeras observaciones totalmente automáticas con su telescopio en Phoenix, Arizona, el 13 de octubre de 1983, y unos pocos días después en mi observatorio de Ohio, el Observatorio Fairborn. El clima en Ohio era horrible para la astronomía robótica, así que me trasladé a Arizona. Situamos nuestros telescopios robóticos en el Monte Hopkins, en el sur de Arizona (gracias al Instituto Smithsoniano), y la Fundación Nacional para la Ciencia financió otros telescopios robóticos. Pronto teníamos automatizado todo el Observatorio, incluyendo sensores metereológicos, generadores eléctricos de reserva, etc. A finales de los 80 ya teníamos acceso a través de Internet para nuestros telescopios robóticos.



© R. GENET

Russ y su mujer Cheryl, profesora de Filosofía, posan delante del telescopio transportable de 1 metro de Russ, Big Blue.

En su opinión, ¿qué futuro cree que les espera a los telescopios robóticos?

En el ultimo par de décadas no he seguido de cerca el desarrollo de los telescopios robóticos, pero he mantenido la curiosidad por saber hasta dónde habían conducido nuestros primeros desarrollos, así que promoví una conferencia que amablemente organizó Christian Veillet, director del telescopio conjunto de Canada, France y Hawaii situado en Waimea, Hawaii. El resultado fue una conferencia con muchos participantes llamada Telescopios desde Lejos (*Telescopes from Afar*). Tanto las charlas como los artículos presentados están disponibles para quien lo desee. También hubo excelentes conferencias sobre astronomía robótica en España, aunque no pude acudir. ¡En particular, el capítulo histórico escrito por Alberto J. Castro-Tirado fue de primera clase!

Muchos telescopios, incluidos telescopio de bajo coste, están computerizados hoy en día, pero la automatización completa de telescopio, instrumental y observatorio sigue siendo todo un reto. De todas formas, el desarrollo de equipamiento siguiendo la normativa ASCOM, y el desarrollo del software hacen que el proceso sea mucho más fácil del que solía ser. Por ejemplo el software para la automatización de observatorios RTS2 desarrollado por Petr Kubanek está muy bien pensado. Mi propio observatorio aquí en California no está completamente automatizado. Ya no observo tanto como solía hacerlo, y eso que el tiempo aquí en California es excelente la mayor parte del año (parecido a España). De todas formas sigo disfrutando de la observación con telescopios robóticos, como las dobles que estamos observando conjuntamente con el telescopio de 2 metros Faulkes-North de Haleakala, Hawaii. Aunque los telescopios robóticos completamente automatizados irán siendo cada vez más comunes, al igual que sucederá con las redes globales de telescopios robóticos, los telescopios y observatorios no robóticos seguirán teniendo su propio espacio. Muchos aún disfrutamos del manejo manual del telescopio bajo el cielo oscuro.

Orion. ¿Puede decirnos algo sobre los proyectos que se están llevando a cabo en este observatorio?

Sí, soy el director (y el encargado de mantenimiento) de este modesto observatorio. En el pasado he utilizado mi SC de 10 pulgadas para obtener mediciones fotométricas con CCD de binarias de contacto de tipo W UMA. Más recientemente hemos comenzado a emplearlo para observar dobles. Estamos empezando en este ámbito utilizando un sistema de control de *Sidereal Technology* y una cámara Andor Luca-S EMCCD para *lucky imaging* e interferometría *speckle* de dobles cerradas. También me he dedicado al diseño de grandes telescopios transportables. Junto con estudiantes de la Universidad Politécnica del Estado de California, donde soy investigador residente, estamos dando los toques finales a un telescopio "ligero" de 1,5 metros. Uno de nuestros obetivos es emplear estos telescopios para realizar interferometría de intensidad de dobles cerradas, continuando así con el proyecto de investigación iniciado por Hanbury Brown en Narrabri, Australia, hace ya varias décadas.

Vd. es organizador de la Conferencia Internacional sobre Estrellas Dobles de Maui. ¿Puede detallarnos el ámbito y el propósito de esta conferencia?

Soy tan solo uno de los organizadores. La conferencia presentará una perspectiva de todas las técnicas observacionales, desde el más simple ocular para astrometría hasta el uso de interferometría de intensidad, speckle o incluso de amplitud. También cubriremos varios programas observacionales y técnicas analíticas. La observación de estrellas dobles y su análisis son ideales para estudiantes, y por eso aparte del habitual comité científico y cómite de organización local, la conferencia incluye un comité de organización educacional. Uno de los propósitos de la conferencia es reunir a observadores de diferentes países.

© R. GENET

Alumnos del seminario de investigación de 2011 del Cuesta College posan delante de Nimbus II, un Dobson de 22 pulgadas construido por Reed y Chris Estrada, utilizado para observar estrellas dobles con un ocular astrométrico.

Las actas se publicarán en un libro. En `www.AltAzInitiative.org` pueden encontrarse más detalles sobre la conferencia.

¿Cómo se las arregla para sacar tiempo y participar en tantos proyectos y colaboraciones? ¿Hay algún secreto?

La jubilación es la clave. Llevo jubilado dos décadas, y eso me proporciona tiempo, aparte de para dar clase a tiempo parcial, para participar en varios proyectos, normalmente en colaboración con otros.

¿Conoce el trabajo de otros doblistas europeos y en particular españoles?

Estoy comenzando a conocer la cantidad impresionante de trabajos que están realizando. La cooperación entre aficionados y profesionales en España es un ejemplo que otros deberían seguir.

Habitualmente los astrónomos de ocupan de la evolución del universo, pero no tanto de la evolución del ser humano. Sin embargo, en su libro Humanity: The Chimpanzees Who Would Be Ants, trata de imaginar el futuro de los seres humanos. ¿Cuál es su opinión sobre nuestro futuro?

Por supuesto los humanos somos parte del universo. Mi interés original, que comenzó a la edad de 12 años cuando aún estaba en séptimo grado, era entender la evolución física, biológica y cultural como un proceso integrado que lleva desde el Big Bang hasta la civilización moderna. Esto ha sido llamado "evolución cósmica", y también se conoce como "la gran historia". Por supuesto, no pude resistir considerar el futuro de la humanidad. Junto con nuestras máquinas hemos arrasado el planeta. Nos dirigimos a toda velocidad contra el muro de la finitud planetaria, pero puede que seamos capaces de utilizar nuestras propias predicciones y el creciente conocimiento científico para modificar a propósito la trayectoria de nuestra evolución hacia un camino sostenible y amistoso con el planeta. Mi interés en la astronomía observacional siempre ha constituido un interés con respecto a mi interés principal de una evolución cósmica que integra a diversas ciencias. Me pareció que la mejor forma de entender la ciencia era llevar a cabo investigaciones científicas por mí mismo. Y la investigación en astronomía resultó tan divertida que le dediqué varias décadas antes de retornar a mi primer amor, la evolución cósmica. En la jubilación he sido capaz de dedicarme tanto a la astronomía observacional como a la evolución cósmica.

Muchas gracias, Prof. Genet.

Resultados de la tercera campaña del Proyecto SEDA-WDS: dobles abandonadas en Cam y Grus (2º semestre de 2011)

Antonio Agudo Azcona[1], Rafael Benavides Palencia[2,3,5], Germán Bresciano, David Cejudo Fernández, Enrique de Ferra[7,8], Juan-Luis González Carballo[1,3,4,6], Javier M. López Cuñat[9], Edgardo R. Masa Martín[3,10], Francisco C. Soldán Alfaro y Roberto Vasconi[11]

[1]Foro Extremeño de Astronomía, [2]Agrupación Astronómica de Córdoba, [3]El Observador de Estrellas Dobles, [4]Agrupación Astronómica de Sabadell, [5]Observatorio Posadas MPC J53, [6]Observatorio Cerro del Viento MPC I84, [7]Amigos de la Astronomía de Lanzarote "Arturo Duperier" (Islas Canarias, España), [8]Observatorio La Corte MPC J14 ,[9]Astroingeo-Ciudad de las Estrellas, [10]Sociedad Astronómica Syrma (Valladolid), [11]Observatorio Io

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

Presentamos los resultados de la tercera campaña del Proyecto SEDA-WDS (Seguimiento de Estrellas Dobles Abandonadas en el catálogo WDS) correspondiente al periodo comprendido entre los meses de Julio –Diciembre del 2011. Las constelaciones seleccionadas fueron Camelopardalis y Grus 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 July to December, 2011). This season focused in the constellations of CAmelopardalis, for boreal observers, and Grus for austral locations). A total of 34 pairs were observed.

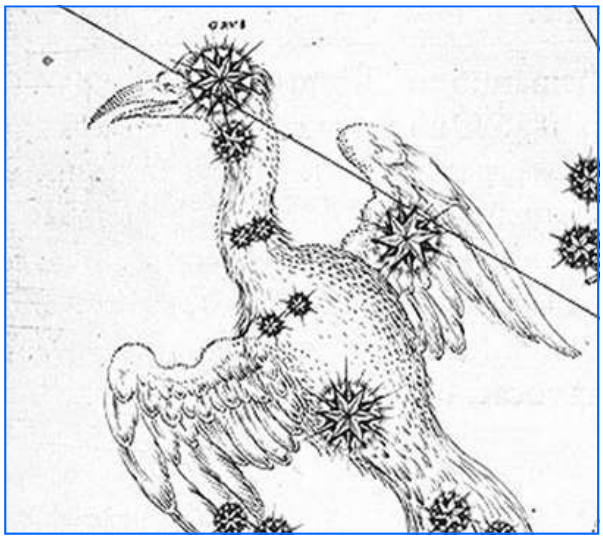
El programa observacional

Para los observadores del Hemisferio Norte la constelación elegida fue **Camelopardalis**, nombre que los griegos dieron a la jirafa, ya que pensaban tenía la cabeza de un camello y el cuerpo manchado del leopardo. Fue introducida como constelación por Petrus Plancius en un globo celeste en el año 1612 y publicada por Jakob Bartsch en unas cartas estelares en 1624. A pesar de no ser una constelación pequeña, ya que ocupa el puesto 18 por su extensión de casi 757 grados cuadrados, es muy pobre en estrellas brillantes que en ningún caso superan la 4 magnitud. Por este motivo es difícil de reconocer a simple vista o desde cielos con contaminación lumínica. Como referencia, si nos atrevemos a intentar localizarla, se encuentra rodeada por las constelaciones de Auriga, Perseus, Cassiopeia, Ursa Major y Ursa Minor.

- El programa observacional (`https://sites.google.com/site/sedawds/campanas-3/2011camelopardalis`) contiene 73 sistemas atendiendo a los siguientes requisitos:
- Estrellas de magnitud inferior a la 16.
- Pares más abiertos de 1".
- Estrellas no medidas con posterioridad a 1970.

En el hemisferio Sur la constelación en esta campaña ha sido **Grus** (La Grulla), una de las 20 constelaciones creada por Pieter Dirkszoon Keyser y Frederick Houtman entre los años 1595 y 1597 y publicada por Johan Bayer en su Uranometría de 1603. No es una constelación demasiado extensa, apenas tiene 366 grados cuadrados, aunque es fácil de reconocer debido a que sus estrellas Alfa y Beta son más brillantes de la 2ª magnitud y fáciles de observar incluso en condiciones adversas.

El programa observacional (`https://sites.google.com/site/sedawds/campanas-3/2011grus`) presenta 31 sistemas.



OBSERVADOR	TELESCOPIO	CCD	ESCALA DE PLACA (“/PIXEL)	CÓDIGO OBSERVADOR
Antonio Agudo	Schmidt-Cassegrain 203 mm	Atik 16IC-S	0,7	AZC
Rafael Benavides	Schmidt-Cassegrain 280 mm	QHY-9	0,38	BVD
David Cejudo	Schmidt-Cassegrain 300 mm	SBIG STX-8ME	0,59	CDZ
Juan-Luis G. Carballo	Schmidt-Cassegrain 203 mm	Atik 16HR	0,7	CRB
Enrique de Ferra	Reflector 114	Atik 16IC	2,03	EDF
	Schmidt-Cassegrain 254 mm	SBIG ST8300	0,37	
	Cassegrain 820 mm (IAC-80)	SI 600	031	
Javier M. López	Schmidt-Cassegrain 203 mm	Meade DSI Pro III	0,59	JLC
German Bresciano	Reflector 150 mm	Meade DSI Pro III	0,56	GBR
Edgardo R. Masa	Reflector 200 mm	Meade DSI Pro	0,44	MRI
Roberto Vasconi	Reflector 1540 mm	Apogee alta U9	0,248	RVA
Francisco Soldán	Maksutov 127 mm	Atik 314L	2,32	SDN

Tabla 1. Relación de observadores e instrumentación utilizada.

Los Observadores

En esta campaña hemos contado con observadores de **España y Argentina** que han podido estudiar ambas constelaciones. En la tabla 1 damos relación de todos ellos, así como del equipo observacional usado y la resolución/píxel a la que han obtenido sus imágenes.

Entre todo el instrumental usado destaca especialmente el uso de telescopios profesionales. En el hemisferio Norte, y gracias a la gentileza de nuestro colaborador Enrique de Ferra, hemos contado con el IAC-80 situado en el Observatorio del Teide (Islas Canarias, España; ver figura 1). Dicho telescopio tiene montura ecuatorial alemana y un espejo primario de 82 cm, la cámara se instala en el foco primario Cassegrain. Del mismo modo, Roberto Vasconi desde las sierras chicas de Córdoba (Argentina) pudo usar el reflector de 154 cm de diámetro ubicado en la Estación Astrofísica de Bosque

Figura 1. El telescopio IAC-80 © Instituto de Astrofísica de Canarias.

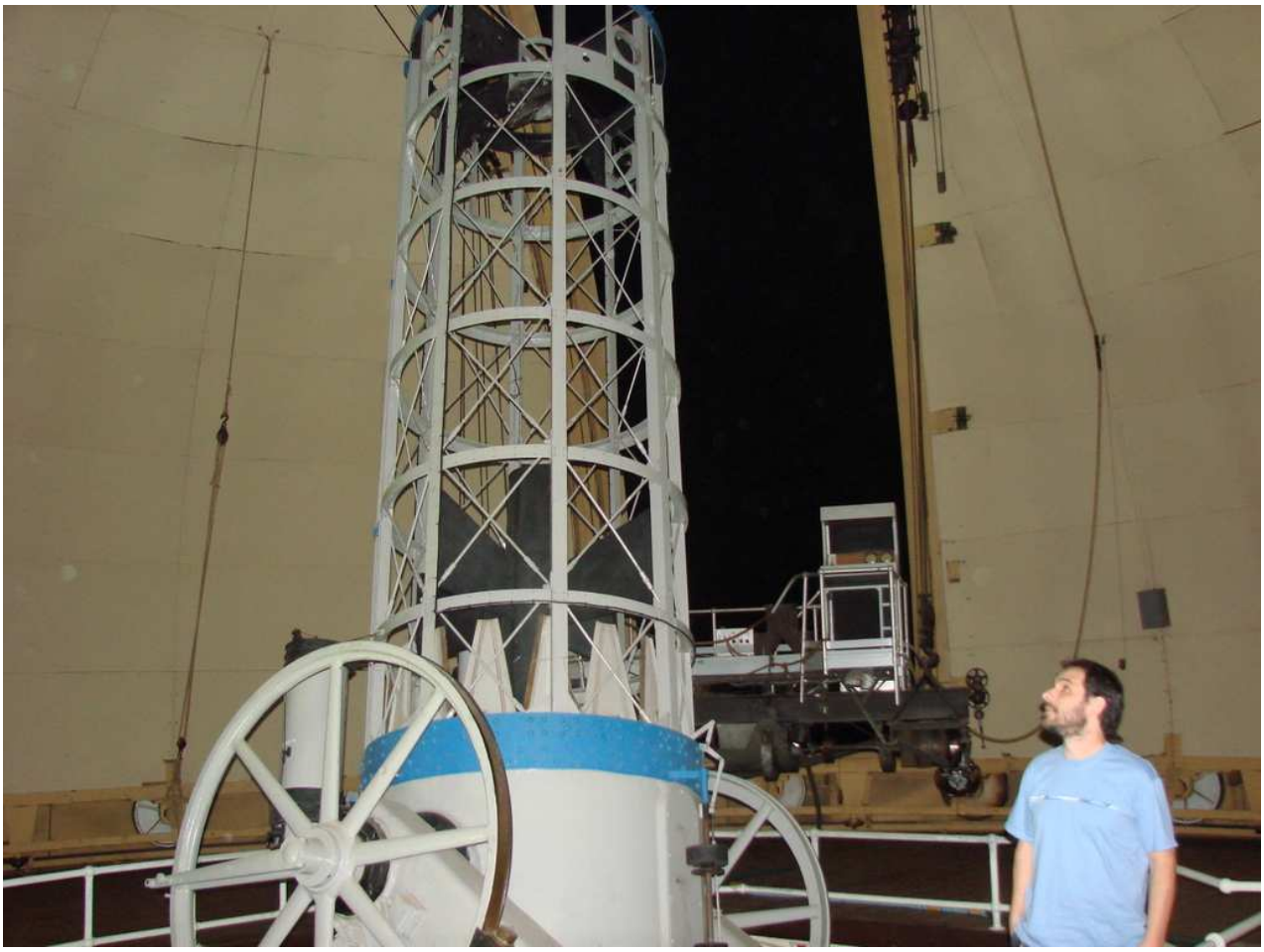


Figura 2. Vista general del telescopio foco Newton de 1,54 m de diámetro y distancia focal 7,485 m de la Estación Astrofísica Bosque Alegre (EABA). Cortesía Roberto Vasconi.

Alegre (EABA) (figura 2).

Los códigos de los observadores son propios y de carácter interno dentro de nuestro proyecto, aunque muchos de ellos son los mismos adjudicados a cada observador por Brian Mason. La buena noticia es que cada una de las medidas aportadas aparecerá en el Washington Double Star Catalog (en adelante WDS) con el nuevo código asignado al proyecto SEDA-WDS del que todos formamos parte (SDA), las últimas campañas observacionales ya figuran con ese código.

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

- ***Reduc***: específico para el trabajo y medida en estrellas dobles. Su creador es el conocido doblista francés Florent Losse.
- ***Astrometrica***: software muy utilizado para el cálculo de astrometrías absolutas creado por Herbert Raab. Una vez obtenido el informe, la aplicación *Dobles* ideada por Julio Castellano transformará dichos resultados en los parámetros que nos interesan de las estrellas dobles: theta y rho.

Ambos métodos son totalmente fiables, obteniéndose unos resultados totalmente comparables.

CÓDIGO OBSERVADOR	MÉTODO
AZC	Astrometrica
BVD	Astrometrica y Reduc
CDZ	Reduc
CRB	Astrometrica y Reduc
EDF	Astrometrica y Reduc
JLC	Astrometrica
GBR	Astrometrica
MRI	Reduc
RVA	Reduc
SDN	Astrometrica y Reduc
RVA	Reduc

Tabla 2. Métodos de reducción utilizados por cada observador.

Resultados observacionales

De los 73 sistemas propuestos en la campaña del **hemisferio Norte**, pertenecientes a la constelación de Camelopardalis, han sido observados 60. Los si-

WDS DESIG	SISTEMA	COORDENADAS WDS	COORDENADAS CORRECTAS
03531+5645	STI2012	035256,12+564529,4	035307,07+564433,1
03592+6013	ES 1778		035818,47+601231,0
04095+5257	ES 1067	040928,80+525628,7	040920,52+525157,0
04131+5519	ES 881		041407,56+551510,0
04319+5718	STI2052	043155,88+571900,3	043157,20+571827,5
04325+5638	STI2053	043225,37+563804,0	043231,92+563821,5
04383+6902	HJ 1147	043801,77+690153,6	043851,14+691238,0
04558+5637	STI2077	045557,70+563651,3	045550,51+563656,3
05268+5623	STI2099	052645,96+562321,2	052649,71+562302,8
05273+6536	MLB 337	052817,66+653902,2	052708,17+653600,2
05316+6310	STI 567	053139,48+630915,1	053159,75+630918,8

Tabla 3. Coordenadas precisas para aquellas parejas que presentan algún error en el WDS.

guientes pares no han podido ser localizados o identificados con todas las garantías: SMA 35, PRZ 5 y LDS 3594.

Las coordenadas precisas han sido mejoradas para 11 parejas, debido a una astrometría en el WDS inexacta o en ocasiones inexistente (tabla 3).

Los resultados de la campaña de Camelopardalis se listan en la tabla 4 (página 19).

En el **hemisferio Sur** han podido ser observados 20 sistemas, presentando una identificación muy dudosa LDS 755, BRT1125, LDS5483 y LDS 776. Los resultados se listan en la tabla 5 (página 23).

Nuevas dobles

En el transcurso de la campaña se han detectado algunos sistemas cerrados que no habían sido nunca observados por nadie. Al no aparecer la estrella secundaria en ningún catálogo estelar, no se puede profundizar en la naturaleza de ninguno de ellos y sólo es posible dar una relación con sus principales parámetros. Estos sistemas aparecen con su designación provisional y serán propuestos a Brian Mason para su inclusión en el WDS.

— BVD 167

Localizada por Rafael Benavides en el campo de STI2012, concretamente en las coordenadas 03 52 39,32 +56 37 31,4. Se encuentra formada por dos estrellas de magnitudes 12,91 CR y 13,00 CR separadas por una distancia de 1,98" y con un ángulo de posición de 145,2º. Al encontrarse en los bordes del campo la imagen no tiene la calidad deseada y la medida puede no ser demasiado precisa, conviene observarla en el futuro para determinar con mayores garantías su naturaleza y parámetros.

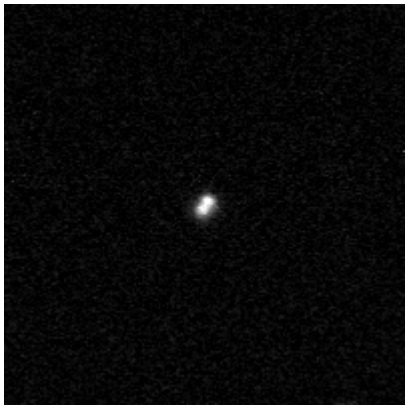


Figura 3. BVD 167. Imagen obtenida por Rafael Benavides.

— SDN 1

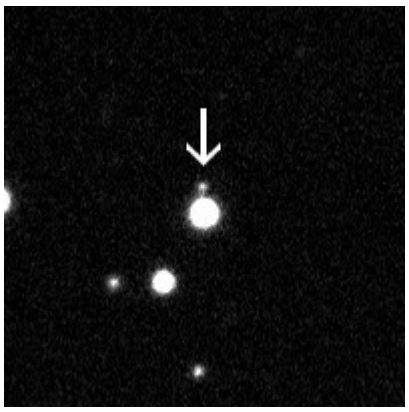


Figura 4. SDN 1. Imagen obtenida por Rafael Benavides

Detectada por Francisco Soldán mientras observaba STI 2018. Se trata de una nueva com-

ponente de magnitud 15, ligeramente deslumbrada y situada a 4,82” y 176,2º de la estrella principal del sistema.

— BVD 168Aa

Detectada por Rafael Benavides mientras observaba STI 549. Es una estrella de magnitud 13,5 situada a una distancia de 2,37” con un AP de 263º respecto a la estrella principal.

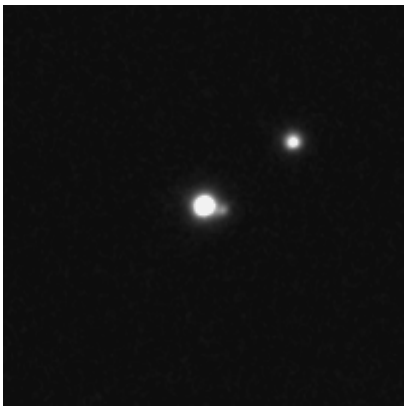


Figura 5. BVD 168Aa. Aumentada al 150% para una mejor visualización. Imagen obtenida por Rafael Benavides.

— BVD 169Bb

Nueva estrella encontrada por Rafael Benavides mientras observaba MLB 258. Presenta la magnitud 13,1 y se encuentra a una distancia de 1,71” y un AP de 33,7º con respecto a la secundaria del sistema.

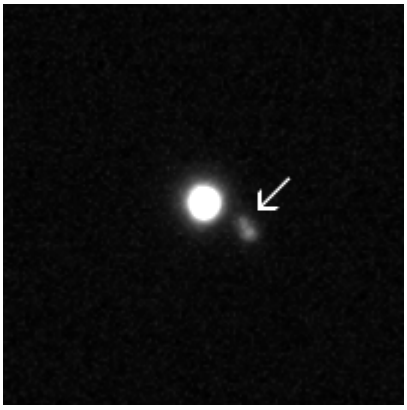


Figura 6. BVD 169Bb. Imagen aumentada al 150% . Obtenida por Rafael Benavides.

— RVA 1Bb

Nueva estrella encontrada por Roberto Vasconi mientras observaba HJ 2572. Presenta la magnitud 15,1 y se encuentra a 2,66” y 331,1º con respecto a la secundaria del sistema principal.

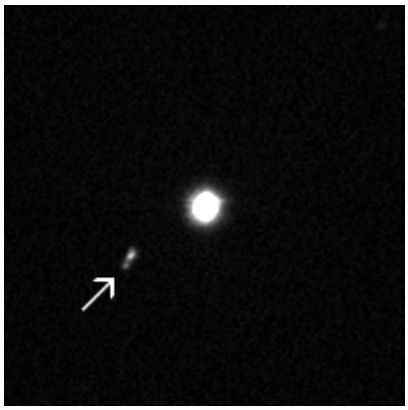


Figura 7. RVA 1Bb. Imagen obtenida por Roberto Vasconi.

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.

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/

This research has made use of the Washington Double Star Catalog maintained at the U.S. Naval Observatory

(continúa en la página siguiente)

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN CAMELOPARDALIS

WDS ID.	DESC.	WDS MAGS.		ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (º)	RHO (")	NOCHES	OBSERVADOR	NOTAS
03255+5854	STI1983	12,9	12,9	2011,642	14,3	4,03	1	EDF	1
				2011,777	14,5	3,96	1	CRB	
				2011,899	14,7	3,84	1	CJD	
				2012,049	14,2	3,94	1	BVD	
03275+6510	LDS3493	13,1	13,1	2011,631	57,0	376,17	1	JLZ	
				2011,899	56,8	376,5	1	CJD	
03376+6246	ES 1880	10,63	14,7	2011,899	27,6	3,90	1	CJD	
				2012,049	23,1	3,61	1	BVD	
03417+6212	MLB 334AB	10,46	13,0	2011,642	93,4	8,65	1	EDF	
				2011,899	93,3	8,37	1	CJD	
				2012,049	93,5	8,46	1	BVD	
03427+5958	WEB 2AB	5,72	13,8	2011,770	98,1	23,35	1	AZC	
03427+5958	WEB 2AC	5,72	13,0	2011,770	302,7	34,45	1	AZC	
3435+7247	LDS1579	11,7	12,5	2011,578	90,9	7,25	1	AZC	2
				2011,899	87,4	7,17	1	CJD	
				2012,055	86,8	7,05	1	BVD	
03457+5546	STI2004AB	11,77	13,6	2011,748	262,1	4,82	1	AZC	
				2011,899	263,6	5,14	1	CJD	
				2012,049	264,2	5,20	1	BVD	
03479+5907	STI2008	13,5	13,9	2011,776	148,7	3,90	1	CRB	
				2011,899	147,0	3,80	1	CJD	
				2012,049	149,0	3,85	1	BVD	
03480+5857	STI2009	9,59	13,0	2011,849	278,9	11,47	1	SDN	
				2011,898	278,5	11,70	1	CJD	
				2012,049	278,5	11,59	1	BVD	
03525+5710	ES 1817	9,45	12,9	2011,748	314,1	11,09	1	AZC	
				2011,901	314,4	11,04	1	SDN	
				2012,049	314,4	11,04	1	BVD	
03527+5638	BVD 167	12,91	13,00	2012,049	145,2	1,98	1	BVD	3
03531+5645	STI2012	11,65	12,2	2011,748	292,5	12,10	1	AZC	4
				2011,778	292,2	12,12	1	CRB	
				2011,849	292,0	11,98	1	SDN	
				2011,962	292,0	12,17	1	EDF	
				2012,049	292,6	12,10	1	BVD	
03562+5546	STI2018	11,61	12,6	2011,748	30,9	15,29	1	AZC	
				2011,849	30,7	15,37	1	SDN	
				2011,899	30,6	15,30	1	CJD	
				2011,962	30,6	15,28	1	EDF	
				2012,059	30,6	15,24	1	BVD	
03562+5546	SDN1	11,61	15,0	2012,077	176,2	4,82	1	BVD	5
03568+5335	WOR 5	10,5	13,3	2011,898	322,5	9,69	1	CJD	
				2011,902	322,4	9,55	1	SDN	
				2012,049	323,0	9,65	1	BVD	
03592+6013	ES 1778	9,4	12,2	2012,049	166,2	3,53	1	BVD	6
04044+5737	STI2030	10,65	11,8	2011,899	48,6	4,05	1	CJD	
				2012,049	48,2	4,19	1	BVD	
04058+7117	DS1589A,BC	14,0	16,0	2011,579	237,7	5,06	1	AZC	
				2011,899	240,7	5,20	1	CJD	
				2012,055	241,2	5,24	1	BVD	
04062+5918	ES 55	8,07	12,5	2011,729	263,5	9,99	1	AZC	
				2011,899	263,1	10,17	1	CJD	
				2011,962	263,3	10,11	1	JLZ	
				2012,049	263,2	9,99	1	BVD	
				2011,778	263,2	10,209	1	MRI	
04095+5257	ES 1067	10,57	13,2	2012,051	44,0	4,88	1	BVD	7
04131+5519	ES 881	11,0	11,0	2011,902	249,7	8,08	1	SDN	8
				2011,975	249,2	7,66	1	EDF	
				2012,052	249,7	8,16	1	BVD	

(continúa en la página siguiente)

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN CAMELOPARDALIS (cont.)

WDS ID.	DESC.	WDS MAGS.		ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (º)	RHO (")	NOCHES	OBSERVADOR	NOTAS
04261+7651	LDS1593	14,00	14,80	2011,592	358,5	12,18	1	AZC	
04265+5329	BU 1383CD	11,20	12,20	2012,060	46,4	1,94	1	BVD	
04304+6414	STF 538AC	9,71	15,20	2011,631	358,3	11,39	1	JLZ	
				2011,831	359,0	11,56	1	SDN	
				2011,899	358,2	11,50	1	CJD	
				2012,060	357,4	11,46	1	BVD	
04313+5503	ES 882	9,52	12,70	2011,770	355,3	5,74	1	AZC	9
				2011,900	354,8	5,8	1	CJD	
				2012,055	355,9	6,35	1	BVD	
				2011,778	356,0	6,577	1	MRI	
04319+5718	STI2052	12,72	12,90	2011,748	109,8	3,94	1	AZC	10
				2011,776	108,3	4,27	1	CRB	
				2012,060	108,5	4,19	1	BVD	
04321+7517	HJ 2227	8,77	13,80	2011,592	271,6	20,30	1	AZC	
				2011,701	271,7	20,61	1	SDN	
				2011,899	271,7	20,32	1	CJD	
				2011,962	271,1	20,29	1	JLZ	
04325+5638	STI2053	12,52	12,50	2011,776	187,7	4,24	1	CRB	11
				2011,896	187,3	4,29	1	CJD	
				2012,060	188,0	4,20	1	BVD	
04373+5550	STI2058	11,30	12,20	2011,776	330,0	8,69	1	CRB	
				2011,899	329,4	8,73	1	CJD	
				2011,911	330,0	8,66	1	AZC	
				2011,970	331,0	8,71	1	EDF	
				2012,060	329,2	8,70	1	BVD	
04382+5952	STI 528	10,68	12,80	2011,896	248,0	3,44	1	CJD	12
				2012,060	244,9	3,37	1	BVD	
04383+6902	HJ 1147	10,53	12,60	2011,849	77,9	20,31	1	SDN	
04388+5447	ES 885AB	9,99	13,80	2011,896	153,6	4,76	1	CJD	
				2012,060	157,4	4,49	1	BVD	
				2011,778	153,7	5,347	1	MRI	
04429+5532	STI2066	12,33	12,30	2011,776	359,0	14,56	1	CRB	13
				2011,849	359,5	14,42	1	SDN	
				2011,899	358,8	14,58	1	CJD	
				2011,901	359,0	14,50	1	AZC	
				2011,962	359,0	14,51	1	EDF	
				2012,060	358,6	14,45	1	BVD	
04447+6239	STI 536	11,50	12,10	2011,729	292,8	13,25	1	AZC	
				2011,831	293,6	13,44	1	SDN	
				2011,899	293,2	13,47	1	CJD	
				2011,970	293,7	13,29	1	EDF	
				2012,060	293,2	13,37	1	BVD	
04467+5907	STI2069	12,6	13,2	2011,776	347,3	3,68	1	CRB	
				2012,060	347,7	3,64	1	BVD	
04488+7556	BU 1388	6,06	12,00	2011,592	46,2	98,25	1	AZC	
				2011,701	46,1	98,58	1	SDN	
				2011,899	46,4	97,70	1	CJD	
04558+5637	STI2077	11,75	12,40	2011,849	64,1	12,48	1	SDN	14
				2012,060	65,5	13,05	1	BVD	
05021+6910	BU 313AD	7,29	0,00	2011,899	195,9	36,61	1	CJD	
				2011,910	195,5	36,65	1	JLZ	
				2012,060	195,8	36,54	1	BVD	
05061+6232	STI 549	10,84	13,50	2011,729	311,0	13,69	1	AZC	
				2011,730	310,8	13,88	1	JLZ	
				2011,830	311,1	13,86	1	SDN	
				2011,899	310,8	13,94	1	CJD	
				2011,975	311,7	13,84	1	EDF	
				2012,060	310,6	13,81	1	BVD	
05061+6232	BVD168Aa	10,84	13,5	2012,060	263,1	2,37	1	BVD	15
05153+6437	STI 558	12,02	12,30	2011,902	8,2	16,17	1	AZC	16
05238+5904	STI2097	11,77	13,3	2011,896	182,5	6,37	1	CJD	
				2012,060	183,1	6,38	1	BVD	

(continúa en la página siguiente)

TABLA 4. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN CAMELOPARDALIS (cont.)

WDS ID.	DESC.	WDS MAGS.		ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (º)	RHO (")	NOCHES	OBSERVADOR	NOTAS
05268+5623	STI2099	11,62	12,65	2012,060	300,1	36,41	1	BVD	17
				2011,899	300,1	36,66	1	CDZ	
				2011,849	300,1	36,76	1	SDD	
				2011,976	299,7	36,81	1	EDF	
05273+6536	MLB 337	13,34	13,34	2012,063	150,3	6,02	1	BVD	18
				2011,962	149,4	6,116	1	JLZ	
				2012,049	150,4	5,943	1	EDF	
05288+7615	LDS1610	12,0	12,9	2012,063	345,7	3,02	1	BVD	
				2011,592	344,6	2,49	1	AZC	
				2011,899	344,6	2,99	1	CDZ	
05316+6310	STI 567	12,85	12,76	2012,077	155,6	12,21	1	BVD	19
				2011,729	153,6	12,33	1	AZC	
				2011,899	153,3	12,4	1	CDZ	
				2011,830	153,4	12,36	1	SDN	
				2011,432	153,5	12,29	1	JLZ	
				2011,970	153,3	12,36	1	EDF	
05328+6359	ES 1886	10,09	12,25	2012,077	34,9	9,96	1	BVD	
				2011,778	35,8	10,14	1	MRI	
				2011,896	35,0	10,07	1	CDZ	
05428+5649	STI2106	11,70	12,70	2012,077	252,5	4,15	1	BVD	
				2011,896	253,6	4,29	1	CDZ	
05446+6320	STI 579	11,10	12,30	2012,077	122,8	8,02	1	BVD	
				2011,729	122,9	7,91	1	AZC	
				2011,899	122,6	8,07	1	CDZ	
				2011,830	121,3	7,61	1	SDN	
				2011,631	123,0	8,06	1	JLZ	
05518+5831	STI2111	10,85	11,80	2012,077	122,7	13,49	1	BVD	
				2011,992	122,9	13,31	1	AZC	
				2011,899	122,8	13,6	1	CDZ	
				2011,849	123,3	12,56	1	SDN	
05532+6500	MLB 258 AB	9,57	12,60	2012,077	238,4	6,40	1	BVD	
				2011,899	238,9	6,36	1	CDZ	
05532+6500	BVD 169 Bb	12,6	13,1	2012,077	33,7	1,71	1	BVD	20
06335+6712	MLB 457	12,34	12,90	2011,896	303,6	4,5	1	CDZ	
06407+6424	STI 617	12,15	12,10	2011,899	149,0	12,2	1	CDZ	
				2011,849	149,3	11,75	1	SDN	
				2011,631	149,7	12,08	1	JLZ	
				2011,899	149,0	12,2	1	EDF	
06438+7648	LDS1634AB	10,61	15,80	2011,592	35,0	32,44	1	AZC	
				2011,899	34,88	32,6	1	CDZ	
				2011,902	35,43	32,39	1	SDN	
06586+7055	HJ 2339	8,90	13,10	2011,778	151,1	33,39	1	MRI	
				2011,902	151,1	33,09	1	SDN	
07009+7136	LDS1641	14,80	15,00	2011,899	32,0	2,25	1	CDZ	
07014+7049	BLL 18	5,68	11,10	2011,701	357,9	118,78	1	SDN	
				2011,628	358,0	118,67	1	JLZ	
07034+6750	MLB 458	9,97	11,00	2011,899	137,0	2,17	1	CDZ	
07531+6107	STI 657	13,00	13,00	2011,899	149,5	12,11	1	CDZ	
08012+6017	STI 660	13,00	13,60	2011,899	195,8	3,48	1	CDZ	
				2012,049	196,7	3,07		EDF	
10593+7941	VBS 17AC	7,40	13,50	2011,625	197,5	17,70	1	JLZ	
13358+7634	LDS1776	14,70	15,80	2011,899	202,4	12,4	1	CDZ	
				2011,628	203,7	12,35	1	JLZ	

Notas a la tabla 4

1. STI1983. EDF, CDZ y BVD señalan que la componente A es más débil, aunque se mantiene la orientación según WDS. BVD mide las siguientes magnitudes respectivamente 13,60CR y 13,29CR.

2. LDS1579. Movimiento propio elevado de la componente B. AR: 133,0 mas/año y Dec: -148,0 mas/año (UCAC3). Gran variación de parámetros.

3. BVD 167. Nueva y apretada pareja encontrada en las cercanías de ES 1817. Las coordenadas precisas son 03 52 39,32 +56 37 31,4.

4. STI2012. Coordenadas precisas 03 53 07,07 +56 44 33,1.

5. SDN 1. Nueva componente de la estrella principal de STI2018 detectada por Francisco Soldán.

6. ES 1778. Mal situada en WDS. Coordenadas precisas 03 58 18,47 +60 12 31,0.

7. ES 1067. Error en coordenadas en WDS, coordenadas precisas 04 09 20,52 +52 51 57,0.

8. ES 881. Coordenadas precisas 04 14 07,56 +55 15 10,0.

9. ES 882: BVD indica AP inverso. Igualmente: deltaM=3,84.

10. STI2052: Coordenadas precisas 04 31 57,20 +57 18 27,5. Forman un bonito trío con una estrella de magnitud 12,46 a 243,3º y 11,06".

11. STI2053: BVD indica coordenadas precisas 04 32 31,92 +56 38 21,5.

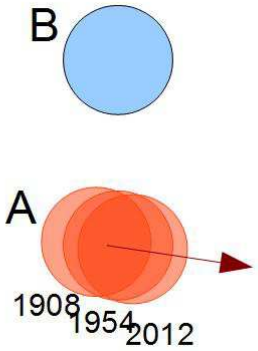
12. STI 528: AP inverso, la componente A es más débil.

13. STI2066: BVD indica componente A más débil. Movimientos propios diferentes. Se alejan, claro par óptico.

14. STI2077: CDZ no la localiza. BVD y SDN indican coordenadas precisas: 04 55 50,51 +56 36 56.3.

15. BVD 168Aa. Nueva componente detectada por BVD cercana a la estrella principal de STI 549.

16. STI 558: AZC cree localizar el par catalogado por Stein en 1908 en las coordenadas indicadas por el WDS a pesar de que no coinciden ni AP ni rho. Como es sabido, es habitual que el AP de los pares de Stein estén invertidos. La componente A (siguiendo la nomenclatura de STI) tiene un mp relativamente visible que puede haber modificado su AP unos 20º en este siglo (ver imagen adjunta). Finalmente, es bastante probable que exista un error tipográfico en la medida de Stein, habiendo pasado de 13,30 a 3,30".



17. Coordenadas precisas 05 26 49,71 +56 23 02,8. Caso extremo. Componente A tiene alto mp. SR: 174,4 y Dec -168,9 (PPMXL). Muy alejada de B y sin aspecto de doble. Se acerca a una estrella de magnitud 8,5, hoy está a 20,7".

18. Coordenadas precisas 05 27 08,17 +65 36 00,2.

19. A ligeramente más débil que B. Coordenadas precisas 05 31 59,73 +63 09 29,6. Según EDF hay una nueva componente cercana a la secundaria y fue medida sobre placas POSS-II.

20. Nueva componente detectada por BVD próxima a la componente B de MLB 258. Coordenadas precisas 05 53 11,84 +64 59 30,3.

TABLA 5. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS EN GRUS

WDS ID.	DESC.	WDS MAGS.		ÉPOCA AÑO BESSELIANO	THETA (º)	RHO (")	NO-CHES	OBSERV	NOTAS
21292-4125	HJ 5272AB	9,0	13,0	2011,790	303,5	21,61	1	GBR	1
				2011,880	304,3	22,06	1	RVA	
21292-4125	RVA 1 Bb	13,0	15,1	2011,880	331,1	2,66	1	RVA	1
21375-4328	CPO 623	9,56	12,5	2011,880	75,2	5,39	1	RVA	
21430-3926	WG 276	9,91	13,9	2011,880	37,8	4,16	1	RVA	
21495-3749	LDS5927	13,6	13,8	2011,880	106,6	4,39	1	RVA	
21509-4052	CRU 2AC	9,9	12,2	2011,789	48,0	58,20	1	GBR	
21519-4222	B 2898	9,62	15,5	2011,902	218,2	13,73	1	RVA	
				2011,924	219,2	13,72	1	GBR	
21552-3705	ALD 78	10,79	11,8	2011,902	40,9	2,88	1	RVA	
22139-4521	LDS 776	9,50	13,50	2011,790	107,8	29,57	1	GBR	
22145-5001	LDS 778	10,45	12,60	2011,694	207,6	85,81	1	GBR	
22252-4630	LDS 784	8,50	12,00	2011,694	7,7	140,18	1	GBR	
				2011,837	7,8	142,19	1	RVA	
22287-3908	SEE 473	5,47	12,50	2011,837	73,0	21,79	1	RVA	
				2011,882	74,0	21,69	1	GBR	
22387-4645	LDS 790	11,00	12,50	2011,837	204,2	12,53	1	RVA	
				2011,882	203,5	12,32	1	GBR	
22393-4502	HJ 5352AB	11,20	14,00	2011,883	251,3	17,05	1	GBR	
22435-4125	I 1457AB	4,95	14,00	2011,883	302,4	19,33	1	GBR	
22456-5330	CRU 4	12,24	13,40	2011,902	187,3	27,14	1	RVA	
				2011,790	186,1	26,31	1	GRB	
22480-5159	LDS 794	12,24	13,40	2011,902	115,9	87,81	1	RVA	
				2011,694	116,0	87,57	1	GRB	
23069-4331	JC 20CD	7,77	15,30	2011,880	345,9	100,55	1	RVA	
				2011,694	345,9	100,58	1	GRB	

Notas a la tabla 5

1. Nueva componente de la estrella B detectada por Roberto Vasconi y que provisionalmente nombraremos RVA 1Bb. Coordenadas precisas: 21 29 12,21 -41 24 45,3.

Descubrimiento de 132 binarias con movimiento propio común en las declinaciones +20º / +29º

On the discovery of 132 new binaries with common proper motion (DEC +20° / +29°)

Antonio Agudo Azcona[1] y Joaquín Llera Ferrera[2]

■ [1]Foro Extremeño de Astronomía, [2]Dpto. Matemáticas I.E.S. "Campos de S. Roque" (V. de Leganés)
■ Blog: http://elrelojdelasguardas.blogspot.com | Correo-e: aagudoaz@hotmail.com

En este trabajo presentamos el hallazgo de 132 nuevas binarias de elevado movimiento propio común obtenidas a partir del filtrado del catálogo PPMXL en declinaciones comprendidas entre +20° y +29°. La existencia real de todas las parejas se comprobó mediante examen visual de placas profesionales

In this paper we present the finding of 132 new binaries with high common proper motion through the filtering of PPMXL catalogue in declinations between +20° and +29°. The real existence of all the pairs was confirmed by visual examination of professional plates.

Introducción

En este trabajo se hace la presentación de un proyecto de investigación que hemos desarrollado durante el primer semestre de 2012 y se muestra el resultado conseguido hasta el momento, que supone el descubrimiento de 132 nuevos pares de movimiento propio común aún no catalogados.

En este proyecto hemos utilizado la técnica de minería de datos para el descubrimiento de los nuevos pares de movimiento propio común a partir del catálogo PPMXL (Roeser, 2010), que recopila posiciones y movimientos propios en el sistema de referencia ICRS, a partir de datos procedentes de USNOB1.0 y 2MASS.

El catálogo PPMXL es un catálogo con una gran sensibilidad, pero adolece de falta de especificidad, provocando que muchas de las posibles candidatas que se obtienen a partir del filtrado de datos no sean en realidad estrellas, sino artefactos como las espicas de estrellas muy brillantes o zonas de una misma galaxia que son interpretadas como estrellas, que evidentemente tienen el mismo movimiento propio y coordenadas muy parecidas. Por este motivo, es importante señalar que todas las candidatas obtenidas a partir del filtrado de datos fueron inspeccionadas visualmente haciendo uso de placas digitales de diferentes épocas para confirmar su naturaleza estelar y sus movimientos propios; posteriormente se verificó que no estuvieran recogidas en el WDS (Mason et al., 2012). Fruto de este proceso, fueron rechazadas bastantes candidatas.

El trabajo se completó recopilando las coordenadas y la magnitud V de cada componente y calculando las astrometría relativa de cada sistema.

Selección de candidatas

La selección de los pares de movimiento propio común se realizó en tres etapas.

En una primera etapa se descargaron del servidor FTP del CDS (Centre de Données Astronomiques de Strasbourg) un total de 40 archivos de datos PPMXL, correspondientes a zonas de 360° de ascensión recta y 15 minutos en declinación, que permitió hacer una barrido desde los 20 a los 29 grados de declinación, ambos inclusive. Estos archivos se trataron con el programa informático utilizado que realizó la selección de candidatas basándose en los siguientes criterios:

- Separación angular de las componentes inferior a 1 minuto de arco

- Movimiento propio de cada componente superior a 50 mas/año, descartando aquellas medidas cuyos errores fueran superiores al 20%, con objeto de conseguir una mayor fiabilidad.

- Cumplimiento de la primera y segunda condición de Halbwachs (Halbwachs, 1986).

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

$$\frac{\rho}{\mu} < 1000 \text{ años}$$

- Magnitud fotométrica en banda I inferior a 17, tomada del parámetro "imag" del catálogo.

En una segunda etapa, se cruzaron las coordenadas de las parejas candidatas obtenidas con las coordenadas de las estrellas dobles recogidas en el WDS (Mason et al. 2012) con ayuda de *The Vizier Catalogue Service*, buscando entradas en el WDS en un radio de 2 minutos de arco.

Finalmente se procedió a confirmar de manera individual la naturaleza estelar de las parejas candidatas no recogidas en el WDS utilizando placas digitales del primer y segundo survey fotográfico (POSSI y POSSII, respectivamente) del Observatorio del Monte Palomar (Reid et al., 1991), obtenidas a partir del Aladin Sky Atlas (Bonnarel et al., 2000). Para cada pareja se combinaron las placas POSSI y POSSII mediante la herramienta *RGB Image Generator* de Aladin, permitiendo de este modo verificar visualmente la existencia de movimiento propio común en ambas componentes.

Medidas de los nuevos pares

En la tabla 1 que comienza en la página siguiente se muestra el listado de los nuevos pares con movimiento propio común descubiertos. En la primera columna aparece el identificador de cada par. Hemos asignado en código de descubridor el que ya nos tiene asignado el WDS como observador (AZC).

En la segunda columna se muestran las coordenadas de cada componente, para lo que se ha utilizado la designación 2MASS.

En la tercera columna aparece la magnitud V obtenida a partir de *The Guide Star Catalogue* (GSC2.3) (Lasker et al., 2008). En aquellos casos en los que no aparece la magnitud V en GSC2.3 se recurrió a su cálculo mediante las transformaciones entre la fotometría SDSS y la UVBRI (Adelman-McCarthy, 2011), y se indica mediante un asterisco (*) al lado de la magnitud consignada.

En la cuarta y la quinta columna aparecen los movimientos propios tomados directamente del catálogo PPMXL. En la sexta y séptima columna se muestran la separación angular y el ángulo de posición, calculados a partir de las coordenadas 2MASS. A su lado, en la columna 8, la época para la que se ha realizado el cálculo.

Por último, en la columna 9, se señalan los sistemas que se han seleccionado para el álbum fotográfico mostrado en la figura 1.

Álbum de imágenes

Utilizando Astroart, se ha procedido a realizar recortes de las composiciones RGB de Aladin (en base a las placas del POSSI y el POSSII) de un tamaño de 200x200 píxeles.

En color rojo aparece las binarias en la posición que ocupaban en el POSSI; en verde, las del POSSII.

Se trata de una selección de 20 imágenes de entre las 132 nuevas binarias presentadas.

Referencias bibliográficas

- Adelman-McCarthy, JK.; 2011, "The SDSS Photometric Catalog, Release 8", The Smithsonian/NASA Astrophysics Data System. (http://www.sdss.org/dr5/algorithms/sdssUBVRITransform.html)
- Bonnarel, F.; Fernique, P.; Bienaymé, O.; Egret, D.; Genova, F.; Louys, M.; Ochsenbein, F.; Wenger, M.; Bartlett, J. G.; 2000, "The ALADIN interactive sky atlas. A reference tool for identification of astronomical sources", Astronomy and Astrophysics Supplement, **143**, p.33-40.
- Halbwachs, J.L., 1986, "Common proper motion stars in the AGK3". Bull. Inf. Centre Donnees Stellaires, **30**, p.129.
- Lasker B., Lattanzi M.G., McLean B.J., et al., 2008, "TheGuide Star Catalogue, Version 2.3.2". The Astronomical Journal **136**(2), 735-766.
- Mason B. D.; Wycoff, G.; Hartkopf, W. I. 2003, "TheWashington Double Star Catalog", http://ad.usno.navy.mil/proj/WDS/wds.html
- Reid I.N. et al., 1991, "The second Palomar Sky Survey",Astronomical Society of the Pacific **103**, 661-674.
- Roeeser S., Demleitner M., Schilbach E., 2011, The PPMXL catalog of positions and proper motions on the ICRS. Combining USNO-B1.0 and the two Micron All Sky Survey (2MASS), Astronomical Journal **139**, 2440-*2447*.

—

This research has made use of the Washington Double Star Catalog maintained at the U.S. Naval Observatory.

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
AZC 1	A	00003704+2100465	13,27	-64,0	-51,1	342,40	14,37	1999,749	
	B	00003673+2101002	18,66	-58,6	-49,3				
AZC 2	A	00080544+2028414	10,09	81,1	-24,4	146,69	25,85	1999,895	
	B	00080645+2028198	14,24	79,9	-24,5				
AZC 3	A	00242398+2058219	14,83	51,5	-34,4	323,80	31,74	1997,754	
	B	00242264+2058475	15,74	47,5	-32,2				
AZC 4	A	00330374+2914323	16,70	31,6	-65,3	72,02	26,56	1997,808	
	B	00330567+2914405	17,66	31,1	-66,9				
AZC 5	A	00390637+2703442	16,42	-41,6	-115,4	354,00	11,56	1997,819	
	B	00390628+2703557	16,71	-39,0	-113,2				
AZC 6	A	00404743+2015543	12,82	-43,0	-96,0	224,50	31,70	1997,759	1
	B	00404585+2015317	17,27	-44,4	-96,6				
AZC 7	A	00510521+2230349	16,65	57,0	-69,5	111,80	13,73	1997,762	
	B	00510613+2230298	17,77	53,2	-65,2				
AZC 8	A	00550946+2927048	15,41	-90,0	-57,4	306,50	28,59	1997,825	2
	B	00550770+2927218	16,09	-90,5	-55,4				
AZC 9	A	00553071+2103291	13,37	73,4	-21,1	10,35	16,37	1997,773	
	B	00553092+2103452	16,74	68,4	-21,3				
AZC 10	A	01025927+2629226	15,62	50,7	19,1	185,70	16,18	1997,828	
	B	01025915+2629065	16,18	55,4	20,4				
AZC 11	A	01091859+2355242	14,24	89,2	-31,3	1,60	24,51	1997,828	
	B	01091864+2355487	16,89	92,8	-31,9				
AZC 12	A	01100872+2405375	14,07	84,0	-46,4	290,80	19,48	1997,828	
	B	01100739+2405444	15,75	87,0	-49,1				
AZC 13	A	01334715+2511501	18,02	65,4	-28,3	275,20	39,80	1997,833	
	B	01334423+2511537	18,20	67,3	-29,1				
AZC 14	A	01363298+2236163	12,23	20,5	-55,2	289,20	34,02	1998,745	
	B	01363066+2236275	17,12	21,0	-51,8				
AZC 15	A	01455002+2057368	16,68	-74,7	-74,2	67,17	23,71	1999,832	
	B	01455158+2057460	19,00	-78,8	-74,9				
AZC 16	A	01514146+2647560	13,86	-41,1	-39,0	127,15	11,59	1997,838	
	B	01514215+2647490	17,80	-40,3	-39,9				
AZC 17	A	01522380+2844351	14,66	29,9	-42,2	133,76	18,94	1997,841	
	B	01522484+2844220	16,85	29,9	-40,2				
AZC 18	A	01535571+2931575	17,76	133,4	-49,9	354,10	13,87	1997,841	
	B	01535560+2932113	17,90	135,2	-49,3				
AZC 19	A	01590283+2941029	16,98	23,9	-65,2	131,69	9,77	1997,841	
	B	01590339+2940564	17,52	23,5	-62,0				
AZC 20	A	02124088+2203118	14,79	50,3	-13,2	209,40	9,64	1997,797	
	B	02124054+2203034	16,06	50,0	-14,5				
AZC 21	A	02124531+2139339	18,05	45,7	-21,7	160,13	8,61	1997,797	
	B	02124552+2139258	20,2*	48,0	-21,4				
AZC 22	A	02141845+2325534	15,33	56,5	-23,3	5,55	18,49	1997,797	
	B	02141858+2326118	18,38	57,7	-23,8				
AZC 23	A	02232749+2952372	14,37	23,0	-51,0	146,80	19,00	1997,852	
	B	02232829+2952213	18,14	22,2	-49,1				
AZC 24	A	02390184+2108184	15,70	55,2	-30,4	82,45	21,31	2000,853	
	B	02390335+2108212	17,00	57,0	-28,1				
AZC 25	A	02452092+2444457	15,00	60,9	40,1	61,04	10,12	1997,874	
	B	02452157+2444506	17,50	66,0	39,0				
AZC 26	A	02460661+2937066	15,70	45,0	-86,8	149,20	24,45	1997,874	3
	B	02460757+2936456	16,90	46,5	-85,4				
AZC 27	A	02515142+2835091	11,30	53,7	-63,3	15,76	27,64	1997,874	
	B	02515199+2835357	14,04	58,7	-64,1				
AZC 28	A	02525592+2551289	16,88	26,5	-89,5	183,60	12,73	1997,874	
	B	02525586+2551162	17,60	25,6	-90,4				

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
AZC 29	A	03064069+2343428	15,42	-43,3	-73,3	203,20	25,46	1997,811	4
	B	03063996+2343194	15,95	-43,0	-69,6				
AZC 30	A	03082802+2825178	15,22	120,8	-66,4	42,57	32,18	1997,880	5
	B	03082967+2825415	17,45*	118,3	-66,6				
AZC 31	A	03135019+2907119	12,76	35,4	-42,7	301,50	25,82	1997,880	
	B	03134851+2907254	13,34	34,4	-44,7				
AZC 32	A	03145884+2716164	15,51	35,2	-49,8	136,66	21,17	1997,880	
	B	03145993+2716010	18,62	37,9	-52,8				
AZC 33	A	03160060+2927566	14,26	45,1	-48,1	233,80	14,24	1997,880	
	B	03155972+2927482	17,82	43,9	-45,0				
AZC 34	A	03245056+2503179	12,64	-74,8	-109,6	326,30	13,22	1905,463	
	B	03245002+2503289	14,78	-68,8	-103,6				
AZC 35	A	03350138+2754321	13,57	-45,4	-39,5	122,16	12,21	1997,893	
	B	03350060+2754386	16,85	-45,5	-36,9				
AZC 36	A	03380447+2952325	13,38	72,1	-34,4	58,09	21,76	1997,893	
	B	03380589+2952440	17,76	79,8	-32,2				
AZC 37	A	03434796+2503115	14,34	19,1	-50,1	169,32	35,21	2000,730	
	B	03434844+2502369	17,38	20,8	-50,5				
AZC 38	A	03472053+2857442	17,23	-61,0	-96,3	79,69	11,74	2000,730	
	B	03472141+2857463	17,93	-62,3	-91,3				
AZC 39	A	03520163+2501295	17,66	20,7	-50,6	120,61	30,64	1998,761	
	B	03520357+2501139	17,95	19,1	-51,0				
AZC 40	A	04211585+2138261	15,15	91,0	-22,8	210,70	43,63	1997,830	
	B	04211425+2137486	16,10	87,1	-21,1				
AZC 41	A	05092979+2413090	14,32	42,4	-31,7	267,10	11,92	1997,923	
	B	05092892+2413084	17,07	42,2	-31,0				
AZC 42	A	05163736+2113568	10,44	52,2	-29,0	88,48	37,62	1997,844	
	B	05164005+2113578	13,75	50,1	-31,8				
AZC 43	A	05205174+2641528	15,97	-59,5	14,3	174,75	10,24	1997,926	
	B	05205181+2641426	16,27	-63,4	15,6				
AZC 44	A	05400023+2308060	16,27	-29,2	-52,6	26,39	15,52	1997,849	
	B	05400073+2308199	17,95	-26,7	-55,0				
AZC 45	A	05411278+2529131	16,43	52,9	-72,3	277,00	18,14	1997,959	6
	B	05411145+2529153	16,90	52,0	-73,2				
AZC 46	A	05505618+2604072	13,68	-54,0	-120,5	237,50	36,11	1997,959	7
	B	05505392+2603478	15,08	-54,8	-119,7				
AZC 47	A	05594182+2738248	14,61	26,6	-57,4	187,50	10,19	1997,962	
	B	05594172+2738147	18,17	26,2	-54,8				
AZC 48	A	06082475+2047321	13,51	51,4	57,5	27,28	25,09	1997,871	
	B	06082557+2047544	15,03	51,2	59,9				
AZC 49	A	06283384+2341249	14,89	52,7	-32,9	161,50	28,58	1997,893	
	B	06283450+2340578	15,75	52,4	-35,2				
AZC 50	A	06530611+2327003	12,13	76,1	-30,0	205,10	19,11	1997,907	
	B	06530552+2326430	12,49	74,3	-30,9				
AZC 51	A	07323620+2342262	13,98	12,8	-99,3	29,96	9,35	1997,923	
	B	07323654+2342343	18,43	13,5	-94,3				
AZC 52	A	07391944+2505427	14,68	47,8	-35,2	161,06	10,04	1998,068	
	B	07391968+2505332	17,38	45,2	-34,9				
AZC 53	A	08215886+2003443	13,55	31,6	-74,0	46,32	21,43	1998,022	
	B	08215996+2003591	16,32	29,0	-79,6				
AZC 54	A	08224220+2342582	14,76	-45,1	-32,5	67,95	27,71	1998,022	
	B	08224407+2343086	17,69	-43,2	-32,1				
AZC 55	A	08244063+2045546	14,99	-44,8	-38,3	201,50	18,38	1998,022	
	B	08244015+2045375	15,09	-45,2	-40,0				
AZC 56	A	08434422+2724424	18,34	-67,6	-57,3	54,11	9,04	1998,090	
	B	08434477+2724477	18,48	-69,2	-57,0				

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
AZC 57	A	08491829+2031475	13,50	-29,4	-43,4	216,50	16,05	1999,802	
	B	08491761+2031346	15,03	-26,9	-43,3				
AZC 58	A	08502134+2849134	15,94	-42,8	-129,9	31,84	10,71	1998,090	
	B	08502177+2849225	18,44	-42,3	-119,7				
AZC 59	A	09115341+2356546	14,28	-64,5	6,0	47,33	16,97	1998,030	
	B	09115432+2357061	15,60	-61,6	6,0				
AZC 60	A	09140374+2504204	16,67	-35,2	47,9	27,85	16,29	1999,224	
	B	09140430+2504348	17,44	-34,3	51,1				
AZC 61	A	09171760+2656120	13,87	57,0	-82,2	359,10	33,90	1999,224	
	B	09171756+2656459	17,75	53,6	-85,0				
AZC 62	A	09213471+2655475	14,46	45,4	-62,5	59,74	29,57	1999,224	
	B	09213662+2656024	14,61	43,4	-64,1				
AZC 63	A	09502886+2222134	16,64	15,4	-69,0	25,90	15,56	1998,060	
	B	09502935+2222274	16,82	16,1	-66,2				
AZC 64	A	10402730+2904250	13,85	-50,5	-14,4	303,80	20,67	1998,350	
	B	10402599+2904365	15,95	-51,3	-13,8				
AZC 65	A	10411799+2154189	16,70	-74,3	-46,1	8,28	24,15	1998,077	
	B	10411824+2154428	17,25	-73,7	-46,7				
AZC 66	A	10520576+2759059	10,04	119,1	-110,1	99,01	18,51	1998,164	
	B	10520714+2759030	18,36	120,6	-121,5				
AZC 67	A	10565847+2114079	16,60	24,3	-65,2	353,70	13,98	1998,036	
	B	10565836+2114218	16,75	26,2	-66,3				
AZC 68	A	11043831+2837532	11,61	-133,9	32,9	17,39	19,39	2000,297	8
	B	11043787+2837347	12,99	-129,4	35,1				
AZC 69	A	11150450+2342171	16,12	-74,9	-117,0	103,82	42,29	1999,270	9
	B	11150749+2342070	16,13	-74,1	-118,9				
AZC 70	A	11192111+2341054	16,41	-82,6	-27,3	353,70	13,78	1998,088	10
	B	11192100+2341191	16,88	-83,1	-27,2				
AZC 71	A	11273485+2156497	16,00	-55,1	44,5	55,79	12,45	1998,214	11
	B	11273559+2156567	18,01	-59,0	45,5				
AZC 72	A	11531412+2818164	16,77	20,3	-70,9	232,90	12,92	1999,383	
	B	11531334+2818086	18,25	19,4	-76,7				
AZC 73	A	12172410+2202430	14,52	-154,3	-53,6	17,58	16,57	1998,367	
	B	12172446+2202588	19,24	-153,5	-57,9				
AZC 74	A	12175602+2347164	13,26	-54,2	20,5	47,65	49,58	1998,367	
	B	12175869+2347498	16,89	-51,7	21,6				
AZC 75	A	12311540+2555594	13,05	-127,0	23,7	222,60	11,96	2000,297	12
	B	12311480+2555506	16,21	-128,5	23,7				
AZC 76	A	12401909+2133191	11,73	-73,4	42,8	96,94	14,90	2000,190	
	B	12402015+2133173	15,34	-67,8	44,3				
AZC 77	A	12480883+2204127	14,65	-83,3	-83,9	328,60	28,25	1999,985	
	B	12480777+2204368	---	-82,7	-86,8				
AZC 78	A	12565171+2056161	17,08	-57,7	20,9	307,10	11,60	1999,224	
	B	12565105+2056231	17,60	-54,4	20,5				
AZC 79	A	13295453+2647174	18,75	51,6	-69,7	307,50	23,64	1997,455	
	B	13295313+2647318	18,79	51,2	-70,6				
AZC 80	A	13483947+2901206	14,46	-146,3	42,6	57,07	14,53	2000,275	
	B	13484040+2901285	16,51	-140,7	38,4				
AZC 81	A	13515056+2702545	16,36	-109,1	-52,3	86,40	33,46	1999,429	
	B	13515306+2702566	18,69	-119,1	-55,5				
AZC 82	A	13535060+2303104	17,02	21,9	-45,2	206,70	7,38	2000,010	
	B	13535036+2303038	18,95*	21,4	-47,7				
AZC 83	A	14051952+2159433	11,43	-72,3	28,6	146,27	48,34	1998,367	
	B	14052145+2159031	17,27	-72,5	30,3				
AZC 84	A	14181320+2009347	15,23	29,4	-125,9	299,70	14,75	1998,367	13
	B	14181229+2009420	17,85*	31,6	-121,4				

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN

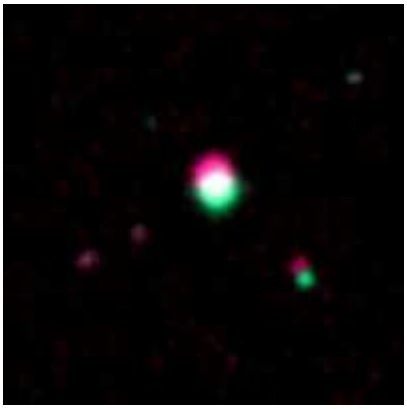
DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
AZC 85	A	14274084+2613342	16,96	-103,0	98,0	244,40	8,80	2000,152	14
	B	14274025+2613304	17,28	-105,7	97,0				
AZC 86	A	14312116+2737318	15,91	-56,7	-20,0	149,43	24,04	1999,238	
	B	14312208+2737111	16,84	-58,7	-21,1				
AZC 87	A	14341248+2639169	15,89	18,8	-50,9	272,30	37,97	1999,238	
	B	14340965+2639184	16,50	20,6	-47,9				
AZC 88	A	14434988+2351346	10,26	-66,2	-83,8	7,56	40,65	1997,441	
	B	14435027+2352149	14,70	-66,9	-86,0				
AZC 89	A	15132155+2914229	17,95	12,9	-56,0	314,40	43,99	1999,399	
	B	15131915+2914537	18,36	13,3	-53,1				
AZC 90	A	15250929+2733595	16,82	28,5	-80,7	129,88	7,80	1999,443	
	B	15250974+2733545	19,08	28,6	-75,2				
AZC 91	A	15264930+2718330	16,89	37,8	-72,2	257,50	13,66	1999,443	15
	B	15264830+2718300	17,38	40,9	-77,4				
AZC 92	A	15295726+2310480	14,50	-56,6	11,6	61,19	14,32	1997,433	
	B	15295817+2310549	18,27	-51,6	11,9				
AZC 93	A	15403921+2338397	14,58	-90,3	-52,8	169,99	41,13	1998,413	16
	B	15403973+2337592	15,78	-90,8	-49,9				
AZC 94	A	15504047+2429431	14,78	-37,7	-33,6	152,33	17,05	2000,130	
	B	15504105+2429280	17,86	-40,2	-34,0				
AZC 95	A	15552037+2434589	16,62	-50,4	-49,9	232,80	47,62	1999,429	
	B	15551759+2434301	17,86	-47,4	-51,5				
AZC 96	A	16142683+2739422	15,36	16,7	-60,0	39,74	38,24	1999,426	
	B	16142867+2740116	15,48	17,3	-61,6				
AZC 97	A	16164148+2246502	14,72	34,7	-72,7	103,75	9,25	1998,367	
	B	16164213+2246480	19,63*	34,1	-69,0				
AZC 98	A	16213140+2744225	10,04	-78,9	44,7	160,42	38,42	2000,207	
	B	16213237+2743463	17,59	-82,5	42,2				
AZC 99	A	16235504+2033391	9,92	-80,0	-21,1	291,50	26,72	2000,275	
	B	16235327+2033489	18,20	-81,9	-20,3				
AZC 100	A	16261800+2004302	16,06	-17,6	-55,2	3,08	15,72	2000,278	
	B	16261806+2004459	16,93	-16,7	-57,8				
AZC 101	A	17515775+2916389	17,56	39,5	-58,8	270,30	22,50	2000,198	
	B	17515603+2916390	17,70	43,2	-56,4				
AZC 102	A	17555595+2942598	17,98	-83,8	-46,0	34,98	21,36	2000,209	
	B	17555689+2943173	18,35	-82,6	-43,9				
AZC 103	A	18031250+2813014	15,44	30,5	-96,5	146,32	14,06	1999,257	
	B	18031309+2812497	17,73	31,9	-93,8				
AZC 104	A	18222856+2055420	11,76	-23,1	74,9	274,60	33,59	2000,212	
	B	18222617+2055447	12,18	-24,4	73,7				
AZC 105	A	18574411+2327319	14,32	-51,2	27,6	205,60	19,74	1997,439	
	B	18574349+2327141	17,52	-52,9	26,1				
AZC 106	A	19291627+2010079	9,87	138,4	73,5	139,62	33,47	1997,455	
	B	19291781+2009424	16,13	138,5	72,0				
AZC 107	A	19562433+2559114	18,19	78,0	79,6	109,99	15,21	2000,355	
	B	19562539+2559062	18,50	82,4	73,0				
AZC 108	A	20520859+2225273	10,20	57,2	-124,2	287,70	23,72	2000,338	
	B	20520696+2225345	16,06**	60,2	-125,2				
AZC 109	A	21004011+2920105	11,26	-52,8	-114,4	323,80	34,72	1998,742	17
	B	21003854+2920385	15,39**	-52,3	-116,5				
AZC 110	A	21062922+2231475	10,83	-88,8	15,3	134,54	49,76	2000,352	
	B	21063178+2231126	13,64*	-92,9	14,5				
AZC 111	A	21162372+2206240	17,19*	-33,6	-50,2	32,73	9,51	1998,520	
	B	21162409+2206320	18,31*	-31,8	-45,7				
AZC 112	A	21210850+2244173	15,13*	89,8	-38,2	14,23	12,38	1999,840	18
	B	21210872+2244293	17,12*	95,1	-38,6				

(Continúa en la página siguiente)

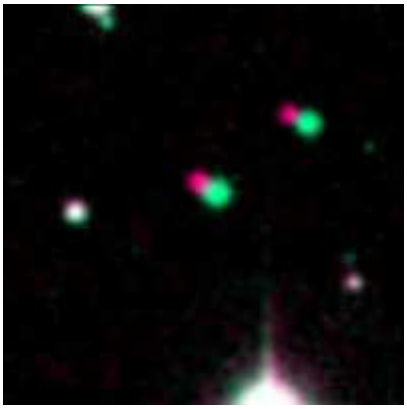
TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
AZC 113	A	21405272+2532018	14,92	-87,2	-51,2	200,10	9,47	1997,789	19
	B	21405248+2531529	16,99	-85,3	-52,0				
AZC 114	A	21421790+2251375	15,07	50,7	22,0	161,83	16,84	1999,916	
	B	21421828+2251215	17,00	51,0	21,5				
AZC 115	A	21482686+2350131	14,57	64,5	-30,4	130,90	22,15	1998,520	
	B	21482808+2349586	15,91	66,3	-30,5				
AZC 116	A	21502725+2756022	14,79	-28,8	-59,8	352,70	20,87	1997,830	
	B	21502705+2756229	17,74	-28,0	-64,4				
AZC 117	A	22094205+2323317	12,48	-41,8	-67,6	239,60	15,80	1999,851	
	B	22094106+2323237	17,36	-40,9	-70,6				
AZC 118	A	22111619+2226260	11,20	-38,2	-79,0	328,80	28,88	1999,851	
	B	22111511+2226507	16,97	-38,9	-82,9				
AZC 119	A	22222880+2922125	10,65	70,1	-66,0	13,61	36,11	1997,852	
	B	22222945+2922476	16,96	68,3	-64,8				
AZC 120	A	22355725+2637598	16,23	28,8	-85,9	24,55	40,35	1998,745	
	B	22355850+2638365	17,24	26,3	-88,0				
AZC 121	A	22482663+2933206	12,68	-64,8	-80,9	238,50	13,77	1997,871	
	B	22482573+2933134	13,78	-67,6	-83,4				
AZC 122	A	22591255+2325016	14,27	113,1	50,5	251,00	16,89	2000,735	
	B	22591139+2324561	19,63*	112,9	55,9				
AZC 123	A	23024971+2918383	13,61	10,9	51,2	98,42	29,35	1997,874	
	B	23025193+2918340	15,26	11,3	49,7				
AZC 124	A	23033521+2750177	18,13	73,1	62,0	305,30	10,56	1997,874	
	B	23033456+2750238	18,14	70,9	64,5				
AZC 125	A	23074462+2222420	13,72	-89,3	-41,3	48,58	42,17	1997,770	
	B	23074690+2223099	15,29	-93,3	-44,0				
AZC 126	A	23095090+2637454	14,80	37,7	-65,4	242,70	28,53	1998,747	
	B	23094901+2637323	17,84	36,4	-60,9				
AZC 127	A	23125717+2218153	16,22	-27,6	-59,5	358,00	24,01	1997,773	
	B	23125711+2218393	19,66*	-27,8	-58,3				
AZC 128	A	23171261+2409365	15,69	52,4	21,9	218,40	20,93	1998,747	
	B	23171166+2409201	17,86	53,6	21,9				
AZC 129	A	23224917+2322281	14,75	141,8	-23,6	176,87	12,62	1997,775	20
	B	23224922+2322155	15,99	141,1	-24,4				
AZC 130	A	23360839+2503352	14,45	-32,5	-41,5	277,80	17,69	1998,764	
	B	23360710+2503376	15,82	-32,3	-43,4				
AZC 131	A	23434108+2537036	14,43	42,6	-45,7	352,90	13,10	1997,907	
	B	23434096+2537166	16,12	41,8	-45,0				
AZC 132	A	23571423+2959185	17,60	41,2	-71,7	204,10	11,97	1998,778	
	B	23571385+2959076	18,78	41,4	-66,1				

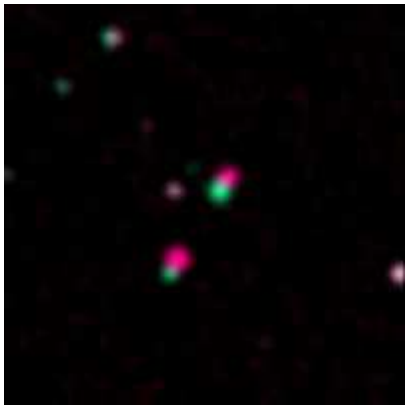
FIGURA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO.



AZC 6



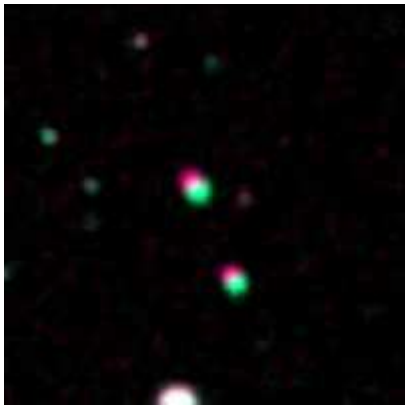
AZC 8



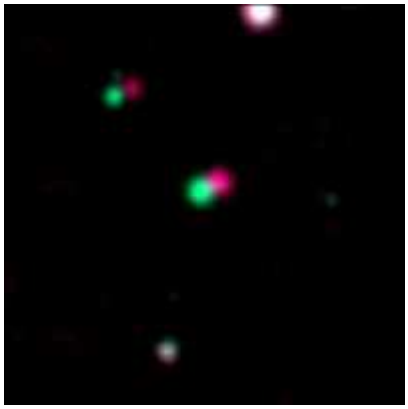
AZC 26

(Continúa en la página siguiente)

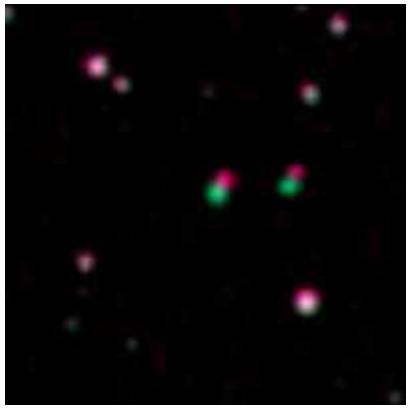
FIGURA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (continuación).



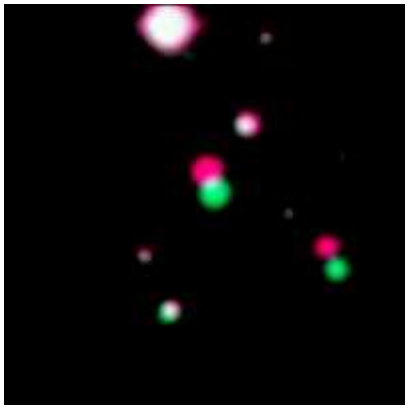
AZC 29



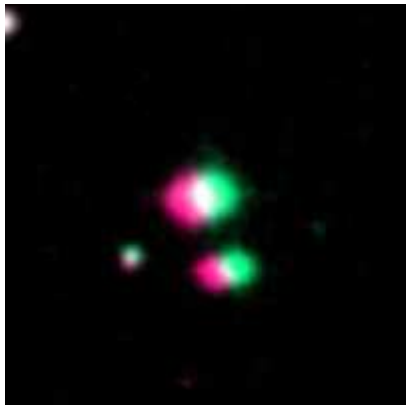
AZC 30



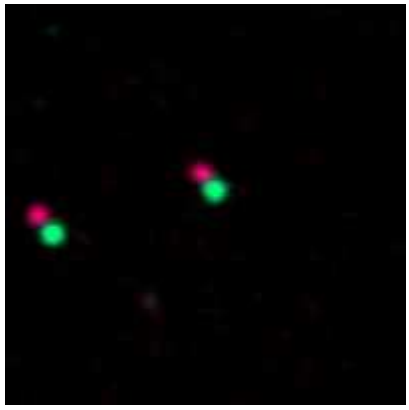
AZC 45



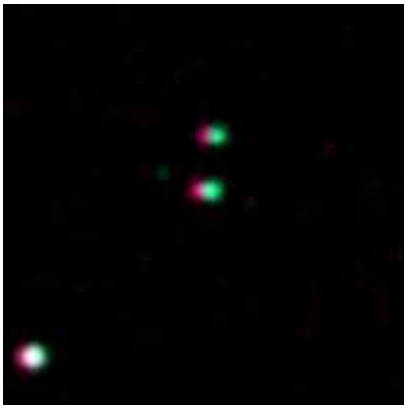
AZC 46



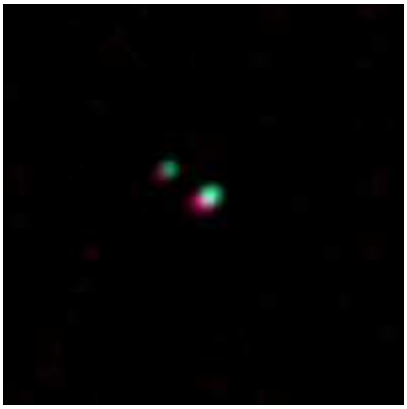
AZC 68



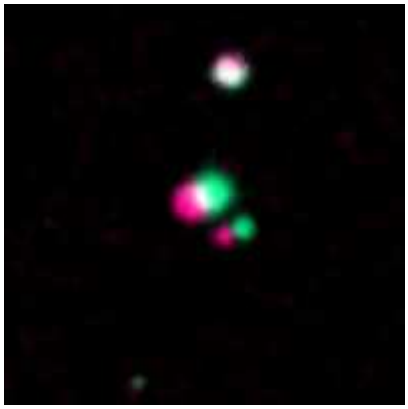
AZC 69



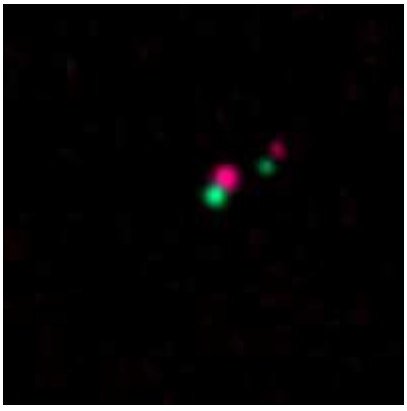
AZC 70



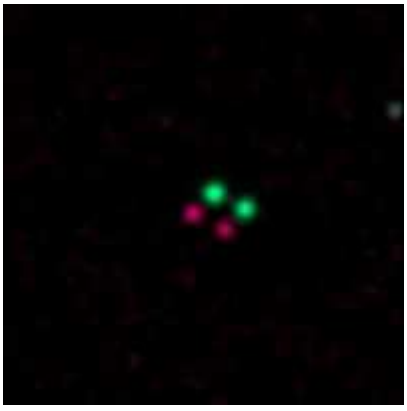
AZC 71



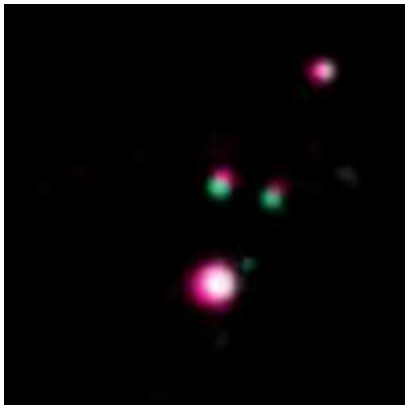
AZC 75



AZC 84



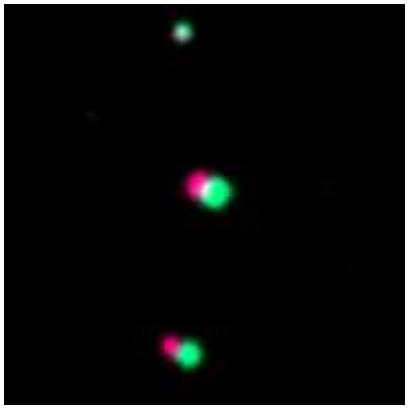
AZC 85



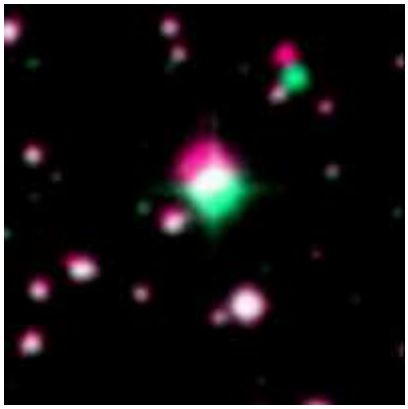
AZC 91

(Continúa en la página siguiente)

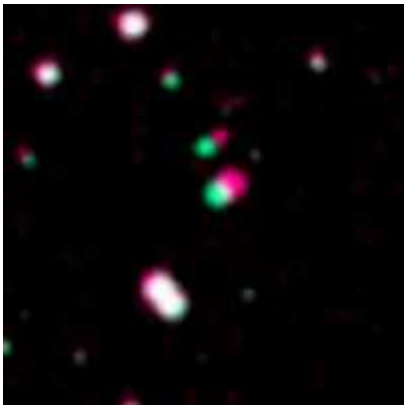
FIGURA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (continuación).



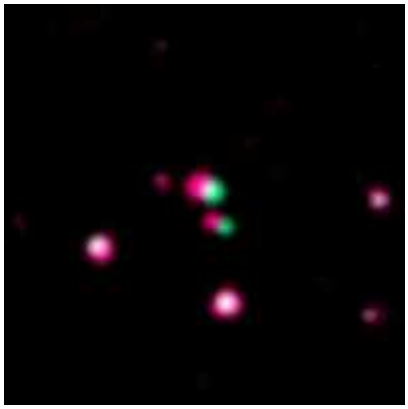
AZC 93



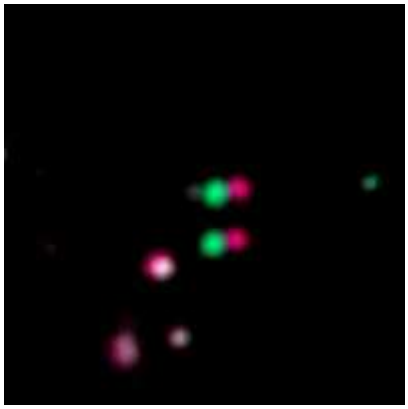
AZC 109



AZC 112



AZC 113



AZC 129

Descubrimiento de 133 binarias con movimiento propio común en las declinaciones +30º / +39º

On the discovery of 133 new binaries with common proper motion (DEC +30 / +39º)

Juan-Luis González Carballo[1,2,3]

■ [1]Foro Extremeño de Astronomía, [2]El Observador de Estrellas Dobles (OED), [3]Agrupación Astronómica de Sabadell

■ Blog: http://ladecimaesfera.blogspot.com | Correo-e: struve1@gmail.com

Presentamos en este artículo el descubrimiento de 133 nuevas estrellas binarias de movimiento propio común realizadas a partir del rastreo de las declinaciones +30º y +39º del catálogo PPMXL. Aunque las potenciales candidatas descubiertas superaron con creces ese número, la posterior verificación visual mediante placas profesionales limitaron ese número a las 133 que reseñamos.

In this paper we present the discovery of 133 new binary stars with high common proper motion, taken from the tracking of the declinations +30º and +39º from the PPMXL catalog. Although very much more candidates were discovered, the subsequent visual verification from professional plates has limited the number to the 133 we present.

Introducción

En los últimos años hemos asistido a una verdadera revolución en el descubrimiento de pares de movimiento propio común a partir de diferentes catálogos, ya sean estos fotométricos, astrométricos o fotográficos. Posiblemente, al menos en el caso de España, el punto de partida podemos situarlo en la experiencia llevada a cabo por Rafael Benavides Palencia (Benavides *et al.*, 2010) mediante el empleo del software *Guide* y los vectores de movimiento de las estrellas que pueden ser representados en dicho programa planetario. A partir de ahí, han sido muchas las iniciativas que se han desarrollado y que han tenido como resultado la catalogación de multitud de nuevas estrellas binarias que han pasado a formar parte del Washington Double Star Catalog (WDS). Baste citar como recordatorio de estas experiencias los *surveys* realizados por Rafael Caballero Roldán (Caballero, 2010) o el Observatorio Astronómico de El Garraf (Novalbos *et al.*, 2012).

Nuestra experiencia

Nos propusimos realizar un nuevo rastreo a partir de un catálogo que había recibido hasta el momento escasa atención por parte de los aficionados en lo referente a este menester: el PPMXL (Roeser, 2010). Posiblemente se deba a que este catálogo, que recopila posiciones y movimientos propios en el sistema de referencia ICRS, a partir de datos procedentes de USNOB1.0 y 2MASS, aunque ofrece la ventaja de ser muy sensible, presenta como contrapartida, en cambio, que muchas de las entradas que en él aparecen son realmente *artefactos* producidos por espículas de estrellas, manchas o errores en las placas, cuando no galaxias (o parte de ellas) que son interpretados como estrellas.

Metodología

En nuestro caso nos centramos en las declinaciones que van desde los +30º hasta los +39º. Tras realizar un filtrado informático de dicho catálogo, nos salieron varios cientos de posibles candidatas que cumplían los criterios que habíamos preestablecido: poseer un movimiento propio común >50 mas/año y una separación angular entre las componentes inferior a 1 minuto de arco.

Se hizo necesaria, pues, una verificación visual de todas las posibles candidatas a partir de las placas profesionales que nos ofrece *Aladin Sky Atlas* (Bonnarel et al., 2000); para ello realizamos *blinks* con las imágenes procedentes del POSSI y el POSSII (Reid et al., 1991), de manera que si las estrellas eran un verdadero par con movimiento propio común el resultado saltaba a la vista en la pantalla de nuestro ordenador.

Una tercera fase de nuestro trabajo consistió en realizar la astrometría relativa de todos los pares confirmados. Para ello empleamos las coordenadas del 2MASS.

Presentación de los resultados

Las 133 nuevas binarias de movimiento propio común que presentamos aparecen en la tabla 1 (página siguiente) y que describimos a continuación:

— En la primera columna aparece el identificador provisional para cada nuevo par y que será propuesto al USNO para su inclusión en el WDS. CRB son las iniciales asignadas por esta institución al autor del presente artículo como descubridor/observador. La numeración comienza por CRB 23 ya que hasta el momento ha sido catalogados 22 pares en dicho catálogo (González Carballo, 2012a y 2012b).

— En la segunda columna presentamos las coordenadas según la designación del 2MASS.

— En la tercera columna aparece la magnitud V obtenida a partir del GSC2.3 (Lasker et al., 2008). En algunos casos no aparecía dicha magnitud en este catálogo, por lo que fue necesario proceder a su derivación a partir de las transformaciones entre la fotometría SDSS y la UVBRI (Adelman-McCarthy, 2011) y se indica mediante un asterisco (*) al lado de la magnitud calculada. En algunas ocasiones resultó del todo imposible calcular ninguna magnitud de esta forma, por lo que recurrimos, finalmente, a su transformación a través de la consignada en el USNOB1.0. En estos últimos casos se indica mediante dos asteriscos al lado de la magnitud (**).

— En la cuarta y quinta columnas aparecen los movimientos propios tal como aparecen en el catálogo PPMXL.

— En la sexta y sétima columna se muestra la separación angular y el ángulo de posición calculados a partir de las astrometría absoluta procedente del catálogo 2MASS y en la columna 8 aparece la época besseliana para la que se ha realizado el cálculo.

— En la columna 9 van referidos aquellos sistemas que se han seleccionados para el álbum fotográfico.

Álbum de imágenes

Nos ha parecido oportuno, como botón de muestra, realizar una selección de imágenes de las 133 nuevas binarias que se presentan. En la figura 1 se ofrece, por tanto, un álbum fotográfico con 20 de ellas. Se trata de las composiciones RGB de Aladin Sky Atlas realizadas mediante las placas del POSSI y el POSSII (cuyas estrellas aparecen en rojo para el primero de los catálogos y en verde para el segundo) y que fueron utilizadas en la segunda fase de nuestro trabajo para verificar la existencia real de dichas binarias.

El resultado que ofrecemos se realizó con el software *Astroart*; para ello, una vez descargadas desde *Aladin*, se recortaron en imágenes de 200x200 píxeles y se les aplicó una ampliación final del 200%.

Referencias

Adelman-McCarthy, JK.; 2011, “The SDSS Photometric Catalog, Release 8”, The Smithsonian/NASA Astrophysics Data System. (http://www.sdss.org/dr5/algorithms/sdssUBVRITransform.html)

Benavides, R; Rica, F; Reina E.; Castellanos, J.; Naves, R.; Lahuerta, L.; Lahuerta, S., 2010, New Wide Common Proper Motion Binaries, Journal of Double Star Observation, Vol. 6, nº1, p. 30.

Bonnarel, F.; Fernique, P.; Bienaymé, O.; Egret, D.; Genova, F.; Louys, M.; Ochsenbein, F.; Wenger, M.; Bartlett, J. G.; 2000, “The ALADIN interactive sky atlas. A reference tool for identification of astronomical sources”, Astronomy and Astrophysics Supplement, **143**, p.33-40.

Caballero Roldán, R., 2009, “Finding new common proper motion binaries using data mining”, Journal of Double Star Observations, Vol. 5, n.º 3, p. 156.

González Carballo, J.L., 2012a, “Medidas CCD de estrellas dobles abandonadas: segunda serie”, El Observador de Estrellas Dobles n.º 8, p. 26.

González Carballo, J.L., 2012b, “CCD Measurements of Espin’s Neglected Double Stars: First in a Series”, Journal of Double Star Observation, Vol 8, n.º 2, p. 97.

Halbwachs, J.L., 1986, “Common proper motion stars in the AGK3”. Bull. Inf. Centre Donnees Stellaires, **30**, p.129.

Lasker B., Lattanzi M.G., McLean B.J., et al., 2008, “TheGuide Star Catalogue, Version 2.3.2”. The Astronomical Journal **136**(2), 735-766.

Mason B. D.; Wycoff, G.; Hartkopf, W. I. 2003, “TheWashington Double Star Catalog”, http://ad.usno.navy.mil/proj/WDS/wds.html

Novalbos Cantador, I. et al., 2012, “OAG Common Proper Motion Wide Pairs Survey”, El Observador de Estrellas Dobles n.º 8, p. 16.

Reid I.N. et al., 1991, “The second Palomar Sky Survey”,Astronomical Society of the Pacific **103**, 661-674.

Roeeser S., Demleitner M., Schilbach E., 2011, The PPMXL catalog of positions and proper motions on the ICRS. Combining USNO-B1.0 and the two Micron All Sky Survey (2MASS), Astronomical Journal **139**, 2440-*2447*.

—

This research has made use of the Washington Double Star Catalog maintained at the U.S. Naval Observatory.

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN
DEC +30 / +39º: CRB

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	PMRA	PMDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
CRB 23	A	00002333+3548408	13,02	64,80	5,30	154,6	37,19	1998,758	1
	B	00002464+3548072	15,91	67,20	5,50				
CRB 24	A	00031971+3102311	13,78	67,20	24,60	14,8	24,62	1999,970	2
	B	00031922+3102073	16,73	63,20	26,10				
CRB 25	A	00074901+3919438	16,99**	81,50	13,80	35,7	23,88	1998,834	
	B	00074781+3919244	17,15**	77,60	14,40				
CRB 26	A	00173295+3400254	15,09	79,20	19,60	55,2	15,44	1999,904	
	B	00173193+3400166	16,79	71,30	19,60				
CRB 27	A	00243040+3633207	16,90*	61,40	-70,50	70,5	30,29	1998,769	
	B	00243277+3633308	19,64*	61,20	-72,10				
CRB 28	A	00311529+3959036	17,61	26,40	-48,00	39,7	7,02	1998,924	
	B	00311490+3958582	19,30*	27,40	-49,80				
CRB 29	A	00334404+3048405	17,25	-15,10	53,90	1,2	35,61	1997,758	
	B	00334410+3049161	17,48	-14,10	49,20				
CRB 30	A	00375223+3009444	17,34	-60,10	-72,10	2,4	6,21	1997,914	
	B	00375225+3009506	17,97	-63,20	-69,70				
CRB 31	A	00391115+3429424	16,86	77,50	30,70	110,9	14,56	1997,914	3
	B	00391005+3429476	18,43	79,80	33,40				
CRB 32	A	00423568+3213153	16,00	83,90	-9,40	76,9	17,20	1997,914	
	B	00423700+3213192	17,24	90,70	-9,70				
CRB 33	A	00454998+3115229	16,62	32,60	-44,50	121,6	34,33	1997,914	
	B	00454770+3115409	16,81	32,10	-43,80				
CRB 34	A	00464374+3513500	15,19	94,20	-39,70	145,6	29,70	1997,914	4
	B	00464511+3513255	17,66	97,90	-41,30				
CRB 35	A	00472994+3328448	14,54	40,70	-46,70	110,8	11,24	1997,914	
	B	00473078+3328408	16,18	42,60	-46,20				
CRB 36	A	00550780+3101570	15,18	66,50	-26,80	39,0	12,87	1997,917	
	B	00550717+3101470	15,63	65,10	-27,80				
CRB 37	A	00583039+3857106	16,51	50,00	-51,00	118,5	10,48	1999,755	
	B	00582960+3857156	17,34	49,50	-47,90				
CRB 38	A	01004752+3502496	12,81	-51,40	-74,20	71,9	27,65	1997,737	
	B	01004966+3502582	17,48	-49,60	-72,30				
CRB 39	A	01024666+3516004	14,64	37,00	-50,40	94,4	7,20	1998,799	
	B	01024608+3516016	19,34**	35,20	-55,20				
CRB 40	A	01245647+3900427	13,63	32,70	-47,40	14,3	10,84	1998,791	
	B	01245670+3900532	15,43	35,20	-45,00				
CRB 41	A	01295669+3555074	15,84	36,80	-53,20	0,6	14,70	1997,874	
	B	01295669+3555221	16,95	35,80	-53,80				
CRB 42	A	01341048+3412291	13,60	38,80	-34,80	154,9	27,50	1997,928	
	B	01340954+3412540	14,51	40,00	-36,20				
CRB 43	A	01523716+3956533	15,43	-63,10	-63,80	46,3	12,88	1997,948	
	B	01523797+3957022	16,89	-59,80	-65,50				
CRB 44	A	01541028+3736320	11,95	96,30	-52,20	159,3	30,25	1997,895	5
	B	01540938+3737003	16,76	101,90	-55,00				
CRB 45	A	02091942+3604465	14,78	60,80	-46,20	158,6	13,31	1998,810	
	B	02091982+3604341	18,64	61,40	-45,90				
CRB 46	A	02135418+3627191	16,50	36,60	-69,10	114,1	8,33	1998,810	
	B	02135481+3627157	18,65	35,80	-72,70				
CRB 47	A	02244212+3345266	10,41	71,20	-48,30	133,0	39,39	1997,958	6
	B	02243987+3345528	15,78	66,20	-48,30				
CRB 48	A	02352005+3818451	13,84	48,30	-47,60	100,1	20,56	1998,783	
	B	02352177+3818415	17,17**	50,60	-46,10				
CRB 49	A	02384496+3728194	15,70	70,60	-56,20	60,9	16,22	1998,783	
	B	02384377+3728115	17,67	71,50	-53,70				
CRB 50	A	02390155+3414073	13,86	69,30	-11,10	136,6	25,46	1997,961	
	B	02390296+3413488	15,91	71,80	-11,40				

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN (continuación)

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
CRB 51	A	02492230+3730210	14,95	49,60	-38,40	146,0	18,94	1999,755	
	B	02492319+3730053	17,62	47,50	-36,00				
CRB 52	A	02584474+3553559	13,32	49,60	-44,40	61,4	13,15	1998,035	
	B	02584569+3554022	17,82	50,00	-44,90				
CRB 53	A	03032327+3317098	17,75	51,50	-34,30	179,1	7,70	1998,035	
	B	03032328+3317021	17,80	53,80	-31,50				
CRB 54	A	03054599+3349050	10,60	-28,20	-73,50	21,9	37,82	1998,889	
	B	03054486+3348299	18,39	-28,10	-76,50				
CRB 55	A	03131508+3028570	14,42	-45,60	-89,90	26,8	14,90	1997,857	7
	B	03131560+3029103	16,07*	-43,10	-94,90				
CRB 56	A	03132555+3738157	14,91	49,30	-72,10	135,5	16,96	1998,827	
	B	03132655+3738036	18,91	47,90	-75,70				
CRB 57	A	03160607+3013572	16,57	105,10	-117,00	121,8	23,33	1998,761	8
	B	03160760+3013449	17,81	107,50	-115,80				
CRB 58	A	03244760+3414010	14,35	113,70	-45,00	118,3	24,66	1998,054	
	B	03244585+3414127	20,23**	115,00	-45,30				
CRB 59	A	03294960+3040397	18,15	51,00	-49,00	87,7	12,65	1999,904	
	B	03294862+3040392	18,50	51,20	-47,40				
CRB 60	A	03295360+3252196	14,08	60,10	29,00	7,2	33,16	1999,904	
	B	03295393+3252525	17,92	59,30	28,70				
CRB 61	A	03340064+3114254	14,46	46,80	-45,90	29,5	9,65	1998,060	
	B	03340101+3114338	16,46	57,90	-39,10				
CRB 62	A	03511309+3317584	13,45	29,30	-46,50	22,5	20,67	1998,068	
	B	03511372+3318175	13,54	31,30	-47,00				
CRB 63	A	04054863+3352521	14,88	117,50	-55,60	146,7	24,75	1999,902	9
	B	04054754+3353128	17,97*	119,10	-56,10				
CRB 64	A	04260931+3541451	16,12	20,30	-50,10	62,4	16,63	1997,959	
	B	04261052+3541528	17,89	21,20	-50,20				
CRB 65	A	04263151+3925151	16,36	-15,20	-55,60	131,7	25,13	1999,758	
	B	04263313+3924584	17,40	-16,50	-55,10				
CRB 66	A	04450706+3726409	17,06	94,40	-64,90	137,3	7,90	1998,780	
	B	04450661+3726467	18,48	94,80	--66,50				
CRB 67	A	05014264+3324039	15,29	26,00	-50,30	179,2	18,90	1999,905	
	B	05014266+3323450	16,34	24,70	-54,10				
CRB 68	A	05522362+3631180	11,76	18,90	-53,70	66,9	14,54	1997,827	
	B	05522473+3631237	16,04	20,50	-53,20				
CRB 69	A	05541553+3915418	18,05	65,40	-38,30	76,5	33,92	1999,758	
	B	05541837+3915497	18,15	66,10	-40,20				
CRB 70	A	06005262+3817228	15,84*	34,80	-58,10	98,3	11,78	1998,799	
	B	06005163+3817245	16,59*	33,80	-62,80				
CRB 71	A	06072412+3359401	17,71	37,00	-36,80	29,6	8,05	1997,216	
	B	06072380+3359331	17,99	35,00	-37,90				
CRB 72	A	06115049+3638578	13,84	-29,70	-98,10	85,0	18,48	1998,769	10
	B	06115202+3638594	17,82	-29,50	-91,50				
CRB 73	A	06341978+3535345	12,78	43,20	-62,50	148,5	23,34	1998,147	
	B	06342078+3535146	18,19	47,50	-56,50				
CRB 74	A	06375796+3945107	14,80	-50,90	-81,10	168,1	10,63	1999,908	
	B	06375777+3945211	17,17	-51,90	-81,00				
CRB 75	A	07244466+3659395	11,13	-41,00	-54,80	57,3	28,48	1998,284	
	B	07244666+3659549	17,74	-37,40	-56,40				
CRB 76	A	07441357+3602491	12,45	-13,80	-50,10	18,0	13,77	1998,270	
	B	07441392+3603022	18,57	-15,10	-55,60				
CRB 77	A	08465002+3025151	14,21	29,30	-69,20	57,6	19,61	1998,194	
	B	08465130+3025256	15,44	29,50	-70,90				

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN (continuación)

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
CRB 78	A	08490803+3005000	12,66	15,10	-51,80	128,8	19,15	1998,226	
	B	08490688+3005120	15,13	14,70	-53,20				
CRB 79	A	09124744+3142463	14,62	-64,70	-32,50	88,4	21,70	1999,908	
	B	09124574+3142457	14,69	66,20	-33,10				
CRB 80	A	09200048+3052397	11,64	-80,80	-35,70	41,4	32,13	1998,226	11
	B	09195883+3052156	16,91	-74,40	-35,20				
CRB 81	A	09221243+3403302	15,18	51,20	-75,00	76,8	13,53	1998,226	12
	B	09221137+3403271	15,22	55,70	-76,30				
CRB 82	A	09250923+3642239	13,15	-81,50	-48,90	93,7	15,43	1999,957	13
	B	09250795+3642249	16,41	-76,90	-50,00				
CRB 83	A	09401889+3617048	11,80	-51,60	-34,60	112,5	32,45	1998,256	
	B	09401641+3617172	18,27	-48,50	-34,00				
CRB 84	A	09541487+3906121	10,86	-117,40	-73,10	119,2	23,34	1998,229	14
	B	09541662+3906007	17,23*	-118,00	-74,50				
CRB 85	A	10472126+3349365	16,81	43,90	-65,40	154,8	24,54	1999,971	
	B	10472042+3349587	18,95	47,80	-67,70				
CRB 86	A	10570908+3304097	11,60	63,10	-38,10	13,3	45,93	1998,186	15
	B	10570824+3303250	15,61	65,50	-39,00				
CRB 87	A	10573049+3008298	16,45	144,50	-217,80	78,1	7,29	1998,186	
	B	10572994+3008283	17,64	131,60	-229,00				
CRB 88	A	10580353+3308021	15,61	-65,20	-40,30	7,5	11,60	1998,186	
	B	10580341+3307506	18,90	-58,90	-39,00				
CRB 89	A	11281582+3143480	11,37	-49,60	-54,20	12,6	25,20	1998,188	
	B	11281625+3144126	15,86*	-47,20	-53,20				
CRB 90	A	11471280+3812245	15,90*	-50,20	22,00	13,9	36,26	1998,287	
	B	11471206+3811493	16,40*	-46,00	23,20				
CRB 91	A	11513651+3045543	13,42	-45,70	-80,50	155,9	23,01	1998,112	
	B	11513578+3046153	15,91	-46,30	-80,00				
CRB 92	A	12330751+3614223	15,67*	69,90	-73,00	67,7	13,73	1997,255	
	B	12330646+3614171	16,13	67,90	-72,10				
CRB 93	A	13062234+3041430	13,65	-52,30	-22,00	107,1	25,90	1998,194	
	B	13062426+3041354	14,21	-54,50	-19,90				
CRB 94	A	13161889+3603083	12,97	40,70	-65,60	87,4	26,10	1998,292	
	B	13161674+3603071	15,18	36,70	-64,90				
CRB 95	A	13171435+3632545	14,84	-69,60	19,10	164,4	14,33	1998,292	
	B	13171467+3632407	18,62	-73,00	20,00				
CRB 96	A	13192852+3402464	17,61	-38,00	-44,20	51,9	6,00	1999,141	
	B	13192890+3402501	18,92*	-34,80	-40,80				
CRB 97	A	13281639+3802068	18,02*	-49,00	33,50	155,0	13,13	1998,295	
	B	13281592+3802187	18,57	-50,70	30,20				
CRB 98	A	13302200+3844575	14,94	-29,80	-58,80	1,4	38,21	1998,295	
	B	13302192+3844193	17,29	-30,40	-59,20				
CRB 99	A	13313646+3255228	10,04	-72,40	45,40	108,7	25,53	1997,254	
	B	13313838+3255146	16,82	-70,40	44,40				
CRB 100	A	13350347+3628465	10,76	-45,90	-33,20	40,0	48,81	1998,295	
	B	13350087+3628091	18,04	-43,10	-32,70				
CRB 101	A	14022828+3742569	16,45	-37,40	-39,40	79,5	12,67	1998,298	
	B	14022723+3742546	16,52	-34,50	-38,40				
CRB 102	A	14083736+3543144	13,59	-49,10	33,20	135,0	18,25	1999,103	
	B	14083842+3543015	16,30	-45,90	32,10				
CRB 103	A	14222059+3858397	10,47	-9,60	-51,00	125,1	39,33	1998,301	
	B	14222335+3858171	18,25	-8,00	-49,00				
CRB 104	A	14385378+3537111	18,21	-77,30	57,10	155,6	23,05	1997,033	
	B	14385300+3537321	18,96	-73,30	54,20				

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN (continuación)

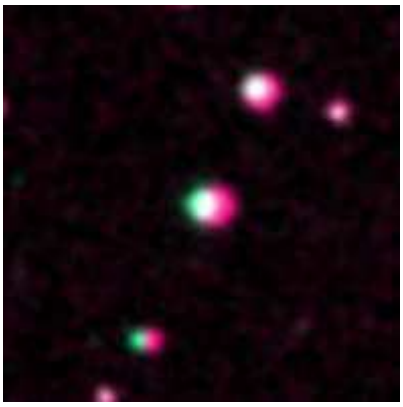
DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
CRB 105	A	14513640+3806447	11,20	-81,60	56,70	143,6	25,23	1998,306	16
	B	14513513+3807050	16,15	-90,10	59,70				
CRB 106	A	15041813+3628078	15,32	-45,80	45,20	153,8	10,92	1997,337	
	B	15041773+3628176	16,53	-45,10	46,10				
CRB 107	A	15044506+3443321	17,02*	-112,50	69,50	150,1	47,52	1998,230	
	B	15044698+3442509	17,42*	-108,60	66,90				
CRB 108	A	15082571+3814255	12,46	-86,60	35,70	96,5	20,28	2998,309	
	B	15082400+3814278	17,14	-83,70	32,20				
CRB 109	A	15123596+3057066	14,25	19,10	-64,70	60,0	41,59	1998,230	
	B	15123316+3056458	16,65	19,80	-65,90				
CRB 110	A	15351843+3355251	12,54	-28,40	-41,20	99,3	13,62	1998,249	
	B	15351951+3355229	18,21	-28,80	-42,40				
CRB 111	A	15430403+3614242	14,14	29,20	-44,50	119,0	24,34	1997,255	
	B	15430579+3614124	17,93	31,00	-41,60				
CRB 112	A	15471582+3604141	13,23	-62,10	37,70	166,2	14,73	1998,320	
	B	15471611+3603598	17,32	-66,80	34,90				
CRB 113	A	16191545+3229123	13,75	33,00	-54,70	83,1	23,45	1998,257	
	B	16191729+3229151	16,02	30,30	-50,40				
CRB 114	A	16222281+3107546	17,14	-55,10	77,20	37,1	6,39	1998,260	
	B	16222251+3107495	17,17	-56,80	72,60				
CRB 115	A	16434159+3723408	12,88	24,10	-55,30	145,9	15,09	1998,331	
	B	16434230+3723283	17,06	25,10	-57,40				
CRB 116	A	16485662+3520142	14,17	-53,60	-18,50	55,6	19,28	1997,203	
	B	16485532+3520033	15,46	-49,80	-20,50				
CRB 117	A	16533548+3456258	11,52	-38,60	113,60	151,5	15,71	1999,254	
	B	16533609+3456120	18,97	-40,30	108,40				
CRB 118	A	16581929+3611183	13,00	-35,30	96,50	38,2	50,75	1998,353	
	B	16582188+3611582	18,62	-32,30	99,80				
CRB 119	A	17125537+3450575	13,15	24,40	-51,30	32,1	26,20	1998,273	
	B	17125650+3451197	16,93	24,90	-53,70				
CRB 120	A	17153790+3546365	15,56	-41,50	32,20	36,8	8,74	1998,273	
	B	17153833+3546435	16,57	-40,60	35,20				
CRB 121	A	17190386+3210242	10,84	-15,40	-50,20	104,8	14,84	1998,273	
	B	17190273+3210280	13,41	-15,70	-52,30				
CRB 122	A	17380857+3939154	16,30	-48,70	143,90	157,6	21,20	1999,300	
	B	17380927+3938558	19,21**	-49,70	143,80				
CRB 123	A	17445713+3701311	18,16*	29,10	52,70	108,8	8,98	1998,372	
	B	17445642+3701340	18,39*	31,40	51,50				
CRB 124	A	17452823+3337326	16,50*	28,60	-54,10	38,9	11,94	1998,282	
	B	17452883+3337419	16,93*	29,00	-49,10				
CRB 125	A	18241616+3649414	14,76	-81,50	-19,90	161,2	11,94	1998,402	
	B	18241584+3649527	17,45	-78,40	-21,50				
CRB 126	A	18302741+3635268	12,03	21,70	105,20	42,8	24,27	1998,402	17
	B	18302604+3635090	17,03*	23,50	98,40				
CRB 127	A	18352974+3214352	14,45	6,20	55,00	30,1	10,87	1997,320	
	B	18353017+3214446	15,51	6,50	60,20				
CRB 128	A	18380146+3416594	17,67	45,30	55,60	148,2	11,76	1998,301	
	B	18380096+3417094	19,06	46,20	56,70				
CRB 129	A	19093840+3738373	11,74	69,80	121,20	28,9	27,53	1998,399	18
	B	19093952+3739014	17,61*	74,40	116,40				
CRB 130	A	19131994+3709073	14,32	32,70	-53,60	13,2	9,45	1998,399	
	B	19132012+3709165	18,45	31,80	-59,30				
CRB 131	A	19243653+3622385	15,41	49,50	-29,50	63,0	11,66	1998,339	
	B	19243567+3622332	17,27	46,10	-30,20				

(Continúa en la página siguiente)

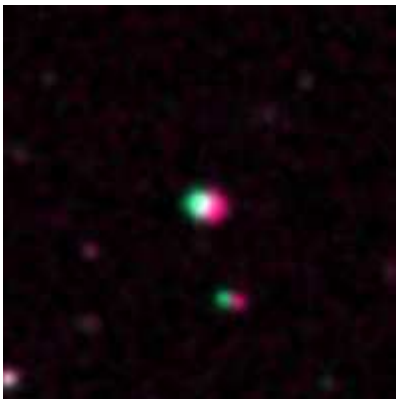
TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN (continuación)

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
CRB 132	A	19350047+3540213	15,85	-77,20	-112,90	55,1	29,71	1998,326	
	B	19345847+3540043	15,93	-72,80	-113,50				
CRB 133	A	20113977+3430333	16,22*	44,60	52,70	114,0	10,82	1998,361	
	B	20114057+3430289	18,25*	48,30	54,30				
CRB 134	A	20265350+3328310	15,74*	-57,00	-95,20	105,1	9,98	1999,352	19
	B	20265273+3328336	17,96*	-61,20	-95,60				
CRB 135	A	20314114+3516317	11,19	89,60	48,20	3,8	16,54	1999,407	
	B	20314123+3516482	17,56	96,90	50,60				
CRB 136	A	21023129+3512072	13,04	28,10	-51,30	86,6	20,14	1998,463	
	B	21022965+3512060	15,43	29,00	-51,60				
CRB 137	A	21052259+3937098	11,29	63,80	24,30	171,6	29,21	1998,468	
	B	21052222+3937387	14,02	66,50	25,50				
CRB 138	A	21082567+3617596	12,93	112,20	85,70	128,4	22,84	1998,468	
	B	21082715+3617454	18,10	119,20	80,50				
CRB 139	A	21110124+3757060	12,40	11,60	-115,70	93,7	15,29	1998,468	
	B	21110253+3757050	18,75	11,20	-111,60				
CRB 140	A	21183486+3623524	16,66	-14,60	-49,80	17,5	12,47	1998,468	
	B	21183517+3624043	18,54	-15,80	-53,30				
CRB 141	A	21215122+3104109	11,53	56,90	24,90	22,3	28,75	1998,462	
	B	21215207+3104375	15,85	54,10	25,00				
CRB 142	A	21281985+3640066	16,16*	65,50	100,90	46,0	25,76	1997,761	20
	B	21282139+3640245	17,04*	69,00	102,10				
CRB 143	A	21382732+3542594	16,03	49,20	19,80	68,7	18,96	1997,408	
	B	21382877+3543063	17,78	51,70	20,80				
CRB 144	A	21515988+3721448	14,43	93,90	21,10	109,1	12,24	1998,763	
	B	21515891+3721488	19,32**	98,60	22,00				
CRB 145	A	22093841+3438329	12,64	-60,30	-61,00	134,0	47,51	1998,457	
	B	22094118+3437599	18,28	-59,20	-56,70				
CRB 146	A	22374190+3128039	17,76	-25,80	-45,20	104,8	12,17	1998,457	
	B	22374282+3128008	18,07	-25,30	-48,30				
CRB 147	A	22591434+3116098	11,50	-19,20	-46,30	141,3	21,53	1998,476	
	B	22591329+3116266	18,48	-17,70	-51,30				
CRB 148	A	23014362+3121578	15,41	60,20	29,40	15,0	9,42	1998,476	
	B	23014381+3122069	16,68	54,50	28,70				
CRB 149	A	23055549+3528167	12,73	90,20	54,60	159,7	21,44	1999,910	
	B	23055610+3527566	19,06	89,90	56,70				
CRB 150	A	23084880+3310031	9,97	-96,00	-64,20	146,1	31,31	1997,411	
	B	23085019+3309371	15,02	-97,30	-61,70				
CRB 151	A	23105222+3626056	14,76	50,30	-17,90	141,2	31,03	1999,700	
	B	23105061+3626298	16,83	54,40	-18,70				
CRB 152	A	23155150+3335345	17,74	-26,60	-47,50	3,5	12,42	1999,754	
	B	23155144+3335221	18,44	-26,40	-49,10				
CRB 153	A	23161334+3039156	18,72	61,90	17,10	162,4	18,36	1999,754	
	B	23161291+3039331	18,88	64,70	17,70				
CRB 154	A	23232680+3205501	18,38	20,40	-64,80	65,9	9,05	1999,754	
	B	23232745+3205538	19,13	20,80	-65,40				
CRB 155	A	23560230+3524276	12,91	-19,70	-53,90	29,5	17,36	1998,780	
	B	23560300+3524427	18,14	-20,80	-55,10				

FIGURA 1. ÁLBUM FOTOGRÁFICO

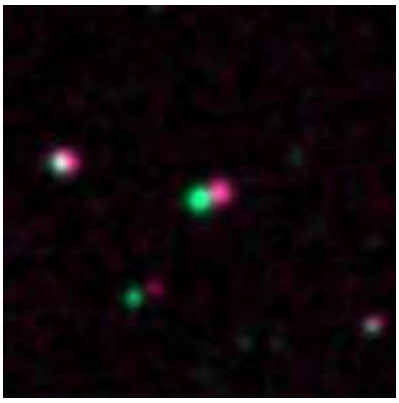


CRB 23

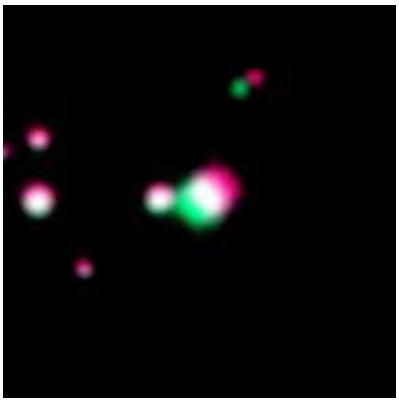


CRB 24

CRB 31

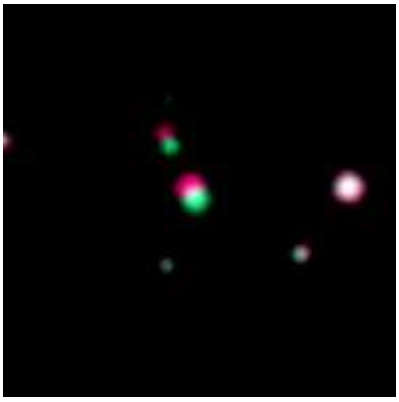


CRB 34



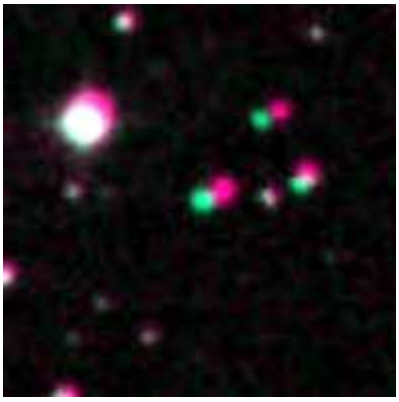
CRB 44

CRB 47

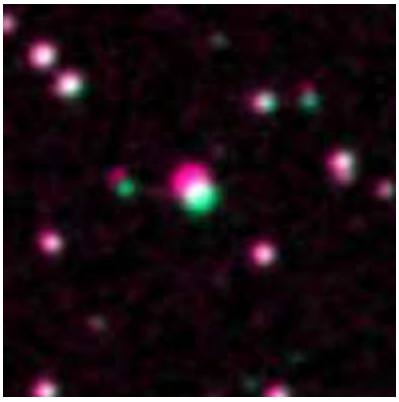


CRB 55

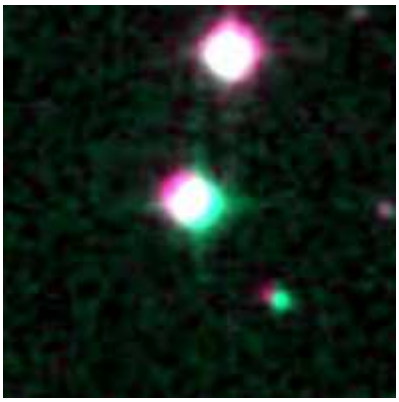
CRB 57



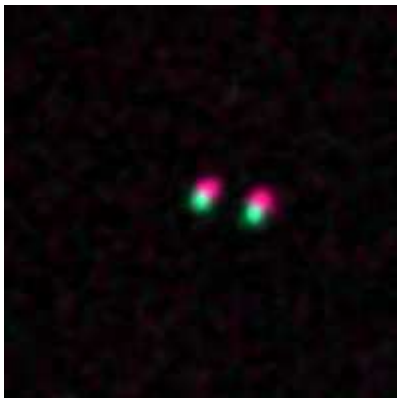
CRB 63



CRB 72



CRB 80

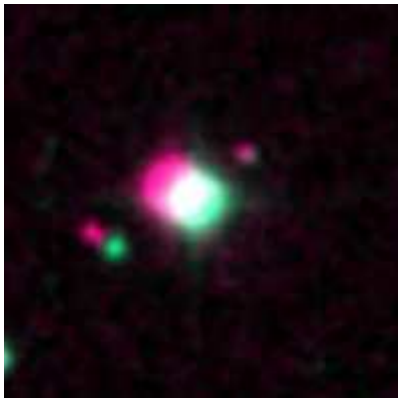


CRB 81

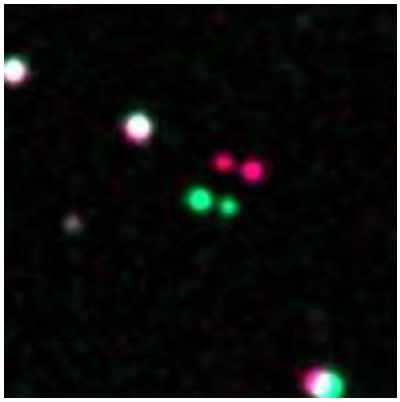
(Continúa en la página siguiente)

FIGURA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (continuación)

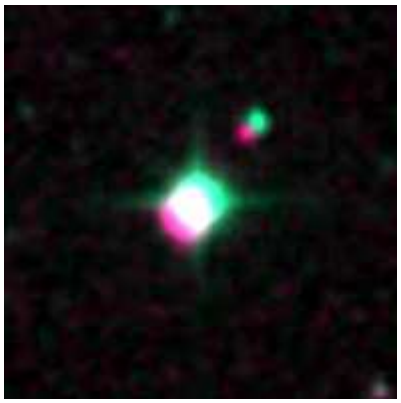
CRB 82



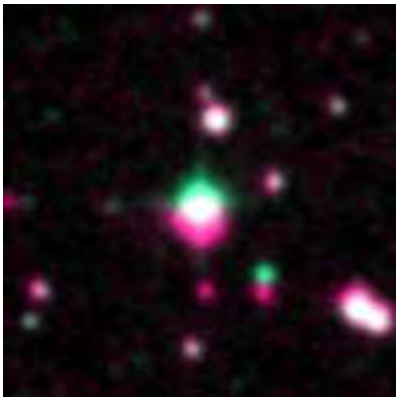
CRB 84



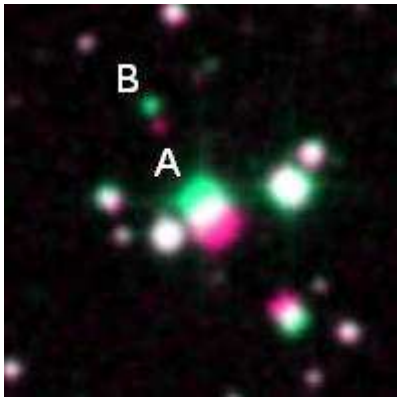
CRB 86



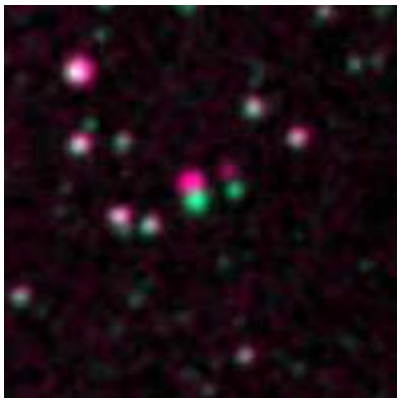
CRB 105



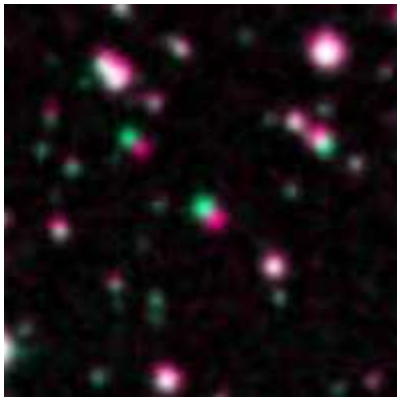
CRB 126



CRB 129



CRB 134



CRB 142

Descubrimiento de 122 binarias con movimiento propio común en las declinaciones +40º / +49º

On the discovery of 122 new binaries with common proper motion (DEC +40°/49°)

Rafael Benavides Palencia[1,2]

■ [1]Agrupación Astronómica de Córdoba, [2]El Observador de Estrellas Dobles (OED)

■ Blog: http://algieba.blogalia.com | Correo-e: rafaelbenpal@gmail.com

En este trabajo presentamos el descubrimiento de 122 nuevas parejas de elevado movimiento propio común detectadas al filtrar el catálogo PMXL en declinaciones comprendidas entre +40º y +49º. La existencia real de todas las parejas se comprobó mediante examen visual de las placas profesionales.

In this paper we present the discovery of 122 new binaries with high common proper motion through the filtering of PPMXL catalogue in declinations between +40º and +49º. The real existence of all pairs was confirmed by visual examination of professional plates.

Introducción

SON MUCHAS LAS PAREJAS DE MOVIMIENTO PROPIO COMÚN que aún permanecen ocultas, escondidas entre los datos de diversos catálogos. Con el objeto de localizar algunas de ellas, basándonos en el catálogo PPMXL (Roeser, 2010) que recopila posiciones y movimientos propios procedentes de los catálogos USNOB1.0 y 2MASS, se decidió hacer un filtrado para realizar nuestro estudio.

Procedimiento

El primer paso fue descargar 40 archivos de datos PPMXL a través del servidor FTP del CDS (Centre de Données Astronomiques de Strabourg), cada una de ellos corresponden a zonas de 360º en ascensión recta y 15 minutos en declinación. Cada uno de estos archivos fue filtrado por una aplicación desarrollada por Joaquín Llera Ferrera en base a los siguientes criterios:

- Separación angular entre las componentes inferior a 60 segundos de arco.
- Movimiento propio total de cada componente superior a 50 mas/año, descartando aquellas que presentaban un error superior al 20%.
- Que cumplan la primera y segunda condición de Halbwachs (Halbwachs, 1986)
- Magnitud fotométrica en banda I inferior a 17, tomada del parámetro “imag” del catálogo

El PPMXL es un catálogo muy sensible, pero al mismo tiempo contiene muchos errores y muchas de las entradas no son estrellas reales. A veces son objetos de cielo profundo, fundamentalmente galaxias, y otras veces son las propias espicas de las estrellas más brillantes. Por eso es tan importante una inspección sobre placas auténticas y detectar esos falsos positivos. Por este motivo, se procedió a hacer una secuencia con placas digitales del primer y segundo survey fotográfico (POSSI y POSSII, respectivamente) obtenidas a partir de Aladin Sky Atlas (Bonnarel et al., 2000). Sólo fueron seleccionadas aquellas parejas en las que se apreciaba un movimiento propio claro y notable, descartándose todas las demás.

Tabla de medidas

En la tabla 1 se muestra el listado de los nuevos pares de movimiento propio común detectados. En la primera columna aparece el identificador provisional para cada par y que será propuesto a Brian Mason para su posible inclusión en el WDS.

En la segunda columna están las coordenadas según la designación del 2MASS.

En la tercera columna aparece la magnitud V obtenida a partir de The Guide Star Catalogue (GSC2.3) (Lasker et al., 2008). En aquellos casos donde no aparecía, se procedió a su cálculo mediante las transformaciones entre la fotometría SDSS y la UV-

BRI (Adelman-McCarthy, 2011) y se indica mediante un asterisco (*) al lado de la magnitud calculada. En contadas ocasiones no se pudo calcular ninguna magnitud de esta forma, por lo que se tuvo que recurrir a su transformación a través de la consignada en el USNOB1.0. En estos últimos casos se indica mediante dos asteriscos al lado de la magnitud (**).

En la cuarta y quinta columnas aparecen los movimientos propios tal como aparecen en el catálogo PPMXL.

En la sexta y séptima columna se muestra la separación angular y el ángulo de posición calculados a partir de las astrometría absoluta procedente del catálogo 2MASS y en la columna 8 aparece la época besseliana para la que se ha realizado el cálculo. Excepcionalmente, la componente B de BVD 261 no aparecía en dicho catálogo y se tuvo que proceder a una medición directa gracias a Aladin Sky Atlas en una placa del POSSII correspondiente a la época 1992,482.

En la columna 9 van referidos aquellos sistemas que se han seleccionados para el álbum fotográfico.

Imágenes

En un primer paso se hicieron composiciones RGB de *Aladin* (en base a las placas del POSSI y el POSSII). Utilizando *Astroart* se ampliaron al 200% y se recortó la parte central correspondiente a cada sistema con un tamaño de 200 x 200 píxeles. En color rojo aparece la posición correspondiente al POSSI y en verde la del POSSII.

Referencias

- Adelman-McCarthy, JK.; 2011, “The SDSS Photometric Catalog, Release 8”, The Smithsonian/NASA Astrophysics Data System. (http://www.sdss.org/dr5/algorithms/sdssUBVRITransform.html)
- Bonnarel, F.; Fernique, P.; Bienaymé, O.; Egret, D.; Genova, F.; Louys, M.; Ochsenbein, F.; Wenger, M.; Bartlett, J. G.; 2000, “The ALADIN interactive sky atlas. A reference tool for identification of astronomical sources”, Astronomy and Astrophysics Supplement, **143**, p.33-40.
- Halbwachs, J.L., 1986, “Common proper motion stars in the AGK3”. Bull. Inf. Centre Donnees Stellaires, **30**, p.129.
- Lasker B., Lattanzi M.G., McLean B.J., et al., 2008, “TheGuide Star Catalogue, Version 2.3.2”. The Astronomical Journal **136**(2), 735-766.
- Mason B. D.; Wycoff, G.; Hartkopf, W. I. 2003, “TheWashington Double Star Catalog”, http://ad.usno.navy.mil/proj/WDS/wds.html
- Reid I.N. et al., 1991, “The second Palomar Sky Survey”,Astronomical Society of the Pacific **103**, 661-674.
- Roeeser S., Demleitner M., Schilbach E., 2011, The PPMXL catalog of positions and proper motions on the ICRS. Combining USNO-B1.0 and the two Micron All Sky Survey (2MASS), Astronomical Journal **139**, 2440-*2447*.

—

This research has made use of the Washington Double Star Catalog maintained at the U.S. Naval Observatory.

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN
DEC +40 / +49º: BVD

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
BVD 170	A	00062880+4500487	16,25	-17,6	53,0	313,3	22,09	1998,842	
	B	00062704+4501013	17,43	-17,6	53,0				
BVD 171	A	00090838+4942394	14,91	43,9	-38,5	19,2	29,06	1998,848	
	B	00090936+4943069	16,78	42,1	-37,8				
BVD 172	A	00162798+4748552	10,70	83,5	-67,8	300,6	20,08	1998,842	1
	B	00162626+4749054	13,93	78,1	-68,3				
BVD 173	A	00224147+4108375	13,44	70,1	-36,8	90,6	18,94	2000,025	
	B	00224315+4108373	17,87	76,0	-35,1				
BVD 174	A	00371422+4445314	16,30**	110,7	-57,4	104,1	14,12	1998,845	2
	B	00371550+4445280	16,58**	103,6	-60,3				
BVD 175	A	00375086+4119551	17,35	36,8	-50,6	231,4	12,34	2000,792	
	B	00375001+4119474	18,37	35,3	-55,2				
BVD 176	A	00412553+4651575	14,12	47,5	-19,6	192,9	15,58	1998,845	
	B	00412519+4651423	17,40	47,1	-20,9				
BVD 177	A	00590480+4959478	17,42	58,0	-34,8	272,8	12,22	1998,914	
	B	00590354+4959484	17,75	61,9	-33,3				
BVD 178	A	01402301+4328053	18,62	41,6	-35,6	122,2	6,92	1999,703	
	B	01402354+4328016	19,00	44,6	-39,1				
BVD 179	A	01492915+4903396	15,07	75,8	-44,7	0,3	15,43	1999,999	
	B	01492916+4903551	16,65	78,0	-42,6				
BVD 180	A	01581045+4849129	15,12	30,0	-54,1	127,6	21,46	1998,917	
	B	01581217+4848598	17,98	27,6	-53,6				
BVD 181	A	02013225+4215270	16,00	34,9	-42,5	195,0	17,39	1998,823	
	B	02013184+4215102	17,91	33,5	-44,2				
BVD 182	A	02153374+4336225	15,51**	127,3	-29,3	163,5	30,43	1998,824	
	B	02153454+4335534	18,19**	127,6	-28,5				
BVD 183	A	02283376+4600255	13,16	105,1	-109,9	45,7	24,08	1998,848	3
	B	02283541+4600423	14,67	105,1	-108,4				
BVD 184	A	02485366+4824005	15,92	66,3	-48,4	220,2	17,08	1999,799	
	B	02485256+4823475	16,82	64,5	-49,4				
BVD 185	A	02511159+4040290	12,10	86,0	-39,0	122,5	37,05	1998,859	4
	B	02511434+4040091	16,19	85,7	-40,8				
BVD 186	A	02511383+4108380	13,14	-71,9	52,1	90,1	16,24	1998,859	
	B	02511527+4108380	18,48	-65,4	47,4				
BVD 187	A	03095554+4552290	15,20	46,3	-26,7	200,6	12,05	1998,851	
	B	03095513+4552177	16,57	50,6	-27,8				
BVD 188	A	03133370+4654566	17,94**	90.7	-61,7	100,0	16,02	1998,851	
	B	03133524+4654538	19,43**	96,6	-59,0				
BVD 189	A	03310956+4203497	17,96	73,7	-57,5	164,6	23,12	1999,765	
	B	03311011+4203274	18,02	73,9	-62,8				
BVD 190	A	03352972+4846581	13,42	42,8	34,1	67,0	14,96	2000,003	
	B	03353111+4847040	18,07	46,5	32,2				
BVD 191	A	03423753+4832509	18,70	65,9	11,6	337,2	7,49	1999,799	
	B	03423724+4832578	18,71	69,5	10,6				
BVD 192	A	03523755+4317344	14,62	-25,1	-48,0	350,2	11,98	1999,766	
	B	03523737+4317462	18,29	-27,6	-51,0				
BVD 193	A	04072074+4315140	12,48	47,5	-65,9	256,8	18,76	1999,998	
	B	04071907+4315097	17,34	45,4	-65,6				
BVD 194	A	04073283+4825527	17,84	38,7	-57,5	21,79	12,60	1999,782	
	B	04073330+4826044	18,30	37,8	-59,8				
BVD 195	A	04202838+4205591	16,93	22,5	-50,2	230,2	9,72	1999,998	
	B	04202771+4205529	18,50	24,5	-51,1				
BVD 196	A	04215671+4828431	15,91	18,2	-48,7	214,0	9,33	1999,785	
	B	04215618+4828353	16,72	16,6	-49,2				

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
BVD 197	A	05285672+4314424	15,48**	28,1	-43,0	77,2	11,80	1999,050	
	B	05285777+4314450	17,02**	30,5	-41,0				
BVD 198	A	06505446+4827144	16,03	38,3	-147,1	347,0	33,63	1999,859	5
	B	06505370+4827472	16,88	39,6	-143,2				
BVD 199	A	07445059+4756236	10,07	53,6	-123,9	206,3	34,74	1998,917	6
	B	07444906+4755525	16,01	51,9	-117,7				
BVD 200	A	07454987+4705478	13,62	17,3	-47,2	158,2	42,2	1998,917	
	B	07455141+4705086	18,44	17,5	-50,1				
BVD 201	A	07584293+4052489	12,29	-27,2	-54,8	126,3	17,40	1999,911	
	B	07584417+4052386	14,78	-24,5	-55,1				
BVD 202	A	08312084+4424071	12,48	-110,3	-146,6	27,6	34,76	1998,303	
	B	08312234+4424379	18,65	-112,5	-137,8				
BVD 203	A	08532006+4836012	17,59	-30,8	-79,9	318,6	9,73	1988,977	
	B	08531941+4836082	18,99	-31,0	-78,5				
BVD 204	A	09002777+4028549	12,45	-46,7	-25,3	186,0	23,85	1998,270	
	B	09002755+4028312	16,76	-47,0	-28,1				
BVD 205	A	09024251+4022081	16,49	-40,2	-35,5	264,2	32,56	1998,270	
	B	09023968+4022048	16,74	-42,4	-36,2				
BVD 206	A	09033831+4459036	13,83	53,4	-44,1	291,1	17,22	1999,138	
	B	09033679+4459098	17,08	55,6	-44,2				
BVD 207	A	09093873+4152578	13,05	-48,2	-31,1	184,3	23,77	1998,273	
	B	09093857+4152341	19,12	-43,7	-28,4				
BVD 208	A	09224927+4212082	8,76	77,9	-36,4	315,1	29,66	1999,092	
	B	09224738+4212292	15,44	80,4	-35,6				
BVD 209	A	09561149+4616495	16,24	-69,7	-12,4	327,2	8,58	1999,141	7
	B	09561104+4616567	16,95	-72,4	-11,5				
BVD 210	A	10111704+4803251	10,05	-67,2	-42,6	34,9	30,20	1999,927	
	B	10111876+4803499	16,19	-62,2	-42,6				
BVD 211	A	10170904+4513298	11,37	-85,7	30,9	127,9	20,75	1998,325	8
	B	10171059+4513170	17,31	-82,6	32,5				
BVD 212	A	10200326+4028445	9,47	-57,8	-87,8	132,7	45,76	1998,259	9
	B	10200621+4028135	15,16	-52,5	-93,7				
BVD 213	A	10365940+4328190	16,07*	-60,3	-41,3	151,3	11,28	1998,980	
	B	10365990+4328091	19,61*	-61,6	-43,9				
BVD 214	A	10431716+4901009	13,23	-65,1	8,8	334,6	20,71	1998,936	
	B	10431626+4901196	13,64	-63,7	9,1				
BVD 215	A	10444040+4833006	14,83	48,5	-64,5	31,9	15,99	1999,018	10
	B	10444126+4833141	15,65	47,2	-65,8				
BVD 216	A	11082135+4751385	13,71	-116,3	-169,2	223,0	23,01	1999,239	11
	B	11081979+4751217	16,37	-116,4	-163,5				
BVD 217	A	11120558+4138406	13,09	63,5	-33,3	294,1	18,80	1998,273	
	B	11120405+4138482	18,99	57,3	-36,3				
BVD 218	A	11281449+4050428	18,02	-68,7	-16,1	194,8	7,49	1998,281	
	B	11281432+4050356	18,85	-70,7	-15,8				
BVD 219	A	11574174+4320132	15,56*	-61,6	-17,7	27,49	45,91	1999,111	
	B	11574369+4320540	16,25*	-61,9	-17,8				
BVD 220	A	11582086+4149515	9,77	-66,9	-28,2	41,9	19,22	2000,102	
	B	11582200+4150058	17,34	-61,6	-29,8				
BVD 221	A	12023752+4417578	16,52	-164,8	-69,6	239,3	12,91	1999,111	
	B	12023649+4417512	19,08	-161,2	-69,5				
BVD 222	A	12352423+4706425	16,79	42,2	-77,9	83,8	23,30	1998,404	
	B	12352650+4706450	16,80	42,0	-77,6				
BVD 223	A	12412622+4305559	12,94	-52,4	-16,4	48,4	18,63	1998,372	
	B	12412749+4306083	17,44	-51,8	-16,6				
BVD 224	A	12451081+4717281	12,84	67,6	-85,7	124,9	18,38	1999,313	
	B	12451230+4717176	18,20	69,8	-86,9				

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN (continuación)

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
BVD 225	A	12583786+4916046	10,40	25,7	-47,9	143,2	20,37	2000,026	
	B	12583911+4915482	16,47	25,7	-50,6				
BVD 226	A	12593623+4501539	12,45	36,3	-41,3	308,5	19,02	2000,212	
	B	12593483+4502057	14,12	39,3	-44,1				
BVD 227	A	13104853+4702080	16,98	14,0	-76,8	109,2	13,95	1999,101	
	B	13104982+4702034	18,10	13,0	-74,4				
BVD 228	A	13112829+4023391	13,29	-44,7	28,5	191,3	38,58	1998,292	
	B	13112763+4023013	13,89	-40,7	30,6				
BVD 229	A	13114473+4903307	11,07	-55,2	39,2	42,8	22,76	1999,190	
	B	13114630+4903473	15,34	-56,7	41,7				
BVD 230	A	13154993+4251043	16,45	45,3	-28,7	336,4	23,53	2000,020	
	B	13154908+4251259	17,87	44,7	-30,3				
BVD 231	A	13281733+4523499	17,58	-76,1	-56,5	42,5	25,34	1998,402	
	B	13281895+4524086	19,16	-76,0	-52,2				
BVD 232	A	13301783+4024000	16,30	-36,7	-50,2	46,1	17,09	1998,295	
	B	13301891+4024119	16,44	-36,7	-49,1				
BVD 233	A	13455392+4500164	12,48	-97,0	18,8	323,8	23,07	1999,322	
	B	13455264+4500350	18,08	-88,9	17,3				
BVD 234	A	13515328+4128010	12,14	-209,3	84,3	192,9	10,25	1998,298	12
	B	13515307+4127510	14,42	-205,3	82,2				
BVD 235	A	14010323+4356160	10,49	-90,3	63,4	34,0	47,78	1999,319	13
	B	14010570+4356556	15,94*	-84,7	61,9				
BVD 236	A	14190282+4917546	13,35	-54,2	-61,7	125,3	22,53	2000,231	
	B	14190470+4917416	18,39	-52,3	-64,2				
BVD 237	A	14460376+4941364	12,46	-68,3	15,5	191,2	29,89	1998,456	
	B	14460316+4941071	18,89	-71,8	14,1				
BVD 238	A	15225472+4221199	15,33	39,0	-47,6	292,9	12,96	1998,407	
	B	15225364+4221249	15,96	40,8	-48,4				
BVD 239	A	15232616+4320030	13,38	-86,9	66,0	184,6	11,26	1998,407	
	B	15232608+4319518	17,83*	-80,0	59,9				
BVD 240	A	15234551+4447568	13,05	-76,6	-39,2	85,8	26,27	1998,407	14
	B	15234798+4447587	16,90	-72,5	-38,5				
BVD 241	A	15301315+4234239	15,19	12,1	-52,3	250,4	18,10	1998,407	
	B	15301161+4234178	15,40	12,0	-50,5				
BVD 242	A	15351606+4914115	16,92	-37,9	44,2	233,2	28,72	1999,423	
	B	15351371+4913543	16,98	-41,1	41,3				
BVD 243	A	15403198+4241573	12,36	50,2	37,0	101,7	10,19	1999,193	
	B	15403289+4241552	16,37	50,3	39,2				
BVD 244	A	15431931+4024100	14,49	14,2	-136,6	315,7	36,83	2000,256	
	B	15431705+4024363	17,16	13,7	-138,8				
BVD 245	A	16005049+4917349	16,30	31,4	-50,2	181,8	7,60	1998,454	
	B	16005047+4917273	18,04	34,5	-51,9				
BVD 246	A	16074974+4341041	12,84	-29,9	-42,2	108,0	13,56	1999,349	
	B	16075093+4340599	13,29	-29,7	-41,6				
BVD 247	A	16332996+4603356	15,89	-41,5	69,1	39,4	19,25	2000,206	
	B	16333113+4603504	16,62	-44,4	68,9				
BVD 248	A	16392067+4533269	17,13	-32,5	63,3	207,3	18,47	1998,429	
	B	16391987+4533104	19,05	-34,9	61,9				
BVD 249	A	17225993+4953271	14,89	-69,0	26,6	107,7	14,17	1998,473	
	B	17230133+4953228	17,78	-68,6	26,8				
BVD 250	A	17251864+4928472	10,93	-51,0	-106,1	38,7	20,54	1998,473	15
	B	17251996+4929032	16,71**	-48,5	-109,1				
BVD 251	A	17255650+4504383	15,91	-48,9	48,8	216,6	17,25	1999,407	
	B	17255552+4504245	17,61	-51,0	51,8				
BVD 252	A	17301334+4955004	11,09	-17,4	93,1	283,8	21,66	1998,473	
	B	17301116+4955056	16,10	-17,5	96,6				
BVD 253	A	17314367+4212374	19,27	-30,1	-82,2	234,2	11,66	1998,448	
	B	17314282+4212306	19,42	-33,0	-81,1				

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN (continuación)

DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
BVD 254	A	17323688+4537457	13,00	-30,1	-102,1	328,8	12,79	1998,448	16
	B	17323625+4537566	17,06	-31,9	-106,1				
BVD 255	A	17381167+4637436	18,47	-19,8	62,4	353,5	7,58	1998,467	
	B	17381158+4637511	18,73	-20,2	64,4				
BVD 256	A	17490183+4722012	11,77	-34,2	64,2	238,9	25,39	1998,437	
	B	17485969+4721481	17,95	-34,0	63,9				
BVD 257	A	17490459+4054262	16,72	-24,6	-55,1	297,1	17,94	1998,372	
	B	17490318+4054344	17,33	-22,9	-59,1				
BVD 258	A	17564463+4556317	12,81	-88,0	93,1	91,3	15,52	1998,438	
	B	17564612+4556314	17,66	-85,1	93,1				
BVD 259	A	18014773+4051394	17,35	-27,6	53,4	277,2	10,56	1999,423	
	B	18014680+4051407	18,10	-28,0	54,3				
BVD 260	A	18022415+4603457	13,67	-25,5	-52,6	64,7	21,40	1998,438	
	B	18022600+4603548	15,36	-27,8	-51,4				
BVD 261	A	18151620+4054195	17,72	-71,9	-144,9	309,0	20,93	1992,482	
	B	—	18,17	-76,3	-144,5	Medición directa en Aladin			
BVD 262	A	18252467+4439452	12,97	-16,8	-54,8	327,2	15,55	1999,407	
	B	18252388+4439583	14,33	-17,1	-52,9				
BVD 263	A	18415779+4230442	18,93	-26,1	-54,3	274,5	5,80	1998,427	
	B	18415726+4230446	19,04	-27,5	-54,7				
BVD 264	A	18580293+4832296	14,51	-23,3	-48,1	163,3	24,04	2000,354	
	B	18580363+4832066	17,60	-25,5	-49,7				
BVD 265	A	19053171+4048292	16,77	23,8	45,3	251,8	15,33	1998,391	
	B	19053042+4048244	17,21	23,9	48,8				
BVD 266	A	19113012+4009441	17,27	-25,6	-45,3	93,5	22,52	1998,399	
	B	19113208+4009427	19,21	-27,6	-42,7				
BVD 267	A	19314487+4506244	14,78	76,7	63,7	113,0	24,54	1998,905	17
	B	19314700+4506148	15,10	76,4	62,2				
BVD 268	A	19453043+4650161	17,61**	-452,4	-403,8	181,5	8,65	1998,449	
	B	19453041+4650075	17,52**	-452,6	-407,5				
BVD 269	A	20271971+4947415	16,70	48,6	58,6	288,0	11,08	2000,764	
	B	20271863+4947450	17,95	53,7	55,5				
BVD 270	A	20413138+4336227	15,60	35,3	75,3	75,8	25,99	1998,839	
	B	20413370+4336290	16,66	36,8	75,1				
BVD 271	A	21455668+4534586	17,32	34,6	43,6	267,2	12,53	2000,759	
	B	21455549+4534579	17,94	32,4	42,1				
BVD 272	A	21595664+4134001	12,33	-98,3	-106,0	317,6	11,53	2000,387	18
	B	21595595+4134086	16,52	-98,2	-101,2				
BVD 273	A	22063658+4322329	8,56	168,4	-84,2	296,2	21,33	2000,901	19
	B	22063482+4322423	14,80	162,6	-78,5				
BVD 274	A	22182732+4358049	18,11	-72,5	-23,2	142,3	4,93	1998,776	
	B	22182760+4358010	19,43**	-76,2	-24,9				
BVD 275	A	22333313+4840166	18,08	39,0	-47,3	266,5	20,46	2000,393	
	B	22333107+4840154	18,18	36,2	-48,1				
BVD 276	A	22383562+4357351	11,81	-60,8	-42,6	187,1	33,59	1999,885	
	B	22383523+4357018	16,22	-61,1	-42,4				
BVD 277	A	22413682+4533047	18,10**	63,4	80,4	174,3	9,59	1999,858	
	B	22413691+4532552	18,40**	67,0	78,3				
BVD 278	A	22491962+4920350	15,69	-53,9	-61,4	56,1	20,93	1998,859	
	B	22492140+4920467	18,33	-50,7	-68,2				
BVD 279	A	22525476+4148156	14,56	-56,9	-55,6	240,2	12,66	1998,774	
	B	22525377+4148093	16,42	-53,8	-53,4				
BVD 280	A	22534519+4907123	14,36	102,3	17,1	131,5	16,61	1999,765	
	B	22534646+4907013	19,31**	100,9	16,8				
BVD 281	A	22554365+4857246	12,17	-117,5	-83,6	298,3	15,42	1999,765	20
	B	22554228+4857319	13,11	-130,3	-77,9				
BVD 282	A	23001327+4814540	14,35	-57,8	-97,3	218,4	10,19	1998,938	
	B	23001263+4814460	16,94	-59,8	-93,6				

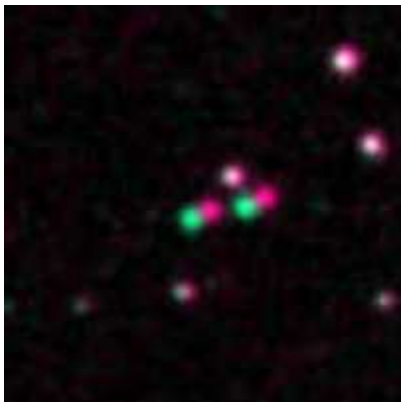
(Continúa en la página siguiente)

TABLA 1. NUEVOS PARES CON MOVIMIENTO PROPIO COMÚN (continuación)

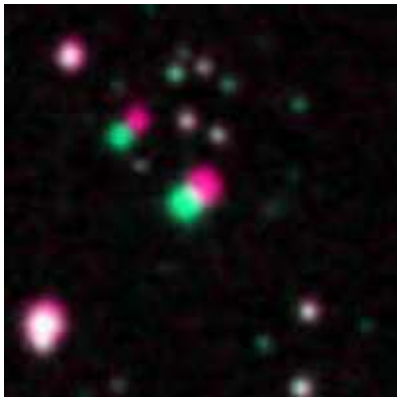
DESIG. PROV.		2MASS ID.	MAG. V	MPAR	MPDE	THETA (º)	RHO (“)	ÉPOCA BESSELIANA	IMG.
BVD 283	A	23032774+4308034	18,03**	-82,9	-110,3	78,3	12,81	1998,780	
	B	23032889+4308060	18,77**	-85,9	-110,7				
BVD 284	A	23071965+4112073	13,29	74,8	-18,2	146,5	25,00	1999,700	
	B	23072087+4111465	19,23	69,5	-18,3				
BVD 285	A	23121384+4244039	17,69	68,9	40,7	356,8	20,12	1998,798	
	B	23121374+4244240	19,09	66,7	44,2				
BVD 286	A	23243072+4653072	15,37	53,2	-26,1	251,4	22,61	1998,799	
	B	23242863+4653000	15,85	53,8	-24,3				
BVD 287	A	23283952+4604254	17,64	46,9	-48,5	133,1	8,45	1998,799	
	B	23284012+4604196	19,05	43,7	-49,2				
BVD 288	A	23315100+4408241	11,70	42,8	34,1	70,3	33,34	1998,826	
	B	23315391+4408354	18,25**	44,4	30,7				
BVD 289	A	23412854+4248290	15,21	63,6	38,7	37,5	7,69	1998,826	
	B	23412897+4248351	18,14	61,5	34,9				
BVD 290	A	23504572+4913436	14,58	62,7	17,6	195,3	11,90	1999,765	
	B	23504540+4913321	18,69	63,7	17,2				
BVD 291	A	23522587+4229435	15,67	53,0	-18,30	37,3	11,85	1998,826	
	B	23522652+4229529	19,90**	49,5	-17,9				

FIGURA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO

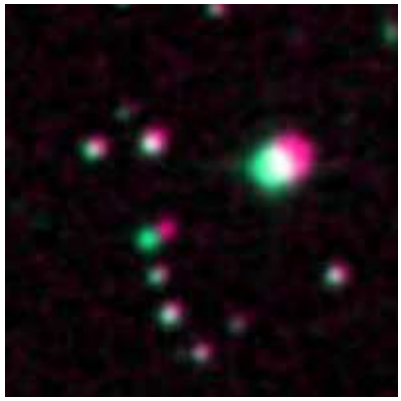
BVD 172



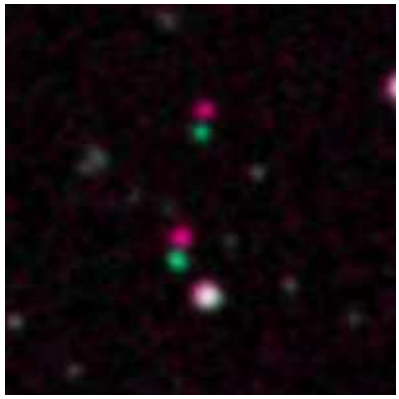
BVD 174



BVD 183



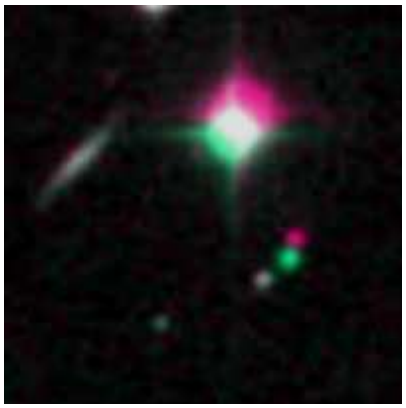
BVD 185



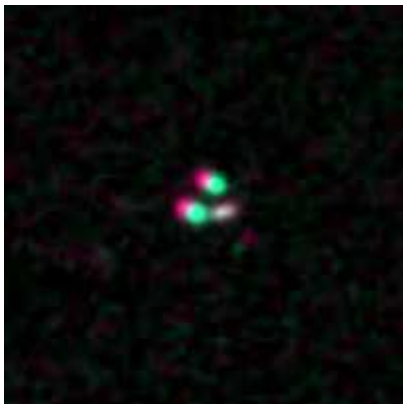
BVD 198

(Continúa en la página siguiente)

FIGURA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (continuación).

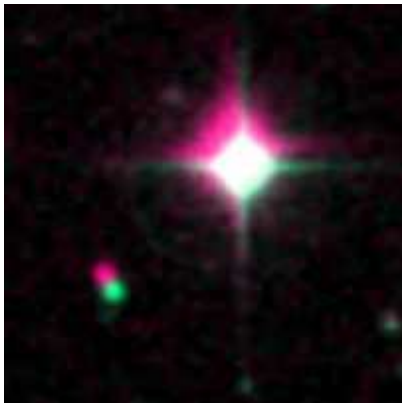


BVD 199

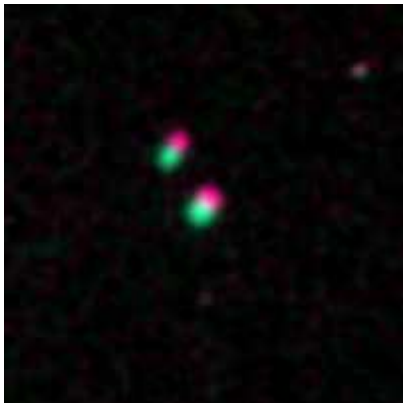


BVD 209

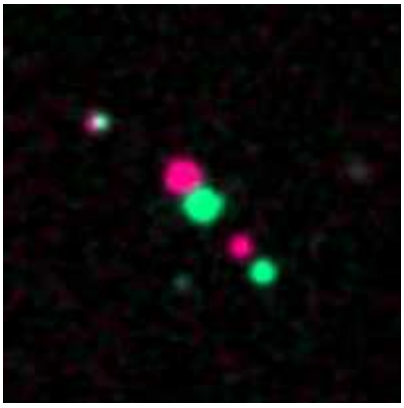
BVD 211



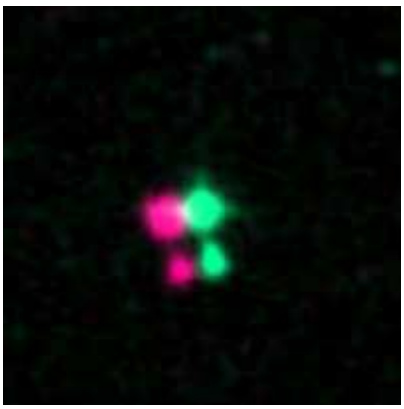
BVD 212



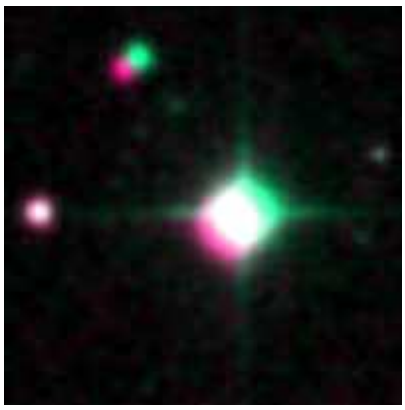
BVD 215



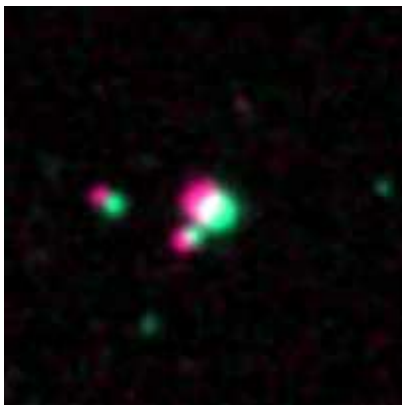
BVD 216



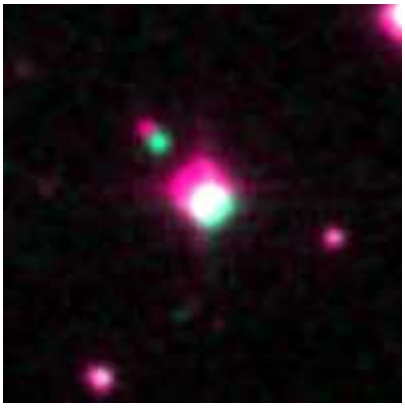
BVD 234



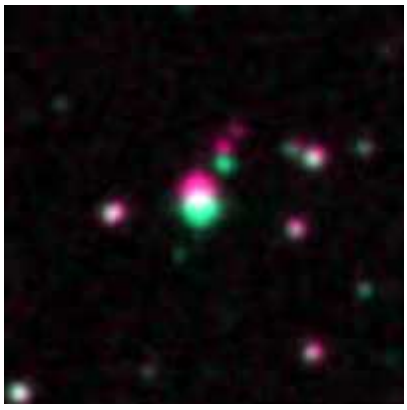
BVD 235



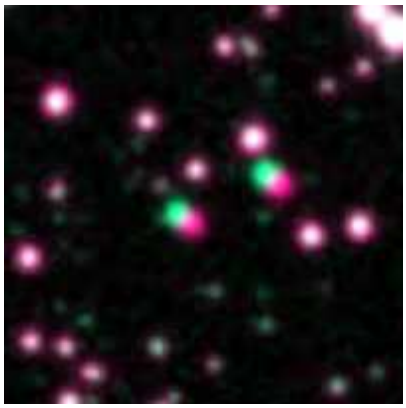
BVD 240



BVD 250



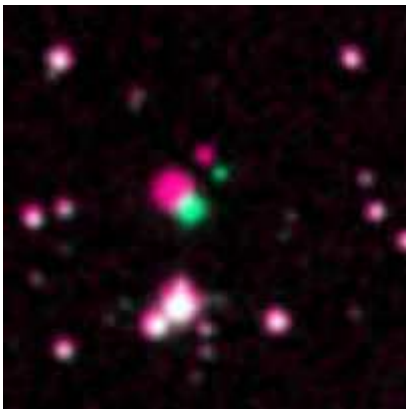
BVD 254



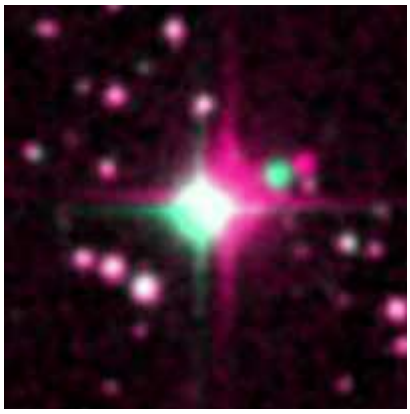
BVD 267

(Continúa en la página siguiente)

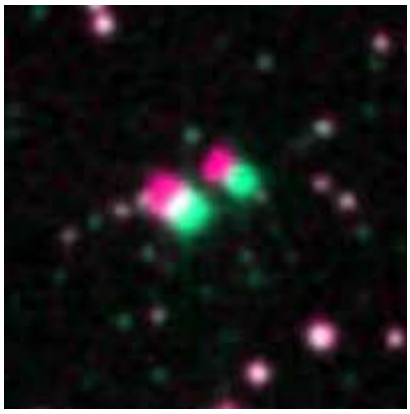
FIGURA 2. ÁLBUM FOTOGRÁFICO (continuación).



BVD 272



BVD 273



BVD 281

Observación de 33 estrellas dobles olvidadas

Observation of 33 neglected double stars

Lluís Ribé de Pont
■ Agrupación Astronómica de Sabadell, AAS
■ Correo-e: lbribe@terra.es

En este artículo presentamos las medidas de 33 estrellas dobles abandonadas, extraídas del WDS, realizadas desde el Observatorio Viamar (MPC C84), ubicado en la azotea de una zona urbana cercana a Barcelona.

We present measurements of 33 neglected double stars, extracted from the WDS Catalog. They are made from Observatorio Viamar (MPC C84), in the roof of an urban área near Barcelona.

Introducción

EN ESTE ARTÍCULO PRESENTAMOS las medidas de 33 estrellas dobles abandonadas que se encuentran situadas en la zona de la constelación Géminis, con A.R. entre 06 h. y 08 h. y Dec. entre +12º y +38º realizadas durante el mes de febrero de 2012.

En un principio hemos procurado que fuesen pares asequibles a nuestro equipo, de modo que hemos optado por parejas cuya separación en la última medida fuera mayor de 6”, y con magnitud de la secundaria 13 o menor. Se trata de estrellas pocas veces observadas, recogidas en el elenco de *neglecteds* del WDS [1]

En primer lugar se ha realizado un filtrado de la zona con una base de datos de las estrellas abandonadas utilizando los criterios arriba mencionados y añadiendo el de que hubieran sido descubiertas antes de 1975. A continuación hemos procurado localizar estas estrellas sobre imágenes de catálogo. De cada sistema y mediante Aladin [2] hemos obtenido imágenes (2MASS, POSSI y POSSII) al objeto de comprobar su presencia en las coordenadas indicadas en el WDS.

Lugar de observación

Las observaciones se han realizado desde la azotea del edificio del domicilio particular del observador, situado en la población de Badalona a unos 5 km al norte de Barcelona. Al tratarse del núcleo urbano hay mucha contaminación lumínica, aunque se ve favorecida por la cercanía del mar, que ofrece una zona más oscura orientada al este y al sur.

Instrumentación

Se ha utilizado un telescopio Schmidt-Cassegrain *Celestron* de 203 mm, sobre una montura ecuatorial alemana computerizada CGEM de *Celestron*. La focal del sistema es de 2030 mm f/10.

Las imágenes han sido tomadas con una CCD monocroma Atik 16IC-S, que tiene un tamaño de píxel de 8,3 x 8,3 micras y un campo de 10,7’ x 8,3’. Se ha trabajado a foco primario con una resolución de 0,91”/píxel.

Método utilizado

Para cada par se han tomado 100 imágenes y 20 darks, utilizando para la captura el software Astroart 5.0 [3]. Para gobernar el telescopio se ha hecho uso del programa The Sky6 Pro [4].

La reducción astrométrica ha sido realizada con el software Reduc de Florent Losse [5], tomándose imágenes de una estrella de calibración al principio, mitad y al final de la sesión para, a partir de estas, poder calcular el ángulo de rotación y la escala de las imágenes. Este procedimiento también nos sirve de control, para asegurarnos de que el equipo no se había movido de su posición inicial, a lo largo de la sesión, con lo que evitamos introducir errores posteriores en nuestras medidas.

Astrometría relativa

En la tabla 1 (página siguiente) se listan los resultados obtenidos para cada uno de los 33 pares, así como algunos datos complementarios en forma de notas.

Referencias

- Mason B.D., Wycoff G.L., Hartkppof W.I., Douglas G.G., Worley C.E: The Washington Visual Double Star Catalog (WDS): http://ad.usno.navy.mil/wds
- Aladin: Centre de Données astronomiques de Strasbourg: http://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml
- Astroart: http://www.msb-astroart.com/
- Software Bisque, Inc. 912 12th Street Golden, Colorado, 80401-11141 USA http://www.bisque.com
- Reduc. Florent Losse: http://astrosurf.com/hfosaf/

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.

ID. WDS	DISC.	COMP.	MAG. A	MAG. B	THETA (º)	ERROR THETA	RHO (“)	ERROR RHO	ÉPOCA	NOTAS
07014+2941	SMA 68		11,5	11,7	15,9	0,4	10,06	0,11	2012,167	1
07407+2350	POU 2863		12,6	12,7	167,3	0,6	7,39	0,11	2012,167	
06537+2450	POU 2106		12,4	12,7	193,9	0,4	13,28	0,10	2012,167	
06097+2342	POU 1069		12,6	12,8	295,5	0,3	10,82	0,08	2012,189	2
06353+2252	POU 1528		12,0	12,2	294,6	0,4	9,04	0,09	2012,167	
07099+2300	POU 2515		11,8	12,0	7,5	0,5	9,52	0,09	2012,167	3
07269+1401	SLE 417		11,5	12,0	357,3	0,4	10,95	0,09	2012,167	4
06598+2438	POU 2229		11,8	12,7	330,7	0,4	11,56	0,11	2012,167	5
07384+3644	LMP 5	AD	11,0	11,3	19,4	0,1	149,21	0,10	2012,167	
06598+2303	POU 2236		10,7	11,4	309,8	0,4	11,46	0,08	2012,189	
07204+2344	POU 2698		11,1	11,2	179,4	0,4	9,38	0,08	2012,189	
06539+2356	POU 2112		8,8	12,2	20,1	0,4	17,76	0,09	2012,189	
07260+1406	STF 1088	Ab	7,4	10,2	237,8	0,2	115,19	0,10	2012,189	
06100+2443	POU 1078		12,7	12,9	160,6	0,4	12,92	0,09	2012,189	
06192+1448	HJ 3281		10,0	12,2	273,2	0,4	13,27	0,08	2012,189	
07259+1809	HO 346	AB	6,9	11,7	58,1	0,5	13,5	0,09	2012,189	
06412+2454	POU 1865		11,8	12,6	170,9	0,4	14,37	0,08	2012,189	
07395+2449	POU 2857		9,5	11,3	59,6	0,4	12,8	0,09	2012,189	
06280+2415	HJ 390		10,4	10,8	227,1	0,5	14,24	0,08	2012,189	
07082+2416	POU 2473	AB	11,4	12,6	110,2	0,2	12,99	0,07	2012,208	
06190+1242	J 257	AC	7,5	11,2	83,6	0,5	16,11	0,11	2012,208	
07377+2355	POU 2847		9,2	11,5	13,3	0,5	12,36	0,10	2012,208	
06220+3513	ALI 86		8,1	12,7	104,5	0,4	10,18	0,08	2012,208	
07128+2713	STT 166	BC	7,2	12,3	72,3	0,5	14,15	0,09	2012,208	
07269+1449	SLE 415		10,8	11,8	317,2	0,5	14,68	0,07	2012,208	
07010+2304	J 2449	AC	10,1	12,3	338	0,4	18,09	0,08	2012,208	
07082+2416	POU 2474	AC	11,4	12,9	336,6	0,4	13,99	0,05	2012,208	
07103+2335	POU 2518		11,8	12,6	26,3	0,4	14,98	0,08	2012,208	6
07186+2255	POU 2669		12,8	12,9	73,6	0,4	10,94	0,09	2012,208	
06435+2421	POU 1956		12,2	12,4	288,2	0,4	16,33	0,08	2012,208	
07378+2324	POU 2848		11,2	11,7	327,6	0,4	16,28	0,08	2012,208	7
06288+2312	POU 1347		11,5	12,9	79,4	0,4	14,82	0,07	2012,189	
06312+2301	POU 1389		12,5	12,7	325,8	0,4	18,11	0,07	2012,208	

Notas

En algunas ocasiones el par no se encuentra en la posición indicada por lo que nos hemos asegurado de identificarlos midiendo Theta y Rho sobre la estrella que hemos identificado como la primaria, estableciendo de esta forma su precisa localización.

1. **SMA 68**: En nuestra imagen la estrella secundaria es más brillante que la primaria.
2. **POU 1069**: El par está situado en coordenadas 060940,57 +234220,0
3. **POU 2515**: El par está situado en coordenadas 070958,45 +230041,4
4. **SLE 417**: El par está situado en coordenadas 072655,86 +140127,3
5. **POU 2229**: El par está situado en coordenadas 065952,01 +243814,2
6. **POU 2518**: El par está situado en coordenadas 071013,42 +233508,6
7. **POU 2848**: El par está situado en coordenadas 073747,84 +232328,1

Medición y estudio de estrellas dobles descubiertas por José Luis Comellas

Measurements and analysis of double stars discovered by José Luis Comellas

Francisco M. Rica Romero
■ Sección de Estrellas Dobles, LIADA
■ Correo-e: frica0@gmail.com

José Luis Comellas, en su dilatada y prolífica vida de doblista, encontró varias decenas de parejas no catalogadas hasta entonces. Los descubrimientos de estas parejas aún no han sido reconocidos oficialmente por el Observatorio Naval de los Estados Unidos. En este trabajo se han realizado 92 mediciones astrométricas de 22 sistemas estelares (designados como CLL) y se han estudiado astrofísicamente sus componentes. Además, también se realizó un estudio dinámico para determinar si realmente son auténticas estrellas dobles (o sea, binarias). Tan sólo hemos encontrado una doble con ciertas posibilidades de ser física. Con este trabajo esperamos que se de carácter oficial a estos descubrimientos de Comellas.

José Luis Comellas, in his long and prolific life, found several tenths of uncatalogued pairs in the moment of the observation. The discovery of these double stars have not been officially recognized by the USNO. In this article I focus my attention in these double stars and I expect that the discoveries of José Luis be listed in WDS. In this work I present 92 astrometric measures of 22 double stars (designed as CLL objects). Their stellar components were characterized astrophysically and the stellar system dynamically studied to determine their nature.

1. Introducción.

A LOS AFICIONADOS A LA ASTRONOMÍA, no es necesario presentar al ilustre José Luis Comellas. Su brillante mente no tiene límites y así lo demostró con sus trabajos sobre estrellas dobles y su enorme capacidad divulgativa. Si a esto le añadimos su calidad humana, tenemos un cóctel realmente excepcional. Su obra en diversas áreas del conocimiento (especialmente en Astronomía e Historia), se cuenta por decenas. Su presencia en conferencias y congresos es tan numerosa que es fácil perder la cuenta.

En sus muchas horas pegado al ocular del telescopio, encontró algunas decenas de parejas de estrellas no listadas en ninguna fuente oficial, y que D. José Luis creyó merecedoras de ser incluidas en los catálogos de estrellas dobles. Desde la sección de Estrellas Dobles de la LIADA propusimos la medición y estudio de estas estrellas dobles no catalogadas previamente. En esta iniciativa han colaborado varios astrónomos amateur de España y Argentina.

En este trabajo queremos hacer justicia con estos hallazgos de Comellas ya que aún no están incluidos en el catálogo WDS. En conversaciones mantenidas con los astrofísicos del Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO) nos comentaron que necesitaban tener alguna publicación donde se reflejaran estas nuevas estrellas dobles. Intentamos, sin éxito, conseguir un ejemplar del Catálogo de Estrellas Dobles Visuales de J. L. Comellas. Otra opción era dar a conocer estos nuevos pares en base a una publicación independiente y de ahí este trabajo.

© JUAN JORDANO

2. Resultados.

2.1. Mediciones astrométricas.

La tabla 3 lista las mediciones realizadas sobre 22 nuevas dobles de Comellas. La primera columna muestra la designación propuesta para la doble (las siglas CLL corresponden al apellido de D. José Luis) y las siguientes columnas: la época de la medición, el ángulo de posición (en grados) y distancia angular (en segundos de arco), el código del observador y el código del método de observación (AC2000: catálogo AC2000; TYCHO2: Catálogo Tycho-2; 2MASS: catálogo 2MASS; CCD: imágenes CCD). El ángulo de posición se expresa para el equinoccio 2000.

Se realizaron 92 mediciones astrométricas de las cuales algo más de la mitad fueron realizadas por Francisco Rica (código de observador FMR) y proceden de los catálogos astrométricos AC2000 (Urban *et al.*, 1998), Tycho-2 (Hog *et al.*, 2000) y 2MASS (Cutri *et al.*, 2000). El resto de las mediciones emplearon la técnica CCD y fueron realizadas por miembros de la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA:

— **Javier López** (código JLZ) utilizó un telescopio Meade LXD75 SC8 con una cámara DSI Pro III con una longitud focal de unos 2280 mm y con un tamaño de píxel de 0,5 - 0,6 segundo de arco. Para la reducción astrométrica, utilizó el programa informático Astrometrica (catálogos UCAC3 y CMC14).

— **Esteban Reina** (ERE): empleó un Meade LX200 de 0,25 metros + CCD SBIG ST7 ME.

— **Ignacio Novalbos** (NVL): las mediciones fueron realizadas desde el O.A.N.L. (Barcelona); el instrumento: SC 0,25 m a f/12 con cámara QHY-5 (píxeles: 5,2 x 5,2); resolución 0,71429" / píxel.

— **Antonio Agudo Azcona** (AZC): empleó un Celestron C8 SC 8" f/10; CCD Atik 16 IC-S (píxeles 8,3 x 8,3); resolución 0,70"/píxel.

— **Salvador y Luis Lahuerta** desde el Observatorio de Manises (OMG) utilizaron un S/C Meade LX200 10" (0,2 m - f/3,3); CCD Starlight Xpress MX516 (resolución: 1,86 x 2,39“/píxel).

2.2. Estudio astrofísico.

El estudio astrofísico realizado se centró en el análisis de los datos existentes en la literatura para obtener información generalmente no conocida:

- Tipos espectrales y clases de luminosidades.
- Magnitudes absolutas y distancias.
- Velocidades tangenciales.
- Masas estelares.
- Enrojecimiento interestelar.
- Estudio dinámico para determinar la naturaleza de las estrellas dobles, etc.

La metodología seguida para hacer el estudio astrofísico fue publicada en Benavides *et al.* (2010).

En la tabla 1 se listan los datos básicos para las estrellas dobles descubiertas por J. L. Comellas. En la columna (1) se indica el nombre provisional asignado a estas dobles (CLL), en las columnas (2) y (3) aparecen las coordenadas AR y DEC (para el equinoccio 2000) para la componente primaria del par. En las siguientes columnas se indican las magnitudes en banda V y los tipos espectrales determinados en este trabajo para la componente A y B, la diferencia entre el módulo de distancia, V-Mv, de las componentes (calculado como $(V\text{-}Mv)_{secundaria} - (V\text{-}Mv)_{primaria}$). En las columnas (9) y (10) se listan el movimiento propio total para la componente primaria del par y la diferencia de movimiento propio (calculado como $\mu_{secundaria} - \mu_{primaria}$). En las dos últimas columnas se muestran la naturaleza del par y las notas.

En la tabla 2 se listan las principales propiedades astrofísicas para las componentes estelares de las estrellas dobles. En la columna (1) se indica el nombre de la estrella doble y la componente. Se muestran también diversos datos fotométricos: magnitud V y B-V (procedente del Tycho-2) y V-K; y del catálogo 2MASS, la magnitud K y el color J - K. En las columnas (6) y (7) se lista el movimiento propio de la estrella. En las últimas columnas de la tabla se muestra la siguiente información determinada en este trabajo: el tipo espectral y clase de luminosidad (columna Sp), así como la magnitud absoluta (Mv), la distancia fotométrica (en parsecs), la velocidad tangencial (en km/s) y el enrojecimiento interestelar para el color B - V (E(B - V)). Las últimas 5 columnas muestran datos determinados en este trabajo y han sido corregidos por el enrojecimiento interestelar. Muchas de las componentes estelares son brillantes y masivas estrellas enanas por lo que no es ninguna sorpresa que muchas de ellas estén en el plano de la Vía Láctea. El enrojecimiento interestelar, por tanto, puede ser importante y de hecho para dos de las estrellas E(B-V) > 0,5.

En cuanto a las magnitudes, la mayoría de las estrellas son más brillantes que la magnitud 11 en banda V. Para muchas de estas estrellas, sus movimientos propios son los típicos de las estrellas lejanas de la Vía Láctea, es decir, pequeños.

2.3. Las magnitudes.

Para obtener las magnitudes V listadas en la tabla 2, se consultaron diversos catálogos. La lógica seguida es la siguiente:

1. Si la estrella ha sido observada por el satélite Hipparcos (ESA 1997), mostramos su valor V si es más brillante que la magnitud 10, en caso contrario
2. Si la estrella está listada en el catálogo Tycho-2 (Hog *et al.*, 2000), mostramos su magnitud V

(previa transformación al sistema estándar) si V < 11 y si el error en V < 0,2, en caso contrario

3. Si la estrella está listada en los catálogos CMC14 (CMC 2006) y/o UCAC3 (Zacharias *et al*., 2009) entonces determinamos la magnitud V en base la relación publicada en Pavlov (2009). La precisión obtenida usando esta relación tiene una desviación estándar de 0,08 magnitudes.

Usando las magnitudes de los catálogos CMC14 y 2MASS, se calculó la magnitud V mediante la siguiente relación (John Greaves, correo privado):

$$V = 0{,}6 *(J-K) + r'_{CMT} -0{,}03 \qquad (1)$$

John Greaves usó un gran número de estrellas del catálogo "*UBVRI photometry of faint field stars*" (Skiff 2007) y las cruzó con el catálogo CMC14 dibujando en una gráfica los colores V- r'_{CMT} y J-Ks. La expresión (1) sólo es válida para -0,2 < J-K < 1,2 and 9 < r'_{CMT} < 14. La desviación estándar para el valor de V así obtenido, es de 0,06 magnitudes, suficiente para la mayoría de los trabajos.

2.4. Tipos espectrales.

En este trabajo determinamos los tipos espectrales en base a los datos fotométricos y movimientos propios. La precisión de este método (±2 subclases espectrales, aproximadamente) sorprende bastante ya que no necesitamos ningún espectroscopio para ello. Para más detalle consultar el artículo de Benavides *et al.* (2010). Es posible que existan errores en algunos tipos espectrales ya que para estrellas con tipos espectrales G o más tempranos (estrellas azules, blancas o amarillas), es difícil determinar la clase de luminosidad (gigante o enana) en base a los datos fotométricos y cinemáticos. Pero en ocasiones podemos sugerir una naturaleza enana para la estrella, analizando su velocidad tangencial en km/s. También cabe esperar imprecisiones mayores a las habituales, debido a que con frecuencia estamos ante estrellas situadas en el plano galáctico y por tanto con importante enrojecimiento interestelar. Aunque nosotros obtenemos el valor de este enrojecimiento mediante el uso de referencias profesionales, éste no es posible calcularlo con total exactitud con los medios empleados.

2.5. Diferencias en los módulos de distancias.

Para que una pareja de estrellas forme un sistema binario real, debe estar compuesta por estrellas situadas a la misma distancia de nosotros. Por ello, los módulos de distancia para A y para B, calculado como V – Mv, deben ser iguales. Esto podría utilizarse como un indicador de posible binariedad. Sin embargo, es un dato que debe utilizarse con mucha cautela debido al error habitual en su cálculo. La imprecisión en la determinación de la magnitud absoluta de una estrella obliga a no ser muy estrictos y son comunes errores de varias décimas de magnitud para el módulo de distancia.

Por un lado, el encontrar parejas de estrellas con módulos de distancia muy similares (es decir distancias similares dentro de los márgenes de error) no significa que estemos ante una binaria auténtica (consultad los casos de CLL 13 y CLL 17AC). La igualdad (dentro de los márgenes de error) de los módulos de distancias es una condición necesaria PERO NO SUFICIENTE para considerar a un par de estrellas como auténtica binaria. Necesitamos por tanto de más indicios de binariedad.

2.6. Naturaleza de las estrellas dobles.

Uno de los principales objetivos de este estudio es el determinar si las componentes de estas estrellas dobles tienen relación física. En este trabajo hemos usado varios criterios astrofísicos para ello. Información más detallada puede ser encontrada en Benavides *et al.* (2010) y en Rica (2011). Un par de estrellas puede estar aparentemente cerca en el cielo debido al efecto de perspectiva visto desde la Tierra, y a la vez estar situadas a muy diferentes distancias de nosotros. A estas parejas de estrellas las llamamos dobles ópticas. Pero algunos pares de estrellas forman objetos reales que están situados a la misma distancia de nosotros, viajando juntas en el espacio. A estas parejas de estrellas las llamamos binarias. Generalmente están formadas por estrellas que nacieron juntas y comparten similares características astrofísicas (metalicidad, edad, cinemática). Si ambas estrellas orbitan alrededor del centro de masas, son binarias físicas. En caso contrario las llamamos binarias de origen común o binarias de co-movimiento.

Los criterios empleados para determinar la naturaleza, hacen uso de datos fotométricos, astrométricos, dinámicos y espectroscópicos. Un dato muy importante es el movimiento relativo de la componente secundaria con respecto a la primaria. Este dato fue calculado representando las coordenadas rectangulares *x* (ρ sin θ) e *y* (ρ cos θ) contra el tiempo. Posteriormente se realizó un ajuste lineal ponderado cuya pendiente nos da el movimiento en el eje *x* (dirección este-oeste) y en el eje *y* (dirección norte-sur). Este movimiento relativo se mide en segundos de arco al año y, si conocemos la distancia a la que se encuentra la doble, entonces puede ser expresado en km/s.

En la columna (11) de la tabla 1 se codifica la naturaleza de las dobles de la siguiente manera:

- **FIS:** Estrella doble física, es decir, estrella binaria con componentes estelares que orbitan alrededor del centro de masas.
- **OPT:** Estrella doble óptica, por tanto sin relación física.
- **OC:** Doble de origen común. En un sentido más amplio se trata de una binaria cuyas componentes están a la misma distancia y se originaron juntas;

comparten una historia común, una astrofísica común (misma edad, metalicidad, etc.), una misma cinemática... Pero, no orbitan sobre un centro de masas.

– **¿?:** Estrella dobles cuya naturaleza no pudo ser determinada.

Un signo de interrogación al final significa que la naturaleza listada es la más probable, pero podría tratarse de otro tipo. En ocasiones se expresa una combinación de dos naturalezas separadas por "/". Por ejemplo CLL 1 está clasificada como "OC/FIS" indicando que este par, seguramente sea de origen común pero tampoco se puede descartar que sea física. Debemos tener en cuenta que los errores en los datos observacionales, usados como entrada en los criterios de binariedad, generalmente no permiten determinar con total seguridad la naturaleza de las estrellas dobles.

De entre las 22 dobles, sólo CLL 1 tiene ciertas posibilidades de ser una auténtica estrella doble, es decir, una binaria.

Quizá el lector se pregunte ¿cómo van a incluir estas estrellas dobles en el WDS si, a excepción de CLL 1, no hay ninguna binaria? Respondo con similares palabras a las que los astrofísicos del USNO me respondieron a una cuestión similar: "*el Washington Double Star Catalog (WDS) es una catálogo de estrellas dobles y no sólo de estrellas binarias*". Para que nos quede claro, en el WDS tiene cabida todo tipo de estrella doble visual, tanto si es óptica como si es física (de hecho, no se hace ningún tipo de test para aquellas dobles a ser incluidas en el WDS). Afortunadamente, no hace mucho que el USNO ha añadido al WDS unos códigos que indican si la estrella doble es binaria o no (en base a movimientos propios, paralajes u otro tipo de técnica).

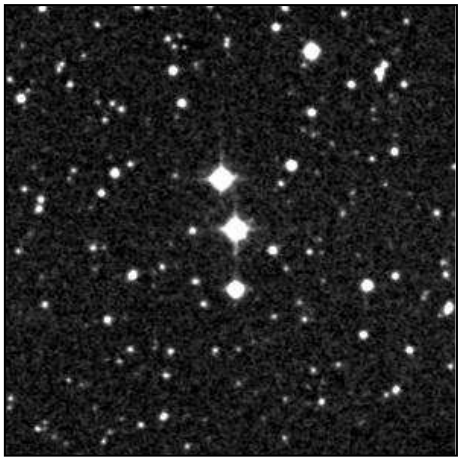
2.6.1. El caso de CLL 1.

De entre las estrellas dobles estudiadas en este trabajo, la única que tiene posibilidades de ser binaria es CLL 1. Esta doble está formada por estrellas casi gemelas de magnitud 10,52 y 10,43 (G5V y G5V) separadas por unos 34,6". Tras nuestro estudio determinamos que hay grandes posibilidades de que las estrellas componentes estén a la misma distancia y tengan un movimiento propio común. Estas son evidencias importantes a favor de su binariedad. No obstante, debemos tener en cuenta que estas son condiciones necesarias pero pueden no ser suficientes. Por ello, realizamos un estudio más profundo. El movimiento relativo de la componente secundaria (entre 1,6 y 3,2 msa/año) corresponde, a la distancia del sistema, con una velocidad entre 0,83 y 1,70 km/s. Según los criterios usados, CLL 1 podría ser una binaria si usamos el movimiento relativo del catálogo UCAC3 (que es el valor más pequeño). Ya que los datos observacionales contienen imprecisiones, decidimos realizar una simulación Monte Carlo para determinar qué posibilidades tiene CLL 1 de ser una binaria con componentes gravitacionalmente unidas. En el 31% de las 25.000 simulaciones, la velocidad proyectada observada es menor que la velocidad de escape máxima. Por tanto, podríamos decir que como mucho existe una probabilidad del 31% de que CLL 1 sea una binaria gravitacionalmente unida. Según nuestro estudio, estaríamos seguramente ante una binaria de origen común, si bien también hay importantes posibilidades de estar ante una binaria con componentes gravitacionalmente unidas.

3. Comentarios e imágenes de las nuevas dobles.

Se detallan en las tablas siguientes:

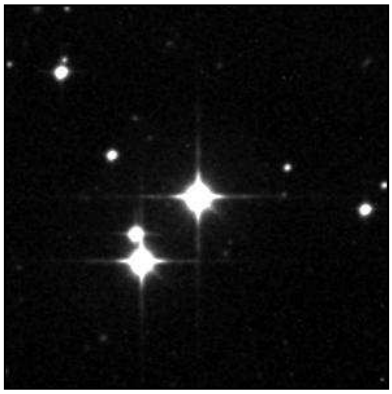
CLL 1 = 03150+5436 (mag. 10,52 y 10,43; sp. G5V y G5V; θ = 194,5º y ρ = 34,58") – OC/FIS



Disponemos de varias evidencias (movimientos propios y distancias muy similares para A y B) que indicarían que podríamos estar ante una auténtica binaria aunque probablemente sea de origen común y por tanto con componentes no gravitacionalmente unidas.

(Continúa en la página siguiente)

CLL 2 = 03336-0725 (mag. 7,59 y 7,95; sp. F0IV y A9IV; θ = 139,1º y ρ = 66,71")

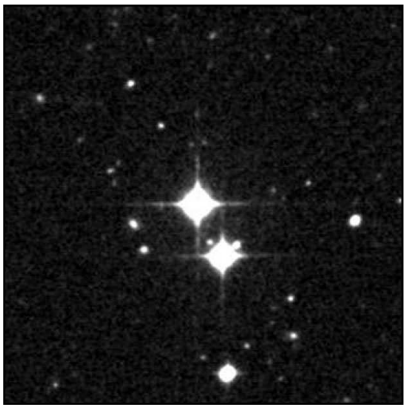


En este trabajo, usando isócronas de evolución (a partir de los datos del Hipparcos para A y B) parece que estamos ante dos posibles subgigantes jóvenes de 1-2 Gyr. En la literatura concluyen en lo mismo: dos estrellas subgigantes de tipo espectral A9 IV (Kennedy 1983); A9 IV (Abt, Brodzik & Schaefer 1979). En el catálogo Michigan vol. 5 listan tipo espectral de A3/5V + (G), o sea, la primaria es una binaria y F0V para la secundaria.

El satélite Hipparcos observó a ambas estrellas: distancias de 142 ± 28 pc y 164 ± 28 pc y Mv = 1,83 ± 0,30 y +1,87 ± 0,38.

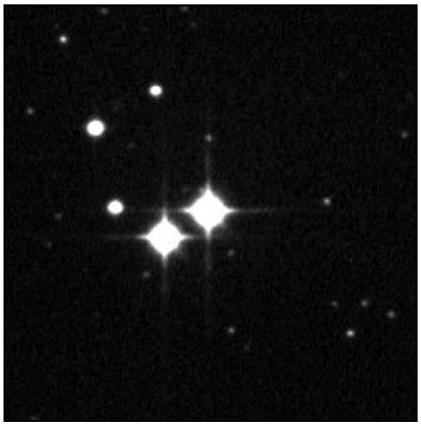
En cuanto a su naturaleza, el movimiento propio es demasiado pequeño y a pesar de que las distancias del Hipparcos son compatibles debemos ser cautos.

CLL 3 = 03365-2038 (mag. 10,51 y 11,30; sp. F9V y K3V; θ = 205,3º y ρ = 43,03") - OPT



Estrella doble con clara naturaleza óptica (movimientos propios incompatibles). En el catálogo ppS se lista tipo espectral F5 para la primaria.

CLL 4 = 04351-1204 (mag. 8,73 y 9,22; sp. G4III y K1III; θ = 121,6º y ρ = 36,65") - OPT



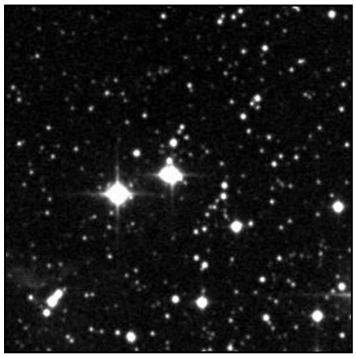
Estrella doble con naturaleza óptica (movimientos propios no muy compatibles). En la literatura se listan tipos espectrales K0III y G0 para la primaria y secundaria. Quizá las referencias de las estrellas estén cambiadas.

CLL 5 = 05345-0425 (mag. 10,57 y 10,93; sp. F6V y F5V; θ = 90,6º y ρ = 29,84") - OPT

Estrella doble con naturaleza óptica (movimientos propios no muy compatibles). En la literatura astronómica listan a las componentes con tipos espectrales G0; y G0/1 (*Catalogue of Stellar Spectral Classifications*). La componente primaria está clasificada como la estrella sospechosa variable NSV2197.

(Continúa en la página siguiente)

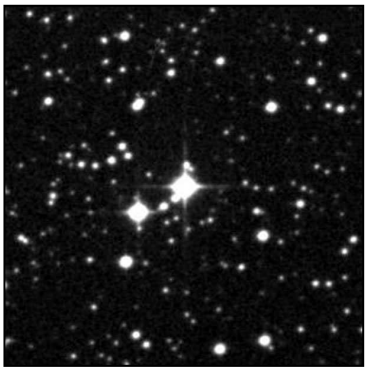
CLL 6 = 06321+0458 (mag. 8,85 y 8,27; sp. A2V y A5V; θ = 109,2º y ρ = 49,52") - OPT



Doble situada en el cúmulo abierto NGC2244. Por ello ha recibido mucha atención de los astrofísicos. La primaria tiene una compañera, de mag. K = 9,55, a 5,16" en dirección 83 grados (catalogada como WDS 06321+0458 = H 2 37). De igual forma, la componente secundaria tiene una compañera, de mag. K = 8,0, a 3,32" en dirección 266 grados. Por sus colores JHK, todas estas estrellas parecen ser azules o blancas. En el *Stellar Spectra Classified in Morgan-Keenan System* se listan tipos espectrales A3V y O9V (aunque también se asigna la clase gigante) para las componentes primaria y secundaria.

Lo interesante es que según un estudio espectroscópico y fotométrico realizado durante el 2009-2010 (Pribulla *et al.*, 2009) ambas componentes de H 2 37, son binarias espectroscópicas de doble línea y, una de ellas también se muestra como binaria eclipsante.

CLL 7 = 07078-3053 (mag. 10,02 y 11,43; sp. F3V y K0III; θ = 120,4º y ρ = 53,56") - OPT

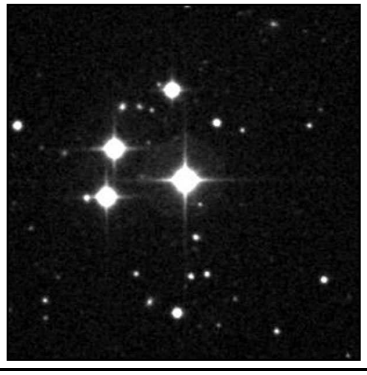


Movimientos propios incompatibles para las componentes. Tipos espectrales incompatibles con un carácter binario. Estrella doble con clara naturaleza óptica.

CLL 8 = 09257-2920 (mag. 8,83 y 8,88; sp. A8V y A6V; θ = 55,1º y ρ = 46,06") - ¿?

En la literatura astronómica listan tipos espectrales A9V y F2. No pudimos determinar si esta doble forma una binaria.

CLL 9 AB = 16002+1412 AB (mag. 8,94 y 10,31; sp. F6V y G7V; θ = 65,8º y ρ = 64,04") – OPT
CLL 9 AC = 16002+1412 AC (mag. 8,94 y 10,63; sp. F6V y K0III; θ = 101,1º y ρ = 66,69") – OPT

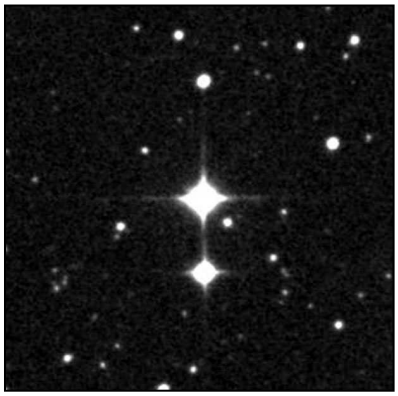


AB: Estrella doble de clara naturaleza óptica (movimientos propios incompatibles). En la literatura profesional se lista tipos espectrales F8 y G5 para la primaria y secundaria.

AC: Estrella doble de clara naturaleza óptica (distancias y movimientos propios incompatibles). En la literatura profesional se lista un tipo espectral F8 para la primaria.

(Continúa en la página siguiente)

CLL 10 = 16138-1034 (mag. 9,40 y 10,18; sp. K4III y F7V; θ = 179,2º y ρ = 57,21") - OPT

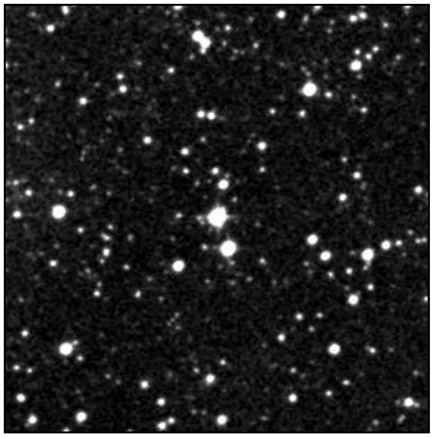


Estrella doble de clara naturaleza óptica (distancias y movimientos propios incompatibles). La literatura astronómica profesional lista un tipo espectral K0/2V para la primaria, asignando una naturaleza enana. Según nuestro estudio, la primaria es una lejana gigante enrojecida (E(B-V) = 0,22) situada a unos 500-600 pársecs (unos 1800 años-luz). La naturaleza gigante es confirmada por el diagrama de doble color J-H H-K y por los diagramas de movimiento propio reducidos. El dato de la literatura debe ser erróneo.

CLL 11 = 17321+1024 (mag. 8,47 y 10,19; sp. K2III y F8V; θ = 208,9º y ρ = 56,46") - OPT

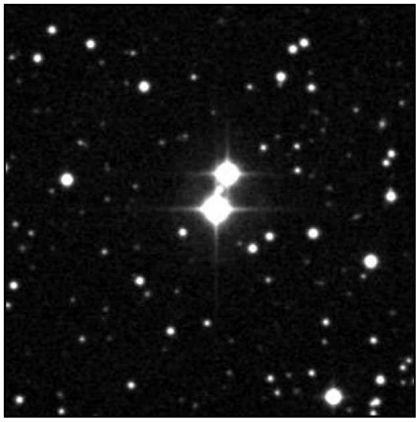
Estrella doble de clara naturaleza óptica (distancias y movimientos propios altamente incompatibles). En la literatura se lista un tipo espectral K2 para la primaria.

CLL 12 = 18158-2001 (mag. 10,72 y 11,59; sp. A5 y A5; θ = 199,2º y ρ = 22,97") - ¿?



De las dobles publicadas en este trabajo, esta es la doble más débil descubierta por J. L. Comellas. En la literatura se lista tipo espectral B1V para la primaria. Si es correcta la clase de luminosidad enana, entonces esta estrella es realmente joven.

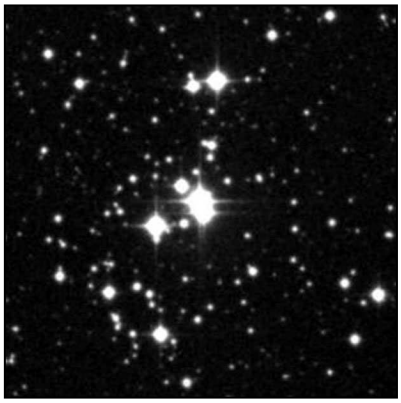
CLL 13 = 18451+4617 (mag. 9,41 y 10,33; sp. F4V y F8V; θ = 342,9º y ρ = 26,06") - OPT



Estrella doble de clara naturaleza óptica (movimientos propios incompatibles). La componente primaria está clasificada en la literatura como una estrella de tipo espectral F8.

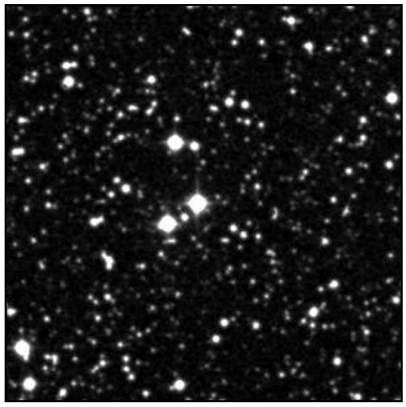
(Continúa en la página siguiente)

CLL 14 = 20332+4119 (mag. 8,69 y 10,03; sp. O6I+O5.5III y O6; θ = 120,5º y ρ = 37,97”) - OPT



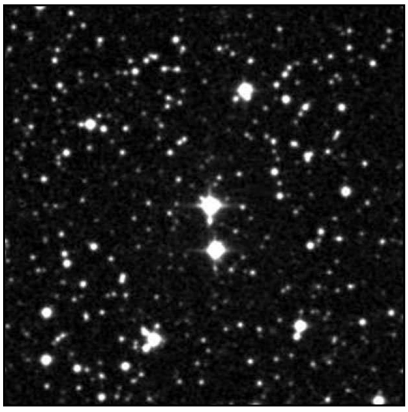
Óptica. La componente primaria tiene una cercana estrella hacia el Suroeste. Ambas estrellas forman la doble HJ 1539 AB (=WDS 20333+4119) separadas en el año 2009 por 9,5” en dirección 202º. La primaria está clasificada como una azulada estrella de tipo O6I+O5,5III (¡una supergigante y una gigante azules¡). Curiosamente nuestros tipos espectrales fueron el de una gigante K0III. Tras confirmar por otras fuentes que realmente se trata de estrellas azules, a falta de más investigación, nos cabe suponer que el enrojecimiento interestelar debe ser enorme.
El par descubierto por Comellas, actualmente está listado en el WDS como ARN 77 AC (descubierto por el amateur americano Dave Arnold).

CLL 15 = 20501+3714 (mag. 10,69 y 10,90; sp. F7III y A5V; θ = 20,27º y ρ = 48,53”) - OPT



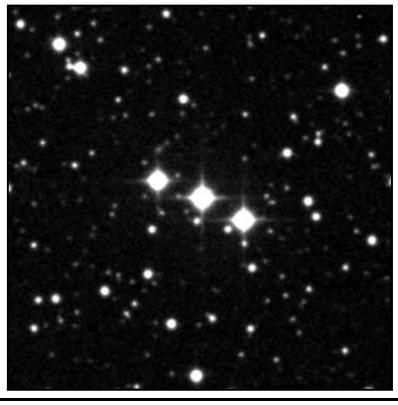
Óptica.

CLL 16 = 20538+3104 (mag. 10,19 y 10,58; sp. F5V y F5V; θ = 184,75º y ρ = 33,00”) - OPT



Óptica.

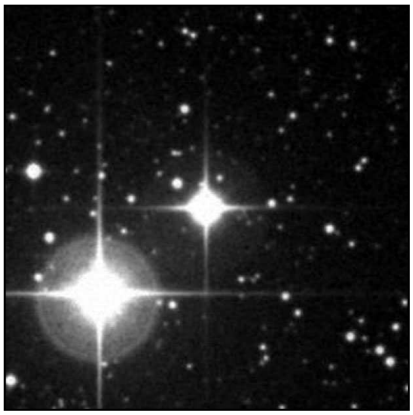
CLL 17AB = 21559+6626 AB (mag. 8,61 y 9,58; sp. B8V y B9V; θ = 67,4º y ρ = 36,92”) – OPT
CLL 17AC = 21559+6626 AC (mag. 8,61 y 9,08; sp. B8V y B9V; θ = 240,7º y ρ = 35,91”) – OPT



En la literatura profesional se listan tipos espectrales A0 y A5.

(Continúa en la página siguiente)

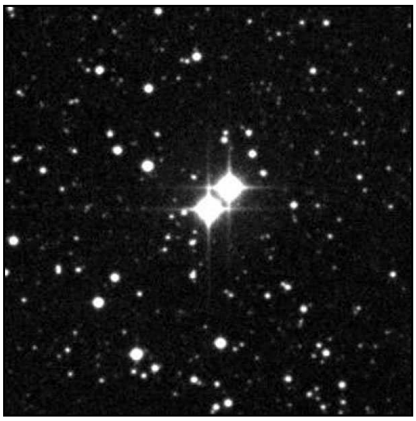
CLL 18 = 21572+6609 (mag. 6,41 y 6,55; sp. B8V y K8III; θ = 127,8º y ρ = 100,35") - OPT



Naturaleza óptica. Ambas observadas por Hipparcos (distancias: 495 y 456 pc; Mv -2,06 y -1,75). En la literatura se listan tipos espectrales B2V o B3V para la primaria. La secundaria es clasificada como una gigante brillante joven de tipo espectral K5III (aunque otras fuentes la consideran una gigante M2III). La componente secundaria también es clasificada como la estrella sospechosa de variabilidad (NSV25801).

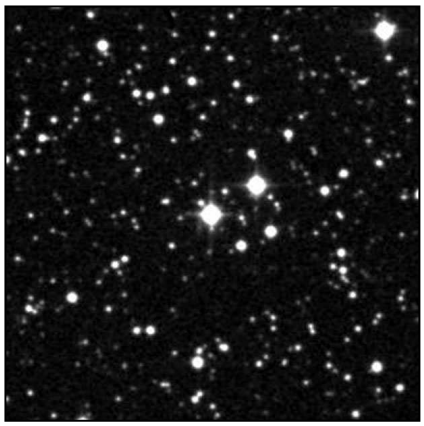
En la imagen, la componente B se ve más brillante debido a que la imagen fotográfica se hizo con un filtro rojo.

CLL 19 = 22086+5917 (mag. 7,14 y 7,98; sp. B8V y A5V; θ = 315,6º y ρ = 21,65") - ¿?



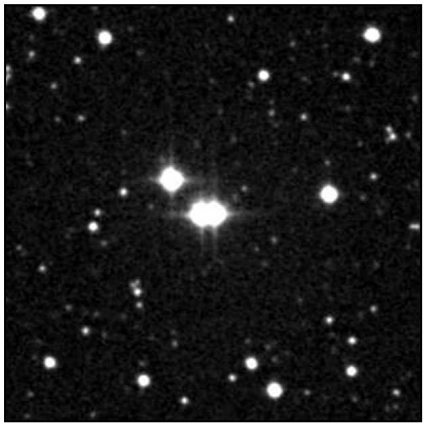
Clasificada como estrellas de tipos espectrales entre B9V y A0 (para la primaria) y A0 o A1 (para la secundaria).

CLL 20 = 22144+4942 (mag. 9,08 y 9,39; sp. A3V y B9V; θ = 304,9º y ρ = 38,83") - OPT



Pareja de estrellas situada en el cúmulo abierto M 18, también conocido como NGC 7243. Según la literatura astronómica las estrellas que componente CLL 20 tienen tipos espectrales A0/A2 para la primaria y B7/B8 para la secundaria.

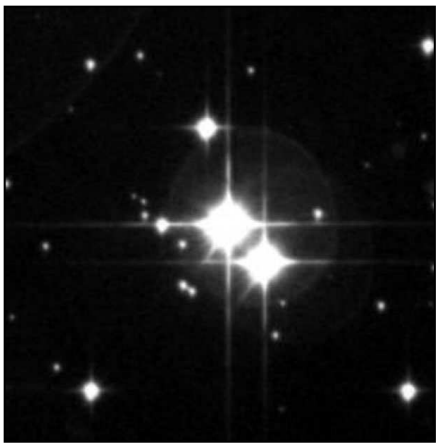
CLL 21 = 23407+6257 (mag. 10,01 y 10,14; sp. F5V y F7V; θ = 53,9º y ρ = 30,19") - OPT



Tipo espectral en la literatura: F8 y F8. Hay una estrella pegada a la primaria y se trata de la doble STI 1195. El par de Comellas parece estar catalogada como SKF 179 BC, descubierta en 1901.

(Continúa en la página siguiente)

CLL 22 = 05350-0600 (mag. 4,8 y 9,0; sp. B8III y A0V; θ = 12,2º y ρ = 68,20") – OPT?



La secundaria esta casi al norte. La brillante estrella situada hacia el suroeste de la primaria, forma la doble STF747 AB.

TABLA 1. DATOS BÁSICOS PARA LAS ESTRELLAS ESTUDIADAS.

DOBLE	AR2000	DEC2000	V_A [mag]	V_B [mag]	T.ESP. A	T.ESP. B	Δ(V-Mv) [mag]	μ [mas/año]	Δμ [mas/año]	NAT.	NOTA
CLL 1	03 15 00,49	+54 36 09,6	10,52	10,43	G5V	G5V	-0,09	22,3	3,2	OC/FIS	(a)
CLL 2	03 33 37,91	-07 24 54,1	7,59	7,95	F0III	A9V	-0,92	9,1	2,1	¿?	(b)
CLL 3	03 36 31,29	-20 38 26,1	10,51	11,30	F9V	K3V	-1,75	43,5	25,8	OPT	
CLL 4	04 35 10,11	-12 04 19,9	8,73	9,22	G4III	K1III	0,91	12,1	15,4	OPT	
CLL 5	05 34 29,53	-04 24 53,6	10,57	10,93	F6V	F5V	0,56	34,1	41,4	OPT	
CLL 6	06 32 07,33	+04 58 16,1	8,85	8,27	A2V	A5V	-1,37	8,4	10,4	OPT	
CLL 7	07 07 49,87	-30 52 40,9	10,02	11,43	F3V	K0III	3,99	65,2	57,3	OPT	
CLL 8	09 25 41,47	-29 20 03,5	8,83	8,88	A8V	A6V	0,28	8,4	0,6	¿?	(c)
CLL 9 AB	16 00 11,85	+14 11 12,4	8,94	10,31	F6V	G7V	-0,46	20,4	41,6	OPT	
CLL 9 AC	16 00 11,85	+14 11 12,4	8,94	10,63	F6V	K0III	4,79	20,4	30,3	OPT	
CLL 10	16 13 46,75	-10 34 30,4	9,40	10,18	K4III	F7V	-3,08	1,5	57,9	OPT	
CLL 11	17 32 05,49	+10 23 30,9	8,47	10,19	K2III	F8V	-2,06	8,0	26,3	OPT	
CLL 12	18 15 45,99	-20 01 07,2	10,72	11,59	…	…	…	4,4	2,1	¿?	
CLL 13	18 45 08,62	+46 16 37,9	9,41	10,33	F4V	F8V	0,16	12,0	33,9	OPT	
CLL 14	20 33 15,08	+41 18 50,4	8,69	10,03	K0III	K0III	1,34	4,5	1,0	OPT	
CLL 15	20 50 04,41	+37 13 38,7	10,64	10,90	F7III	A5V	-0,46	3,8	6,4	OPT	
CLL 16	20 53 49,61	+31 04 20,1	10,19	10,58	F5V	F5V	0,39	45,2	55,2	OPT	
CLL 17 AB	21 55 51,66	+66 26 17,8	8,61	9,58	B8V	B9V	0,61	15,6	1,7	OPT?	(d)
CLL 17 AC	21 55 51,66	+66 26 17,8	8,61	9,08	B8V	B9V	0,11	15,6	32,0	OPT	
CLL 18	21 57 11,12	+66 09 22,0	6,41	6,55	B8V	K8III	0,44	7,3	6,6	OPT	(e)
CLL 19	22 08 36,04	+59 17 22,2	7,14	7,98	B8V	A5V	-1,19	10,9	1,7	¿?	
CLL 20	22 14 25,07	+49 42 18,6	9,08	9,39	A3V	B9V	1,44	5,2	1,0	OPT	
CLL 21	23 40 44,85	+62 57 01,8	10,01	10,14	F5V	F7V	-0,26	54,2	67,5	OPT	
CLL 22	05 35 02.68	-06 00 07.4	4,78	8,97	B8III	A0V	…	4,0	26,1	OPT?	

NOTAS.- (a) Tras su estudio no podemos descartar ninguna posibilidad y por ello podría ser tanto un par óptico como físico**. (b)** Usando isócronas (a partir de los datos del Hipparcos para A y B) parece que estamos ante dos posibles subgigantes jóvenes de 1-2 Gyr. Hipparcos (distancias de 142 ± 20 pc y 165 ± 28 pc; Mv = 1,83 ± 0,30 y +1,87 ± 0,38). **(c)** Movimientos propios típicos de las estrellas de fondo. Aún así, los criterios indican que no podemos descartar que exista relación física**. (d)** Posibilidades importantes de tener movimiento propio común**. (e)** Ambas observadas por Hipparcos (B2V+K5; distancias: 495 y 456 pc; Mv: -2,06 y -1,75). La secundaria es una gigante brillante joven.

TABLA 2. DATOS ASTROFÍSICOS DE LAS COMPONENTES ESTELARES.

DOBLE		COORD. + COMP.					2MASS								
			V	B-V	μ(α) [mas/año]	μ(δ) [mas/año]	K	J-K	V-K	Sp.	Mv	dist. (pc)	Vt (km/s)	E(B-V)
CLL 1	A	03150+5436 A	10,52	0,66	1,7	-22,2	8,73	0,41	1,79	G5V	5,10	112,6	11,9	0,05
	B	03150+5436 B	10,43	0,63	-1,0	-20,4	8,60	0,36	1,83	G5V	5,10	108,4	10,5	0,05
CLL 2	A	03336-0725 A	7,59	0,37	-4,0	8,2	6,73	0,19	0,86	F0III	1,20	176,8	7,6	0,05
	B	03336-0725 B	7,95	0,32	-6,1	8,1	7,17	0,18	0,78	A9V	2,48	117,6	5,7	0,04
CLL 3	A	03365-2038 A	10,51	0,49	10,8	-42,1	8,99	0,35	1,52	F9V	4,20	178,1	36,7	0,02
	B	03365-2038 B	11,30	1,26	0,1	-18,6	8,90	0,62	2,40	K3V	6,74	80,3	7,1	0,01
CLL 4	A	04351-1204 A	8,73	0,93	11,7	3,0	6,53	0,56	2,20	G4III	0,78	363,7	20,8	0,04
	B	04351-1204 B	9,22	1,15	-3,5	5,2	6,69	0,64	2,53	K1III	0,36	548,0	16,3	0,05
CLL 5	A	05345-0425 A	10,57	...	-9,5	-32,8	9,06	0,39	1,51	F6V	3,60	207,0	33,5	0,12
	B	05345-0425 B	10,93	...	30,2	-21,2	9,42	0,35	1,51	F5V	3,40	259,6	45,4	0,14
CLL 6	A	06321+0458 A	8,85	0,10	6,3	5,5	8,49	0,01	0,36	A2V	1,21	305,1	12,1	0,07
	B	06321+0458 B	8,27	0,06	-3,3	1,4	7,72	0,06	0,55	A5V	2,00	170,0	2,9	0,04
CLL 7	A	07078-3053 A	10,02	0,34	-24,7	60,3	8,92	0,22	1,10	F3V	3,08	227,0	70,0	0,05
	B	07078-3053 B	11,43	0,85	-10,0	4,9	8,85	0,67	2,58	K0III	0,50	1488,0	78,5	0,15
CLL 8	A	09257-2920 A	8,83	0,25	-8,2	1,8	8,08	0,15	0,75	A8V	2,36	185,4	7,4	0,04
	B	09257-2920 B	8,88	0,25	-7,7	2,2	8,32	0,11	0,56	A6V	2,12	210,3	8,0	0,04
CLL 9	A	16002+1412 A	8,94	0,47	19,9	4,5	7,65	0,30	1,29	F6V	3,60	113,0	10,9	0,02
	B	16002+1412 B	10,31	0,77	-19,5	-9,0	8,49	0,38	1,82	G7V	5,42	92,0	9,4	0,02
	C	16002+1412 C	10,63	0,95	-8,6	-5,7	8,06	0,58	2,58	K0III	0,50	987,8	48,3	0,05
CLL 10	A	16138-1034 A	9,40	1,64	-0,7	1,3	5,57	1,01	3,83	K4III	-0,06	565,2	4,0	0,22
	B	16138-1034 B	10,18	0,68	-3,8	-56,5	8,62	0,40	1,56	F7V	3,80	159,3	42,8	0,12
CLL 11	A	17321+1024 A	8,47	1,32	5,2	-6,1	5,58	0,78	2,89	K2III	0,22	378,8	14,4	0,11
	B	17321+1024 B	10,19	0,73	3,2	-32,3	8,76	0,35	1,42	F8V	4,00	156,8	24,1	0,07
CLL 12	A	18158-2001 A	10,72	0,02	3,4	-2,8	10,18	0,03	0,54	A5V	2,00	553,6	11,6	0,41
	B	18158-2001 B	11,59	-0,08	5,2	-3,9	10,95	0,09	0,64	A5V	2,00	813,8	25,1	0,59
CLL 13	A	18451+4617 A	9,41	0,43	-0,6	12,0	8,30	0,22	1,11	F4V	3,24	166,6	9,5	0,02
	B	18451+4617 B	10,33	0,52	12,4	-19,3	8,87	0,38	1,46	F8V	4,00	178,9	19,4	0,02
CLL 14	A	20332+4119 A	8,69	1,01	-2,5	-3,7	5,50	0,62	3,19	*(K0III)*	0,50	314,8	6,7	0,22
	B	20332+4119 B	10,03	1,03	-2,4	-2,7	6,58	0,59	3,45	*(K0III)*	0,50	497,2	8,5	0,34
CLL 15	A	20501+3714 A	10,64	0,65	-3,8	0,3	8,83	0,37	1,81	F7III	1,28	559,4	10,1	0,20
	B	20501+3714 B	10,90	0,32	2,6	-0,5	10,03	0,16	0,87	A5V	2,00	467,9	5,9	0,17
CLL 16	A	20538+3104 A	10,19	0,41	-8,5	-44,4	8,90	0,27	1,29	F5V	3,40	215,8	46,2	0,04
	B	20538+3104 B	10,58	0,43	-0,8	10,3	9,30	0,27	1,28	F5V	3,40	255,3	12,5	0,04
CLL 17	A	21559+6626 A	8,61	0,08	3,5	-15,2	8,42	0,02	0,19	B8V	-0,02	357,2	26,4	0,27
	B	21559+6626 B	9,58	0,20	4,2	-13,7	8,93	0,15	0,65	B9V	0,34	440,6	29,9	0,32
	C	21559+6626 C	9,08	0,22	19,3	12,6	8,54	0,09	0,55	B9V	0,34	371,0	40,5	0,28
CLL 18	A	21572+6609 A	6,41	-0,05	7,3	-0,6	6,60	-0,14	-0,19	B8V	-0,02	162,9	5,7	0,12
	B	21572+6609 B	6,55	1,65	3,7	4,9	2,42	1,15	4,13	K8III	-0,32	194,2	5,7	0,13
CLL 19	A	22086+5917 A	7,14	-0,03	10,7	1,9	7,25	-0,05	-0,11	B8V	-0,02	227,3	11,7	0,12
	B	22086+5917 B	7,98	0,05	9,5	0,7	7,25	0,02	0,73	A5V	2,00	140,1	6,3	0,08
CLL 20	A	22144+4942 A	9,08	0,17	-4,3	-2,9	8,64	0,02	0,44	A3V	1,47	297,1	7,3	0,08
	B	22144+4942 B	9,39	0,05	-5,2	-3,3	9,23	-0,01	0,17	B9V	0,34	536,1	15,6	0,13
CLL 21	A	23407+6257 A	10,01	0,38	-38,3	-38,3	8,66	0,24	1,35	F5V	3,40	195,5	50,2	0,05
	B	23407+6257 B	10,14	0,43	-5,5	20,7	8,66	0,30	1,49	F7V	3,80	174,4	17,7	0,04
CLL 22	A	05350-0600 A	4,78	-0,22	0,9	3,9	5,48	-0,22	-0,70	B8III	...	...	...	...
	B	05350-0600 B	8,97	-0,14	1,7	-22,2	8,88	-0,50	0,08	A0V	0,70	450,1	4,2	0,69

TABLA 3. MEDICIONES ASTROMÉTRICAS.

DESIGNACIÓN	ÉPOCA	θ (º)	ρ (")	OBSERVADOR	MÉTODO
CLL 1	1911,083	194,43	34,59	FMR	AC2000
	1991,580	194,65	34,58	FMR	TYCHO2
	1999,875	194,51	34,58	FMR	2MASS
	2011,105	194,50	34,59	AZC	CCD
CLL 2	1893,572	138,87	66,80	FMR	AC2000
	1991,705	139,01	66,74	FMR	TYCHO2
	1998,902	139,09	66,71	FMR	2MASS
CLL 3	1919,561	202,97	44,53	FMR	AC2000
	1991,770	204,92	43,21	FMR	TYCHO2
	1998,904	205,26	43,03	FMR	2MASS
CLL 4	1902,023	120,57	38,01	FMR	AC2000
	1991,517	121,41	36,77	FMR	TYCHO2
	1998,899	121,59	36,65	FMR	2MASS
	2011,104	121,70	36,62	AZC	CCD
CLL 5	1894,932	91,34	26,09	FMR	AC2000
	2000,899	90,60	29,55	FMR	2MASS
	2002,032	89,90	29,26	AOG	CCD
	2010,200	90,60	29,84	OMG	CCD
CLL 6	1909,650	109,33	50,31	FMR	AC2000
	1991,955	109,13	49,69	FMR	TYCHO2
	1999,869	109,23	49,75	FMR	2MASS
	2010,200	109,20	49,52	OMG	CCD
CLL 7	1978,962	119,60	42,99	NVL	DSS
	1991,677	119,84	43,34	FMR	TYCHO2
	1995,145	120,40	43,79	NVL	DSS
	1999,083	120,41	43,56	FMR	2MASS
CLL 8	1912,750	55,48	45,96	FMR	AC2000
	1991,653	55,25	45,95	FMR	TYCHO2
	1999,167	55,05	46,06	FMR	2MASS
CLL 9 AB	1902,722	66,11	68,49	FMR	AC2000
	1991,718	65,83	64,69	FMR	TYCHO2
	1997,529	65,81	64,58	FMR	2MASS
	2010,292	65,80	63,93	ERE	CCD
	2010,470	65,80	64,04	OMG	CCD
CLL 9 AC	1902,722	100,63	69,57	FMR	AC2000
	1991,677	101,83	67,34	FMR	TYCHO2
	1997,529	101,95	67,16	FMR	2MASS
	2010,292	102,10	66,78	ERE	CCD
	2010,470	101,10	66,69	OMG	CCD
CLL 10	1991,538	180,72	56,36	FMR	TYCHO2
	1999,267	180,72	56,74	FMR	2MASS
	2010,470	179,20	57,21	OMG	CCD
CLL 11	1911,768	210,07	54,16	FMR	AC2000
	1991,507	209,12	56,20	FMR	TYCHO2
	2000,335	208,95	56,30	FMR	2MASS
	2010,628	208,90	56,46	ERE	CCD
	2010,642	208,83	56,50	JLZ	CCD
CLL 12	1919,666	199,35	22,88	FMR	AC2000
	1991,748	198,98	22,92	FMR	TYCHO2
	1999,395	199,15	23,01	FMR	2MASS
	2010,580	199,10	22,82	OMG	CCD
	2010,628	199,20	22,97	ERE	CCD

(Continúa en la página siguiente)

TABLA 3. MEDICIONES ASTROMÉTRICAS (continuación).

DESIGNACIÓN	ÉPOCA	θ (º)	ρ (")	OBSERVADOR	MÉTODO
CLL 13	1896,228	342,73	29,89	FMR	AC2000
	1991,677	343,37	26,62	FMR	TYCHO2
	1998,426	342,80	26,48	FMR	2MASS
	2010,580	343,10	26,27	OMG	CCD
	2010,628	342,90	26,06	ERE	CCD
	2010,628	343,00	26,00	JLZ	CCD
CLL 14	1893,016	120,79	37,98	FMR	AC2000
	1991,655	120,66	37,95	FMR	TYCHO2
	1998,470	120,66	37,95	FMR	2MASS
	2010,524	120,50	38,03	JLZ	CCD
	2010,628	120,50	37,97	ERE	CCD
CLL 15	1920,882	19,79	48,44	FMR	AC2000
	1991,708	20,25	48,57	FMR	TYCHO2
	1998,458	20,27	48,53	FMR	2MASS
CLL 16	1991,580	184,68	33,50	FMR	TYCHO2
	1999,415	184,75	33,00	FMR	2MASS
CLL 17 AB	1895,141	67,85	36,92	FMR	AC2000
	1991,680	67,53	36,94	FMR	TYCHO2
	2000,431	67,43	36,92	FMR	2MASS
	2010,867	67,64	36,85	JLZ	CCD
CLL 17 AC	1895,141	237,98	39,00	FMR	AC2000
	1991,667	240,45	36,25	FMR	TYCHO2
	2000,431	240,69	36,02	FMR	2MASS
	2010,867	240,71	35,91	JLZ	CCD
CLL 18	1895,248	127,90	101,38	FMR	AC2000
	1991,708	127,76	100,43	FMR	TYCHO2
	2000,456	127,77	100,35	FMR	2MASS
CLL 19	1905,451	315,21	21,90	FMR	AC2000
	1991,680	315,93	21,18	FMR	TYCHO2
	1999,705	315,59	21,65	FMR	2MASS
CLL 20	1902,712	304,99	38,72	FMR	AC2000
	1991,685	304,90	38,74	FMR	TYCHO2
	1999,765	304,91	38,83	FMR	2MASS
CLL 21	1991,645	54,27	38,78	FMR	TYCHO2
	1999,787	53,89	39,19	FMR	2MASS
	2010,866	53,41	39,95	JLZ	CCD
CLL 22	1893,611	11,40	68,46	AOG	AC2000
	1955,876	11,70	68,00	AOG	DSS
	2000,899	12,20	68,20	FMR	2MASS

Referencias

Abt, H. A.; Brodzik, D.; Schaefer, B. 1979, PASP, 91, 176

Benavides R., Rica F., Reina E., Castellano J., Naves R., Lahuerta L., Lahuerta S., 2010, JDSO, 6, 30

CMC, 2006, Copenhagen University Obs., Institute of Astronomy, Cambridge, UK,Real Instituto y Observatorio de la Armada en San Fernando

Cutri, R. N., et al. 2000, Explanatory to the 2MASS Second Incremental Data Release, http://www.ipac.caltech.edu/2mass/releases/second/index.html (2MASS)

ESA SP-1200, ESA Noordwijk, 1997, catalogs HIPPARCOS and TYCHO

Hog E. et al. 2000, AJ, 355, 27

Kennedy P. M., 1983, MK Classification Catalogue Extension, Mt Stromlo & Siding Spring Observatories, Australia

Pavlov H., Deriving a V magnitude from UCAC3, 2009, http://www.hristopavlov.net/Articles/index.html

Pribulla, T., Rucinski, S. M., Kuschnig, R., Ogłoza, W., Pilecki, B. 2009, MNRAS, 392, 847

Rica, F. M., 2011, JDSO, 7, 254

Skiff, B. 2007, Lowell Observatory, http://cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?II/277

Urban S.E., Corbin T.E., Wycoff G.L., Hoeg E., Fabricius C., Makarov,V.V. 1998, AJ, 115, 1212

Zacharias, N., et al. 2009, VizieR Online Data Catalog, 1/315, http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=I/315

2MASS J03245056+2503179 y 2MASS J03245002+2503289: estudio y caracterización de un nuevo sistema de movimiento propio común

2MASS J03245056+2503179 and 2MASS J03245002+2503289: Study and characterization of a new common proper motion system

Antonio Agudo Azcona
■ Foro Extremeño de Astronomía
■ Blog: http://elrelojdelasguardas.blogspot.com | Correo-e: aagudoaz@hotmail.com

En este trabajo presento los resultados del estudio de las estrellas 2MASS J03245056+2503179 y 2MASS J03245002+2503289 como componentes de un sistema de movimiento propio común con denominación provisional AZC 34. Se muestran los datos sobre la cinemática, fotometría y astrometría relativa del sistema y se realiza una estimación de las magnitudes absolutas, la distancia a la que se encuentran ambas componentes y sus masas. También se realiza un estudio de la naturaleza física del sistema. Se concluye que ambas componentes pueden considerarse una pareja de movimiento propio común y que presentan una probabilidad bastante apreciable de mantener una relación física según algunos de los criterios que utilizan las ecuaciones de la mecánica celeste.

In this paper we present the results of the study of 2MASS J03245056+2503179 and 2MASS J03245002+2503289 as components of a common proper motion pair (CPMP) named AZC 34 as provisional designation. We show data about the kynematic, photometry and relative astrometry of the system and we assess the absolute visual magnitude, the distance and the mass of both components. We also present a study about the physical nature of the system. We conclude that we can consider this system as a CPMP and there is a significant probability that both components are physically connected according to several astromechanics criteria.

Introducción

HACIENDO COMPOSICIONES DE PLACAS DIGITALES de 1951 y 1996 del primer y segundo survey fotográfico (POSSI y POSSII, respectivamente) del Observatorio del Monte Palomar (Reid *et al.*, 1991) mediante *"RGB image generator"* del Aladin Sky Atlas (Bonnarel *et al.*, 2000) se observó en la constelación de Aries una pareja de estrellas que visualmente cumplían los requisitos para ser consideradas como un sistema doble de movimiento propio común (figura 1). Las coordenadas 2MASS de ambas componentes, así como sus movimientos propios obtenidos del catálogo PPMXL se pueden observar en la tabla 1 (página siguiente).

Teniendo en cuenta estos datos preliminares se decidió hacer un estudio astrofísico usando datos cinemáticos, astrométricos y fotométricos para evaluar la naturaleza física del sistema. Los datos se obtuvieron a partir de la prospección de catálogos y de las imágenes CCD capturadas por mi propio equipo en mi observatorio situado en Las Vaguadas, Badajoz.

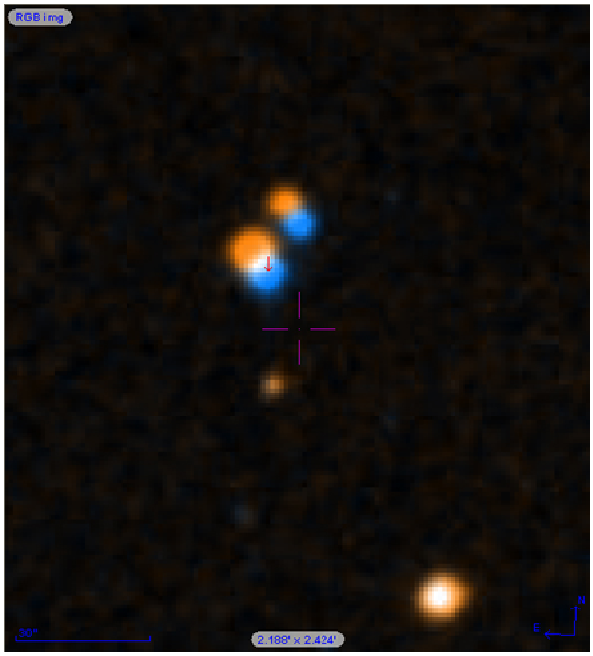


Figura 1

Equipo utilizado

Para la captura de las imágenes CCD se utilizó un telescopio Schmidt-Cassegrain *Celestron* de 8" con una focal de 2030 mm. Sin embargo, la focal efectiva con la que se trabajó fue de 2460 mm. El tubo descansó sobre una montura ecuatorial alemana computerizada CGEM de *Celestron*.

Figura 2

COMPONENTE	DESIGNACIÓN	MP AR (msa/año)	MP DEC (msa/año)
Primaria	2MASS J03245056+2503179	-74,8 ± 4,7	-109,6 ± 4,7
Secundaria	2MASS J03245002+2503289	-68,8 ± 3,9	-103,6 ± 3,9

Tabla 1

Al telescopio se acopló una CCD monocroma Atik 16IC-S que utiliza un sensor Sony ICX415AL, que tiene un tamaño de píxel 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'.

Metodología para la obtención de la imagen CCD

Para obtener la imagen CCD se capturaron 100 imágenes de 7 segundos de exposición. 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 una imagen para cada grupo de 20. De esta forma, se consiguieron 5 imágenes de una mejor relación señal/ruido que fueron utilizadas para la reducción astrometrica. La imagen obtenida puede verse en la figura 2.

Fotometría

Las magnitudes V y B no aparecen ni en Hipparcos ni en Tycho-2, por tal motivo se decidió obtener la magnitud V a partir de las transformaciones que hacen uso de la fotometría infrarroja y las magnitudes *a* y *f* de UCAC3 (Pavlov, 2009) y la magnitud *r'* de CMC14 (Greaves, 2006 y Dymock & Miles, 2009). La magnitud V y B de la primaria también pudo obtenerse a partir del APASS (The AAVSO Photometric All-Sky Survey), que ofrece medidas de calidad en el rango de magnitudes de 10 a 17 en las bandas Johnson B y V, y Sloan g′, r′, i′. Los valores obtenidos fueron los que se muestran en la tabla 2 (página siguiente).

El color B-V no se calculó para la secundaria usando datos procedentes de catálogos como GSC2.3, UCAC3 o USNO-B1.0, ya que este cálculo podría estar afectado de un error de similar orden de magnitud que el propio valor, puesto que los datos de B y V de estos catálogos proceden de medidas fotográficas.

RANGO ESPECTRAL		PRIMARIA	SECUNDARIA
Banda J		10,025 ± 0,021	11,096 ± 0,021
Banda H		9,375 ± 0,020	10,537 ± 0,020
Banda K		9,198 ± 0,018	10,294 ± 0,020
Banda V	(CMC14)	12,70	14,74
	(UCAC3-*a*)	12,63	14,81
	(UCAC3-*f*)	12,60	14,78
Banda V (APASS)		12,741 ± 0,034	---
Banda B (APASS)		14,143 ± 0,035	---
Color B-V (APASS)		1,402	---

Tabla 2

Caracterización de la población estelar

Para la estimación del tipo estelar se utilizó un diagrama de movimiento propio reducido en infrarrojo (Salim & Gould, 2002), representando el movimiento propio reducido frente al índice de color V-J. Los cálculos y el resultado pueden verse en la tabla 3 y en la figura 3. La expresión utilizada por Salim & Gould para el cálculo del movimiento propio reducido es:

$$H'_v = m_v + 5 \log \mu$$

COMPONENTE	V-J	μ_{total}	-H'v
Primaria	2,62	0,133	-13,3
Secundaria	3,68	0,124	-15,3

Tabla 3

Puede observarse que ambas estrellas están cerca de la secuencia principal, por lo que se consideró que se trataba de dos estrellas enanas (figura 3).

También se realizó la representación del color J-H frente al H-K (figura 4, página siguiente), observándose que ambas estrellas pueden considerarse enanas de la secuencia principal.

Caracterización del tipo espectral

Comparando los índices de color B-V (solo para la primaria), V-K, J-H y H-K con tablas de caracterización espectral se obtuvo un tipo espectral K9V para la primaria (figura 5, página siguiente) y M2,5V para la secundaria (figura 6, página siguiente), concluyéndose que la componente principal es una **enana naranja** y la secundaria con una **enana roja.**

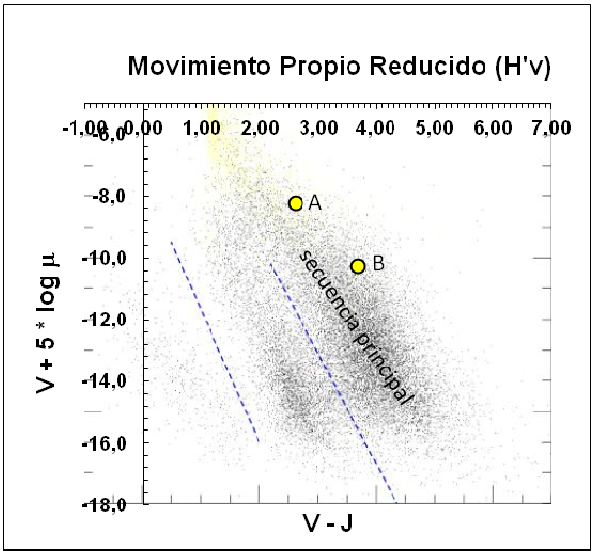


Figura 3

Estimación de la magnitud absoluta y la distancia

A partir de los índices de color V-J, V-H y V-K, tomando como referencia el trabajo de Dahn *et al.* (1982), así como a partir de diversas relaciones que utilizan el tipo espectral, se estimó una magnitud absoluta para la primaria de 8,6 y de 10,9 para la secundaria. A partir de estos datos pudo obtenerse el módulo de distancia y estimar la distancia a la que se encuentran ambas estrellas, como puede verse en la tabla 4.

Estos datos a priori parecen indicar que existe cierta probabilidad de que ambas componentes se encuentren a distancia común, y que pueda aventurarse una posible interacción gravitatoria. No obstante, teniendo en cuenta los habituales errores por lo que pueden estar afectadas ambas medidas, se decidió hacer una simulación Monte Carlo. Considerando un error del 20% para las distancias mostrada en la tabla 4, el resultado obtenido mediante Simulación Monte Carlo refleja una distancia común de ambas componentes de 61,7 pc, con una desviación estándar de 8,6 pc y una probabilidad del 98,7% de que se encuentren a distancia común.

En la figura 7 (página siguiente) puede verse una representación esquemática de la distancia a la que se encuentran ambas componentes, mostrándose también los puntos que representan ±1σ, ±2σ y ±3σ.

	PRIMARIA	SECUNDARIA
Magnitud absoluta	8,6	10,9
Módulo de distancia	4,04	3,88
Distancia (pc)	64,3	59,7

Tabla 4

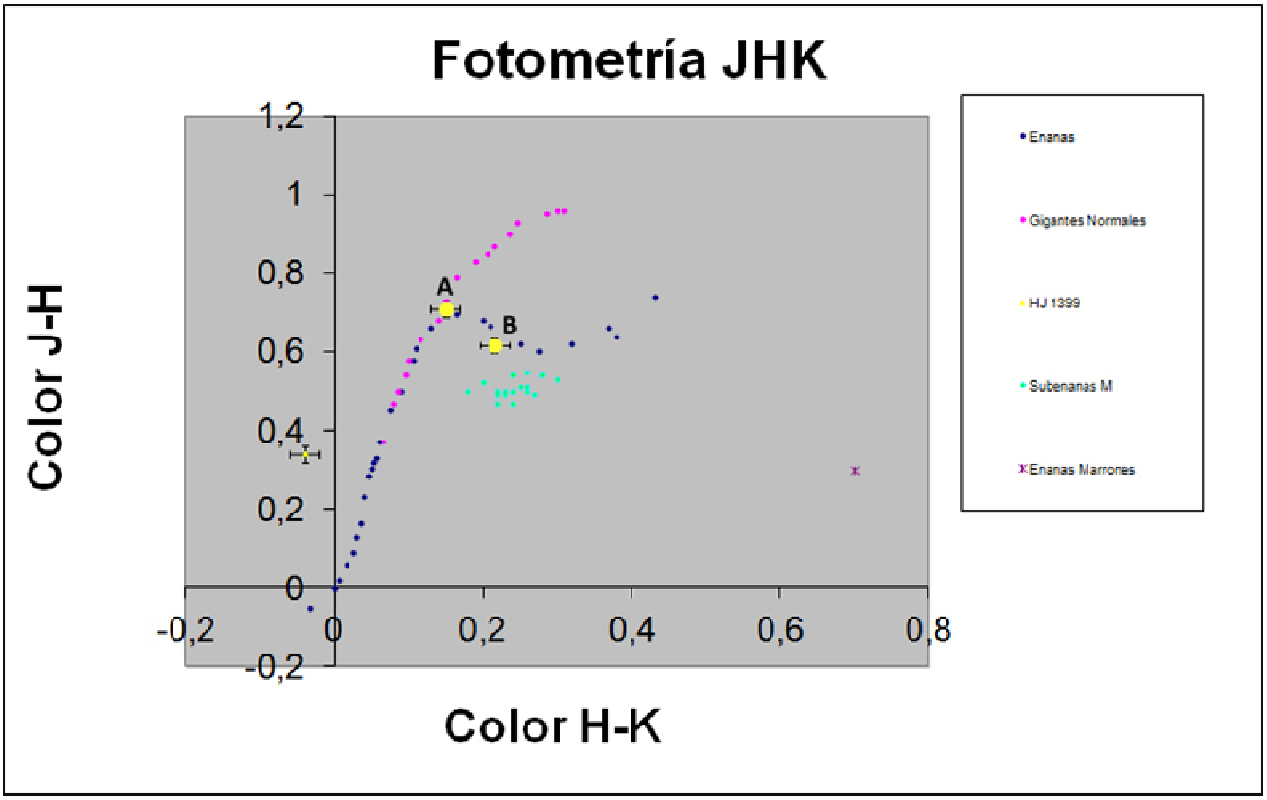


Figura 4

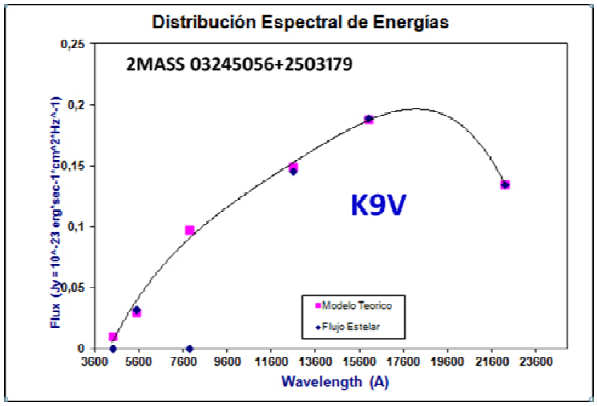


Figura 5

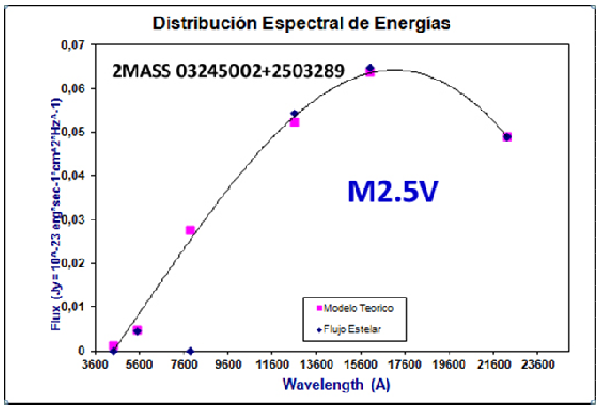


Figura 6

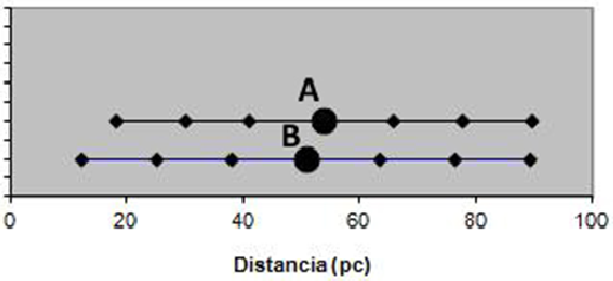


Figura 7

Temperatura efectiva

La temperatura efectiva de una estrella puede definirse como la temperatura superficial de la estrella suponiendo que emitiera en todo el rango de longitudes de onda. Es un parámetro relacionado con la Luminosidad.

Para su cálculo puede emplearse la expresión propuesta por Veeder (1974), que representa un buen ajuste para temperaturas efectivas comprendidas entre 4500 K y 2500 K y ofrece resultados con una incertidumbre de ± 150 K. La expresión está basada en el índice de color V-K:

$$\log T_{eff} = 3{,}77 - 0{,}052 \cdot (V - K)$$

Los resultados obtenidos pueden verse en la tabla 5 (página siguiente).

Corrección Bolométrica y Magnitud Absoluta Bolométrica.

La denominada magnitud bolométrica es la magnitud absoluta de la estrella si la emisión de luz se produjera en todas las longitudes de onda y se percibiera en ausencia de atmósfera. La diferencia entre la

COMP.	V-K	LOG T_{eff}	T_{eff} (K)
Primaria	3,543	3,59	3853 ± 150
Secundaria	4,486	3,54	3441 ± 150

Tabla 5

magnitud absoluta bolométrica (M_b) y la magnitud absoluta visual (M_v) se denomina corrección bolométrica (BC) y puede estimarse desde la temperatura efectiva a partir de la expresión propuesta por Lang (1992):

$$BC = - 8{,}499 \cdot (\log T_{eff} — 4)^4 + 13{,}421 \cdot (\log T_{eff} — 4)^3$$

$$- 8{,}131 \cdot (\log T_{eff} — 4)^2 — 3{,}901 \cdot (\log T_{eff} — 4) - 0{,}438$$

Para calcular la corrección bolométrica, también pueden utilizarse tablas como las de Kaler (1997).

La magnitud absoluta bolométrica vendrá dada de manera inmediata por la ecuación: $M_b = M_V + BC$. Los resultados obtenidos para ambas componentes se muestran en la tabla 6.

COMP.	CORRECCIÓN BOLOMÉTRICA	MAGNITUD ABSOLUTA	MAGNITUD BOLOMÉTRICA
A	-1,4	8,6	7,2
B	-2,1	10,9	8,8

Tabla 6

Estimación de las masas estelares

Para conocer la masa de ambas estrellas se utilizaron diferentes procedimientos.

Para la secundaria se utilizaron las relaciones masa-clase espectral descritas por Kirkpatrick & McCarthy (1994), válida para estrellas con clase espectral comprendida entre M1 y M6.

También se utilizaron las relaciones masa-luminosidad en el rango del infrarrojo descritas por Henry & McCarthy (1994) que permiten determinar la masa estelar para estrellas cuya masa esté comprendida entre 1 y 0,08 masas solares.

Por último, también se calculó la masa estelar a partir de magnitud bolométrica, utilizando la expresión propuesta por Couteau (1978), que en su trabajo hace referencia a Baize (1947).

Los resultados obtenidos mediante estos procedimientos se pueden observar en la tabla 7.

Como puede apreciarse, la primaria tiene una masa estelar alrededor de la mitad de nuestro Sol, mientras que la secundaria tiene una masa que es aproximadamente la tercera parte.

Astrometría relativa

Para el cálculo de la astrometría relativa se utilizaron placas digitalizadas POSSI, POSSII y 2MASS de diferentes épocas y una imagen CCD actual capturada por mi equipo (imagen 2). La reducción astrometrica se realizó con el software *Astrometrica* (Raab, 2010) tomando como referencia el catálogo UCAC3. Una vez obtenidas la rotación y la escala de placa se obtuvo el ángulo de posición, theta, y la separación angular, rho, mediante el software *Reduc* (Losse, 2008). Los datos obtenidos pueden verse en la tabla 8. También se obtuvieron el ángulo de posición y la separación angular a partir de la transformación de las coordenadas procedentes de los catálogos 2MASS y CMC14 con ayuda de una hoja de cálculo en formato Excel (Lahuerta *et al.*, 2006). Los resultados pueden verse en la tabla 9.

IMAGEN	ÉPOCA	THETA	RHO	MÉTODO
POSSI	1951,911	326,0	13,02	Astrometrica +Reduc
POSSII-F	1990,790	326,5	13,09	Astrometrica +Reduc
POSSII-J	1991,780	326,2	13,25	Astrometrica +Reduc
POSSII-N	1996,687	326,8	13,07	Astrometrica +Reduc
2MASS	1997,884	326,2	13,21	Astrometrica +Reduc
Imagen CCD	2012,052	326,6	13,24	Astrometrica +Reduc

Tabla 8

FUENTE DATOS	ÉPOCA	THETA	RHO	MÉTODO
Catálogo 2MASS	1997,884	326,3	13,22	hoja de cálculo
Catálogo CMC14	2001,756	326,3	13,26	hoja de cálculo
Imagen CCD	2012,052	326,4±0,2	13,25 ±0,03	hoja de cálculo (*)

Tabla 9. (*) Los valores de la astrometría relativa se obtuvieron promediando los resultados obtenidos para cinco imágenes.

COMPONENTE	MASA ESTELAR $M_\odot$		
	COUTEAU (1978)	KIRKPATRICK & MCCARTHY (1994)	HENRY & MCCARTHY (1994)
Primaria	0,54	---	0,60
Secundaria	0,35	0,31	0,38

Tabla 7

ÉPOCA	THETA (θ)	RHO (ρ)	X (ρ·senθ)	Y (ρ·cosθ)
1951,911	326,00	12,920	-7,22	10,71
1990,790	326,50	13,090	-7,22	10,92
1991,780	326,20	13,250	-7,37	11,01
1996,687	326,80	13,070	-7,16	10,94
1997,884	326,30	13,220	-7,34	11,00
2001,765	326,30	13,260	-7,36	11,03
2012,052	326,34	13,250	-7,34	11,03

Tabla 10

Movimientos propios relativos

Utilizando las astrometrías relativas (θ y ρ) mostradas anteriormente, que cubren una línea temporal de 60 años, se obtuvo el movimiento propio relativo anual de la componente B con respecto a la estrella principal. Este parámetro da una idea de la velocidad orbital relativa del sistema suponiendo ligadura gravitatoria entre ambas componentes. Para cada época se calcularon la astrometría relativa en coordenadas rectangulares (tabla 10) y posteriormente se representaron en sendos diagramas *x vs* época e *y vs* época (figura 8) con posterior ajuste lineal de los puntos. Las pendientes de cada línea de ajuste proporcionan los movimientos propios relativos anuales en AR y Dec, respectivamente, expresados en msa/año (tabla 11).

Como puede observarse los movimientos relativos muestran valores pequeños que son compatibles con la existencia de relación física entre ambas componentes del sistema.

Estudio de la naturaleza del sistema

— Criterio de Halbwachs y modificación de Rica

El criterio de Halbwachs (1986) está basado en la cinemática de las componentes del sistema doble. Para que un sistema doble tenga carácter físico es condición necesaria pero no suficiente que los movimientos propios sean iguales o muy similares. En el trabajo realizado por Halbwachs se consideraba que dos estrellas se consideran estrellas de movimiento propio común (MPC), si el nivel de semejanza es del 95%, y para ello es necesario que satisfagan la condición:

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

Paralelamente se define el parámetro *T* que es el periodo que necesita la estrella para recorrer con su movimiento propio μ una distancia igual a su separación angular ρ:

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

dθ/dt (grado/año)	dρ/dt (mas/año)	Δμ(α) (mas/año)	Δμ(δ) (mas/año)	Δμtotal (mas/año)
0,0042 ± 0,0019	4,57 ± 1,80	-1,71 ± 1,16	4,28 ± 1,29	4,61 ± 1,74

Tabla 11

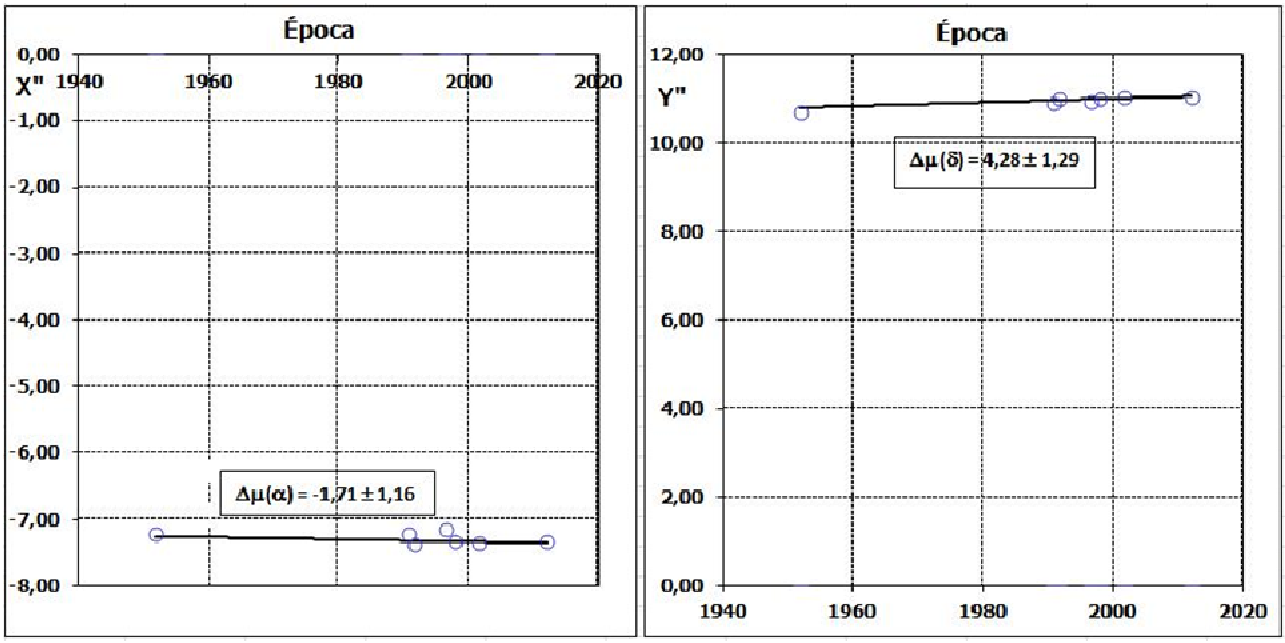


Figura 8

Para valores de $T < 1000$ se considera hay una probabilidad superior al 99% de que exista una relación física entre ambas componentes.

En este caso, el sistema estudiado cumple la condición de Halbwachs y además T ~ 100, por lo que puede considerarse el sistema como pareja de movimiento propio común con una alta probabilidad de relación física entre ambas componentes.

Usando el criterio de Rica (2004) que modifica al criterio de Halbwachs, se obtiene una probabilidad del 96% de que exista relación física entre ambas componentes.

— Criterio de la conservación de la energía mecánica

La energía mecánica total de un sistema binario de naturaleza gravitatoria puede formularse por la siguiente expresión:

$$E = -G\left(\frac{M+m}{r}\right) + \mu \cdot \frac{v^2}{2} \quad [1]$$

Donde m es la masa reducida del sistema (M·m/M+m), r es la distancia entre ambas componentes y v la velocidad relativa de la secundaria respecto a la primaria.

De la anterior ecuación puede obtenerse la velocidad orbital de la secundaria respecto a la primaria suponiendo una órbita circular o elíptica, expresión conocida como ecuación de la "vis viva":

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

Donde a es el semieje mayor de la órbita elíptica descrita por la secundaria alrededor de la primaria.

Por otra parte, puede definirse la velocidad de escape para un sistema binario como la mínima velocidad orbital que necesitaría la secundaria para escapar de la atracción gravitatoria de la componente principal. Esta situación se consigue cuando la energía cinética de la secundaria se iguala a la energía potencial gravitatoria y puede deducirse a partir de la ecuación anterior cuando el semieje mayor de la órbita es infinito, ya que en este punto la atracción gravitatoria sería nula. La expresión de la velocidad de escape sería:

$$v = \sqrt{\frac{2G(M+m)}{r}} \quad [3]$$

Rica (2011) hace una revisión de los diferentes criterios utilizados para diferenciar entre pares ópticos y pares físicos a partir de las ecuaciones que se derivan de la fórmula de la energía mecánica total. Los trabajos que revisa son (1) el test de Van de Kamp (1961) que establece para la ecuación de la "vis viva" un valor límite para que en un sistema binario exista una órbita parabólica, (2) el trabajo de Sinachopoulos & Mouzourakis (1992) que hace uso de una expresión en la que compara la velocidad tangencial relativa de la secundaria (velocidad relativa proyectada) con la velocidad orbital máxima permitida (obtenida por transformación de la ecuación de la vis viva tomando como distancia entre las componentes la separación proyectada y suponiendo una órbita circular), y (3) el trabajo de Close, Ritcher & Crabtree (1990) que propone que para que exista relación gravitatoria entre las componentes, la velocidad relativa total, considerada como la suma de la componente radial y la tangencial, debe ser inferior a la velocidad de escape.

Con objeto de unificar estos métodos, Rica propone utilizar las expresiones de la velocidad orbital máxima y de la velocidad de escape como "índices de binariedad", de tal forma que si la velocidad relativa del sistema es mayor que cualquiera de estos valores, se descartaría la posibilidad de encontrarnos ante una binaria con componentes orbitando alrededor de un centro de masas común.

Dado que no se conoce la distancia real entre ambas componentes, puesto que desconocemos la componente z del radio vector de posición de la secundaria respecto a la primaria, se puede utilizar la separación proyectada, s, expresada en *ua*, en lugar de r en las expresiones [2] y [3]. Este planteamiento tiene el inconveniente de que introduce algo más de incertidumbre a la hora de clasificar la naturaleza del sistema, ya que siempre $s \leq r$, y por lo tanto los valores obtenidos a partir de las expresiones [2] y [3] modificadas serán más elevados. Por otra parte, puesto que también se desconoce el semieje mayor de la supuesta órbita elíptica, propone utilizar la expresión del semieje mayor esperado, $E(a)$, tal y como lo calculan Fischer & Marcy (1992):

$$E(a) = 1{,}26 \cdot \rho$$

En el caso concreto del sistema que aquí se somete a estudio, para unos valores de las masas estelares de 0,60 y 0,38 masas solares, una separación proyectada de 817 ua y una separación angular media de 13,225", se calcularon los valores de la velocidad orbital máxima y la velocidad de escape para este sistema y se compararon con la velocidad relativa obtenida. Los valores se calcularon implementando una Simulación Monte Carlo a las expresiones [2] y [3] modificadas y la expresión que calcula el movimiento relativo. Los valores obtenidos se muestran en la tabla 12.

Velocidad relativa (km/s)	1,34 ± 0,54
Velocidad de escape máxima (km/s)	1,45 ± 0,12
Velocidad orbital máxima (km/s)	1,07 ± 0,19

Tabla 12

Para un total de 25000 simulaciones realizadas, se obtiene que en un 59 % de las simulaciones, la velocidad relativa es inferior a la velocidad de escape, y por lo tanto se podría decir que la probabilidad máxima de encontrarnos ante una binaria de componentes gravitacionalmente unidas sería de un 59%.

Por otra parte en un 33,7% de las simulaciones, se obtiene que la velocidad relativa es inferior a la velocidad orbital máxima, lo que nos indica que según este criterio, la probabilidad máxima de encontrarnos ante una binaria de componentes gravitacionalmente unidas es de un 34% aproximadamente.

Teniendo en cuenta el interesante movimiento propio común de ambas estrellas y sus distancias fotométricas, que muestran una probabilidad de distancia común del 96%, seguramente nos encontremos ante un sistema binario. Provoca una mayor incertidumbre asegurar que ambas componentes puedan estar gravitacionalmente unidas, es decir orbitando alrededor de un centro de masas común. En caso contrario, podríamos aventurarnos a decir que se trate de un sistema binario en proceso de ruptura por efectos gravitacionales externos, o bien tratarse simplemente de un sistema binario de origen común.

Cálculo orbital

Utilizando el procedimiento descrito por Hauser & Marcy (1999) se calcularon los posibles parámetros orbitales de este sistema. Como puede desprenderse de los datos mostrados hasta ahora, es muy prematuro aventurarse siquiera a dar una órbita preliminar, pero simplemente a título ilustrativo se procedió a realizar este cálculo haciendo una serie de aproximaciones.

La primera aproximación fue suponer nula la componente *z* de la velocidad relativa del sistema, v_z,

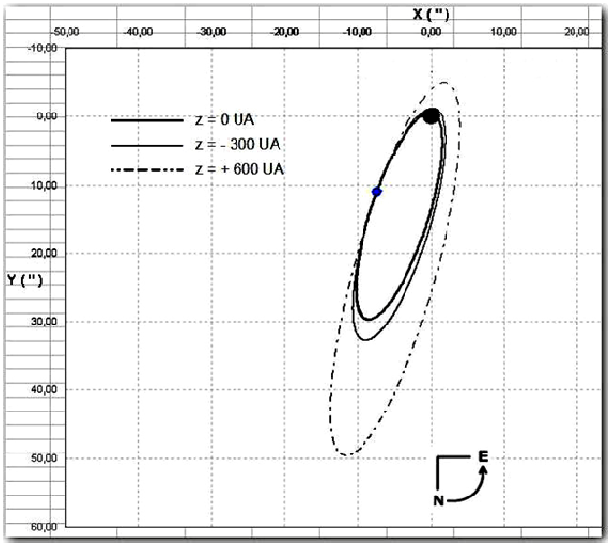


Figura 10

puesto que se desconoce. Así mismo, se optó por tomar un valor de la variación anual de la separación angular dρ/dt = 3,67 msa/año, que se encuentra en el rango inferior del intervalo obtenido a partir del ajuste lineal de la separación angular frente al tiempo (figura 9). Se calculó disminuyendo el valor obtenido en 0,5 veces la desviación estándar. Esta decisión se tomó con idea de obtener una excentricidad menos acusada, ya que este procedimiento de cálculo orbital no funciona bien para altas excentricidades (próximas a 1). Igualmente, se acotó el valor del semieje mayor de la órbita a valores comprendidos entre 2" y 40", basándose en relaciones empíricas entre la separación angular y el semieje mayor obtenidas para más de 300 binarias, que indican que semiejes fuera de este rango no son factibles.

De todas las órbitas posibles, se calcularon las tres que corresponden a valores de la componente *z* del

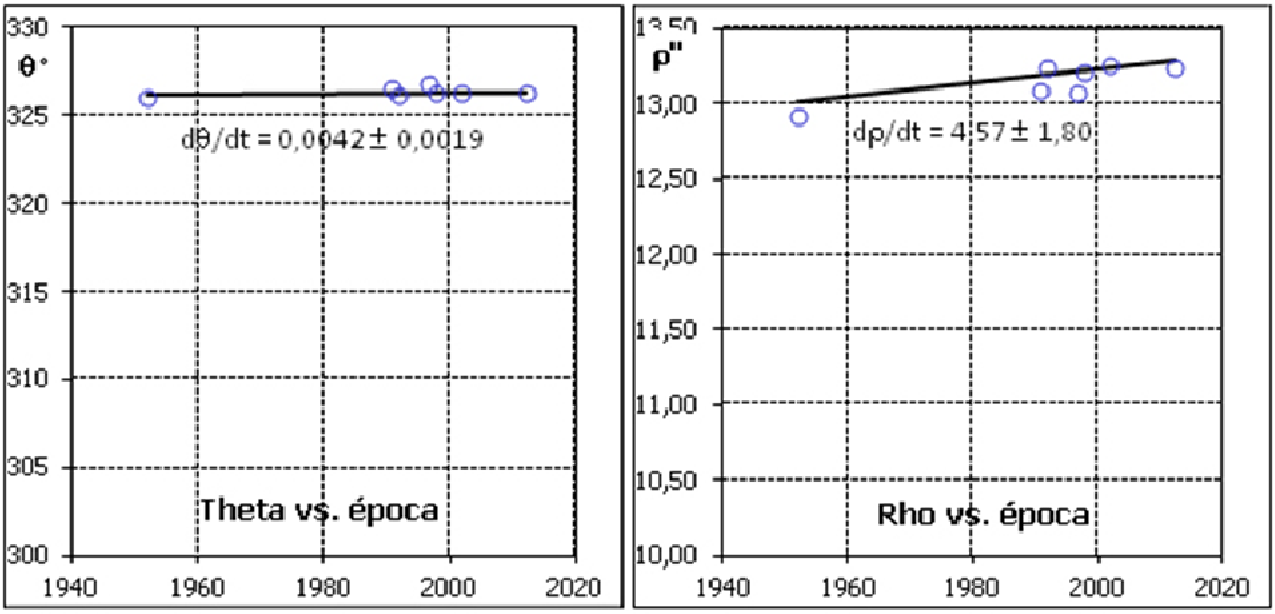


Figura 9

PARÁMETRO	Z=-300 UA	Z=0 UA	Z=+600 UA
P (años)	36502	30520	77028
T (años)	-539	-201	-1838
e	0,924	0,967	0,825
a (segundos de arco)	17,7	15,7	29,1

Tabla 13. P: periodo de revolución en años; T: tiempo de paso por el periastro en años; e: excentricidad; a: semieje mayor en segundos de arco.

radiovector de posición de la secundaria respecto a la primaria de 0 ua, -300 ua y +600 ua (figura 10, página anterior). Como puede observarse, el ajuste orbital es bueno. En la tabla 13 pueden verse los parámetros orbitales.

Como puede observarse, el periodo orbital más corto es de 30520 años y el semieje mayor más pequeño (15,7"). También se aprecia que las excentricidades son altas.

Conclusiones

Los datos obtenidos en este trabajo para el sistema formado por 2MASS J03245056+2503179 y 2MASS J03245002+2503289 muestran que se trata de dos estrellas enanas de magnitudes 12,74 y 14,78. La primaria naranja de tipo espectral K9V y la secundaria roja de tipo espectral M2,5V. Se encuentran a distancias de 64,3 y 59,7 pc, respectivamente, y por simulación Monte Carlo se obtiene una probabilidad del 98,5% de encontrarse a distancia común de 61,7 ± 8,6 pc.

A partir de diferentes métodos se estimó que son estrellas con masas inferiores a nuestro Sol, alrededor 0,60 $M_\odot$ para la primaria y 0,35 $M_\odot$ para la secundaria.

Respecto a la astrometría relativa del sistema, para época 2012,052, se obtiene una separación angular de 13,25 ± 0,03 y un ángulo de posición de 326,4 ± 0,2. Además, del estudio temporal de la astrometría relativa a lo largo de un periodo aproximado de 60 años se obtuvo un movimiento propio relativo de la secundaria respecto a la primaria de 4,61 ± 1,74 msa/año.

Este sistema puede considerarse como pareja de movimiento propio común ya que cumple la condición de Halbwachs y tiene una alta probabilidad de relación física entre ambas componentes basándose en el cálculo del parámetro T y en la aplicación del criterio de Rica. Además, de la comparación de la velocidad relativa del sistema con la velocidad de escape máxima y con la velocidad orbital máxima -usando Simulación Monte Carlo- también se desprende la relación física entre ambas componentes, y puede que ambas estrellas estén relacionadas gravitacionalmente. Habrá que esperar a los datos de velocidad radial proporcionados por la Misión *Gaia*, que va a realizar en los próximos años un mapa tridimensional de nuestra galaxia, para confirmar estas suposiciones.

Agradecimientos

De forma especial, quiero agradecer a Francisco Rica Romero el interés mostrado por ayudarme a sacar adelante este trabajo. Sus consejos, sugerencias y correcciones han sido fundamentales. Los cálculos realizados mediante Simulación Monte Carlo de la distancia común del sistema y de las ecuaciones de la mecánica celeste, así como el cálculo orbital del sistema han sido realizados por él.

Referencias

Baize, P. 1947, "Les masses des étoiles doubles visuelles et la relation empirique masse-luminosite ", Bull. Astr., t.XIII, fasc. 2, 123.

Bonnarel, F., Fernique, P., Bienaymé, O., Egret, D., Genova, F., Louys, M., Ochsenbein, F., Wenger, M., Bartlett, J. G. 2000, "The ALADIN interactive sky atlas. A reference tool for identification of astronomical sources", Astronomy and Astrophysics Supplement, 143: 33.

Close, L. M., Richer, H. B., Crabtree, D. R. 1990, "A complete sample of wide binaries in the solar neighborhood" AJ, 100: 1968.

Couteau, P., 1978, "L'observation des etoiles doubles visuelles" Ed. Flammarion.

Dahn, C. C., Harrington, R. S., Riepe, B. Y., Christy, J. W., Guetter, H. H., Kallarakal, V. V., Miranian, M., Walker, R. L., Vrba, F. J., Hewitt, A. V., Durham, W. S., Ables, H. D. 1982, U.S. Naval Observatory Parallaxes of faint stars. List VI de Astronomical Journal, 87(2): 419.

Fischer, D. A., Marcy G. W. 1992, "Multiplicity among M Dwarfs", AJ 396: 178

Greaves, J. 2006, Private communication, 2006 October 21

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

Hauser, H. M., Marcy, G. W. 1999, “The Orbit of 16 Cygni AB”, Publs. Astron. Soc. Pacific, 111: 321.

Henry, T. J. & McCarthy, D. W., Jr. 1993, “The mass-luminosity relation for stars of mass 1.0 to 0.08 solar mass”, AJ, 106(2): 773

Kaler, J. B. 1997: “*Stars and Their Spectra.”* Cambridge. (Corrected paperback ed.) 300 pp.

Kirkpatrick, J. D., McCarthy D. W. Jr. 1994, AJ, 107: 333

Lahuerta, L., Lahuerta S., Patiño, J., Villares, F. 2006, “Astrometría y Fotometría de Estrellas Dobles con CCD”, AstronomíA, 82, http://www.ctv.es/USERS/luisiana/Dobles.htm

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

Losse, F. 2008, Reduc v3.85. http://www.astrosurf.com/hfosaf/ (Merci beaucoup Florent)

Dymock, R. & Miles, R. 2009,“A method for determining the V magnitude of asteroids from CCD images”, *J. Brit. Astron. Assoc.*,119(3): 149.

Pavlov, H. 2009, “Deriving a V magnitude from UCAC3”. http://www.hristopavlov.net/Articles/Deriving_a_V_magnitude_from_UCAC3.pdf

Raab, H. 2010, Astrometrica v4.6.5.390. http://www.astrometrica.at/

Reid, I. N. et al. 1991, “The second Palomar Sky Survey”,Astronomical Society of the Pacific 103: 661.

Rica, F. 2004, “Criterio de Caracterización de J.L. Halbwachs: Relación entre r y m”, Circular Nº 6 Sección Estrellas Dobles LIADA, 33.

Rica, F. 2011, “Determining the Nature of a Double Star: The Law of Conservation of Energy and the Orbital Velocity”. JDSO, 7: 254.

Salim S. & Gould A. 2002, “Classifying Luyten stars using an optical-infrared reduced proper-motion diagram”, ApJ”, 575: 83.

Sinachopoulos D., & Mouzourakis P. 1992, Complementary Approaches to Double and Multiple Star Research in the IAU Colloquium 135, ASP Conferences Series, Vol. 32.

van de Kamp, P. 1961, Publs. Astron. Soc. Pacific, 73: 389.

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

SDSS J084138.58+355743.6 y SDSS J084138.66+355746.6: descubrimiento de una candidata a binaria de movimiento propio común

2MASS J03245056+2503179 and 2MASS J03245002+2503289: on the discovery of a candidate to be a common proper motion binary

Francisco Carlos Soldán Alfaro

■ Correo-e: fsarrakis@gmail.com

En el presente trabajo se presenta el estudio de una nueva candidata a binaria de movimiento propio común hallada en la constelación de Lynx en el seno de la campaña SEDA-WDS de Pares Olvidados del WDS. A partir de la escasa literatura y medidas disponibles, y utilizando las herramientas publicadas en numerosos trabajos astrofísicos, así como una novedosa hoja de MS Excel programada por Francisco Rica, se intentará derivar la clasificación espectral, estimar las distancias y la naturaleza del par y se realizará su estudio astrométrico y cinemático. Intentaremos también deducir, a partir de datos indirectos, la población estelar a la que pertenece dentro de la Galaxia y la edad estimada. Intentaremos resolver la clase espectral de la componente secundaria que, debido a su posible pertenencia a la clase M, nos obligará a seguir distintos caminos teóricos indirectos.

This paper presents a study of a new common proper motion binary candidate found in the constellation of Lynx within the SEDA-WDS campaing of neglected double stars. From the limited literature and available measures, and using the tools published in numerous astrophysical works and a new MS Excel sheet programmed by Francisco Rica, spectral classification will be attempted to estimate the distances and nature of the pair, and the astrometric and kinematic study. We will also deduct from proxy data, the stellar population to which it belongs within the Galaxy and the estimated age. Try to resolve the spectral class of the secondary component, because it belongs to the class M, will force us to pursue different theoretical indirect ways.

Introducción

Con motivo del inicio de la 4ª Campaña SEDA-WDS en Lynx, comenzamos a realizar tomas de las coordenadas del listado de dobles *neglected* que eran accesibles con nuestro equipo (Maksutov 5”, f/9, CCD ICX285AL). En esta ocasión, se realizó un estudio cruzado de la doble SEI 508, entre las placas obtenidas y las disponibles a través de la herramienta Aladin del CDS de Estrasburgo, que cabe decir, esta última no fue identificada. Sí pudimos percatarnos de la existencia -a una distancia de unos 1,53´ de la radiogalaxia NVSS J084130+355748- de un pequeño par, tenue, que parecía tener un movimiento propio interesante. La pareja fue localizada en la placa DSS2.F.POSSII (época 1989), y es claramente apreciable en las placas que se adjuntan (figuras 1, 2 y 3: página siguiente). Tras realizar una consulta al WDS (Brian Mason), amablemente se nos comunicó que en la posición solicitada no existía ninguna doble catalogada.

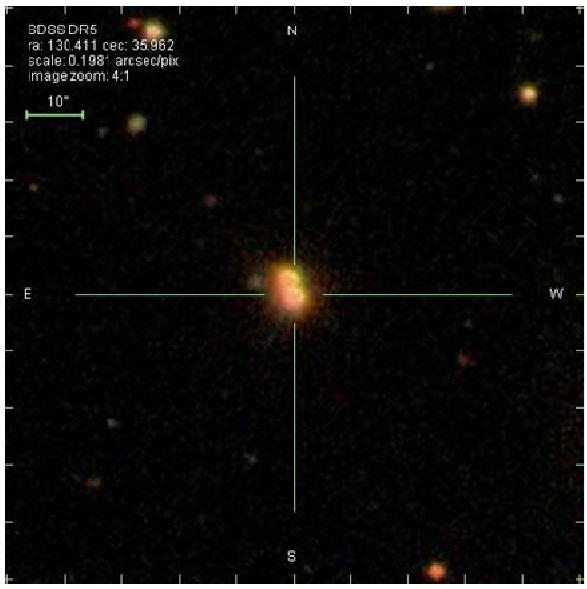


Figura 1

Datos de la literatura astronómica

Poco imaginábamos que nos íbamos a enfrentar a un par que no desvelaría sus secretos fácilmente.

Lo primero que hicimos fue recabar la información de los catálogos disponibles a través de la herra-

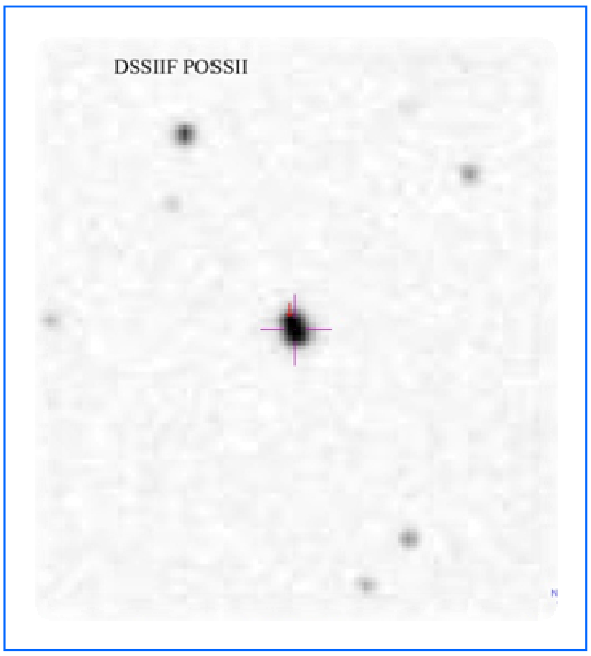


Figura 2

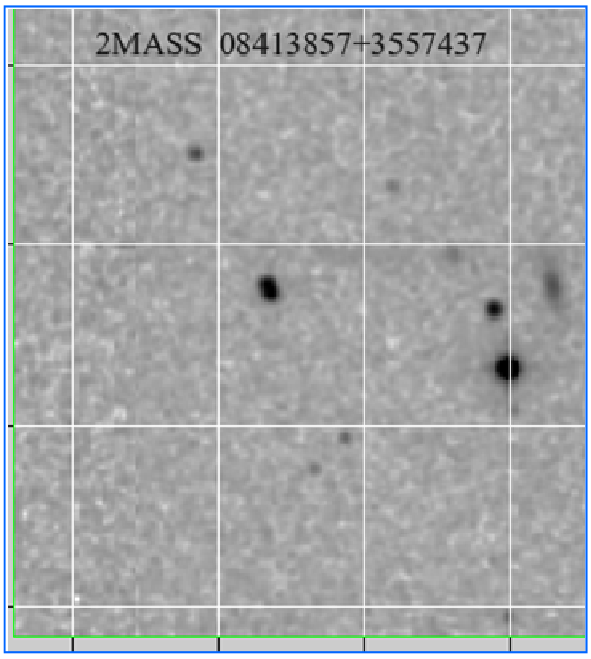


Figura 3

mienta Aladin en lo referente a los datos fotométricos del par. Los catálogos consultados fueron: 2MASS (J084138.57+355743.6 y 08413865+3557467), USNO -B1 (1259-0169585), SDSS-DR7 Y SDSS-DR8, GSC2.2 (N2333011344), UCAC-3 (252-096171). Hay que hacer varias consideraciones al respecto:

–De todos ellos, sólo 2MASS y SDSS aportan medidas para las dos estrellas.

–Los demás, aportan una sola magnitud que suponemos (y luego demostraremos) conjunta.

–Los mejores datos fotométricos son en banda K de 2MASS (error fotometría K para componente A, e=0,046, y para componente B, e=0,023) y la fotometría *ugriz* listada en el catálogo SDSS (ver tabla 1 de fotometría más abajo). La fotometría J y H del 2MASS presenta las etiquetas "U" y valor "0". No son pues válidas ("U" significa que no ha sido detectado flujo en esta banda y "0" que no ha podido ser resuelta).

– La fotometría del SDSS es de buena calidad según el valor (igual a 3) del *flag* correspondiente. Además, diferencia claramente las dos componentes.

El proyecto 2MASS (Cutri *et al.*, 2000) ha explorado de manera uniforme todo el cielo en tres bandas del infrarrojo cercano para detectar y caracterizar las fuentes puntuales más brillantes de alrededor de 1 mJy en cada banda, con una relación señal-ruido (SNR) superior a 10, y con un tamaño de píxel de 2,0 ". 2MASS usó dos telescopios de 1,3 m altamente automatizados , uno en el monte Hopkins, Arizona, y otro en CTIO, Chile. Cada telescopio estaba equipado con una cámara de tres canales y cada canal consistía en una matriz de detectores de 256 x 256 HgCdTe, capaces de observar el cielo simultáneamente en J (1,25 micras), H (1,65 micras), y K (2,17 micras).

El proyecto SDSS utiliza un telescopio Ritchey -Chretien de 2,5 m - f / 5, situado en el Observatorio Apache Point, en el sureste de Nuevo México, y es mantenido por Astrophysical Research Consortion, ARC. La resolución es de 1,15" en los 5 filtros fotométricos *u, g, r, i, z.* Este catálogo, con continuas mejoras (en este trabajo se han utilizado las versiones DR7 y DR8) aporta datos de muy buena calidad. Lásti-

SURVEY	FOTOMETRIA	ERROR A	B	ERROR
2MASS	J	U	12,568	U
	H	U	11,96	U
	K	0,046	12,423	0,023
USNO B1	B1			
	R1			
	B2			
	R2			
	I			
SDSS	U	0,018	19,292	0,028
	G	0,014	16,961	0,005
	R	0,002	15,288	0,004
	I	0,003	14,745	0,005
	Z	0,004	14,423	0,005
GSC2.2	R	0,17		
	B	0,12		
UCAC-3	F			
USNO A2	R			
	B			
UCAC-2	mp AR			
	mp Dec			
USNO B1	mp AR	2		
	mp Dec	1		
PPMXL	mp AR	3,9		
	mp Dec	3,9		
UCAC-3	mp AR	10,7		
	mp Dec	10,7		

Tabla 1. Valores de la fotometría para la componente A y B en los diferentes catálogos.

ma que no se incluyan los espectros de las dos fuentes como suele ser normal.

Fotometría y estimaciones

Como ya hemos adelantado, disponemos de fotometría fiable en el sistema *ugriz* y sólo la banda K en el 2MASS. Los demás datos fotométricos en el resto de catálogos los descartaremos, porque tenemos la firme sospecha de que se refieren a las dos fuentes no separadas, sino tomadas en conjunto.

Con estos datos disponibles, no tenemos antecedentes acerca de la magnitud visual de ambas componentes, lo que es fundamental porque los datos que nos ofrecen los demás catálogos no podemos aplicarlos. CMC-14, por ejemplo, no lista esta posición, por lo que no podemos hacer uso de la fórmula de John Greaves que relaciona el color J-K con la r´ de CMC-14, ni la conversión utilizando la fotometría del USNO –A2.0 (Salim & Gould, 2000).

Afortunadamente, y al disponer de una buena fotometría del SDSS, podemos convertir los valores *ugriz* a fotometría JHK utilizando las fórmulas de conversión apuntadas por Bilir *et al*. (2007) que relacionan los colores *u,g,r,i,z* con JHK, a partir de unos coeficientes determinados:

$$(g - J)0 = d1\,(g - r)0 + e1\,(r - i)0 + f1$$
$$(g - H)0 = d2\,(g - r)0 + e2\,(r - i)0 + f2$$
$$(g - Ks)0 = d3\,(g - r)0 + e3\,(r - i)0 + f3$$

Como a priori desconocemos todavía la metalicidad de la estrella (posteriormente veremos cómo obtener una aproximación), escogeremos los coeficientes de la tabla del trabajo mencionado con metalicidad similar a la solar. Con esto obtendremos unos valores que nos posibilitarán acercarnos al espectro de ambas estrellas. Los coeficientes que escogemos son:

D1=1,379, d2=1,702, d3=0,518 ± 0,039
E1=1,849, e2=1,536, e3=0,666 ± 0,045
F1=1,907, f2=1,654, f3=0,684 ± 0,684

Despejando las ecuaciones, logramos obtener los datos JHK de las dos estrellas separadamente (tabla 2).

Las magnitudes V calculadas a partir de estos datos son claramente más tenues que los datos que ofrecen GSC-2 y USNO A2. Esto ya es un claro indicio de que las fotometrías que ofrecen estos catálogos, como nos imaginábamos, son claramente conjuntas, sin diferenciar las dos fuentes. Para refutar esta suposición calculamos la magnitud conjunta suponiendo que los valores obtenidos de V en los cálculos anteriores son los reales, mediante la fórmula:

$$m_{AB} = m_B - 2{,}5 \log((2{,}512\ \hat{}\ (m_B - m_A)) + 1)$$

Introduciendo en esta ecuación los datos obtenidos en la tabla 2, m_A=15,296 y m_B=16,181, se obtuvo una magnitud conjunta de 14,898. Un resultado muy similar al listado en el catálogo USNO A-2, aunque casi una magnitud más débil que el catálogo GSC-2. Creemos que se demuestra que nuestra aproximación ha sido buena, al igual que las fórmulas de conversión utilizadas entre las dos fotometrías utilizadas, teniendo en cuenta los márgenes de error e incertidumbre asumidos.

	A	B
V (GSC-2)	14,015	
V (USNO A2)	14,986	
J	13,054	13,212
H	12,420	12,368
K	12,281	12,188
V-K	3,015	3,992
B	16,569	17,622
V	15,295	16,181
I	13,841	14,228
B-V	1,274	1,441
V-I	1,455	1,953
V-R	0,520	0,893
I-J	0,787	1,016
I-K	1,560	2,040
MAGNITUD TOTAL SISTEMA		14,898
Esto demuestra que la fotometría de los catálogos es conjunta.		

Tabla 2. Magnitudes BVI, JHK (estimada a partir de los datos SDSS), B-V y V-I .

Movimientos propios

Mención aparte la constituye la determinación de los movimientos propios de las dos componentes, dato fundamental para poder esclarecer el espectro y si comparten un movimiento propio común ambas estrellas por la Galaxia.

Disponemos de tres datos, y ninguno es consistente entre ellos.

USNO- B1.0	mp AR	20
	mp Dec	30
PPMXL	mp AR	22
	mp Dec	5,9
UCAC-3	mp AR	-45,6
	mp Dec	-62,9

Tabla 3. Movimientos propios del sistema en los tres catálogos consultados.

Como puede apreciarse, incluso uno de ellos, UCAC-3, marca un mp totalmente contrario a los otros

dos, PPMXL Y USNO-B1.0. Así que no quedó más remedio que recurrir a todas las placas posibles, con el intervalo temporal más amplio, para poder realizar gráficas donde se mostrara el posible desplazamiento en AR y DEC *versus* tiempo de ambas estrellas. De esta manera podremos calcular, de forma muy aproximada, los movimientos propios en AR y DEC de ambas componentes, y obtener los vectores para estar seguros de que ambas estrellas, al menos, se desplazan conjuntamente por el firmamento, o en caso contrario, descartar el par por ser meramente dos estrellas que se unen en la línea visual, pero que viajan por la Galaxia en direcciones distintas (a falta de calcular los módulos de distancia que posteriormente haremos).

Para medir tales posiciones se tomaron las siguientes placas, y en aquellas en las que las posiciones eran inciertas, se midieron haciendo uso del software *fv* (`http://heasarc.gsfc.nasa.gov/ftools/fv/`), con las herramientas *Make Contour* e *Image Probe*; también se utilizó el software *Astrométrica* (Herbert Raab) allí donde fue posible. Las posiciones del SDSS para las dos estrellas se utilizaron tal cual, y en algunas de ellas detectamos errores que perturbaron los datos como se puede observar en las gráficas (desconocemos a qué han sido debidos los errores de posición).

Las imágenes utilizadas fueron extraídas a partir de DSS, SDSS y 2MASS, y se midieron placas POSSII-O, POSSII-E, 2MASS y SDSS-DR7 y SDSS-DR8 (línea temporal total 51,18 años). También utilizamos una medida actualizada proporcionada por Rafael Benavides (comunicación privada) de época 2012,290 en amable respuesta a nuestra petición expresa.

Realizando una tabla con las posiciones en AR y DEC de ambas componentes en una línea temporal total de 59,26 años, obtuvimos los movimientos en AR (AR vs (t)), DEC (DEC vs (t) y movimientos propios de ambas estrellas (AR vs DEC) con lo que pudimos obtener los movimientos propios en "/año (figuras 5 a 9, página siguiente), los movimientos propios reducidos de cada una de ellas y los módulos de ambas componentes. Y, lo más importante, el movimiento conjunto de ambas que coincide, de forma bastante aproximada, con el movimiento que se presenta en el catálogo USNO-B-1.0, lo que vuelve a reforzarnos en la idea primera de que, al igual que la fotometría, los movimientos propios que se muestran en este catálogo son conjuntos.

De hecho, si calculamos las posiciones medias de las dos componentes en la línea temporal anteriormente expuesta, vemos que coincide bastante con los datos ofrecidos, un indicativo de que el método y los datos escogidos y tabulados están en la dirección correcta, y que es el dato del USNO-B1.0 (que por otro lado lista el menor error en la medida) el que nos está dando el movimiento propio y dirección del sistema conjuntamente.

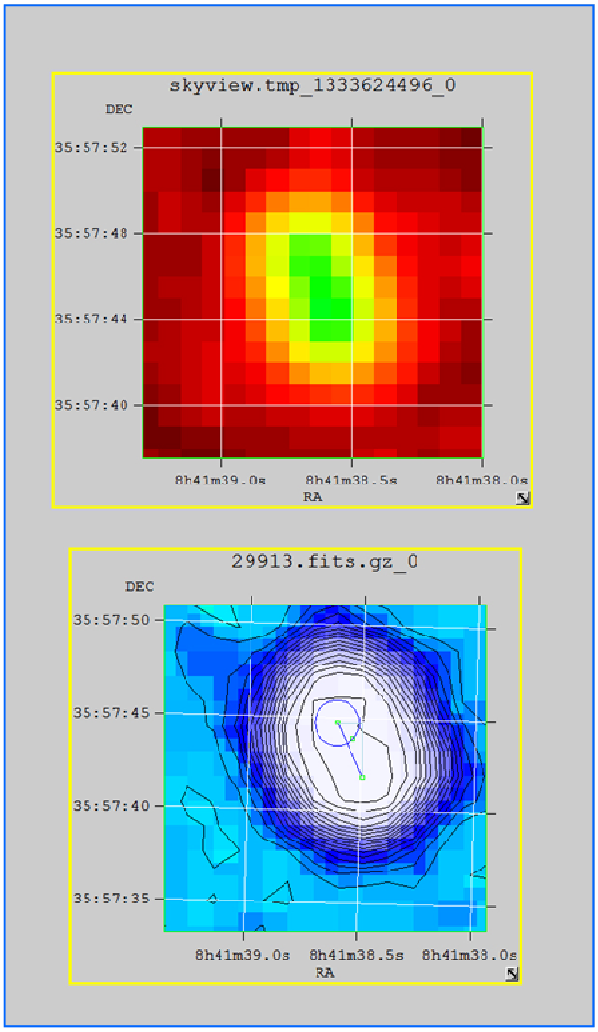


Figura 4. Imágenes de *fv* con *Make Contour Map* e *Image Probe* (NASA/HEARSAC).

El análisis de las figuras anteriores nos indica claramente que ambas estrellas están desplazándose por el espacio de manera conjunta, ya que las ecuaciones de ajuste son muy similares (valores de correlación de R = 0,92 Y R = 0,94 para ambas componentes en AR, y R = 0,87 en DEC para la componente A, y R = 0,90 en DEC para B), al igual que las pendientes de ambas. Este dato nos dice que, al menos en principio, podemos adelantar que estamos antes dos componentes de movimiento propio común (MPC).

Además, si analizamos los valores de movimiento propio de cada una de ellas, vemos que son claramente similares (figura 9). Este también es un dato de conexión física a tener en cuenta.

De esta manera, los movimientos propios en milisegundos de arco por año (msa/año) son, para las dos componentes, la media y para el sistema conjunto:

	A	B
MP RA	15,19	22,48
MP DEC	30,37	27,00

Tabla 4. Movimientos propios calculados para el sistema.

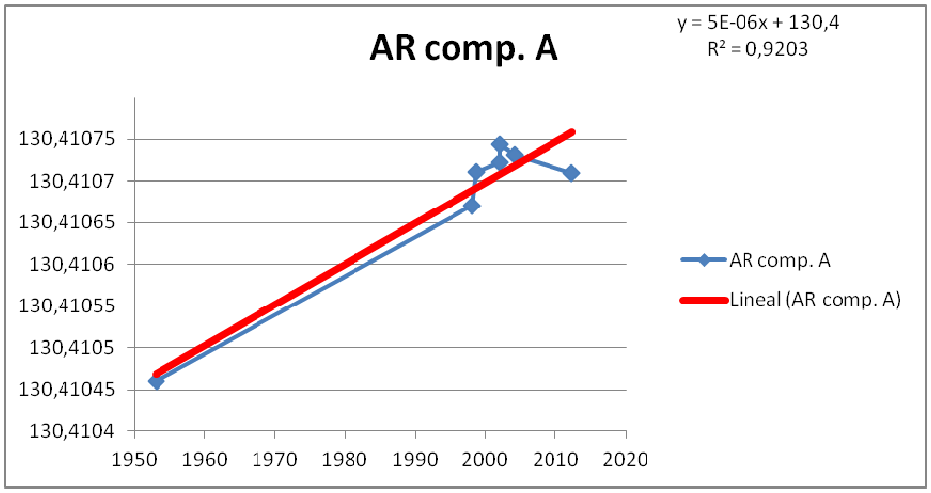


Figura 5. Gráfica de movimiento en las coordenadas AR de la componente A medida en el tiempo en las placas nombradas en el texto. Se ha aplicado un ajuste por mínimos cuadrados. El eje Y representa las coordenadas y el eje X el tiempo. Esto es válido para todas las demás gráficas.

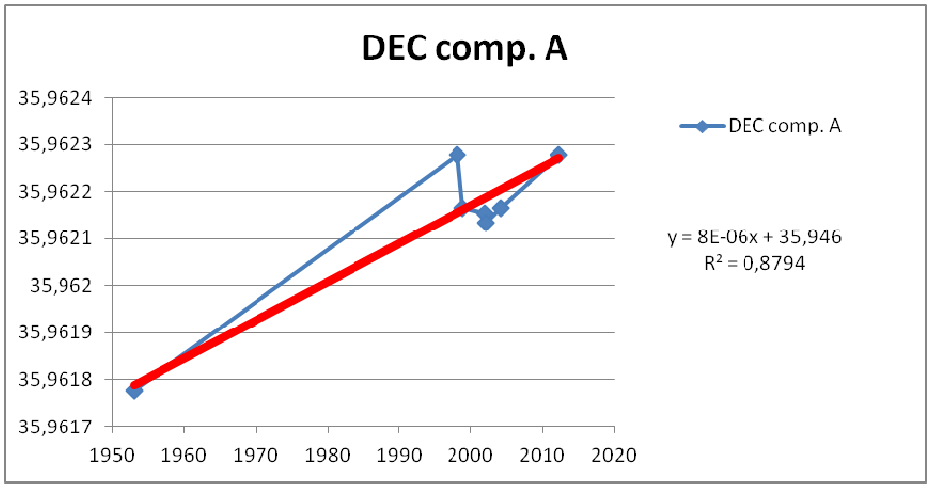


Figura 6. Gráfica de movimiento en las coordenadas DEC de la componente B medida en el tiempo en las placas nombradas en el texto. Se ha aplicado un ajuste por mínimos cuadrados.

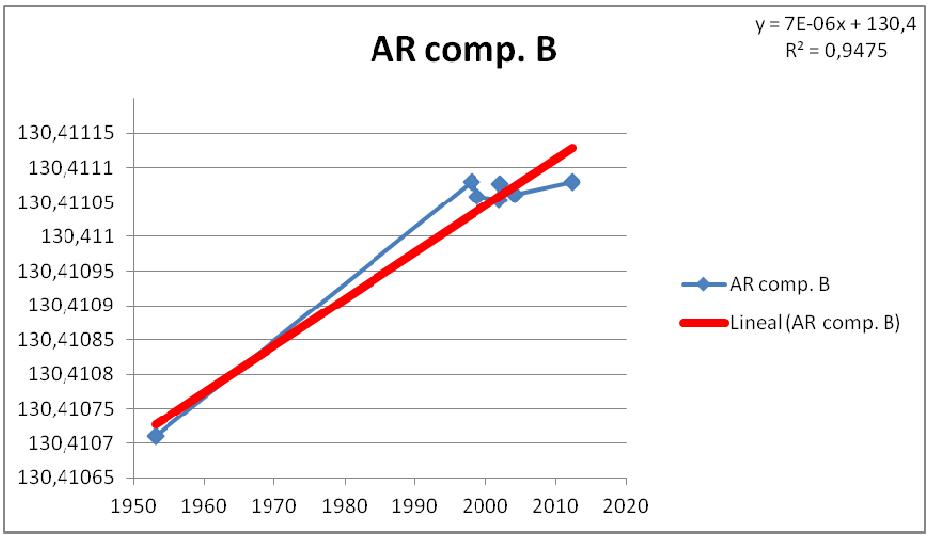


Figura 7. Gráfica de movimiento en las coordenadas AR de la componente B medida en el tiempo en las placas nombradas en el texto. Se ha aplicado un ajuste por mínimos cuadrados.

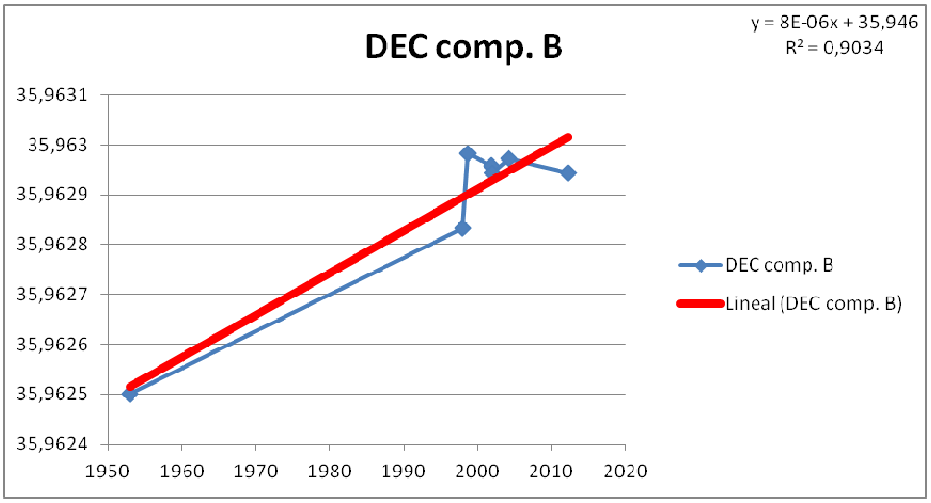


Figura 8. Gráfica de movimiento en las coordenadas DEC de la componente B medida en el tiempo en las placas nombradas en el texto. Se ha aplicado un ajuste por mínimos cuadrados.

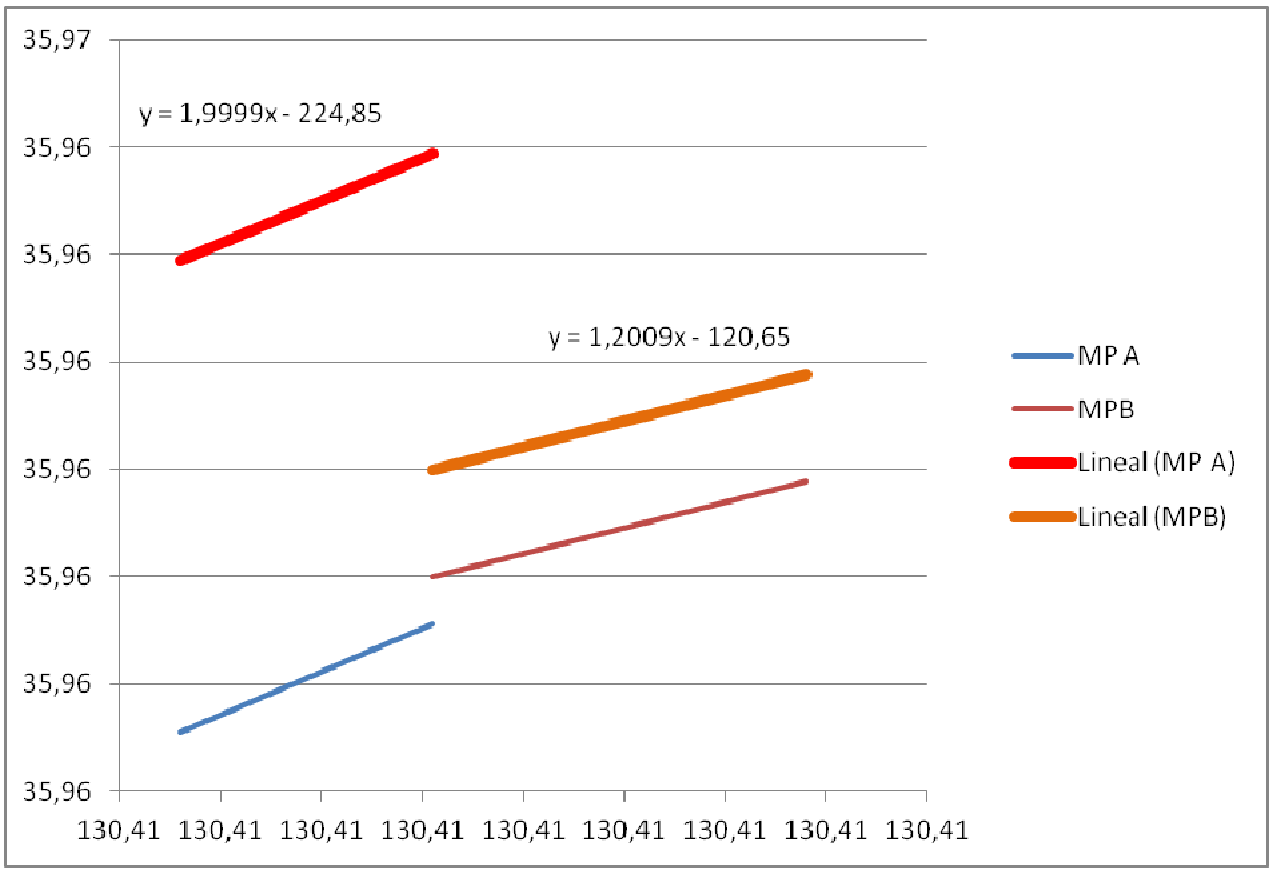


Figura 9. Movimientos propios en RA/DEC de ambas estrellas. El Eje Y representa las coordenadas DEC y el eje X las coordenadas RA.

El movimiento propio total para la componente A es de 34 msa/año y para la componente B, 35 msa/año, como puede verse, muy similares, y con alta probabilidad de ser binarias de movimiento propio común (según el criterio de Halbwachs (1986), estamos ante un par de movimiento propio común).

Espectro y distancia fotométrica

Hemos llegado a este punto con todos los datos que hemos podido extraer de la literatura y diferentes conversiones, y de los movimientos propios de cada componente, así como del movimiento propio conjunto. Ahora, intentaremos hacer una estimación del espectro de ambas componentes.

Por medio de la distribución de energías en las bandas BVI (obtenidas por conversión Bilir *et al*., 2007), JHK (2MASS y conversión Bilir *et al*., 2007) obtenemos utilizando una hoja Excel programada a tal efecto (Rica, comunicación privada; Rica, 2005; Masa, 2005) un espectro K6V para la componente principal, con una correlación excelente (figura 10, página siguiente). Para la componente secundaria, la cosa es algo más complicada.

Los flujos BVIJHK dan un espectro M1V. Los flujos en J y H (representando los valores de conversión hallados anteriormente) son los que difieren en este caso. Si sustituimos el valor K originario de la fotometría 2MASS, el espectro es M1,5V (ver figura 11, página siguiente). Se impone utilizar otros métodos espectrofotométricos para validar y acotar lo máximo posible el espectro.

Vamos a utilizar varias fórmulas para intentar dilucidar este problema. Atendiendo al método que desarrolla Masa (2007), utilizaremos la fórmula de conversión de Karaali *et al*. (2005) para derivar la magnitud absoluta en función de la magnitud en banda *g* (SDSS),

$$Mv = 0{,}9972\ (Mg) - 0{,}046$$

Además, Bilir *et al*. (2005) proponen otra ecuación de conversión que calcula Mg en función de la relación de los colores (g – r) y (r – i):

$$Mg = a\ (g - r) + b\ (r - i) + c$$

Utilizamos los mismos valores de coeficientes a, b y c que se presentan en el mismo trabajo, (5,791; 1,242; 1,412, respectivamente).

En otro trabajo muy interesante acerca de los tipos espectrales K5-M8, Henry *et al*., (1994) desarrollan, a partir de una muestra de 77 objetos dentro de una distancia de 8 pc del Sol, una fórmula polinómica que, representada en una escala, nos da el espectro con

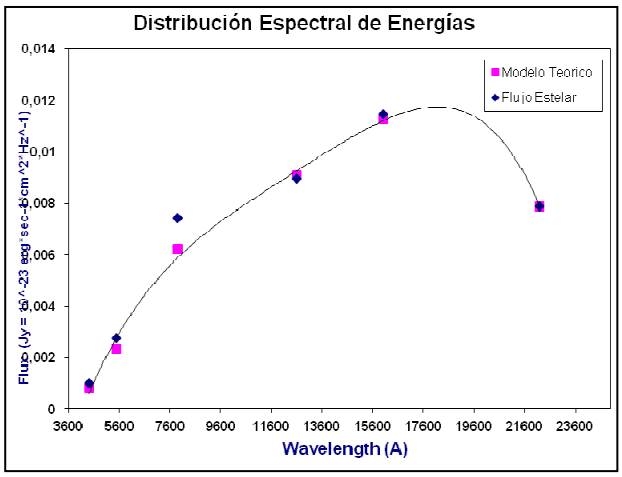


Figura 10. Componente A: espectro K6V.

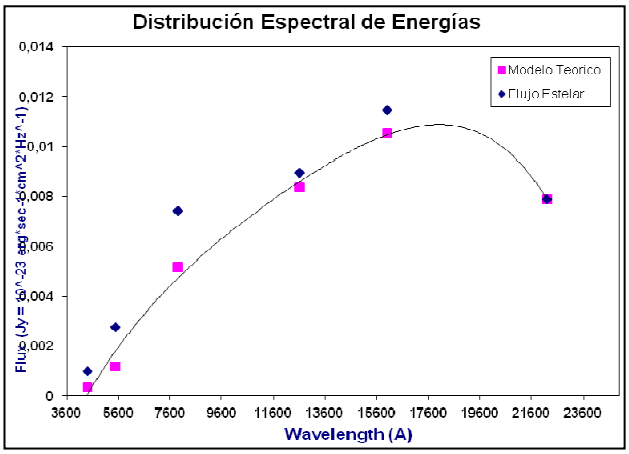


Figura 11. Componente B: espectro M1V-M1,5V.

gran aproximación. La escala comienza en -4 y termina en 9. Los resultados de la ecuación de segundo grado se gradúan de la siguiente manera: K5V tiene un valor ST=-2, K7V=-1 y a partir de ST=0, la clase espectral sería M0V (ST=0), M1V (ST=1), etc., hasta M7V. La incertidumbre en este caso es de ± 0,5 clases espectrales.

$$Mv = 0{,}101(ST)^2 + 0{,}596\ (ST) + 8{,}96$$

Sustituiremos el valor Mg en la segunda ecuación en la ecuación primera, y a partir de ahí, despejar el valor ST.

Bien, los valores obtenidos son para la componente B, M0/M1V. Más adelante, recurriremos a otro método, indirecto, para intentar calificarla mejor. Y es que, las estrellas de clase M son estrellas todavía mal comprendidas, debido a la temperatura más baja en sus atmósferas que hace que los modelos tengan dificultades en elaborar datos fiables. De hecho, todavía hoy constituye un reto la modelización de estrellas con masas por debajo de las 0,6 masas solares. Estas estrellas presentan zonas convectivas muy amplias y fotosferas relativamente frías, que hacen que determinadas especies atómicas formen iones que absorben longitudes de onda determinadas (especialmente TiO, Li y formación de moléculas de polvo de hidrocarburos complejos en las zonas más frías de la cromosfera, además de vapor de agua y especies moleculares del hidrógeno), haciendo que la caracterización de fotometría no sea todo lo precisa que fuera deseable, y contribuyendo al error en los modelos de atmósferas estelares entre el rango de 0,6 masas solares a 0,08 masas solares (Legget, 1992; Popper, 1993; Henry *et al*., 1994; Chabrier *et al*., 1996; Henry *et al*., 1997; Delfosse *et al*., 2000; Grenon *et al*., 2003; Quinn *et al*., 2009). En estos rangos de masas, los colores (J-I) y (V-K) son los menos dependientes de las metalicidades y de los demás supuestos.

Como hemos señalado, utilizaremos las fórmulas desarrolladas por Legget (1992), Henry *et al*. (1997) y Henry *et al*. (2004) para intentar obtener la magnitud absoluta más fiable posible; acudiremos también por indicación de F. Rica (comunicación privada) a West *et al*. (2008) donde se hace una clasificación espectral a partir de los datos del SDSS; para el tipo espectral también utilizaremos los modelos de isócronas de Siess (1997 y 2000), que nos servirán orientativamente también para calcular la cronología de estas estrellas.

Clasificación espectral. Diagramas.

En el diagrama de Jones (1994), claramente las dos estrellas son enanas de la secuencia principal (MS). En el diagrama de Quin *et al*., (2009), que representa el movimiento propio reducido frente al color (g-i), las dos estrellas se sitúan como estrellas de disco, y según los diagramas de Lépine *et al.* (2003), son estrellas enanas de disco. Esta información nos será muy útil más adelante.

Calculamos, atendiendo Henry *et al.* (1997), los valores de magnitud absoluta; en su trabajo establece una serie de fórmulas aplicables a enanas rojas tomando como muestra 95 estrellas cercanas (< 10 pc) y varias tablas de Mv vs color, y considerando que el color (V-K) es mejor para estimar distancias que el más comúnmente utilizado (V-J); ambas estrellas parecen pertenecer al disco viejo, por lo que utilizaremos el color V-J, así como los coeficientes que aparecen en este trabajo, con un margen de error del 16%:

$$Mv = -0{,}13606(V\text{-}J)^2 + 3{,}48565\ (V\text{-}J) + 0{,}04399$$
$$[2{,}54 \leq (V\text{-}J) \leq 7{,}60]$$

Obteniendo 9,194 para la componente B, en acuerdo con el tipo espectral deducido, lo que nos da un tipo espectral cercano a M0V.

Acudiendo al trabajo anteriormente expuesto en West *et al*. (2008), utilizando la fotometría *ugriz* del SDSS (la que más calidad tiene en este caso) y la ban-

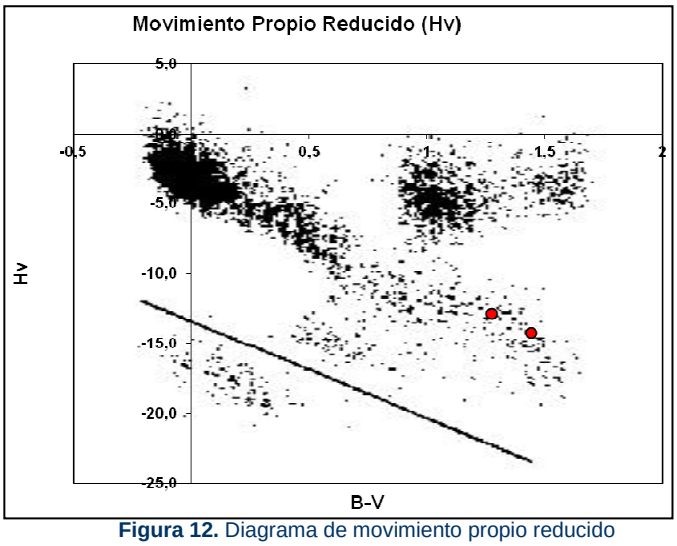


Figura 12. Diagrama de movimiento propio reducido (Hv) vs (B-V).

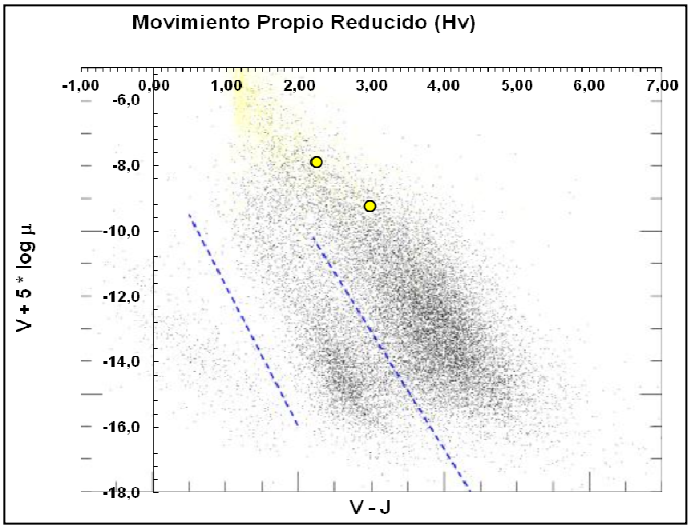


Figura 13

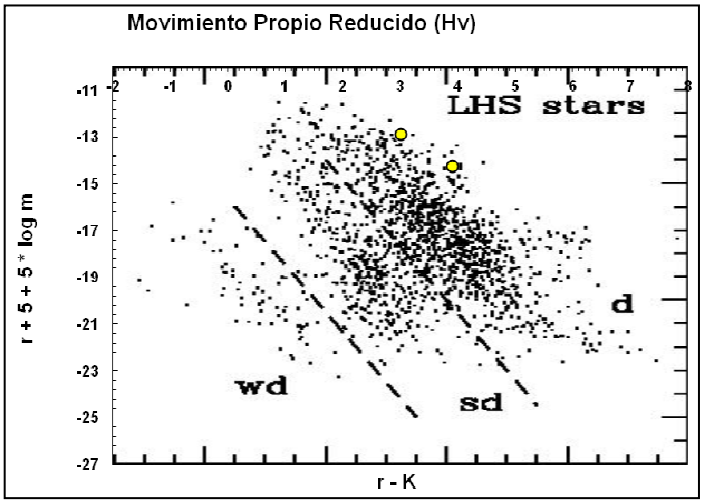


Figura 14

da J, mediante los colores (r-i), (i-z) y (z-J), obtenemos un tipo espectral más cercano a K9V (ligeramente por encima a M0V).

Como se puede ver, la clasificación espectral de la componente B resulta problemática, abarcando, como mínimo, una incertidumbre de 2 clases espectrales. Optamos, porque así los datos parecen indicarlo, y sobre todo porque la fotometría que nos ofrece el SDSS es más fiable, por una clasificación K9/M0, con una magnitud absoluta de 8,69. Ya hemos indicado que la clasificación espectral de las enanas rojas es bastante problemática debido a la complejidad de sus atmósferas, por lo que tendremos que esperar a mejores datos fotométricos para dilucidar adecuadamente el tipo espectral con la menor incertidumbre posible.

Los módulos de distancia calculados (Excel Rica) resultaron ser 7,28 para la componente A y 7,43 para la componente B, es decir, 286 y 305 parsecs de distancia respectivamente. Teniendo en cuenta que se admite un error del 18% en la estimación de las distancias a partir de las magnitudes absolutas según todos los trabajos profesionales, más el error en las conversiones fotométricas (16%) podemos estar ante dos estrellas que se encuentran a la misma distancia con una probabilidad del 99% (asumiendo un error total del 30%).

Enrojecimiento

Calculamos el enrojecimiento para las coordenadas del par y la latitud galáctica que presenta (36,93º) a través de los datos que nos suministra la página

`http://irsa.ipac.caltech.edu/applications/DUST/`

Este calculador de extinción da el resultado para toda la línea de visión, por lo que necesita un ajuste. Para ello utilizamos las ecuaciones de Przybylski (1978), obteniendo un valor de E(B-V) = 0,021. Ajustando los valores vemos que el tipo espectral no varía con este valor de enrojecimiento para las nuevas magnitudes V y los colores (B-V), manteniendo los cálculos anteriores.

Astrometría relativa

La obtención de la astrometría relativa del sistema, en cuanto a medidas históricas, fue tema complicado. Se hizo uso extensivo del software *fv* y sus herramientas *image probe y rule* sobre imágenes POSSII y 2MASS; gracias a la astrometría tomada por Rafael Benavides a una resolución de 0,38”/píxel el 16 de abril de 2012, cuya imagen se adjunta en la página siguiente, se pudo obtener una medida actualizada.

Finalmente, los datos recabados según el procedimiento expuesto se recogen en la tabla 5 (página siguiente).

El movimiento relativo de B con respecto a A (figura 16 y 17) presenta mucha incertidumbre, debido a la mala calidad de las placas que son incapaces de

Figura 15. Imagen del sistema tomada por Rafael Benavides, Res. 0,38"/píxel.

THETA	RHO	FUENTE	ÉPOCA
15,65	2,70	POSSIIO	1953,027
18,99	3,10	2MASSJ	1989,161
18,50	3,04	SDSSDR7	1998,7902
18,37	3,06	SDSSDR8	2002,0376
18,31	3,06	SDSSDR8	2002,1058
20,59	2,85	BVD	2012,290

Tabla 5. Mediciones del sistema. BVD corresponde a la medida realizada por Rafael Benavides en el Observatorio Posadas.

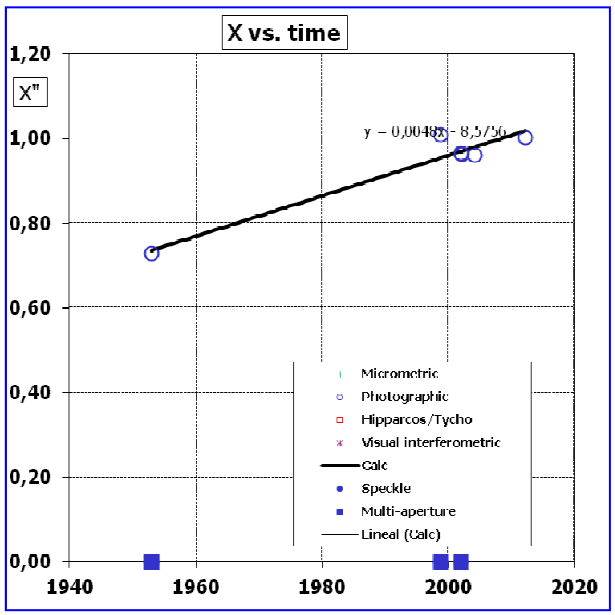


Figura 16. Movimiento en el eje X de la secundaria con respecto a la primaria en el tiempo. El eje Y representa el desplazamiento medido y el eje X la línea temporal. Todas las medidas fueron fotográficas sobre placas de los catálogos, a excepción de la última, sobre una imagen tomada por Rafael Benavides.

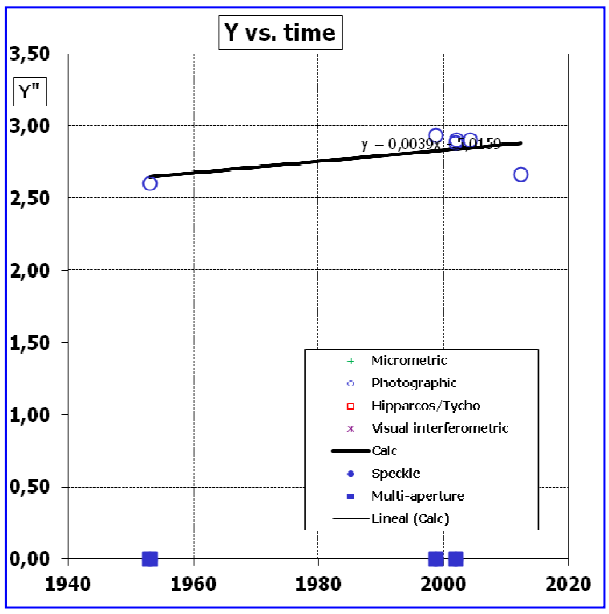


Figura 17. Movimiento en el eje Y de la secundaria con respecto a la primaria en el tiempo. El eje Y representa el desplazamiento medido y el eje X la línea temporal.

resolver el par adecuadamente por lo que la incertidumbre es bastante grande. Los datos fueron calculados a partir de la Hoja Excel Astronomía v 1.5 (Rica).

Los datos que fueron calculados son:

$\Delta\mu(\alpha)=4{,}77 \pm 0{,}64$ msa/año
$\Delta\mu(\delta)=3{,}92 \pm 2{,}73$ msa/año

Parámetros astrofísicos: temperatura efectiva, luminosidad, masas y radios

Como ya hemos comentado, las enanas K/M, a pesar de representar un buen número de la población estelar de la Galaxia, y de los vecinos del Sistema Solar, son las estrellas menos conocidas y más difíciles de representar en los modelos de evolución estelar. Muchos parámetros, incluida la Temperatura Efectiva, son todavía en buena medida difíciles de calcular, y la literatura al respecto es muy amplia.

Actualmente, el consenso más aceptado es que el rango de temperaturas se mueve en torno a 3700 K (M0V) a 2100 K (M7V). Teniendo en cuenta diversa literatura (Veeder, 1974; Jones, 1994; Legget, 2001) estimamos una temperatura para la componente B aproximadamente de 3600 K ± 150, teniendo también en consideración para acotarlo el color B-V y V-K.

Para la componente A estimamos una temperatura, en base a la clase espectral, de 4.100 K ± 150.

Para la corrección bolométrica utilizamos la expresión de Lang (1992) obteniendo los siguientes valores:

Componente A: -1,112
Componente B: -1,724

A partir de la fórmula para obtener la magnitud absoluta bolométrica, obtenemos

M_{bol}= Mv + BC
Componente A: 6,53
Componente B: 6,78

Con estos datos podemos calcular la Luminosidad, utilizando la ecuación

L=10^((4,75-Mbol)/2,5)

Obtenemos una luminosidad de 0,07 y 0,05 para las componentes A y B, respectivamente.

Para estimar la masa de la componente A, acudimos a la secuencia principal, obteniendo una masa de 0,70 masas solares. Hemos utilizado la fórmula que representa la masa con relación a la luminosidad ($L \propto M^{4,7}$) para aquellas de alrededor de 1 masa solar (hasta 0,6 masas solares). Para la componente B, el cálculo como siempre, es algo más complicado, y acudimos a

PARÁMETROS FOTOMETRIA	A	B
B	16,57	17,62
V	15,30	16,18
I	13,84	14,23
Mv	7,95	8,69
CB	-1,11	-1,72
M_{bol}	6,53	6,78
Espectro	K6V/K7V	K9V/M0V
Temperatura Efectiva		
log T_{eff}	3,61	3,56
T_{eff} ± 150K	4104,27	3650,88
Masas		
Masa(Sol=1)	0,79	0,52
Radios		
logR		
R(Sol=1)	0,76	0,40
Luminosidad		
L(Sol=1)	0,19	0,15
Gravedad Superficial		
log g(Sol=4,44)	4,57	4,94
Distancia(pc)	286,00	305,00
Movimiento propio (mas·año^{-1})		
μα	15,19	22,48
μδ	30,37	27,00
Movimiento relativo		
Δμα		4,77
Δμδ		3,92
Edad Aproximada (Gyr)	6,56	8,25
Tiempo de permanencia en la MS (Gyr)	10,75	12,75
Velocidades Galactocéntricas		
Tα	2	
Tδ	4	
Vt	4	

Tabla 7. Parámetros Astrofísicos de ambas estrellas (resumen).

Delfose *et al.* (2000), donde se estudian en profundidad estrellas enanas por debajo de 0,6 masas solares y se establecen fórmulas para su cálculo preciso a partir de diferentes medidas fotométricas. Utilizaremos las que se ocupan de las magnitudes en V, para el rango [9,17].

$$\mathrm{Log}(M/M_{sol}) = 0{,}001[0{,}3 + 1{,}87Mv + 7{,}6140Mv^2 - 1{,}6980Mv^3 + 0{,}060958Mv^4]$$

Con esta relación obtuvimos una masa para la componente secundaria de 0,52 masas solares.

Siguiendo adelante con los datos astrofísicos, calculamos los radios de las estrellas, revisando el cálculo de las masas. Para la componente A hicimos uso de la fórmula de Vandember & Bridges (1984) de acuerdo con el diagrama HR:

LogR= -0,0531 + 0,8824M/Mo

Obteniendo un valor de 0,76 radios solares. Para la componente B utilizamos dos fuentes, Popper (1980) y la anterior de nuevo Vandember & Bridge (1984). También utilizamos como confrontación los datos aportados en Demírcan & Kahraman (1989) en la que se revisan los coeficientes aplicados por Vandember & Bridge para estrellas con masas menores de

1,47 masas solares. Obtenemos datos muy similares: 0,40 y 0,43 radios solares respectivamente para la componente más débil.

Con estos datos, podemos también calcular la gravedad superficial de la estrella (Habets y Heinze, 1981), obteniendo para A un valor de 1,02 veces la solar, y para B de 1,10 la solar (aunque sus masas son inferiores al Sol, el menor radio hace que la gravedad superficial sea mayor. Este dato es importante para comprender y calcular las zonas convectivas de las estrellas y las presiones internas del núcleo).

Edad y metalicidad

A falta de que pasemos a calcular las velocidades galactocéntricas, si hemos sido observadores podemos ver que estamos ante dos estrellas enanas, viejas, de masas pequeñas, situadas –a primera vista- en el disco delgado de la Galaxia Vía Láctea. ¿Podemos calcular, aproximadamente, su edad?

Desgraciadamente, hay un índice que nos falta, y es el de la metalicidad de la estrella. Sin embargo, por aproximaciones de otro tipo podemos estimarla, y vamos a explicar de qué manera lo vamos a hacer.

Siess, en dos trabajos, (1997, 2000) presenta una herramienta para calcular algunos parámetros importantes de las estrellas, a través de isócronas (dos modelos, Siess (1997) y Kenyon & Hartmann (1995). En concreto, a través de su web, podemos "sintetizar" una estrella introduciendo determinados parámetros, uno de ellos, la metalicidad.

`http://www.astro.ulb.ac.be/~siess/WWWTools/Isochrones`

Sabemos que el Disco Delgado de la Galaxia presenta una metalicidad media [Fe/H] de -0,2, con rangos entre -0,5 < [Fe/H] <0,3. En concreto, la media es de 0,005 < z < 0,04. Introduciendo estos y otros datos, en el modelo, obtenemos que los parámetros que más se ajustan para nuestras estrellas son z = 0,04 y z = 0,03 (más metálicas que nuestro Sol, z = 0,02), dentro del Disco de la Galaxia (< 500 pc del Sol) y con una edad, aproximada, de 8,246 Ga (1 G-año = 10^9 años) como valor superior, y 6,556 Ga como valor inferior, es decir, de media, unos 3 Ga más "viejas" que nuestro Sol (edad media del Disco Delgado 10 Ga). El tiempo de permanencia total viene representado por la fórmula:

$$tms=M\text{^}-2{,}5tsp(sol)$$

Donde *tms* es el tiempo de permanencia en la secuencia principal y *tsp* el tiempo de permanencia en la secuencia principal del Sol.

Obtenemos un dato para A de 10,7 Ga y para B de 12 Ga, por lo que podemos estimar que ambas se encuentran ya en el 60% de su vida media.

Siguiendo con los modelos de isócronas de Siess y Kenyon & Hartmann, podemos ver también que los tipos espectrales que mejor se ajustan a los datos que hemos estado repasando en todo el trabajo es para la componente A K6V/K7V (más posiblemente ésta última) y para la componente B, K9V/M0V, con lo que, disponiendo de muy pocos datos de literatura, hemos podido acotar bastante los tipos espectrales de estas dos estrellas.

Valocidades galactocéntricas

El cálculo de las velocidades galactocéntricas es importante porque nos da una idea del movimiento de las estrellas por la Galaxia, indicándonos información valiosa sobre el espacio y la población a la que pertenecen. Ya hemos adelantado que, según la espectrofotometría, parecen pertenecer las dos estrellas del par estudiado al disco viejo, pero ahora, con el cálculo de las velocidades galactocéntricas (en km/s) tendremos un dato más para cotejar esta hipótesis.

Utilizaremos para ello la hoja Excel diseñada por Rica (comunicación privada) en la que usaremos las coordenadas en AR y DEC, los movimientos propios $\mu\alpha$ y $\mu\delta$ y la distancia en pársec calculada a partir de la fotometría. Para el cálculo de velocidades se utiliza el método publicado por Przybylski (1963). Los datos que calcula se refieren a la compañera del par considerada primaria.

Como no sabemos la velocidad radial, calculamos U, V y W a partir de un rango de velocidades, (-100 km/s a +100 km/s) que nos darán una idea bastante aproximada de a qué población pertenece y en qué zona de la Galaxia se mueve nuestro par. A partir de las gráficas de Eggen, Allan Sandage (que menciona en su trabajo un diagrama de Bottlinger) y Chiba & Beers deducimos que, efectivamente, parece que nuestro par pertenece al disco fino de la Galaxia, con casi total probabilidad.

Naturaleza del par: criterio probabilístico

Aplicando los criterios de Dommanget (1955), Peter Van de Kamp (1961), Aitken (1932), R. H. Curtis, Sinachopoulos (1992), Criterio de la Energía Mecánica Total y de Velocidad de Escape, estamos ante un par que no tiene relación física. Sin embargo, según los criterios Helmut A. ABT (1988), Wilson (2001), Close *et al.* (2003), estamos ante un par que sí presenta características de ser un par físico.

Según el criterio de Halbwachs (1986) y su revisión por Rica (2004) estamos ante un par de movimiento propio común, con una naturaleza indefinida. No obstante, el valor T (Rho/mu) que nos da es de 0,66, muy cerca del valor mínimo 0,70 para considerarla probablemente física.

Además de los criterios expuestos, podemos utilizar también, en estos casos en los que la naturaleza del par no está demasiada clara, otros criterios de base probabilística.

Ciardullo *et al*. (1999) en su trabajo *"A Hubble Space Telescope Survey for Resolved Companions of Planetary-Nebula Nuclei"* utilizan una ecuación para discriminar si los pares binarios de estrellas encontradas en las nebulosas planetarias pueden ser verdaderos pares físicos o son sólo víctimas del azar.

Acudiendo a una fórmula de distribución poissoniana, establecen un valor determinado para considerar el par como físico.

La fórmula es:

$$P=1-(1-\pi\rho^2/A)^N$$

Donde ρ es la separación angular para ambas componentes en segundos de arco, A es el área del cielo donde se realiza la búsqueda de estrellas más brillantes que la secundaria (expresada en la misma magnitud que ρ) y N es el número de estrellas encontrado. La expresión $\pi\rho^2$ da el área circular de búsqueda en el cielo con radio igual a ρ.

Este equipo profesional considera que cuando P ≤ 5% el par puede considerarse físico. No obstante, hemos considerado la revisión de este parámetro y hemos utilizado P ≤ 0,35% (Rica, 2007). El valor obtenido, para una campo de búsqueda de 2^o, ha sido P = 0,30% y para 5^o P = 0,29%, por lo que, según este criterio más restrictivo estamos ante una doble de naturaleza física.

Conclusión

A lo largo de este trabajo hemos estudiado este sistema binario con movimiento propio común y del que existen evidencias de que pueda ser un par físico. Hemos utilizado criterios de estudio y caracterización utilizada en estudios y trabajos profesionales para a partir de datos existentes en la literatura –escasos- intentar inferir las propiedades astrofísicas del sistema. Se trataría pues de dos estrellas de la Secuencia Principal, avanzadas en su cronología, pertenecientes a los tipos espectrales K6V/K7V y K9V/M0V situados prácticamente a la misma distancia y orbitando en el Disco Viejo de la Vía Láctea (< 500 pc), de metalicidad posiblemente más elevada (z = 0,03 ó 0,04) que nuestro Sol, compartiendo movimientos propios y con una probabilidad media de estar ligadas físicamente según los criterios aplicados, aunque es necesario realizar otras mediciones de astrometría relativa más precisas, así como fotometría en infrarrojo JHK. El uso de la fotometría *ugriz* del Sloan Digital Sky Survey (SDSS) ha sido esencial en este trabajo, además de ser la única de calidad.

El par será propuesto a Brian Mason como nueva doble con el nombre **SDN 2** para su inclusión en el WDS.

Agradecimientos

En este trabajo se han hecho uso de los siguientes catálogos y herramientas:

– Mantenidos por el Observatorio Naval de los EE. UU. : Washington Double Star Catalog (WDS), USNO-B1.0 y UCAC2.

– Catálogo GSC 2.2.

– Digitized Sky Survey (DSS), producido por Space Telescope Sciencie Institute bajo el US Government NAG W-2166. http://stdatu.stsci.edu/dss/

– Para este trabajo ha sido imprescindible el catálogo Sloan Digital Sky Survey (SDSS) en su versión DR7 y DR8. Los fondos para la creación tienen su origen en la Alfred P. Sloan Foundation, NASA, National Space Fundation, US Department of Energy, Japanese Monbukagakusho, Max Planck Society, Instituciones Participante (ARC) y el Higher Education Funding Council for England. http://www.sdss.org/

– Two Micron All Sky Survey (2MASS), proyecto conjunto de la Universidad de Massachusetts y el Infrared Procesing and Analysis Center/CalTech, fundado por la NASA y NSF.

– Se consultó The Astrophisics Data System con motivo de varios trabajos profesionales. http://adswww.harvard.edu/index.html

– Se hizo extensivo uso de la herramienta ALADIN bajo plataforma JAVA que permite la consulta interactiva de todos los catálogos, superponer entradas o archivos y estudiar de forma interactiva los datos de la literatura científica de cualquier parte del cielo, procedentes de SIMBAD, NED, VizieR. Se hizo uso así mismo de la herramienta VizieR para la consulta de los catálogos y de buscador de bibliografía del CDS de Estrasburgo. http://cdsbib.u-strasbg.fr/cgi-bin/cdsbib

– En este trabajo se modelizaron espectros estelares mediante el modelo de isócronas de Siess presentes mediante una herramienta interactiva a través de su página: http://www.astro.ulb.ac.be/Starevol/cgi/isochron.cgi

– Se utilizó para las medidas de AR y DEC, así como los ángulos de posición en placas antiguas, el software *fv* 4.2 facilitado por High Energy Astrophysic Science Archive Research Center (HEARSAC)en NASA/GSFC. http://hearsac.gfsc.nasa.gov/docs/software/ftools/fv/

– Se hizo uso del software *Astrométrica* para la reducción de datos sobre imágenes CCD, cuyo autor es Herbert Raab, disponible en http://www.astrometrica.at/

– Se utilizó el software *RhoThetaRAA* disponible en la página web de GEDRAA, en Argentina, para medir aquellas posiciones en las que era difícil medir los ángulos de posición. http://gedraa.redastronomica.com.ar/

– La imagen del sistema proporcionada por Rafael Benavides hizo uso para su astrometría del programa REDUC, diseñado por el doblista Florent Losse, que permite mediciones cuando las separaciones entre las componentes son verdaderamente pequeñas, permitiendo el uso de interferometría speckle y disponible en: `http://www.astrosurf.com/hfosaf/index.htm`

Gran parte del trabajo de caracterización y cálculo de parámetros ha sido posible gracias a la hoja de cálculo Excel *Astronomía_v1.5* programada por Francisco M. Rica, al cual quiero expresar mi agradecimiento por su generosidad en los consejos, orientación, guía y explicaciones, haciendo gala de una paciencia infinita, y un enorme conocimiento, inteligencia y generosidad.

De igual manera quiero expresar mi agradecimiento a Juan-Luis González Carballo por ser el "culpable" de haberme introducido en el mundo de las dobles, contestando mis balbucientes correos originales, respondiendo puntualmente a cada duda, y orientándome en todo momento. Todos sus conocimientos estuvieron a mi disposición de forma generosa.

A Rafael Benavides, por su siempre absoluta y desinteresada disposición a ayudar y restar tiempo de sus propias observaciones para corroborar todas las "alarmas" que me iban apareciendo, y por su enciclopédico conocimiento de técnicas CCD. Sus consejos sólo pueden ser seguidos al pie de la letra.

A Ignacio Novalbos y Edgardo Rubén Masa porque, sin saberlo, sus artículos me han servido de ayuda y guía en la elaboración de este mismo.

A Brian Mason del WDS por su presteza en la respuesta a cualquier requerimiento e importante –e imprescindible- labor en el mantenimiento del WDS.

Al Foro de Estrellas Dobles de la Asociación Hubble, a los compañeros que lo integran, por el compañerismo y el intenso intercambio de conocimientos.

Y finalmente a mi mujer Ruth, porque ella es la que más culpa tiene de haber retomado esta afición después de muchos años. Es imposible que pueda agradecerle todo lo que hace y ha hecho por mí en todo el tiempo del Universo. A mis dos hijas, Claudia y María, las "dobles" más hermosas que todo padre quisiera ver.

Referencias y bibliografía

Abt, H. A., 1988, Maximum Separations Among Cataloged Binaries, Astron.J., 331, 922-931.

Benavides, R; Rica, F; Reina E.; Castellanos, J.; Naves, R.; Lahuerta, L.; Lahuerta, S., 2010, New Wide Common Proper Motion Binaries, Journal of Double Star Observation, Vol. 6, nº1, p. 30.

Berriman, G. *et al*., 1992, Effective temperatures of M dwarfs, Astrophysical Journal, Part 2 – Letters (ISSN 0004-637X), vol. 392, no. 1, June 10, 1992, p. L31-L33.

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.

Brett, J. M.; Plez, B., 1993, Model Atmospheres and the T/eff Scale for M Dwarfs, ASTRON. SOC. OF AUSTRALIA. PROCEEDINGS V.10:3, P.250.

Brett, J. M., 1995, Opacity sampling model photospheres for M dwarfs. I. Computations, sensitivities and comparisons, Astronomy and Astrophysics, v.295, p.736.

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

Bilir, S.; Karaali, S.; Tuncel, S., 2005, Absolute magnitudes for late-type dwarf stars for Sloan photometry, Astronomische Nachrichten, Vol.326, Issue 5, p.321-331.

Bilir, S; Karaali, A; Cabrera-Lavers, Chonis, T.S; Gaskell, C.M., 2007,Mon. Not. R. Astron. Soc. 000, 1-11.

Caussade, A., 2004, Cálculo del diámetro de una estrella, http://www.armandocaussade.com/astronomy/diameter.html, software Diameter, (c) Armando Caussade.

Chabrier, G, Baraffe, I, Plez B. 1996, ApJ 459, L91.

Chiba, M. & Beers, T. C., 2000, AJ, 119, 2843.

Couteau, P., 1960, Contribution a l'étude du dénombrement des étoiles doubles visuelles, Journal des observateurs, volume 43, no 3, p. 52.

Cutri, R. N. *et al*., Explanatory to the 2 MASS Second Incremental Data Release. http://www.ipac.caltech.edu/2mass/releases/second/index.html

Delfosse, X.; Forveille, T.; Segransan, D.; Beuzit, J.-L.; Udry, S.; Perrier, C.; Mayor, M., 2000, Accurate masses of very low mass stars. IV. Improved mass-luminosity relations, Astronomy and Astrophysics, v.364, p.217-224.

Demircan, Osman; Kahraman, Göksel; 1989, Stellar Mass-Radius Relation, Commun Fac. Sci. Univ. Ankara, Serie B, V, 38 pp. 9-16.

Dithal, S; West, Andrew A.; Stassun, Keivan G.; Bochanski, John J.; Sloan Low-Mass Wide Pairs Of Kinematically Equivalent Stars (SLoWPoKES): A Catalog Of Very Wide, Low-Mass Pairs, Astron. Journal 139: 2466-2586, 2010.

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.

Dommanget, J.,1958, Les associations stellaires optiques parmi les étoiles doubles visuelles, Ciel et Terre, Vol. 74, p. 443.

Element and Heavy-Element Abundances, The Astrophysical Journal, 592:1173-1185, 2003 August 1.

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

Gerald, E. K. And Roach, F. E., 1988, The Distribution of (B-V) in Two Star Catalogs, PASP, 100, 90-96.

Grenon,M.,Pompéia,L.,Barbuy,B.,2003,Detailed A nalysis of Nearby Bulgelike Dwarf Stars. III.

Grocheva, E.; Kiselev A., 1998, ASP Conference Series, Vol. 145.

Habets, G. M. H. J.; Heintze, J. R. W., 1981, Empirical bolometric corrections for the main-sequence, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, vol. 46, Nov. 1981, p. 193-237.

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.

Hall, A., 1892, Notes on double stars (I) and (II), Astron. J., 12.

Henry, Todd J.; Kirkpatrick, J. Davy; Simons, Douglas A., 1994, The solar Neighbourhood, 1: Standard spectral types (K5-M8) for northern dwarfs within eight parsecs, The Astronomical Journal, vol. 108, no. 4, p. 1437-1444.

Henry, Todd J.; Ianna, Philip A.; Kirkpatrick, J.; Jahreiss, Hartmut, The solar Neighbourhood IV: Discovery of the Twentieth Nearest Star System, The Astronomical Journal, vol. 114, nº 1, p. 388-395.

Houdashelt, M. L.; Bell, R. A.; Sweigart, A. V., 2000, Improved Color-Temperature Relations and Bolometric Corrections for Cool Stars, The Astronomical Journal, Volume 119, Issue 3, pp. 1448-1469.

Johnson, Dean R.H.; Soderblom, David R.;1987, Calculating Galactic Space Velocities and Their Uncertainties, with an Application to the Ursa Major Group, , The Astronomical Journal, vol 93, nº 4, 864-867.

Jones, H. A. *et al*., 1994, An infrared spectral sequence for M dwarfs, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society vol. 267, no. 2, p. 413-4.

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

Kenyon & Hartmann, 1995, ApJS, 101, 117 .

Kirkpatrick, J. D., 1991, A standard stellar spectral sequence in the red/near-infrared – Classes K5 to M9, Astrophysical Journal Supplement Series (ISSN 0067-0049), vol. 77, Nov. 1991, p. 417-440.

Legget, S. K.; 1992, Infrared Colors of Low-Mass Star, The Astrophysical Journal Supplement Series 82:351-394.

Leggett, S. K.; Allard, F.; Geballe, T. R.; Hauschildt, P. H.; Schweitzer, Andreas, 2001, Infrared Spectra and Spectral Energy Distributions of Late M and L Dwarfs, The Astrophysical Journal, Volume 548, Issue 2, pp. 908-918.17.

Lepin, S., Shara, M. M. &.Rich, R.M., 2002b,AJ,124,1190. 2003, AJ 126, 921.

Lupton, R., 2005, Transformations between SDSS magnitudes and UBVRcIc, `http://www.sdss.org/dr4/algorithms/sdssUBVRITransform.html#Lupton2005`

Olin J. Eggen, 1969, "The Motions of the A Stars At The North Galatic Pole", PASP 81, 741E

Martin, V. Z., Handbook of Space Astronomy and Astrophysics, Ed. Cambridge University Press,

http://ads.harvard.edu/books/hsaa/

Masa, E. R., 2005, LDS 968 AB-C: The Distant Companion of HU 575, Journal of Double Star Observations, Vol. 1, no. 2, 50.

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, no. 1, 34-48.

Nelson, C. A. *et al*., 2002, A Proper Motion Survey for White Dwarfs with the Wide Field Planetary Camera 2, Ap. J., 573, 644.

Novalbos, I, 2010, Un Nuevo Sistema Binario en CrB, El Observador de Estrellas Dobles, nº 4, 22-31.

Novalbos, I.; 2011, Nueva Componente C para LDS 1737 (WDS 11360+7831), El Observador de Estrellas Dobles, nº 6, 66-72.

Pompéia, L; Barbuy, B.; Grenon, M.; 2002, Detailed Analysis of Nearby Bulgelike Dwarf Stars I. Stellar Paramaters, Kinematics, and Oxygen Abundances,The Astrophysical Journal 566, 845-856.

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

Popper, D. M, 1993, Main-Sequence G and K Stellar Masses, The Astrophysical Journal 404; L67-L70.

Przybylski A., 1978, Proc. Astr. Soc. Australia 3, 143.

Przybylski A., 1963, Acta. Astron. 13, 217.

Quin, D.P.; Smith, M.C.; 2009, A Strip Search for New Very Wide Halo Binaries, MNRAS, vol. 400, Issue 4, pp. 2128-2134.

Reid, I. Neill; Gizis, John E.; Kirkpatrick, J. Davy; Koerner, D. W., 2001, A Search for L Dwarf Binary Systems, The Astronomical Journal, Volume 121, Issue 1, pp. 489-502.

Rica, F. M., 2004, Circular Sección de Estrellas Dobles LIADA, 6, 23-26.

Rica, F. M., 2004, Circular Sección de Estrellas Dobles LIADA, 7, 32-34.

Rica, F. M., 2005, Circular Sección de Estrellas Dobles LIADA, 2, 11-12.

Rica, F. M., 2007, Determination of the Nature of Visual Double Stars Using Probability Theory, Journal of Double Star Observation, Vol. 3, no. 1, p. 21-26.

Rica, F. M., 2011, Determining the Nature of a Double Star: The Law of Conservation of Energy and the Orbital Velocity, Journal of Double Star Observation, Vol. 7, no 4, pp. 254-259.

Rica, F. M., 2011, New Common Proper Motion Pairs: FMR 18 and FMR 19, Journal of Double Star Observations, Vol. 7, no. 2, pp. 114-122.

Rice, Emily L.; Barman, T.; McLean, Ian S.; Prato L.; Kirkpatrick, J. Davy; 2010, The Astrophysical Journal Supplement Series,186:63-84.

Salim, S., Gould, A., 2000, ApJ, 539, 241.

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

Sandage, Allan, 1969, ApJ...158...1115 .

Siess, L.; Forestini, M; Dugados, C.; 1997, Synthetic Hertzprung-Russell Diagrams of Open Clusters, Astronomy and Astrophysics 324, 556-565.

Siess, L.; Dufour, E.; Forestini, M.;2000, An Internet Server for Pre-Main Sequence Tracks of Low- and intermediate- Mass Stars, Astronomy And Astrophysic, 358, 593-599.

Simons, A.D.; Henry, Todd J.,;Kirkpatrick, J. Davy; 1996, The Solar Neighbourhood III. A Near-Infrared Search For Widely Separated Low-Mass Binaries, The Astronomical Journal, Vol. 112, nº 5, p.2238-2246.

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.

Tinney, C. G.; Mould, J. R.; Reid, I. N., 1993, The faintest stars – Infrared photometry, spectra, and bolometric magnitude, Astronomical Journal (ISSN 0004-6256), vol. 105, no. 3, p. 1045-1059.

Tsuji *et al*., 1996, Dust formation in stellar photospheres: a case of very low mass stars and a possible resolution on the effective temperature scale of M dwarfs, Astronomy and Astrophysics, v. 305, p.L1.

Twarog, Bruce A.,1980, The Chemical Evolution of the Solar Neighbourhood I. A Bias-Free Reduction Technique and Data Sample, The Astrophysical Journal Supplement Series 44: 1-29.

Twarog, Bruce A, 1980, The Chemical Evolution of the Solar Neighbourhood II. The Age-Metallicity Relation and the History of Star Formation in the Galactic Disk, The Astrophysical Journal 242: 242-259.

Vandember & Bridges , 1984, ApJ 278, 679.

Veeder, G. J., 1974, Luminosities and temperatures of M dwarf stars from infrared photometry, Astronomical Journal, vol. 79, p. 1056-1072.

Wenger, M., Ochsenbein, F., Egret, D. *et al*., SIMBAD astronomical database, `http://simbad.u-strasbg.fr/`

West, Andrew A.; Hawley Suzanne L.; Bochanski, John J.; Covey, Kevin R.; Reid, I.Nell; Dhital, Saurav; Hilton, Eric J.; Masusa, M.;, Constraining The Age-Activity Relation For Cool Stars: The Sloan Digital Sky Survey Data Release 5 Low-Mass Star Spectroscopic Sample, AJ 2008, 135:785-795.

Worthey, Guy; Lee, Hyun-Chul; 2011, An Empirical UBV RI JHK Color-Temperature Calibration for Stars, The Astrophysical Journal Supplement Series 193: 1 (11pp).

Zacharias N. *et al*., 2009, VizieR Online Data Catalog, 1/315, `http://vizier.ustrasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=I/315`

Zacharias N. *et al*., 2010, AJ, 139, 2184.

Medición de 28 sistemas dobles con un refractor de 150 mm usando la técnica de *lucky imaging*

Double star measurements with a 6” refractor using lucky imaging

Rafael Benavides Palencia

■ Agrupación Astronómica de Córdoba (ESPAÑA), El Observador de Estrellas Dobles, OED

■ Correo-e: rafaelbenpal@gmail.com

En este trabajo se analizan los resultados obtenidos con un refractor de 150 mm de abertura F24 en un programa observacional de 28 sistemas dobles usando la técnica de *lucky imaging*.

In this paper we analyze the results obtained with a 6 inch refractor F24 in a program of 28 double stars using *lucky imaging*.

Introducción

A FINALES DE LOS AÑOS NOVENTA del pasado siglo adquirí un refractor acromático de 15 cm con el que observaba habitualmente. A pesar de su elevado cromatismo, era fácil alcanzar el límite de Dawes.

En el siglo XIX y de forma totalmente independiente tanto Sparrow como W.R. Dawes, después de realizar numerosas observaciones en estrellas dobles, llegaron a esta sencilla fórmula:

$$R = 11{,}6 / D$$

Donde R es el poder de resolución del instrumento en segundos de arco y D es la abertura en cm del objetivo del telescopio.

Para dicho telescopio este valor es de 0,77”. El criterio de Dawes es un parámetro estrictamente visual y define con gran exactitud el comportamiento de telescopios refractores de diámetros pequeños, inferiores a 30 cm, ante estrellas dobles de igual magnitud.

A principios de este siglo, con la llegada de la época digital en la obtención de imágenes y debido a lo aparatoso e incómodo que resulta dicho instrumento, lo desplacé por otros instrumentos más versátiles y compactos. Curiosamente, a medida que pasaba el tiempo aumentaban las ganas de volver a observar con él, fueron muchas las noches de observación donde alcancé desdoblamientos satisfactorios en estrellas dobles por debajo del segundo de arco de separación y

Figura 1. Primer plano del refractor Skywatcher 150 mm F8.

el recuerdo quedó siempre intacto en mi memoria.

Así que en el año 2011 empecé a pensar seriamente en habilitar dicho telescopio y ver qué resulta-

Figura 2. Detalle del tren óptico usado, por este orden se puede apreciar: extensor de color metálico acoplado al tubo principal, enfocador eléctrico, barlow 3x, cámara Luna-QHY IMG 0S Mono.

dos podía llegar a obtener con medios digitales.

El equipo

Como dijimos al principio, el telescopio es un refractor acromático Skywatcher de 150 mm de diámetro y focal de 1200 mm (figura 1, página anterior). Para alcanzar una mayor precisión en el enfoque y evitar vibraciones indeseables, se le ha adaptado un enfocador eléctrico que previamente va acoplado a un extensor del tubo, para así conseguir foco más fácilmente y dar mayor robustez a todo el conjunto. Esta adaptación fue ideada y desarrollada por Jaime Alemany (figura 2).

La cámara principal es la Luna-QHY IMG 0S Mono, que tiene el sensor CCD ICX204 con unos píxeles efectivos de 1024 x 768 y un tamaño de píxel de 4,65 µm x 4,65 µm.

El telescopio principal lleva acoplado el tubo guía de Lunático, que es un pequeño refractor de 60 mm muy rápido, con una distancia focal de apenas 230 mm. A este pequeño telescopio acoplaremos la cámara QHY-5 Mono, que lleva el sensor Mintron MT9M001 con unos píxeles efectivos de 1280 x 1024 y un tamaño de píxel de 5,2 µm x 5,2 µm.

Todo el conjunto descansa sobre una montura ecuatorial Losmandy G-11 equipada con el sistema Gemini. Para el trabajo que nos proponemos realizar es necesario tener la máxima estabilidad y precisión y esta montura nos garantiza los mejores resultados.

Después de probar varias configuraciones, la que nos dio resoluciones adecuadas que nos iba a permitir obtener los mejores resultados, fue acoplar una barlow Televue 3x a la cámara principal. La resolución obtenida fue de 0,238”/píxel.

Metodología

El objetivo principal será aplicar la técnica *lucky imaging* a estrellas dobles brillantes y bien conocidas por todos, buscando que estén por debajo de los 2” de separación, aunque no todas fueron tan cerradas.

Para dicho cometido necesitamos una cámara rápida, sensible y que nos permita trabajar con *subframes*. La Luna-QHY IMG 0S, a pesar de no tener el chip más sensible del mercado, es más que suficiente para nuestro cometido. La toma de imágenes se realizó con el software Maxim DL versión 4,58 que consigue justo lo que queremos: es muy rápido y permite trabajar con *subframes*, lo que es fundamental porque nece-

SISTEMA	MAGNITUDES WDS			EXP. (ms)
	A	B	C	
STF 73	6,12	6,54		60
STF 138	7,50	7,63		250
STF 162	6,47	7,22		100
STF 174	6,33	7,21		100
STF 202	4,10	5,17		30
STF 314	6,95		7,26	200
STF 333	5,17	5,57		40
STF 400	6,79	7,97		100
BU 533	7,55	7,74		90
STF 425	7,52	7,60		100
KUI 15	6,26	6,56		30
STF 644	6,96	6,78		90
STF 652	6,26	7,44		90
DA 5	3,56	4,87		10
STF 728	4,44	5,75		20
STF 729	5,71	6,74		60
STF 749	6,54	6,55		60
STF 774	1,88	3,70		20
STF 795	5,99	6,03		80
STF 919	4,62	5,00	5,39	20
STF 941	7,25	8,17		200
STF 948	5,44	6,00	7,05	30
STF 987	7,07	7,20		100
STF1029	7,47	7,95		200
STF1037	7,24	7,27		150
STT 186	7,71	7,93		250
STF1196	5,3	6,25	5,85	65
STF1291	6,09	6,37		70

Tabla 1. Tiempos de exposición en milisegundos según la magnitud de los sistemas observados.

sitaremos tomar una gran cantidad de imágenes por cada sistema.

Al trabajar a grandes resoluciones, ya que la relación focal asciende a F24, será imprescindible que nuestra montura tenga una función GOTO extremadamente precisa para localizar con éxito todos nuestros objetivos. Como esto no siempre será posible, un pequeño telescopio montado en paralelo nos será de gran ayuda. Esa será la función del pequeño tubo guía de Lunático y de la QHY-5 que no usaremos como tubo de guiado, si no como un buscador que nos permita centrar todas nuestras estrellas. Para ello previamente colimaremos ambos tubos lo mejor posible para que coincidan los campos de trabajo de cada uno de ellos. Con el software PHD Guiding y con la función *Coarse Grid* conseguiremos que todo el campo del tubo buscador aparezca con un retículo que nos ayudará todavía más a la hora de localizar y situar correctamente nuestras estrellas.

Una vez localizadas y centradas en el campo de la cámara principal, habrá llegado la hora de trabajar y obtener nuestras imágenes. Debido a que queremos reducir todo lo posible los efectos de la turbulencia, necesitamos trabajar con los tiempos de exposición menores que nos permitan una adecuada relación señal/ruido para las dos componentes de nuestro sistema. A modo de ejemplo y por si puede servir de orientación, estos son los tiempos de exposición en milisegundos que usé en función de las magnitudes de cada sistema observado (tabla 1).

Debemos tomar muchas imágenes, ya que la mayoría van a ser de muy mala calidad, por este motivo es fundamental trabajar con *subframes* y obtener un marco lo más pequeño posible en el cual situar nuestras estrellas. De este modo ganaremos en rapidez y espacio en nuestro disco duro. Dependiendo de la calidad de la noche y de la dificultad del sistema doble se pueden tomar entre 500-1000 imágenes por cada una de ellas.

Es muy curioso, pero el refractor se comporta totalmente diferente en la toma de imágenes. Visualmente la imagen suele ser muy nítida y estable, con la cámara la mayoría son de una calidad horrible, aunque alguna de ellas (en una proporción que oscila entre el 1 -5%) tiene un aspecto excepcional (figura 3, página siguiente).

Debemos tomar sistemas de calibración para cada noche que nos sirvan para calcular la escala de placa (resolución/píxel) y la orientación del chip en cada sesión de observación. En este tipo de sistemas tan observados y brillantes, incluso puede servirnos alguno de evolución muy lenta, donde apenas varíen sus parámetros en años de observación, que tenga alguna medición *speckle* muy reciente de gran precisión y se resuelva con facilidad en todas nuestras imágenes.

Reducción de medidas

Una vez tomadas todas las imágenes de nuestros sistemas dobles vendrá el trabajo propiamente de reducción. Para ello el software de elección ha sido Reduc v 4.5.1 diseñado por Florent Losse, gran doblista amateur francés bien conocido por todos nosotros.

Como dijimos antes, con nuestras estrellas de calibración obtenemos los parámetros básicos para nuestras mediciones: la escala de imagen con la configuración antes descrita fue de 0,238”/píxel.

La metodología que apliqué fue *lucky imaging*, ya explicada anteriormente en otros artículos. Ayudándome con las funciones *Best Of* de Reduc, seleccioné manualmente las mejores imágenes, a modo orientati-

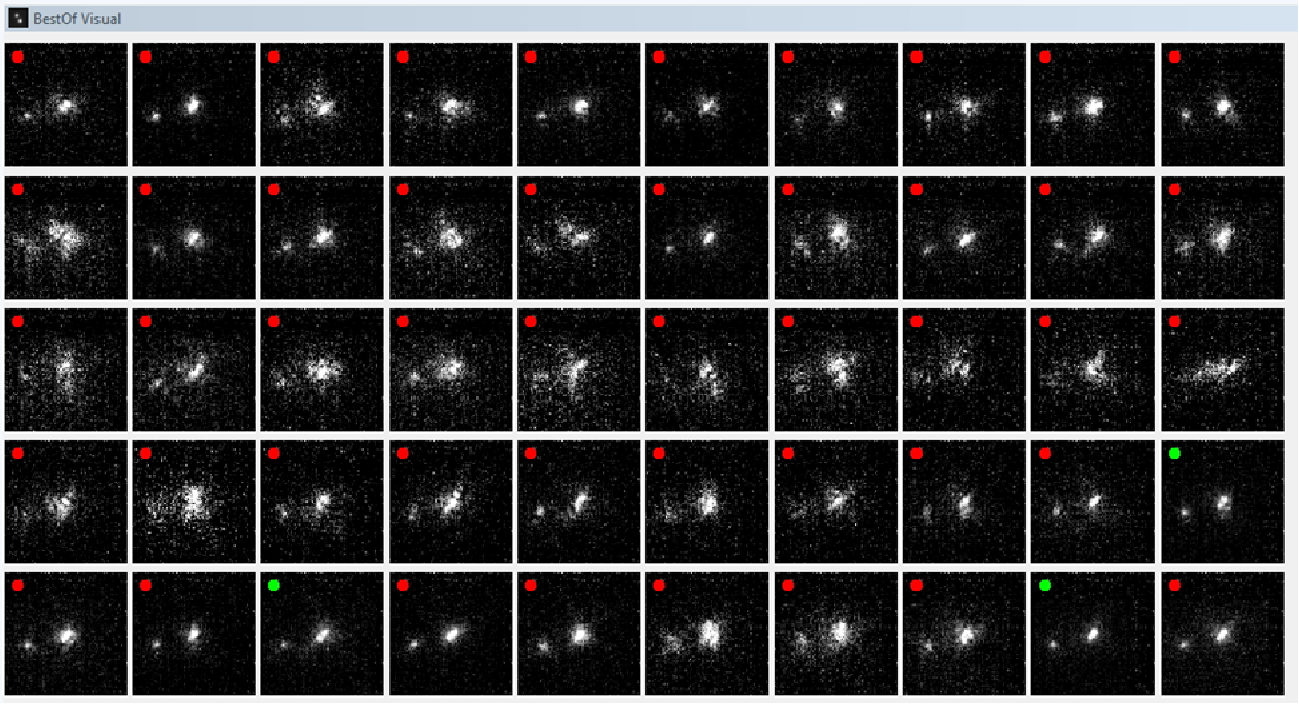


Figura 3. Aspecto general de una secuencia de 50 imágenes consecutivas escogidas al azar. Debido a la turbulencia, sólo hemos salvado 3 (las que presentan el círculo verde). Por norma general incluso se obtienen proporciones aún más bajas de imágenes válidas en una noche normal.

vo la proporción nunca pasa del 5% del total.

Al ser por lo general sistemas muy apretados tuve que usar la función la QuadPx para aumentar el tamaño de la imagen y medir todas las seleccionadas, una a una, mediante el algoritmo *Surface*.

Debido a la dificultad en medir algunos pares muy apretados y trabajar casi al límite, las desviaciones medias suelen ser más elevadas que cuando nos enfrentamos a parejas fáciles y bien separadas, aunque el resultado final suele estar en total acuerdo con observaciones recientes de estas binarias. Las medidas finales se listan en la tabla 3.

Como muchos de los sistemas observados son orbitales, hemos calculado los residuos (O-C) para comprobar si las efemérides se ajustan bien a nuestros resultados. Vemos que especialmente en rho (ρ) los resultados son muy concordantes (ver tabla 2).

Galería de imágenes

Todas las imágenes son el resultado de apilar las tomas seleccionadas en nuestras medidas, después se han ampliado al 150% para que puedan apreciarse con mayor facilidad. Debido a esto, algunas de peor calidad han perdido bastante puntualidad. Todas están a la misma resolución (páginas 96-98).

DESIGNACIÓN WDS	SISTEMA	COMPONENTES	O-C (θ)	O-C (ρ)
00550+2338	STF 73	AB	0,73	0,08
02020+0246	STF 202	AB	2,67	0,08
02592+2120	STF 333	AB	-1,19	0,05
03350+6002	STF 400	AB	-2,06	0,06
05308+0557	STF 728		-0,46	0,03
05371+2655	STF 749	AB	0,25	0,0
05407-0157	STF 774	AB	-1,30	0,28
06462+5927	STF 948	AB	-0,55	0,03
07128+2713	STF1037	AB	0,4	0,04
08122+1739	STF1196	AB	-0,47	0,05
08122+1739	STF1196	AC	-1,04	0,38

Tabla 2. Residuos O-C de los sistemas orbitales observados. Para theta (θ) el valor se ofrece en grados y para rho (ρ) en segundos de arco.

Agradecimientos

A mi buen amigo Juan-Luis González Carballo por todo su empeño y ánimo en que este trabajo saliese publicado.

A Jaime Alemany por todo su asesoramiento y buen hacer ante todos los problemas que le fui planteando, entre todos ellos destaca especialmente la modificación del refractor que menciono en este trabajo.

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

-Maxim DL versión 4,58: para la toma de imágenes. http://www.cyanogen.com/
-PHD Guiding versión 1,12,0: para un mejor centrado y localización de las estrellas dobles. http://www.stark-labs.com/phdguiding.html
-Astroart v 4,0 : para el tratamiento de imágenes. http://www.msb-astroart.com/
-Reduc versión 4,5,1: para la medida y apilado de los sistemas dobles. http://www.astrosurf.com/hfosaf/index.htm
-Guide 8.0. http://www.projectpluto.com/

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

Referencias

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

Benavides Palencia, R., 2011, Obtención de imágenes mediante Lucky Imaging, AstronomíA 145-146, II Época, 68-69.

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

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

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

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

Rica, F., 2008, Observación Imágenes Speckle, AstronomíA 109-110, II Época, 68-69.

TABLA 3. MEDIDAS DE LAS ESTRELLAS DOBLES OBSERVADAS.

DESIGNACIÓN WDS	SISTEMA	COMPONENTES	ÉPOCA	THETA	RHO	N*	NOTAS
00550+2338	STF 73	AB	2011,983	326,4	1,16	1	1
01360+0739	STF 138	AB	2011,093	59,5	1,74	1	
01493+4754	STF 162	AB	2011,983	198,4	1,90	1	
01501+2217	STF 174		2011,984	164,4	2,84	1	2
02020+0246	STF 202	AB	2011,984	265,8	1,85	1	3
02529+5300	STF 314	AB,C	2012,022	313,7	1,58	2	
02592+2120	STF 333	AB	2012,019	208,3	1,41	2	4
03350+6002	STF 400	AB	2012,060	266,1	1,57	1	5
03356+3141	BU 533	AB	2012,060	221,6	1,06	1	
03401+3407	STF 425		2012,021	59,8	1,89	2	
03520+0632	KUI 15	AB	2012,060	203,8	0,82	1	6
05103+3718	STF 644	AB	2012,009	221,2	1,67	3	7
05118+0102	STF 652		2012,022	179,8	1,68	2	
05245-0224	DA 5	AB	2012,010	77,7	1,83	3	8
05308+0557	STF 728		2011,981	44,2	1,32	2	9
05312+0318	STF 729	AB	2011,981	27,2	1,92	2	10
05371+2655	STF 749	AB	2012,022	320,9	1,17	2	11
05407-0157	STF 774	AB	2011,982	164,8	2,49	2	12
05480+0627	STF 795		2011,981	219,1	1,07	2	13
06288-0702	STF 919	AB	2012,148	132,5	7,12	2	14
06288-0702	STF 919	AC	2012,148	125,5	9,74	2	
06288-0702	STF 919	BC	2012,148	108,1	2,97	2	
06387+4135	STF 941	AB	2012,156	83,0	1,81	1	
06462+5927	STF 948	AB	2012,149	67,3	1,91	2	15
06462+5927	STF 948	AC	2012,149	307,6	8,76	2	
06541-0551	STF 987		2012,156	175,6	1,32	1	
07079-0441	STF1029		2012,142	25,8	1,61	1	
07128+2713	STF1037	AB	2012,156	308,4	1,02	1	16
08033+2616	STT 186		2012,142	73,8	1,04	1	
08122+1739	STF1196	AB	2012,142	29,5	1,14	1	17
08122+1739	STF1196	AC	2012,142	66,4	6,30	1	18
08542+3035	STF1291	AB	2012,156	310,4	1,55	1	19

*N = número de noches de observación

Notas

1. 36 Andromedae, situada a 127 años-luz. Sistema orbital con un periodo calculado de 167,507 años (Muterspaugh, 2010). Espectros G6 IV y K6 IV con una masa conjunta de 1,86 masas solares.

2. 1 Arietis.

3. Alfa Piscium, situada a 139 años-luz. Conocido sistema orbital con un periodo, aún muy impreciso, de 933 años (Scardia, 1983). Otra componente más débil y muy separada (TYC 40-236) posiblemente tenga también relación física.

4. Epsilon Arietis, situada a 293 años-luz. Sistema orbital muy preliminar con un periodo calculado de 1216 años (Rica, 2009).

5. En Camelopardalis. Sistema orbital con un periodo estimado de 244,52 años (USNO, 2000). Formado por dos estrellas de clase espectral F3 V y F9 V con una masa conjunta de 2,2 masas solares.

6. 31 Tauri. Situada a 149 años-luz.

7. En Auriga. Una de las dos componentes es binaria espectroscópica.

8. Eta Orionis, sistema alejado en torno a los 900 años-luz. Está formado por 5 componentes con una masa total de 50 masas solares.

9. 32 Orionis, situada a 289 años-luz. Hay dudas en cuanto a su naturaleza, ya que su movimiento es sensiblemente rectilíneo. No obstante hay una órbita calculada con un periodo de 613,69 años (USNO, 1999).

10. 33 Orionis.

11. En Tauro. Sistema orbital con un periodo provisional de 986,6 años (Scardia, 2007).

12. Zeta Orionis, sistema situado a 820 años-luz. Periodo muy preliminar de 1508 años (Hopmann, 1967). Pareja formada por estrellas O9.5Ib (24,8 masas solares) y B0 III (16,4 masas solares).

13. 52 Orionis, situada a 480 años-luz. Una de las componentes es binaria espectroscópica.

14. Beta Monocerotis.

15. 12 Lyncis, está situada a 229 años-luz. Cálculo orbital muy prematuro, con un periodo estimado de 907,6 años (WSI, 2006). La estrella C también está ligada físicamente al sistema.

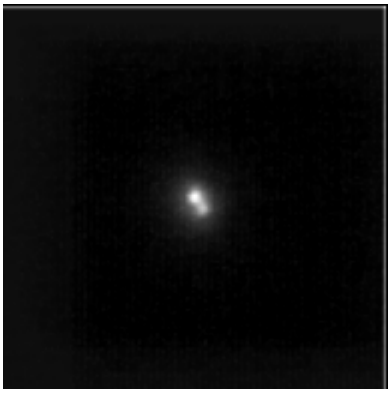
16. En Géminis, sistema cercano situado a 44 años-luz. Es una pareja orbital con un periodo calculado de 119 años (Soderhjelm, 1999). Ambas estrellas son de clase espectral F8 V.

17. Zeta Cancri AB. Conocido sistema situado a 83,4 años-luz. Órbita definitiva con un periodo orbital de 59,58 años (WSI, 2006). Espectros F7 V y F9 V.

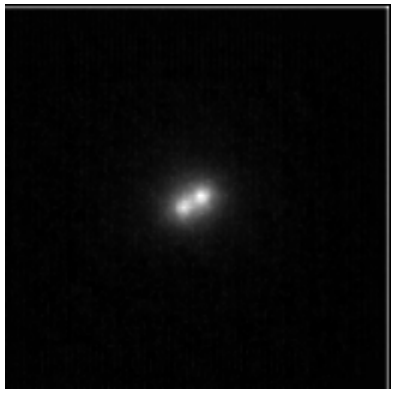
18. Zeta Cancri AC. Órbita muy provisional con un periodo estimado de 1115 años (Heinzt, 1996). Esta estrella C es también doble, ha sido resuelta mediante interferometría speckle infrarroja, por lo que el sistema es cuádruple.

19. 57 Cancri, situada a 365 años-luz. Espectros G7 III y K0 V.

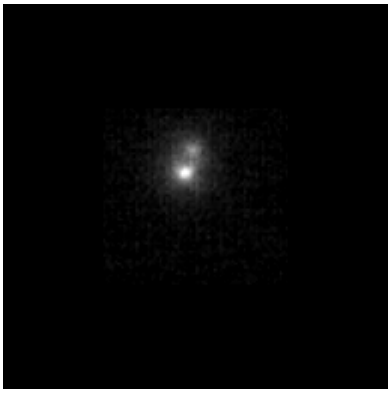
GALERÍA DE IMÁGENES



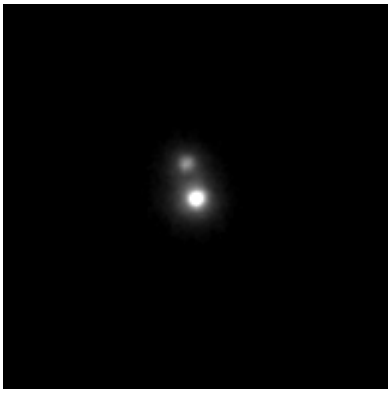
1. STF 73



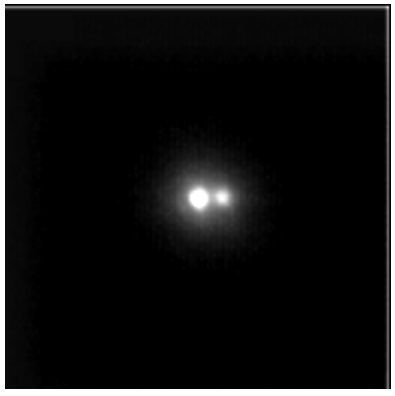
2. STF 138



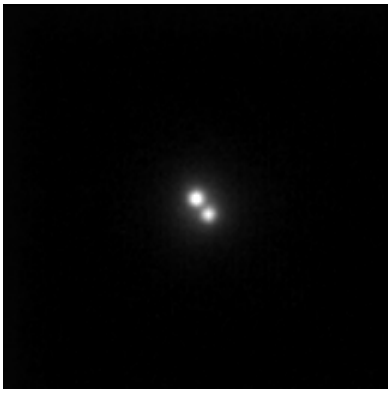
3. STF 162



4. STF 174

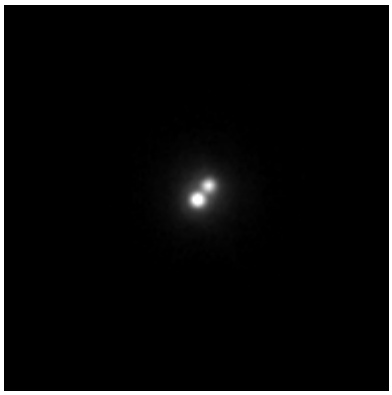


5. STF 202

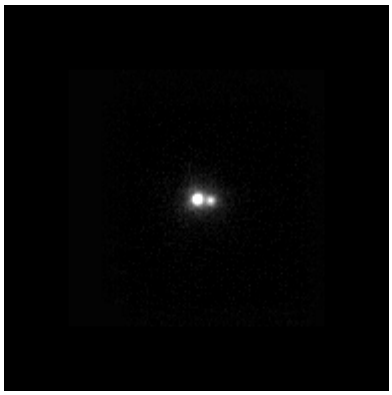


6. STF 314

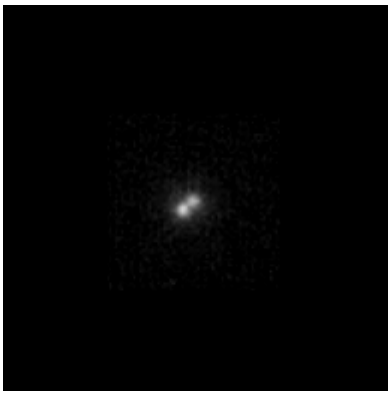
GALERÍA DE IMÁGENES (continuación)



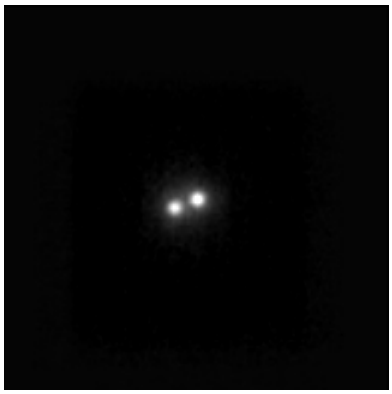
7. STF 333



8. STF 400



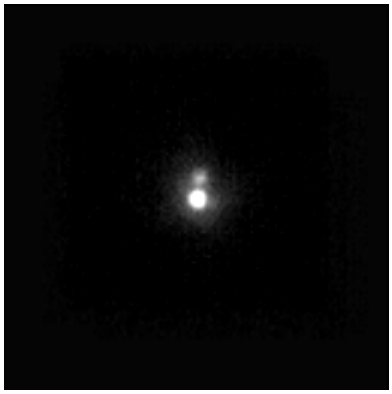
9. BU 533



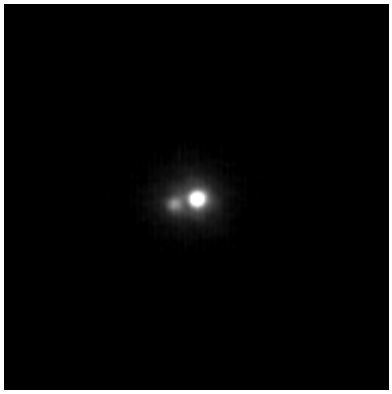
10. STF 425

11- KUI 15

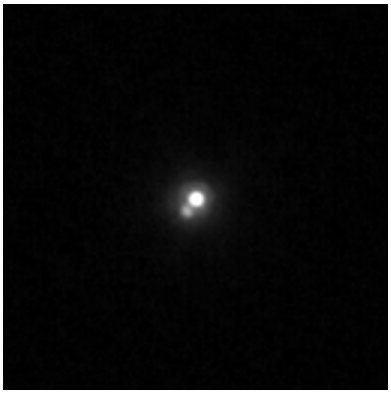
12. STF 644



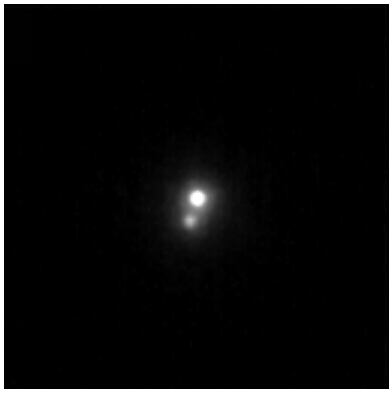
13. STF 652



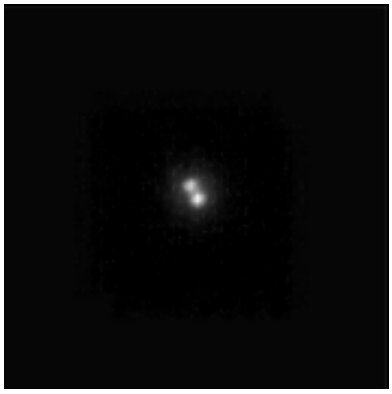
14. DA 5



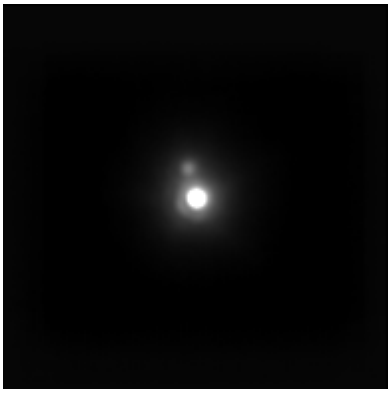
15. STF 728



16. STF 729



17. STF 749

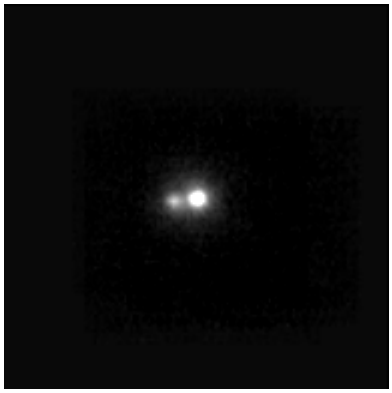


18. STF 774

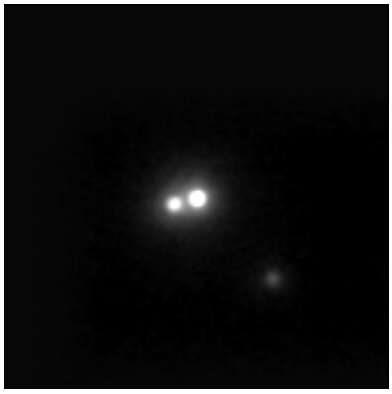
GALERÍA DE IMÁGENES (continuación)

19. STF 795

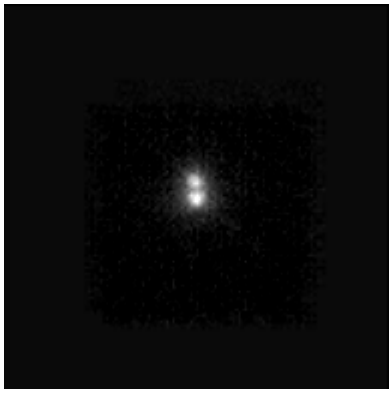
20. STF 919



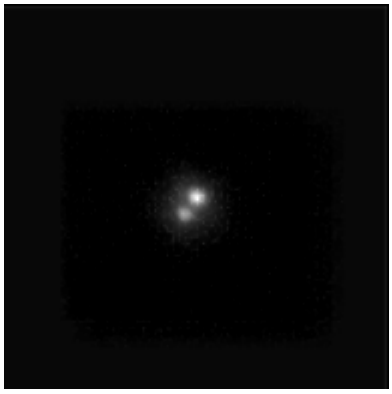
21. STF 941



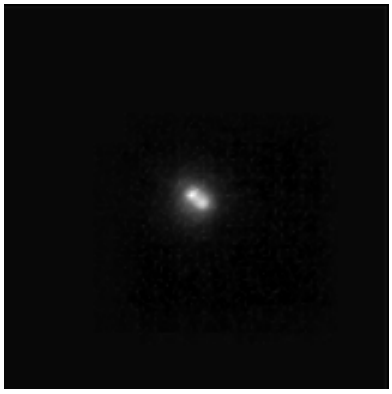
22. STF 948



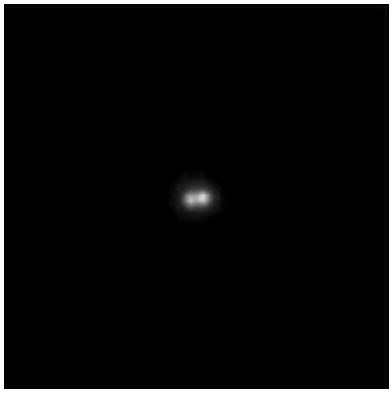
23 . STF 987



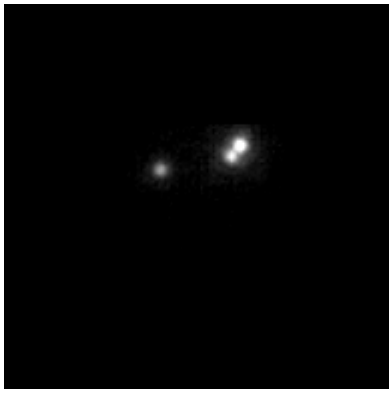
24. STF1029



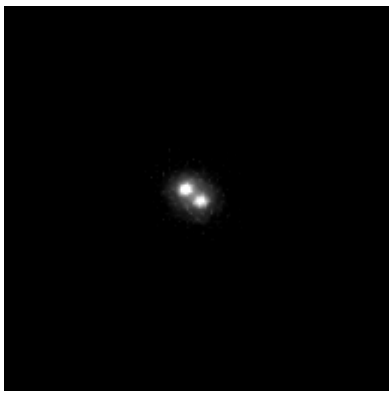
25. STF1037



26. STT 186



27. STF1196



28. STF1291

Descubrimiento de una nueva componente de LDS 243

Discovery of new component of LDS 243

Carlos Alberto Lasgoity

■ Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA), Grupo de Estrellas Dobles de la RAA, ARGENTINA

■ Correo-e: caalla50@yahoo.com.ar

Presentamos aquí una nueva componente para el sistema LDS 243, con la particularidad interesante de ser una estrella de magnitud similar y separación relativamente pequeña con respecto a la componente principal. Teniendo en cuenta, además, su importante movimiento propio común la hace en principio candidata a binaria.

We introduce here a new component for LDS 243 system, with the special interest of being a star of similar magnitude and relatively small separation with regard to the main component; considering in addition its important common proper motion, makes it a possible candidate to binary.

LDS 243 (WDS 08594-0240), es una de las muchas dobles candidatas a binarias de alto movimiento propio común (en adelante MPC) que fueran descubiertas y catalogadas por Luyten. En el caso del par número 243 nos encontramos con una doble que ha sido medida en su descubrimiento en 1920 y posteriormente en 1998.

Nueva componente como resultado de desdoblar la estrella primaria que provisionalmente denominamos LAS 2AC

En la placa digitalizada del DSS obtenida en 1952, ya se puede apreciar el aspecto levemente achatado de la componente principal. En placas correspondientes a la fecha de la segunda medición y posteriores comienza a ser desdoblada en dos componentes; así la presentan 2MASS, UCAC3 y más recientemente SDSS R7, que llega a presentar una eventual tercera integrante, aunque esta posibilidad no resulta muy convincente por el momento. El SDSS R8, en cambio, nos presenta un apretado grupo integrado por dos estrellas y dos galaxias de fondo que contribuyen a contaminar el área y hacer que las magnitudes y posiciones determinadas por ambos SDSS resulten diferentes para la misma de fecha de captura.

Mediante el empleo de Aladin se han comparado las placas de 1952 y 1996, componiendo una imagen RGB en la que se aprecia el importante movimiento propio común que tienen las componentes A y B, al tiempo que se puede observar que el achatamiento de la componente A parece desplazarse como un todo a la misma importante velocidad (figura 1, página siguiente).

No me ha resultado posible desdoblar ambas componentes de A sobre las placas digitalizadas empleando los habituales programas astrométricos, por esta razón los análisis que siguen, así como las conclusiones, resultan del empleo de datos obtenidos de diferentes catálogos: básicamente del 2MASS, UCAC3 y SDSS. Otros catálogos como CMC14 y GSC-2.3 no desdoblan la componente que nos interesa.

Sobre la imagen ampliada de la componente principal de LDS 243 (figura 2, página siguiente) se grafican las posiciones de las respectivas estrellas según 2MASS (rojo), UCAC3 (celeste) y SDSS R7 (amarillo). Se aprecia una posible tercera componente según el SDSS R7. Puede tratarse de una falsa lectura de C pues la placa correspondiente permite cierta duda (figura 4). Por otro lado, en la placa de 2MASS banda H, resaltando las espigas del secundario (figura3), parece que no deja dudas sobre la existencia de al menos dos componentes.

Complica un poco los análisis el catálogo 2MASS, dado que para la nueva componente -que hemos denominado C- presenta datos fotométricos para las magnitudes J y K dudosos y calificados como pobres por el mismo catálogo. Esto tendrá importancia en los análisis de doble color infrarrojo y en la correcta determinación del tipo espectral, incidiendo, entre

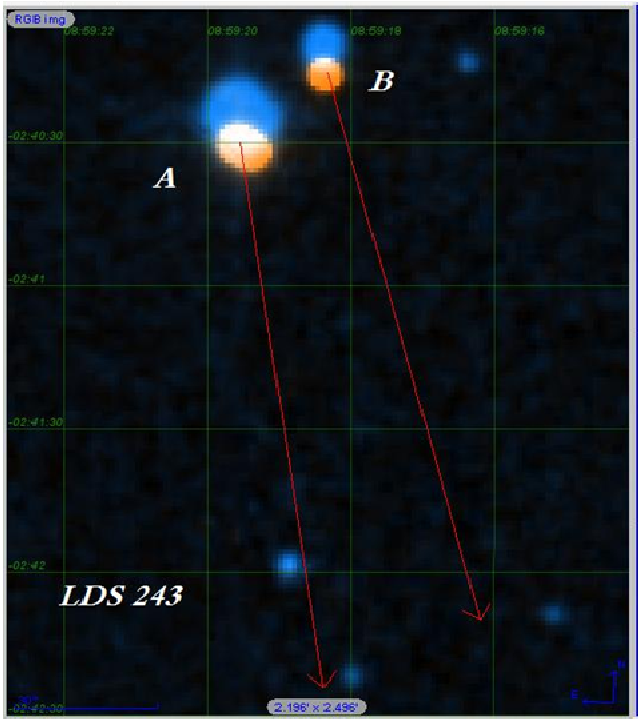


Figura 1

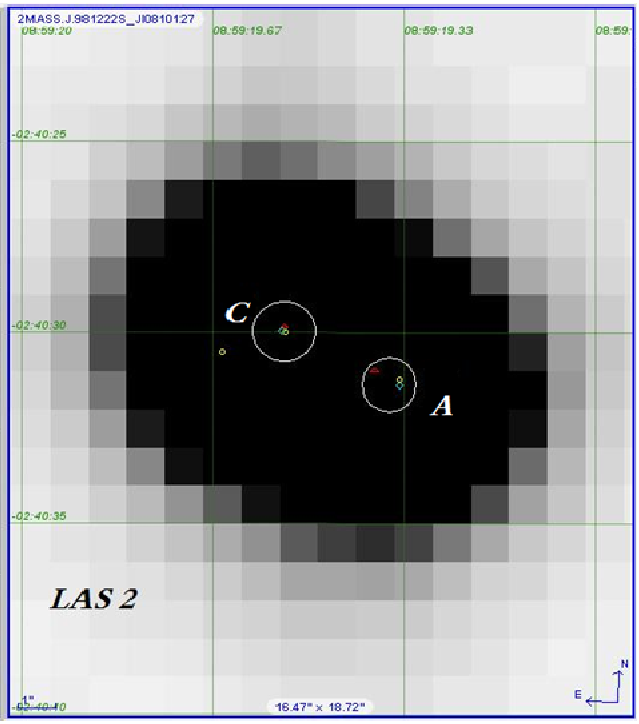


Figura 2

otros, sobre el cálculo de la distancia a que se encuentra esta estrella.

Identificación de las componentes y datos obtenidos de catálogos

En primer término nos planteamos cuál habrá sido la componente medida como A, tanto en 1920 como en 1998. En principio, según el WDS, parece no haberse registrado un movimiento relativo significativo (tabla 1).

Calculando la astrometría relativa en base a las coordenadas ofrecidas por el catálogo 2MASS (época 1998,974) y considerando que "A" es la estrella ubicada al sudoeste obtenemos los resultados reflejados en la tabla 2.

La coincidencia de la astrometría relativa de A - B, efectuada sobre placas de la misma época a la correspondiente a la segunda medición de LDS 243, nos sugiere la correcta identificación de la componente que fuera medida entonces.

WDS – LDS 243 A-B	θ	ρ
1920	315°	22,0"
1998	315°	22,3"

Tabla 1

LDS 243	Época	θ	ρ
A - B	1998,974	315,3°	22,25"

Tabla 2

Sin embargo, la componente de mayor magnitud visual es la que aquí denominamos C, lo que parece confirmar la placa mostrada en la figura 3 (página 102), donde las espigas del secundario nos identifican ciertamente dos estrellas y la ubicada al nordeste aparece como la de mayor magnitud.

Componentes del sistema y datos fotométricos de la literatura

La identificación e información correspondiente a las estrellas componentes se muestran en las tablas 3, 4, 5 y 6 (página siguiente).

Las fotometrías del SDSS R7, son reportadas como aceptables para las tres componentes, mientras que las del SDSS R8 son reportadas como buenas para las componentes B y C y como mala para la componente A, al tiempo que su captura es de época ligeramente anterior a las demás componentes. En definitiva, ante tales deficiencias en los datos, se optó por no utilizar estas fotometrías en el posterior cálculo de la magnitud visual.

Astrometría Relativa

A continuación mostramos la astrometría relativa para el sistema de acuerdo a las posiciones extraídas de 2MASS y de SDSS R7 (tablas 7 y 8, página 102). Los datos SDSS R8 no parecen ser explotables

COMP.	AR	DEC	2MASS	J	H	K	Cal. Fot.
A	134,830769	-02,675271	08591938-0240309	8,994	8,691	8,583	AAA
B	134,826422	-02,670874	08591834-0240151	10,696	10,036	9,916	AAA
C	134,831428	-02,674956	08591954-0240298	9,051	8,914	8,711	UAE

Tabla 3. Obsérvese la mala calidad fotométrica de la componente C para las bandas J y K (U y E).

COMP.	RA	DE	UCAC 3	f. mag.	a. mag.
A	134,8305921	-02,6753881	175-109704	11,838	10,331
B	134,8263871	-02,6709112	175-109699	12,838	12,851
C	134,8314468	-02,6749853	175-109705	10,432	10,328

Tabla 4

	RA	DE	SDSS R7	u	g	r	i	z
A	134,830589	-02,675339	J085919.34-024031.2	14,376	15,668	10,094	16,934	13,305
B	134,826364	-02,670961	J085918.32-024015.4	16,208	14,764	14,502	12,147	12,876
C	134,831424	-02,674999	J085919.54-024030.0	12,799	14,449	24,802	15,182	12,950

Tabla 5

	RA	DE	SDSS R8	u	g	r	i	z
A	134,831051	-02,675033	J085919.45-024030.1	15,002	13,993	10,084	9,860	12,732
B	134,826431	-02,670895	J085918.34-024015.2	16,464	14,670	14,171	13,520	12,649
C	134,831710	-02,675063	J085919.61-024030.2	16,067	16,170	16,199	15,302	14,635

Tabla 6

ya que nos presenta un área donde se identifican dos estrellas y dos galaxias con la consiguiente confusión fotométrica (ya vista en la tabla 8) y por tanto, también posicional.

Las coordenadas aportadas por 2MASS, UCAC3 y SDSS, resultan bastante coincidentes en el caso de la componente C, en cambio respecto de la componente A el 2MASS señala una diferencia de posición que si resultara verdadera implicaría una diferencia importante en el movimiento propio relativo de una respecto de la otra en un lapso muy breve de tiempo. Se requieren nuevas mediciones del sistema.

Determinación de los movimientos propios de LAS 2AC

De acuerdo a la comparación de placas de distinta época (ver figura 1, página 100), el par LAS 2 AC parece un sistema que se desplaza con la misma velocidad y sentido. Así lo hemos considerado (tabla 9, página 102).

Para los cálculos astrofísicos se empleó un promedio de los datos precedentes para ambas estrellas. Esto tendrá consecuencias en la determinación de varios parámetros, tales como Movimiento Propio Reducido (figura 8, página 103) donde la determinación para C (punto amarillo) resulta dudosa, aunque no tanto como para no considerarla como estrella de la secuencia principal. No tendremos tampoco un cálculo del Movimiento Propio del sistema, y también traerá como consecuencia la imposibilidad de aplicar adecuadamente algunos criterios respecto a la naturaleza del par.

Determinación de magnitudes y colores

Se aplicaron la fórmulas correspondientes para transformar las magnitudes JHK a UBVRI, obteniéndose los resultados mostrados en la tabla 10 (hay que tener en cuenta lo mencionado respecto a la calidad de las magnitudes J y K para la componente C).

Los cálculos para obtener V se hicieron a partir del 2MASS, según fórmulas de Brian D. Warner, siendo ligeramente distintos a los obtenidos desde el UCAC3, según las ecuaciones de Pavlov. No se utilizó la fotometría *ugriz* de SDSS en virtud de los problemas de contaminación fotométrica mencionados. No se efectuó corrección por extinción o enrojecimiento en virtud de ser su latitud galáctica de 26,7°.

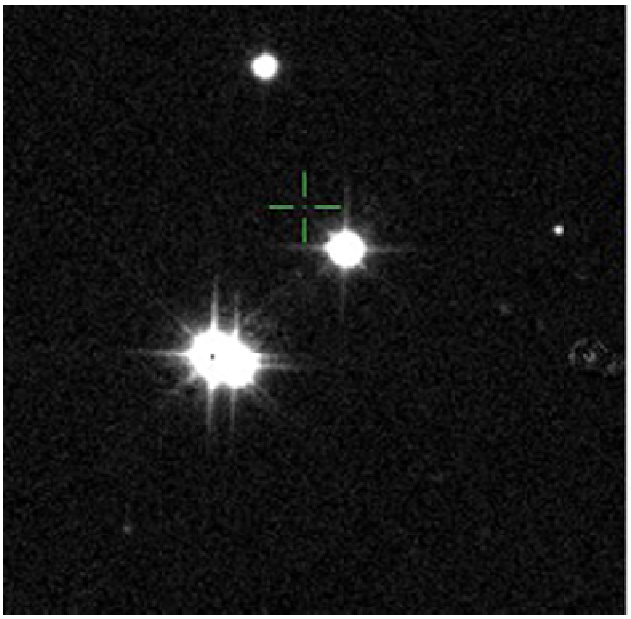


Figura 3

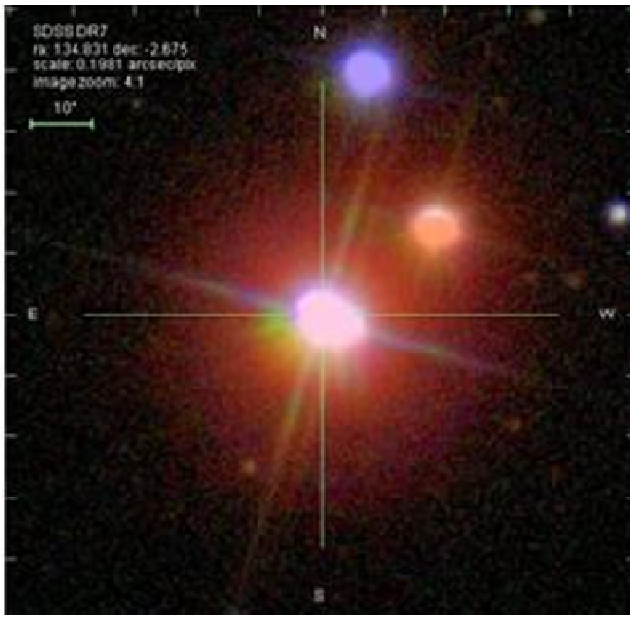


Figura 4

	Época	θ	ρ
LDS 243 A B	1998,974	315,3°	22,25”
LAS 2 AC	1998,974	64,3°	2,63”
BC	1998,974	129,2°	23,24”

Tabla 7. Astrometría relativa usando los datos de 2MASS.

	Época	θ	ρ
LDS 243 A B	2001,293	315,9°	21,98”
LAS 2 AC	2001,293	68,2°	3,23”
BC	2001,293	128,6°	23,39”

Tabla 8. Astrometría relativa usando los datos de SDSS R7.

mp DE COMPONENTE A	AR– msa/año	Dec – msa/año
UCAC3	-15,6	-109,1
PPMXL	-17,5	-114,1
USNO-B1.0	-20,0	-116,0

Tabla 9. Movimiento propio de la principal según varios catálogos.

COMPONENTE A	V	B-V	V-I
JHK (Warner, 2007)	10,30	0,66	0,76
UCAC3 (PAVLOV, 2009)	11,20	---	---
COMPONENTE C	**V**	**B-V**	**V-I**
JHK (Warner, 2007)	10,18	0,50	0,67
UCAC3 (PAVLOV, 2009	10,53	---	---

Tabla 10. Derivación de magnitudes visuales e índices de color.

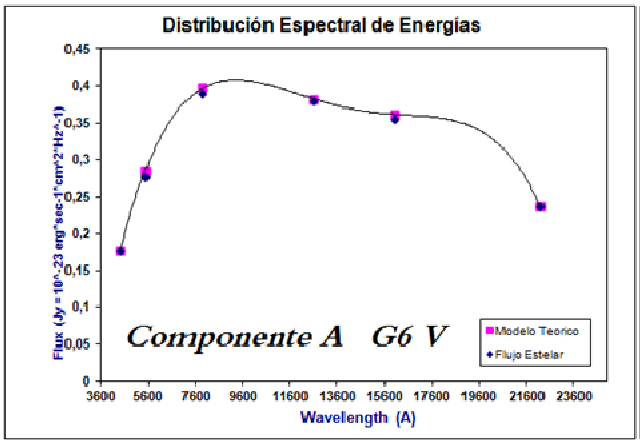


Figura 5

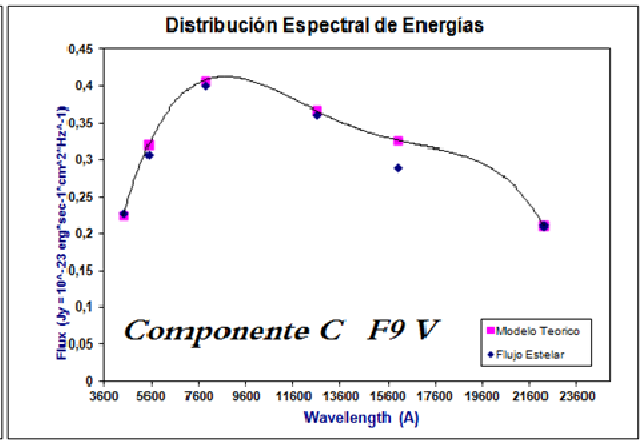


Figura 6

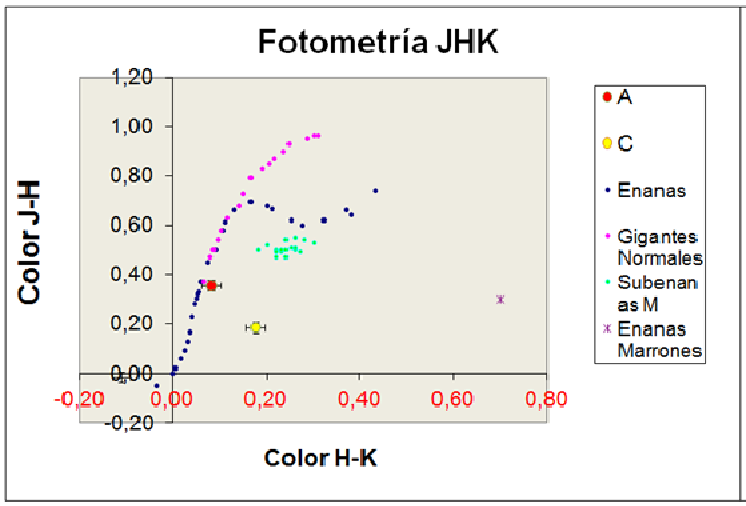


Figura 7

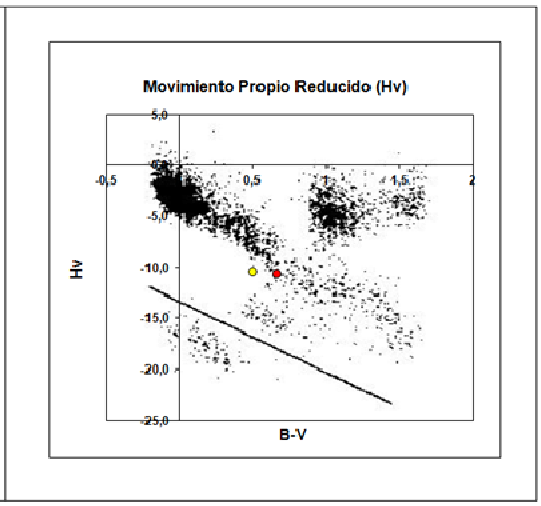


Figura 8

	A	C
Magnitud V	10,30	10,18
Magnitud Absoluta	5,26	4,20
Corrección Bolométrica	-0,117	-0,045
Módulo de Distancia	5,04	5,98
Distancia Parsecs	101,9	157,0

Tabla 11

	FÓRMULA EMPLEADA	COMPONENTE A	COMPONENTE C
Temperatura ºK	Teff = 7200/(0,64+(B-V))12	5538	6316
Temperatura ºK	Teff=Log (3,77 - (0,052(V-K)))	4794	4939

Tabla 12

	COMPONENTE A	COMPONENTE C
Distancia Años Luz	332,23	512,19
Luminosidad – Sol =1	0,68	1,80
Diámetro lineal – Sol =1	0,90	1,17
Masa – Sol =1	0,91	1,10
Diámetro angular – m.arcsec	0,08	0,07
Brillo - mag/arcsec^2	-11,37	-11,02

Tabla 13

Tipos espectrales

Mediante la utilización de los resultados obtenidos desde las magnitudes JHK se determinaron los tipos espectrales de acuerdo con la distribución espectral de energías, mediante la utilización de las herramientas de cálculo preparadas por Francisco Rica, y el Handbook of Space Astronomy and Astrophysics. Los resultados fueron G6V para A (figura 5) y F9V para C (figura 6, página 103).

La fotometría JHK nos indica la incertidumbre sobre la corrección de las magnitudes infrarrojas para la componente C (ver que la determinación de la banda J, tiene una calificación de "U" y la banda K una calificación de "E").

En base a los diagramas a de doble color y de movimiento propio reducido, y pese a los problemas de la fotometría JHK (posición dudosa para la componente C), se ha concluido que ambas estrellas pertenecen a la secuencia principal (figura 7 y figura 8, página 103).

Teniendo en cuenta los parámetros anteriores, se calcularon las respectivas magnitudes absolutas, correcciones bolométricas y módulos de distancia (tabla 11, página 103).

Distancias

Las distancias obtenidas resultaron ser de 101,9 parsecs para la componente A y 157,0 parsecs para la componente C, con una probabilidad de solo el 20% de que ambas componentes se encuentren a la misma distancia.

Posible naturaleza del nuevo par

Los problemas en la determinación de varios parámetros expuestos anteriormente hacen dudosa la aplicación de algunos criterios de caracterización (Benavides *et al.*, 2010) para considerar la posible naturaleza binaria del par.

-Criterios de Dommanget y de Sinachopoulos: al no determinarse la velocidad aparente de la secundaria, estos criterios no son utilizables.
-Criterio de Van de Kamp: no se ha determinado variación de theta, no resulta aplicable con los datos que tenemos.
-Por otro lado otros criterios empíricos como Aitken y Curtis, nos señalan la posibilidad de que sea binaria.
-El criterio de Halbwachs nos indica que se trata de un par MPC con una probabilidad de binariedad del 99% por aplicación del criterio Rica.

Otros parámetros estelares

Se calculó la temperatura superficial a partir de los colores determinados (tabla 12, página 103).

Conclusión

Teniendo presente la calidad de algunos de los parámetros empleados consideramos que si bien no se encuentra probada una relación física entre las componentes A y C, la probabilidad de que exista es importante y que, por lo tanto, es un par que justifica estudios posteriores a fin de determinar su posible naturaleza binaria, constituyendo un par de movimiento propio común.

Presenta poca probabilidad de encontrarse a la misma distancia, pero esto puede atribuirse a la pobreza de ciertos parámetros de cálculo empleados.

Asimismo, es necesario un mejor estudio para determinar fehacientemente la naturaleza estelar o galáctica de los objetos que se identifican en el área y su astrometría.

Principales recursos empleados

-Washington Double Star Catalog (http://ad.usno.navy.mil/wds/)
-Centre de Données Astronomiques de Strasbourg (http://cdsweb.u-strasbg.fr/)
-Handbook of Space Astronomy and Astrophysics (http//www.cup.cam.ac.uk)
-DSS Plate Finder (http://stdatu.stsci.edu/cgi-bin/dss_plate_finder)
-IRSA – NASA/IPAC infrared scince archive (http://irsa.ipac.caltech.edu/index.html)
-Sloan Digital Sky Survey - SDSS R7 (http://www.sdss.org/)

Agradecimientos

A Pierre Fernique, Thomas Boch, Francois Bonnarel y Annais Oberto por la fantástica herramienta que es Aladin.

A Florent Losse por Reduc (http://www.astrosurf.com/hfosaf/).

A Francisco Rica por sus herramientas de análisis.

A Edgardo R. Masa Martín por su impulso para escribir este artículo.

A Carlos Krawczenko por las enseñanzas y apoyo permanentes.

Referencias

Benavides, R. *et al*, 2010, *New Wide Common Proper Motion Binaries*, JDSO, Vol. 6, Nº 1, 30-87.

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

Astrometría de dobles en los cúmulos abiertos NGC 869/884 y NGC 1778

Double star's astrometry in open clusters (NGC 869/884 and NGC 1778)

Ignacio Novalbos Cantador
■ OANL, Barcelona, ESPAÑA
■ Blog: oanlbcn.blogspot.com | Correo-e: oanlbarcelona@gmail.com

En este artículo presentamos las medidas, realizadas sobre imágenes POSS-II y UKIDSS, de 40 de los pares catalogados en el WDS, dentro de los cúmulos abiertos NGC 869-884 (h Persei, χ Persei) y NGC 1778.

This paper presents the measurements, made on POSS-II and UKIDSS images, of 40 pairs catalogued by WDS in the open clusters NGC 869-884 (h Persei, χ Persei) and NGC 1778.

Introducción

Los cúmulos abiertos son grupos de estrellas formados a partir de una misma nube de gas y polvo molecular, sin estructura y por lo general bastante asimétricos. Suelen estar compuestos por algunas decenas e incluso por varios cientos de estrellas. Mientras son jóvenes, se mantienen unidos por la atracción de la gravedad de las estrellas que los componen, para después de algunos cientos de millones de años y debido a las fuerzas de marea producidas por el centro de la Galaxia, disgregarse poco a poco en estrellas individuales. Las estrellas que los componen suelen ser jóvenes (del orden de decenas o cientos de millones de años), bastante masivas y muy calientes. Los cúmulos abiertos se sitúan en las proximidades del plano galáctico, conociéndose unos 1.100 en nuestra galaxia. Como dato curioso decir que solamente se observan cúmulos abiertos en galaxias espirales e irregulares, debido a que en ellas la formación estelar es más activa.

Pues bien, si asumimos (lo cual está bastante probado) que todas las estrellas de un cúmulo estelar

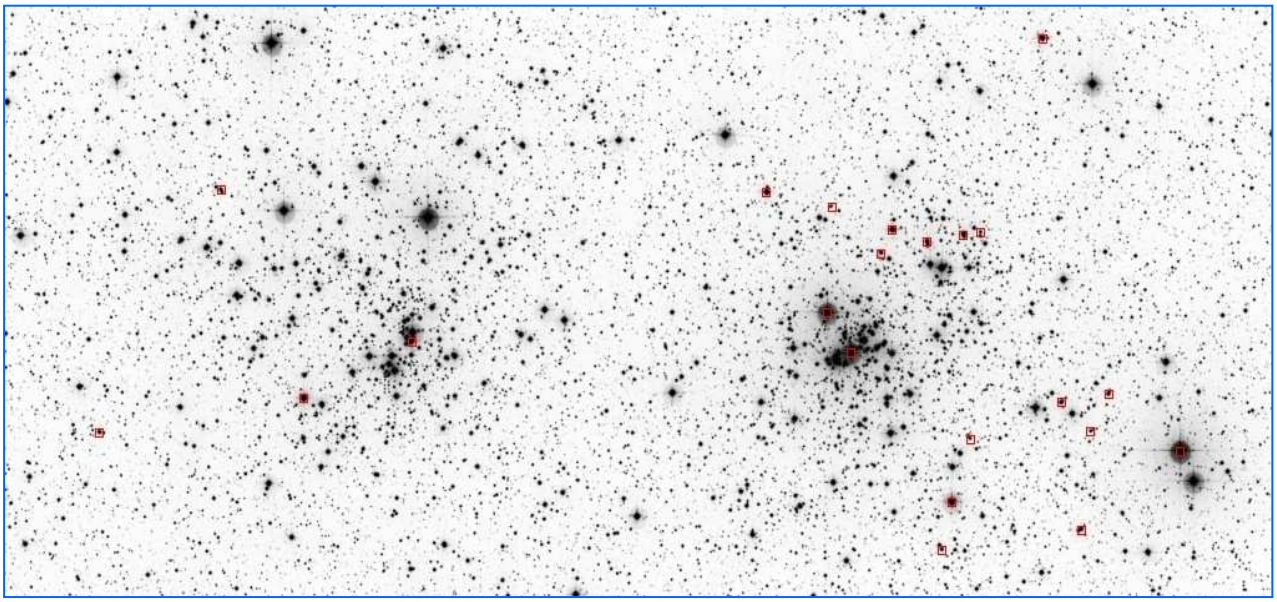


Figura 1: Localización de los pares medidos en el Doble Cúmulo de Perseo.

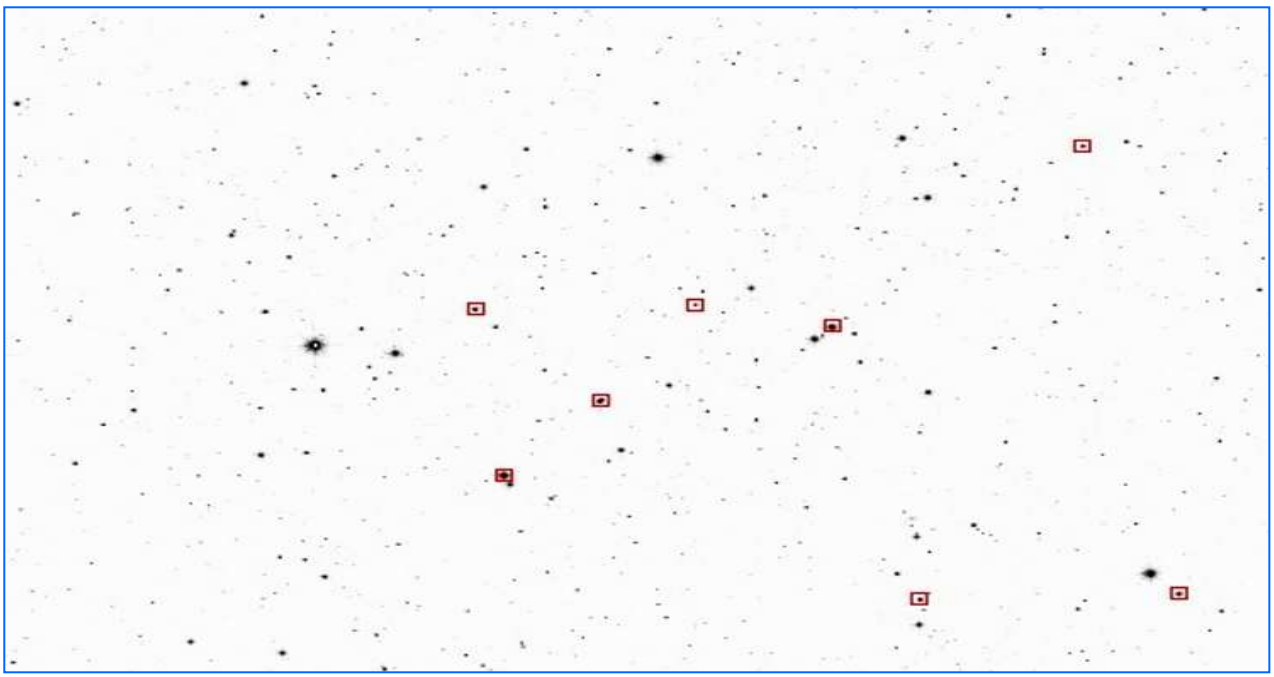


Figura 2: Localización de los pares medidos en NGC 1778.

se encuentran a una distancia similar de la Tierra, tienen la misma edad y una composición química muy parecida, las diferencias en el brillo aparente de las mismas estarán relacionadas tan solo con sus masas. Gracias a esas características, comunes a todas ellas, los parámetros variables se pueden estudiar más fácilmente que si lo hiciésemos con estrellas aisladas. Sin duda alguna, los cúmulos estelares se nos presentan como unos objetos ideales para el estudio de la formación y evolución estelar.

Además, los modelos pronostican que una sola nube de gas que contenga varias veces la masa del Sol puede llegar a ser lo suficientemente pesada como para colapsar bajo su propia gravedad, pero nunca podrá hacerlo dando como resultado una estrella aislada. Por lo que se puede casi afirmar que una gran parte de las estrellas se forman originariamente en sistemas múltiples. De ahí la importancia que para los astrofísicos tiene el estudio astrométrico y fotométrico de los sistemas dobles y binarios asociados a los cúmulos estelares. Y para los doblistas también, por supuesto.

¿Hay algo mejor que observar, estudiar y medir estrellas dobles? Pues sí, hacerlo en el impresionante y siempre espectacular entorno, de un bonito cúmulo estelar. Para empezar con esta bonita tarea, en este artículo mostraremos las medidas de las dobles pertenecientes a dos, o mejor dicho tres, cúmulos muy especiales para la mayoría de los aficionados: NGC 869-884 también conocido por el Doble Cúmulo de Perseo y NGC 1778 situado en la constelación del Auriga.

Metodología

Para este trabajo hemos hecho uso del potentísimo y completo paquete de herramientas que Aladin pone a nuestra disposición para disfrutar de la astronomía sin necesidad de salir de casa.

En primer lugar se han descargado, con Aladin, las imágenes correspondientes a la zona de trabajo. Para NGC 869-884 hemos hecho uso de imágenes digitalizadas con una resolución de 1,1”/píxel, provenientes del POSS-II y para algún caso “especial” (3 pares con separaciones < 5” y uno con una primaria brillante y Dm = 3,69) también hemos utilizado las imágenes infrarrojas del 2MASS.

Dadas las generosas dimensiones angulares de este cúmulo, hemos pensado que sería mucho más bonito trabajar sobre una fotografía de gran campo. Así que, una vez descargadas las imágenes individuales y haciendo uso de la herramienta **“Asociación de imágenes”,** hemos construido un mosaico que nos muestra al completo a esta impresionante familia estelar y en el que además también se pueden ver identificados los pares que mediremos (figura 1, página anterior).

La imagen de gran campo está compuesta por un total de 44 imágenes POSSII-J, que abarcan un campo aparente de 1,2º x 40’ en el que el norte se sitúa arriba y el este a la izquierda. Con el fin de homogeneizar la imagen obtenida hemos usado la herramienta **“Convolución”** y el filtro **“Tophat-2.5”**, cuyo objeto es resaltar las zonas más difusas a la par que atenúa las zonas saturadas de la imagen. Una vez obtenida la imagen final, y a partir del servidor de catálogos de VizieR, hemos cargado el WDS para localizar a cada uno de los pares catalogados. A partir de ahí y haciendo uso de la herramienta **“dist”** hemos tomado nota de

TABLA 1: ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES EN EL DOBLE CÚMULO DE PERSEO.

WDS ID.	DESC.	COMP	A. R.	DEC.	MAG. A*	MAG. B*	THETA	RHO	ÉPOCA	IMAGEN
02169+5703	STTA 25		02 16 51,71	+57 03 18,9	6,5	7,4	204,9	103,10	1990,852	POSSII-J
02173+5706	BKO 163		02 17 20,69	+57 06 10,4	11,8	12,8	336,5	9,76	1990,852	POSSII-J
02175+5659	STI 1829		02 17 31,19	+56 59 17,2	11,2	12,4	121,1	11,26	1990,852	POSSII-J
02175+5704	BKO 164		02 17 27,67	+57 04 16,4	13,4	13,3	298,5	10,83	1990,852	POSSII-J
02176+5724	STI 1830		02 17 48,32	+57 24 14,6	9,9	11,1	73,1	8,95	1990,852	POSSII-J
02177+5706	STI 1831		02 17 39,40	+57 05 45,0	10,8	11,8	141,7	4,54	1999,712	2MASS-J
02182+5704	BKO 166		02 18 16,01	+57 03 50,0	13,0	12,8	48,3	11,73	1990,852	POSSII-J
02182+5715	STI 1836		02 18 12,64	+57 14 20,3	13,1	13,1	177,8	12,89	1990,852	POSSII-J
02183+5714	STI 1838		02 18 19,47	+57 14 13,7	10,7	12,9	194,3	8,66	1990,852	POSSII-J
02184+5659	STI 1842		02 18 26,91	+56 58 09,4	10,9	11,8	33,5	14,56	1990,852	POSSII-J
02184+5701	STI 1840		02 18 23,04	+57 00 36,7	8,5	12,2	185,5	6,53	1999,712	2MASS-J
02186+5714	BKO 167		02 18 34,08	+57 13 49,4	10,5	11,2	190,9	11,52	1990,852	POSSII-J
02188+5714	BKO 168	AC	02 18 48,37	+57 14 24,9	10,1	11,5	260,3	6,35	1990,852	POSSII-J
02189+5713	BKO 169		02 18 52,70	+57 13 13,6	12,5	12,5	238,0	4,24	1990,852	POSSII-J
02191+5708	HJ 1114		02 19 04,45	+57 08 07,8	6,6	11,8	323,9	17,84	1990,852	POSSII-J
02192+5710	BU 1370		02 19 13,94	+57 10 09,2	6,7	12,0	336,1	25,26	1990,852	POSSII-J
02192+5716	BKO 170		02 19 12,79	+57 15 34,2	12,5	13,0	126,2	4,84	1990,852	POSSII-J
02196+5717	WZ 4	AB	02 19 39,10	+57 16 13,3	10,1	12,1	250,1	4,05	1999,712	2MASS-J
02196+5717	MLR 706	AC	02 19 39,10	+57 16 13,3	10,1	12,5	348,2	13,85	1990,852	POSSII-J
02220+5708	WFC 8		02 22 00,95	+57 08 14,3	9,4	11,1	53,0	18,87	1990,852	POSSII-J
02227+5705	A 963	AB	02 22 43,52	+57 05 12,5	9,3	13,3	150,0	4,76	1999,712	2MASS-J
02233+5715	STI 1857		02 23 19,12	+57 15 40,8	12,1	15,2	210,7	10,50	1990,852	POSSII-J
02241+5703	STI 1862		02 24 05,13	+57 03 08,6	11,5	14,0	259,7	13,94	1990,852	POSSII-J

Mag. A* / Mag. B* = magnitudes del WDS

TABLA 2: PARES EN EL DOBLE CÚMULO DE PERSEO: MOVIMIENTOS PROPIOS.

WDS ID.	DESC.	COMP	mp A	Mp B
02169+5703	STTA 25		-0,9-0,8	+0,0-2,2
02173+5706	BKO 163		-9,7-2,1	-3,4-0,7
02175+5659	STI 1829		-53,4+16,4	-4,3+1,6
02175+5704	BKO 164		-4,5-8,8	-13,0-1,3
02176+5724	STI 1830		+1,3-5,8	-6,5+9,1
02177+5706	STI 1831		-24,3+43,8	
02182+5704	BKO 166		-2,4-0,6	-9,0+7,4
02182+5715	STI 1836		-4,3+0,6	-3,6-2,7
02183+5714	STI 1838		+5,2+2,9	
02184+5659	STI 1842		-7,8-0,8	+2,2-1,6
02184+5701	STI 1840		+1,2+41,3	
02186+5714	BKO 167		-7,0+1,9	+0,5-1,5
02188+5714	BKO 168	AC	-3,0-2,5	
02189+5713	BKO 169		+0,2-4,1	-8,2-2,0
02191+5708	HJ 1114		-1,3+3,9	
02192+5710	BU 1370		+0,4+0,3	
02192+5716	BKO 170		-109,5+61,3	-5,9-1,9
02196+5717	WZ 4	AB	+5,4+2,2	-10,9+3,7
02196+5717	MLR 706	AC	+5,4+2,1	-3,5-0,1
02220+5708	WFC 8		+1,8+2,0	+0,6-1,3
02227+5705	A 963	AB	-4,7+7,3	
02233+5715	STI 1857		-2,7+1,8	-12,5+1,2
02241+5703	STI 1862		-4,0-7,3	-12,4-12,0

TABLA 3: ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES EN NGC 1778.

WDS ID.	DESC.	COMP.	A. R.	DEC.	MAG. A*	MAG. B*	THETA	RHO	ÉPOCA	IMAGEN
05079+3706	SEI 65		05 07 49,60	+37 05 41,3	10,5	11,0	352,2	27,62	2007,814	UKIDSS-J
05080+3659	SEI 68		05 08 01,31	+36 59 17,9	11,6	13,3	49,6	19,94	2007,814	UKIDSS-J
05080+3703	HJ 3265	AB	05 08 02,59	+37 03 03,2	10,4	10,3	137,0	15,02	2007,814	UKIDSS-J
05080+3703	HJ 3265	AC	05 08 02,59	+37 03 03,2	10,4	11,5	21,7	15,21	2007,814	UKIDSS-J
05080+3703	ABH 26	AD	05 08 02,59	+37 03 03,2	10,4	13,0	59,1	34,92	2007,814	UKIDSS-J
05080+3703	ABH 26	AE	05 08 02,59	+37 03 03,2	10,4	14,6	133,3	26,62	2007,814	UKIDSS-J
05080+3703	ABH 26	AF	05 08 02,59	+37 03 03,2	10,4	13,6	149,4	55,40	2007,814	UKIDSS-J
05080+3703	ABH 26	AG	05 08 02,59	+37 03 03,2	10,4	12,4	213,3	61,02	2007,814	UKIDSS-J
05080+3703	ABH 26	AH	05 08 02,59	+37 03 03,2	10,4	15,1	131,7	69,36	2007,814	UKIDSS-J
05080+3703	ABH 26	AI	05 08 02,59	+37 03 03,2	10,4	14,9	120,9	92,40	2007,814	UKIDSS-J
05080+3703	ABH 26	AJ	05 08 02,59	+37 03 03,2	10,4	15,4	127,6	110,22	2007,814	UKIDSS-J
05080+3703	ABH 26	AK	05 08 02,59	+37 03 03,2	10,4	13,9	137,7	106,56	2007,814	UKIDSS-J
05081+3658	HJ 3266		05 08 13,23	+36 59 36,3	9,7	11,1	62,8	8,71	2007,814	UKIDSS-J
05081+3701	COU 1530		05 08 07,93	+37 00 36,6	11,7	12,2	313,8	1,67	2007,814	UKIDSS-J
05081+3702	SEI 67		05 08 00,99	+37 01 37,1	13,3	14,1	291,2	12,56	2007,814	UKIDSS-J
05084+3704	SEI 77		05 08 22,16	+37 03 59,1	11,9	12,6	92,1	21,90	2007,814	UKIDSS-J
05084+3707	SEI 76		05 08 21,75	+37 06 42,4	11,4	12,0	224,0	25,15	2007,814	UKIDSS-J

Mag. A* / Mag. B* = magnitudes del WDS

TABLA 4: PARES EN NGC 1778: MOVIMIENTOS PROPIOS.

WDS ID	DESC.	COMP.	mp A	mp B
05079+3706	SEI 65		-4,0-4,6	-8,0-12,8
05080+3659	SEI 68		+2,8-3,9	+1,1-5,3
05080+3703	HJ 3265	AB	-2,5-4,1	-2,1-3,2
05080+3703	HJ 3265	AC	-2,5-4,1	-1,5-4,0
05080+3703	ABH 26	AD	-2,5-4,1	-4,8-5,5
05080+3703	ABH 26	AE	-2,5-4,1	
05080+3703	ABH 26	AF	-2,5-4,1	-5,1-7,2
05080+3703	ABH 26	AG	-2,5-4,1	+1,0-2,2
05080+3703	ABH 26	AH	-2,5-4,1	+1,0-10,6
05080+3703	ABH 26	AI	-2,5-4,1	-3,2-8,0
05080+3703	ABH 26	AJ	-2,5-4,1	+2,0-11,7
05080+3703	ABH 26	AK	-2,5-4,1	-6,0-8,6
05081+3658	HJ 3266		-2,6-6,0	+1,5-8,5
05081+3701	COU 1530		+1,6-9,1	
05081+3702	SEI 67		+0,1-6,7	-7,3-2,8
05084+3704	SEI 77		+2,3-2,7	-4,9-17,2
05084+3707	SEI 76		+0,4-3,7	+4,2-4,7

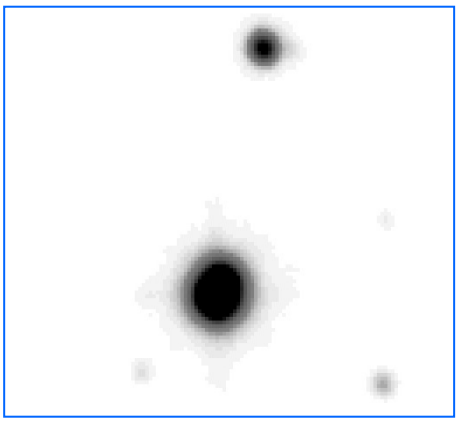


Figura 3: Alargamiento NW de SEI 77B (NVL 9 BC).

NOMBRE	COMP.	A. R.	DEC.	MAG. A*	MAG. B*	THETA	RHO	ÉPOCA	IMAGEN
NVL 9	BC	05 08 23,97	+37 03 58,5	12,6		290,5	0,86	2007,814	UKIDSS-J

Tabla 5: Medidas del posible par NVL 9 BC. * Magnitudes WDS

la astrometría relativa de los pares.

En el caso de NGC 1778 hemos tenido la suerte de poder disponer de las fenomenales imágenes procedentes del UKIDSS que, gracias a su alta resolución (0,4"/píxel), nos permitirán bajar incluso de los 2" de separación. Para medir los pares de NGC 1778 hemos utilizado la misma metodología que para NGC 869-884, aunque dadas sus reducidas dimensiones (comparado con el anterior, por supuesto) trabajamos con una sola imagen, de 15x7 minutos de arco, sobre la que se ha realizado la astrometría de los pares catalogados (figura 2, página 106). Las imágenes están orientadas con el norte a la derecha y el este abajo.

Dobles en el Doble de Perseo

En ocasiones, dos cúmulos estelares que nacen al mismo tiempo pueden llegar a formar un cúmulo binario (se calcula que aproximadamente el 8% de los cúmulos abiertos lo son). El mejor ejemplo de la Vía Láctea son los cúmulos h Persei (NGC 869) y χ Persei (NGC 884), que juntos forman el llamado Doble Cúmulo de Perseo. Con una magnitud de 4,3 y un tamaño aparente próximo a 1º, está situado a unos 2300 parsecs de nuestro Sol.

Vamos a intentar diseccionarlo tomando cumplida nota de la astrometría de los 23 pares (de un total de 34 catalogados) con separaciones por encima de los 3,7".

Al objeto de conocer un poco más acerca de las características de los 23 pares medidos, adjuntamos una tabla donde se especifican los movimientos propios de las estrellas componentes, extraídos del catálogo PPMXL.

Dobles en el cúmulo NGC 1778 de Auriga

Este bonito cúmulo fue descubierto en 1787 por F. W. Herschel y tiene una magnitud estimada de 7,7 y un tamaño aparente de unos 6'. Ubicado en la constelación del Auriga, podemos encontrarnos en él con hasta 9 sistemas catalogados en el WDS, que en total suman la nada despreciable cantidad de 17 pares con separaciones comprendidas entre los 1,8" y los 110" y de los que a continuación presentamos sus medidas y movimientos propios extraídos, como en el caso anterior, del catálogo PPMXL.

Es habitual, cuando se trata con estrellas dobles, encontrarnos con la sorpresa de descubrir un nuevo par o una componente asociada a un par ya descubierto. Pues bien, en este caso la sorpresa nos la depara la secundaria del sistema SEI 77. Observando con atención las imágenes UKIDSS, se puede apreciar un abultamiento, en dirección NW, de "SEI 77 B", el cual parece corresponderse con una compañera cerrada situada a una separación por debajo de 1".

Al no existir en los catálogos datos que nos aporten luz acerca de las características de esta nueva componente, nos proponemos realizar, haciendo uso de nuestros propios medios, el estudio astrométrico y fotométrico, para de esta manera obtener los datos necesarios que permitan realizar un completo estudio de caracterización de esta, más que posible, nueva pareja, a la que provisionalmente denominaremos **NVL 9 BC** (figura 3, página anterior). Medidos sobre la imagen UKIDSS, hemos derivado un ángulo de posición de 290,5º y una separación de 0,86".

Agradecimientos

Quisiera mostrar mi más sincero agradecimiento a Juan-Luis González Carballo, Edgar R. Masa y Rafael Benavides por animarme continuamente a presentar y publicar mis trabajos.

Vaya también desde aquí mi agradecimiento para Xavier Miret y Tòfol Tobal, compañeros de aventuras en el OAG, que siempre están ahí, dispuestos a apoyar todas mis iniciativas doblísticas.

Y como no, a todos los compañeros de afición que con sus ánimos y consejos, me ayudan a crecer cada día un poquito más, en el fascinante mundo de las estrellas dobles.

Por último quisiera dar mi más sincero agradecimiento a todas las personas, organismos e instituciones que mantienen y actualizan los catálogos y herramientas que a continuación se relacionan.

This research has made use of Aladin, 2000A&AS..143...33B.

This research has made use of the Washington Double Star Catalog maintained at the U.S. Naval Observatory.

VizieR, CDS, Strasbourg, France.

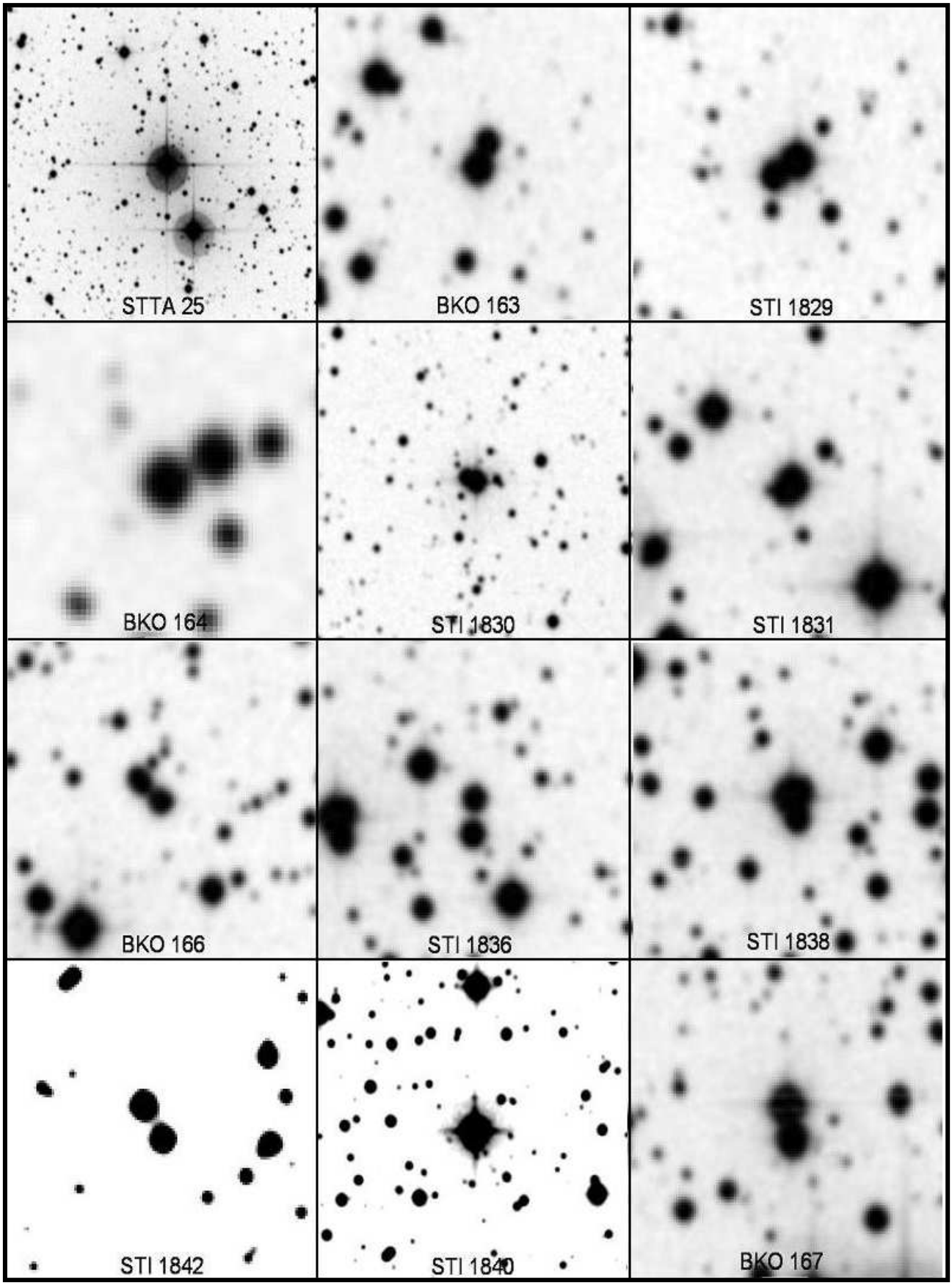
DSS, The Digitized Sky Survey from STScI (Baltimore).

UKIDSS, The UKIRT Infrared Deep Sky Survey, WFAU, Institute for Astronomy, University of Edinburgh.

2MASS. Two Micron All Sky Survey, University of Massachusetts/IPAC (Caltech/JPL)

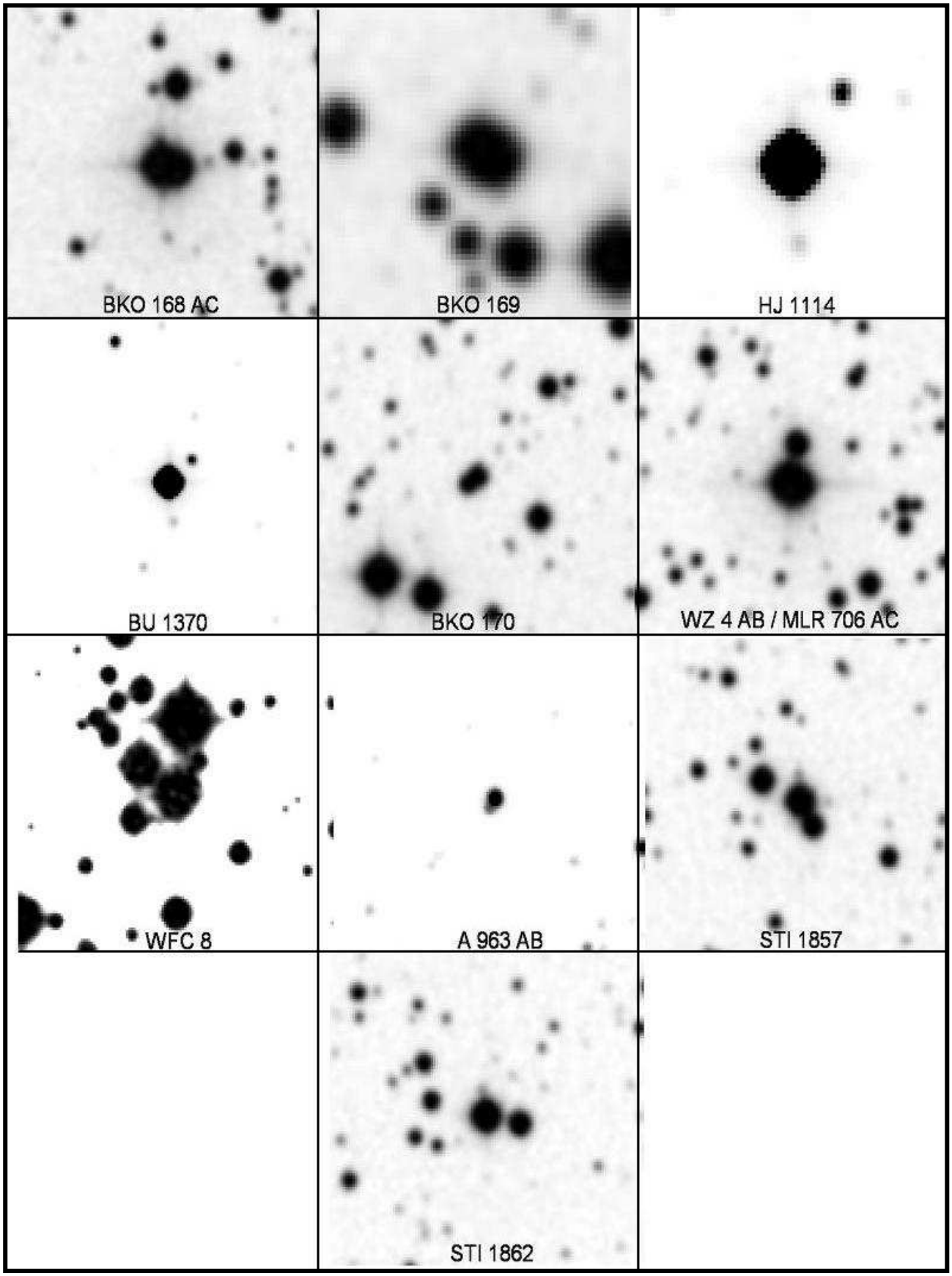
(Continúa en la página siguiente)

FIGURA 4. PARES MEDIDOS EN NGC 869-864.



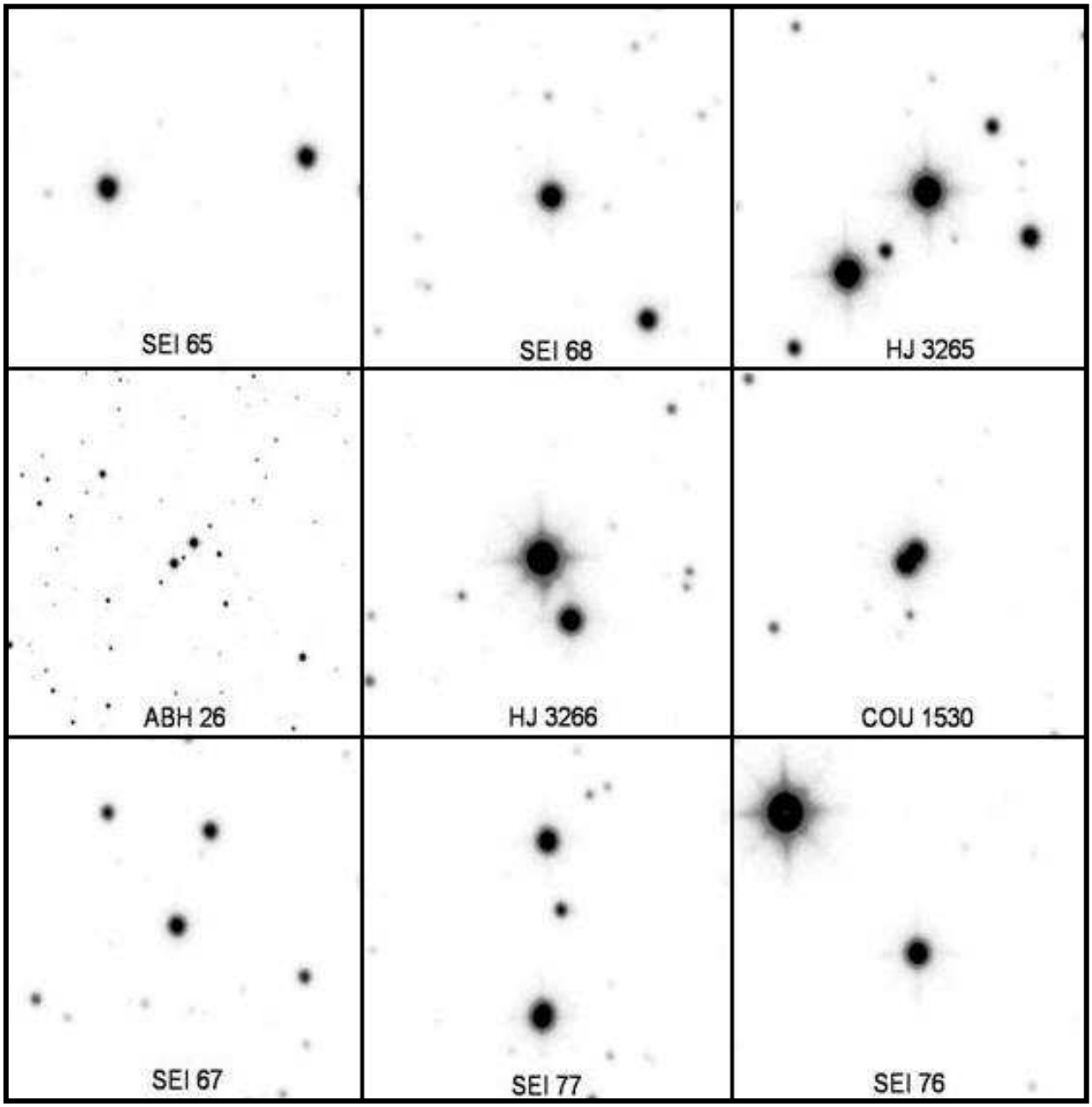
(Continúa en la página siguiente)

FIGURA 4. PARES MEDIDOS EN NGC 869-864 (continuación).



(Continúa en la página siguiente)

FIGURA 5. PARES MEDIDOS EN NGC 1778.



Algunas mediciones de estrellas dobles desde el Observatorio Astronómico de Cantabria

A few double star measurements from Observatorio Astronómico de Cantabria

Francisco M. Rica Romero
■ Sección de Estrellas Dobles, LIADA
■ Correo-e: frica0@gmail.com

En este artículo presento mediciones de las estrellas dobles HO 442, J 267, RST 1362, A 1205, realizadas con el telescopio de 0,4 m del Observatorio Astronómico de Cantabria. Los objetos a observar se eligieron debidos a su abandono y a su separación angular no demasiado grande. Para HO 442 y RST 1362 se determinó un movimiento relativo importante que indica que seguramente estemos ante un par óptico. A 1205 es una binaria orbital.

In this article I present astrometric measurements for the double stars HO 442, J 267, RST 1362, A 1205 using the 0.4-m telescope of the Astronomical Observatory of Cantabria. The targets were selected based on their neglect and the small angular separation. For HO 442 and RST 1362 I calculated a large relative motion that suggests an optical nature. A 1205 is an orbital binary.

1. Introducción.

EL NO DISPONER DE UN BUEN INSTRUMENTAL no es barrera para aportar interesantes trabajos a la comunidad científica. Hoy día disponemos de medios para contribuir con interesantes trabajos incluso si no disponemos de telescopio propio o si el cielo está nublado. Una de esas posibilidades nos la brindan los telescopios remotos u observatorios que aceptan solicitudes de observación. Uno de ellos es el Observatorio Astronómico de Cantabria el cual dispone de un telescopio de 0,4 metros de diámetro con una buena cámara CCD.

En este artículo os presento un trabajo realizado en base a mediciones CCD de las dobles HO 442, J 267, RST 1362 y A 1205. Las tres primeras fueron elegidas por la proximidad de sus componentes (entre 1 y 4 segundos de arco) y su importante abandono. El objetivo de mis mediciones era el actualizar sus parámetros y arrojar algo de luz sobre su posible naturaleza.

2. El instrumental.

El telescopio usado se encuentra en el Observatorio de Cantabria, situado a unos 1100 metros de altitud. Este observatorio está dotado de un LX200R de 0,4 metros de diámetro a f/10 (longitud focal de 4117 mm). Las imágenes CCD se tomaron usando una cámara CCD SBIG ST-8 con chip Kodak KAF-1603ME compuesto por 1530 x 1020 píxeles cuadrados de 9 mm. Las mediciones se realizaron a foco primario con un tamaño de píxel de 0,45" y un campo de visión de 11,5 x 7,7 minutos de arco para cada imagen.

Para la binaria A 1205 se empleó la cámara DMK 41AU02.AS (chip CCD: 1280 x 960 píxeles; tamaño de píxel: 4,65 x 4,65 micras; campo de visión: 5,0 x 3,7 minutos de arco).

3. Calibración.

Cómo las imágenes CCD tienen un campo de visión lo suficientemente grandes (11,5 x 7,7 minutos de arco) encontramos estrellas suficientes para utilizar el software *Astrometrica* en la reducción de las imágenes y obtener así el tamaño del píxel y la orientación de las imágenes, y en la mayoría de los casos también medir la separación (ρ) y ángulo de posición (θ) de la doble en el mismo proceso.

Para cada doble se obtuvieron entre 10-20 imágenes CCD de 10-20 segundos de exposición. Las imágenes se capturaron entre el 13 de marzo y el 24 de agosto de 2008.

Para calibrar las imágenes de A 1205, tomadas con la cámara DMK que ofrecía un campo de visión más pequeño, usé cinco estrellas que aparecen en 12 imágenes de larga exposición (unos 8 segundos). Emparejando las estrellas usadas, obtuve 10 parejas de estrellas. Como catálogo astrométrico usé 2MASS. La escala de las imágenes fue de 0,2330±0,0002 "/píxel

y la orientación de 2,22±0,05 grados.

4. Las dobles.

En este trabajo se presentan mediciones de varias estrellas dobles no demasiado abiertas y que presentaban un cierto grado de abandono. El objetivo era actualizar sus parámetros y determinar ciertos indicios de su naturaleza.

4.1 HO 442 = WDS 19080+1910

Esta doble fue descubierta por Hough (1894) en 1893 cuando encontró un par de estrellas de mag. 9 y 10,5[1] separadas por 2,3". Desde su descubrimiento, HO 442 (= HD 349819) ha sido medida en 16 ocasiones, si bien la última medición fue realizada en 1971. Todas las mediciones fueron realizadas con micrómetro excepto dos de ellas, en las que se empleó la técnica fotográfica. Debido a los 40 años de abandono, era importante realizar nuevas mediciones astrométricas. En este trabajo presentamos dos nuevas mediciones (las primeras mediciones digitales realizadas). Una de las medidas (con época 1997,441) procede del catálogo 2MASS y otra (época 2008,397) realizada por el autor de este trabajo, usando el telescopio del Observatorio Astronómico de Cantabria (figura 1). A lo largo de los 115 años de observación, el ángulo de posición ha aumentado unos ¡33 grados! (de 89 a 123 grados) mientras que la separación angular permanece constante en torno a 3,8-3,9".

Utilizando las mediciones históricas más las dos que aportamos en este trabajo, podemos calcular el movimiento relativo de B con respecto a la estrella primaria. Nuestro valor es de $\Delta\alpha$ = -5,01 ± 0,36 msa/año y $\Delta\delta$ = -19,11 ± 0,29 msa/año. Las fuentes astrométricas que proporcionan datos sobre los movimientos propios son poco precisas y discordantes. En cuanto a su naturaleza, HO 442 seguramente sea un par óptico a juzgar por el importante movimiento relativo. En base a la fotometría JHK, HO 442 está compuesta por estrellas de tipos espectrales G4 y K9.

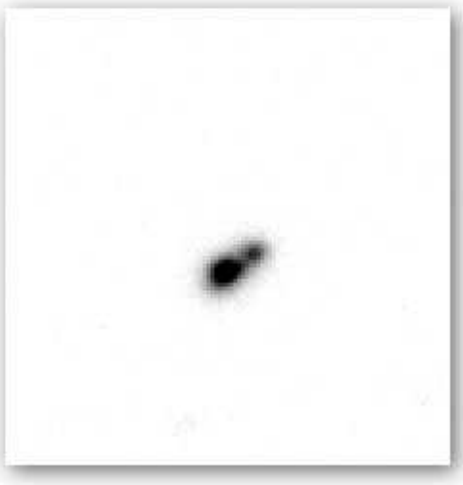


Figura 1. Imagen de la Doble HO 442 tomada con el telescopio del Observatorio de Cantabria. Norte abajo y este a la derecha.

[1]Realmente son estrellas bastante más débiles. En este trabajo estimamos magnitudes de 11,78 y 12,44.

4.2 J 267 = WDS 06447+0809

Figura 2. Imagen de la doble J 267 tomada con el telescopio del Observatorio de Cantabria. Norte abajo y este a la derecha.

Jonckheere (1910) en 1910 encontró un par de estrellas de magnitudes 10,6 y 10,9 separadas por 1,5". Era su doble número 267 (que pasó a denominarse J 267). Desde su descubrimiento, J 267 (= HD 263069) ha sido medida en 18 ocasiones. Todas las mediciones fueron realizadas con micrómetro excepto la última, realizada por el satélite Hipparcos en 1991,89 (por tanto 17 años de abandono). Nuestra observación CCD es la única imagen digital existente para esta doble (ver figura 2). A lo largo de sus casi 100 años de observación, el ángulo de posición parece incrementarse en unos 2 grados (de 86,2 a 88,6 grados) mientras que la separación angular crece de 1,7" a 2,1".

Tras nuestro estudio, la naturaleza de este par, no está clara. Deducimos que las componentes estelares son estrellas blancas con tipos espectrales A-medio. El movimiento propio de la primaria es de -34 y -2 msa/año en AR y DEC, respectivamente. El movimiento relativo de B con respecto a la estrella primaria es de +3,66 ± 0,69 y -0,02 ± 0,52 msa/año en AR y DEC. En base a estos datos, podemos decir que ambas componentes poseen movimientos propios similares, y por tanto, no es descabellado que estemos ante un par de movimiento propio común (MPC). Pero la distancia que nos separa de ambas componentes es desconocida y la información disponible en la literatura no es suficiente para calcular con cierta precisión su distancia fotométrica.

4.3 RST 1362 = WDS 07435-2727

Estrella doble descubierta por Rossiter (1955) en 1932 cuando encontró un par de estrellas de mag. 9,6 y 10,1 separadas por 0,98". Desde su descubrimiento ha sido medida en 17 ocasiones. Todas las mediciones fueron realizadas con micrómetro excepto las

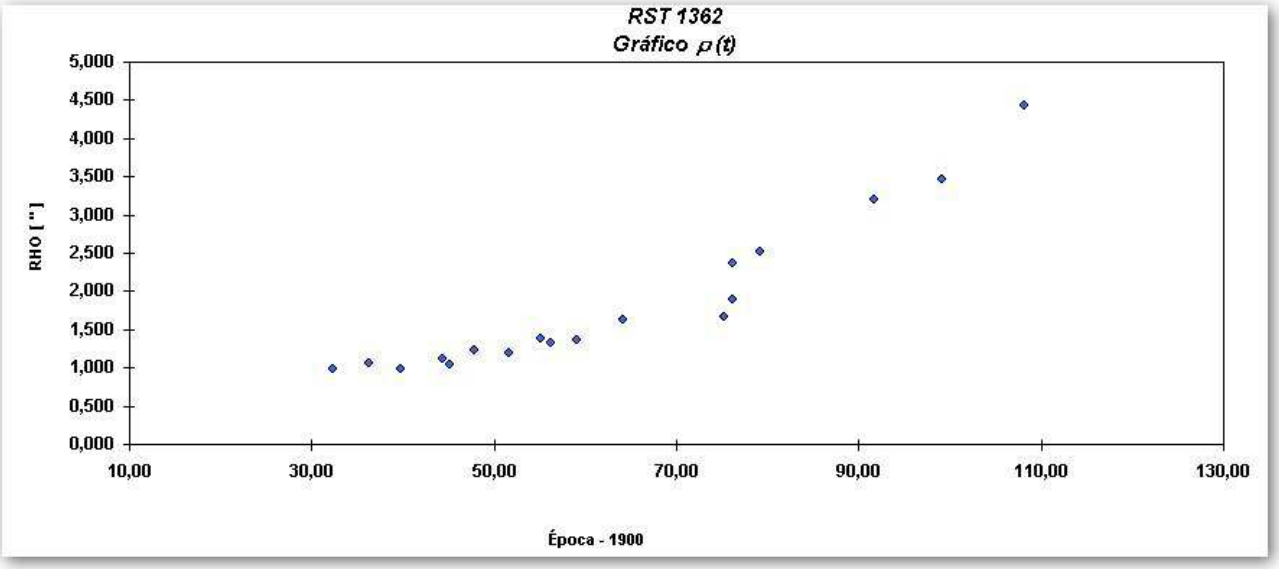


Figura 3. Para la doble RST 1362, la distancia angular muestra un gran incremento entre 1932 y 2008.

dos últimas, realizadas por el satélite Hipparcos en 1991,68 y por el proyecto 2MASS, en 1999,11. A las medidas históricas le añadimos nuestra propia medida (2008,200, 4,42" en dirección 338,2º). A lo largo de sus 76 años de observación, el ángulo de posición se ha incrementado unos ¡93 grados! (de 245 a 338 grados) al igual que la separación angular que aumentó en más de un 400% (de 0,98" a 4,42"). Ver figura 3.

La componente secundaria describe un gran movimiento lineal y los astrónomos del USNO incluyeron sus elementos lineales en el catálogo LIN4 (versión del 20/07/2011):

$$dx/dt = -8{,}04 \pm 1{,}86 \text{ msa/año}$$
$$dy/dt = -52{,}56 \pm 2{,}50 \text{ msa/año}$$

Este movimiento relativo es demasiado grande para una estrella binaria. Además las magnitudes de las componentes (10,18 y 10,92), su muy pequeño movimiento propio y su tipo espectral, nos hace pensar que no están cercanas a nosotros. Lo que se traduce en que ese alto movimiento aparente corresponde con una elevada velocidad relativa lo cual casi con seguridad es incompatible con las condiciones de la mecánica celeste para sostener que estamos ante un sistema binario. Concluimos diciendo que RST 1362, seguramente sea óptica.

4.4 A 1205 = WDS 20182+2912

Estrella doble descubierta por Aitken (1906) en 1905. Está compuesta por dos estrellas de magnitudes 9,17 y 10,08 (tipo M0). Entre el año 1905 y la última medida oficial (57 mediciones), la separación angular ha aumentado desde 0,34" hasta más de 1". A las medidas históricas le añadimos nuestra propia medida (2008,548, 1,19" en dirección 98,4º). Tomamos 1004 imágenes con un tiempo de exposición de 64 milisegundos. Mediante el programa REDUC Speckle versión 4.1.9 ordenamos las imágenes por calidad y seleccionamos manualmente el 5% de las mejores imágenes.

Esta binaria tiene una órbita oficial publicada en el 2006 por Mason *et al.* (2006). Tiene un periodo orbital de casi 500 años. Curiosamente yo calculé sus parámetros orbitales de forma paralela al trabajo de Mason. De hecho, mi cálculo orbital fue enviado a la Unión Astronómica Internacional, y fue allí donde me comentaron que ya tenían una órbita recientemente publicada. Con ilusión pude comprobar cómo mi órbita sólo mostraba pequeñas diferencias con respecto a la calculada por Mason *et al.*

Ya que conocíamos la órbita, calculé los residuos (O-C) para ver si mi medida se ajusta a lo esperado. Los residuos

$$O\text{-}C\ (\theta) = +0{,}70^{o}\ \ (= 0{,}01")$$
$$O\text{-}C(\rho)\ = +0{,}04"$$

indican que nuestra medida arroja pequeños residuos, cosa que me llenó de alegría.

— Agradecimientos.

El **Observatorio Astronómico de Cantabria** es un centro de la **Consejería de Medio Ambiente** del **Gobierno de Cantabria,** gestionado por el Centro de Investigación del Medio Ambiente (CIMA) y situado en el término municipal de **Valderredible**, que pretende convertirse en un centro de referencia científico, observacional, didáctico y divulgativo destinado a la astronomía y sus actividades afines en Cantabria.

La **Universidad de Cantabria**, a través del

Instituto de Física de Cantabria (IFCA, CSIC-UC) lleva a cabo la dirección y coordinación de las actividades científicas, observacionales, divulgativas y didácticas del Observatorio.

La **Agrupación Astronómica Cántabra (AstroCantabria)** realiza actividades de divulgación cultural para el público y de observación astronómica. Además, se encarga de la calibración y mantenimiento del instrumental astronómico del Observatorio.

Referencias

Aitken, R.G., 1906, Lick Obs. Bull. 4, 4

Hough, G. W., 1894, AN, 135, 281

Jonckheere, R., 1910, Journal Astronomique 1, no. 13, 98

Mason, B.D., Hartkopf, W.I., Wycoff, G.L., & Holdenried, E.R., 2006, AJ 132, 2219

Rossiter, R.A. 1955, POMic, 11, 1

TABLA 1. MEDICIONES ASTROMÉTRICAS.

WDS	DOBLE	ÉPOCA	Q (º)	R (“)	NOTA
19080+1910	HO 442	1997,441 2008,397	120,3 122,9	3,77 3,98	2MASS
06447+0809	J 267	2008,200	90,8	2,08	
07435-2727	RST1362	2008,200	338,2	4,42	Óptica
19080+1910	HO 442	1997,441 2008,397	120,3 122,9	3,77 3,98	2MASS
20182+2912	A 1205	2008,548	98,4	1,19	

Nuevo probable sistema binario: NOMAD1 0813-0265033 y NOMAD1 0813-0265030

Probable new binary system: NOMAD1 0813-0265033 and NOMAD1 0813-0565030

Giuseppe Micello
■ Il Bollettino delle Stelle Doppie, ITALIA
■ Correo-e: 7mg8@libero.it

En este artículo se describe una nueva estrella doble en Virgo (el segundo sistema doble identificado por mí en esta constelación). Este nuevo sistema binario de movimiento propio común fue identificado mediante comparación de placas fotográficas de 1952 y 1997 que el CDS (Centro de Datos Astronómicos de Estrasburgo) pone a disposición en su portal de Internet. Las coordenadas son 13 34 35,39 y -08 36 53,0 y las componentes tienen magnitudes visuales 13,2 y 13,8, con una separación de 10,19" y un ángulo de posición de 270,7° para el año 1999.

This paper describes a new double star in Virgo (the second pair identified by me in this constellation). This new binary system with common proper motion was identified by the comparison of photographic plates of 1952 and 1997 that the CDS (Centre Strasbourg Astronomical Data) provides in its website. The coordinates are located at 13 34 35.39 and –08 36 53.0 and visual components have magnitudes 13.2 and 13.8, with a separation of 10.19" and an PA of 270.7° for 1999.

Introducción

UNO DE MIS INTERESES PRINCIPALES como observador de estrellas dobles, consiste en analizar las placas fotográficas del Centro de Datos Astronómicos de Estrasburgo para identificar nuevos sistemas binarios, basándome en la comparación de placas fotográficas de diferentes épocas. De esta forma, es posible encontrar el movimiento propio común de una estrella doble.

El método que utilizo consiste en tomar las coordenadas de una estrella doble cualquiera presente en la base de datos del Washington Double Star Catalog (WDS), introducirlas en la base de datos Simbad y analizar el campo estelar de la placa fotográfica utilizando Aladin Sky Atlas.

Comparando placas POSSI (1952) con placas SERC (1997) me encontré con un par de estrellas en la constelación de la Virgen que parecía tener movimiento propio común. En la figura 1 podemos ver la probable nueva doble (indicada como A y B), situada cerca del sistema BU 114 (WDS13343-0837), presente en la placa SERC.ER DSS2 de 1993.

Las coordenadas precisas del nuevo sistema binario son 13 34 35,39 y -08 36 53,0 y sus magnitudes visuales 13,2 y 13,8.

Datos astrométricos

Los identificadores asignados por el catálogo NOMAD1 para estas dos estrellas son NOMAD1 0813-0265033 y NOMAD1 0813-0265030. Los movimientos propios en AR y DEC para las componentes A y B se muestran en la tabla 1. En la figura 2 se observa la composición RGB de las placas POSSI de 1952 y SERC de 1997 y, en detalle, en la figura 3, se indica el desplazamiento de las dos estrellas en 45 años.

Para realizar la medición astrométrica del ángulo de posición y de la separación angular, sin embargo, he utilizado una tercera placa fotográfica de 1999

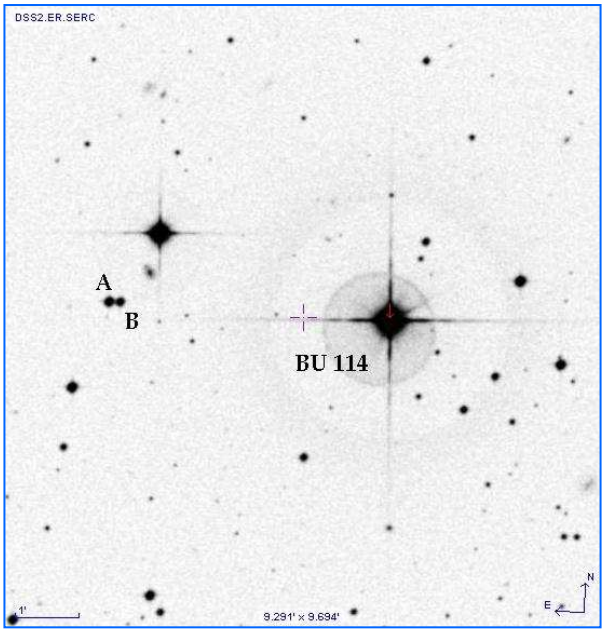


Figura 1. Localización de la nueva estrella doble en la vecindad del sistema BU 114.

COMP.	mpAR	ERROR mpAR	mpDEC	ERROR mpDEC
A	-18,0	3,0	10,0	3,0
B	-23,1	7,7	17,3	7,9

Tabla 1. Movimientos propios (en msa/año) extraídos del catálogo NOMAD1.

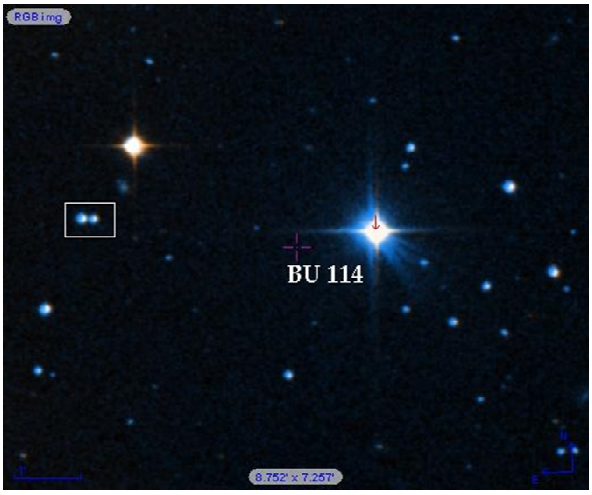


Figura 2. Composición RGB usando placas de 1952 y 1997.

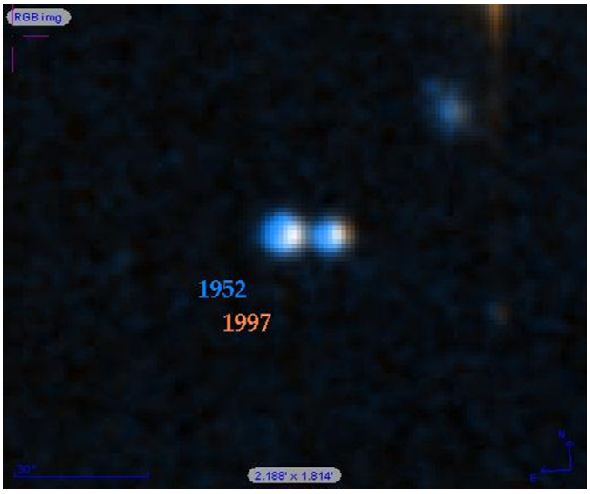


Figura 3. Detalle del desplazamiento común de las dos componentes en 45 años.

(2MASS). Con la herramienta *"dist"* presente en la interfaz de Aladin, he realizado 20 mediciones para cada placa (1952, 1997 y 1999) y después calculé el promedio de los valores de Theta y Rho obtenidos. En la tabla 2 vemos las medidas astrométricas entre 1952 y 1999.

Análisis estadístico y teoría de la probabilidad

Tener un movimiento propio común muy similar no basta para determinar si una estrella forma parte de un sistema físico. Francisco Rica Romero, en su artículo "*Determination of the Nature of Visual Double Stars Using Probability Theory*", analiza, utilizando la teoría de la probabilidad, si una pareja de estrellas puede ser de naturaleza óptica o física. De entre las fórmulas incluidas en el mencionado artículo, he utilizado la de *Ciardullo:* cuanto más bajo sea el valor de *P* más alta es la probabilidad de que una pareja sea física.

Rica (2007), a través de un estudio realizado en la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA, ha determinado (para las dobles físicas) un valor de *"P"* que va desde 0,003% hasta 1,54%, usando precisamente la ecuación de *Ciardullo*. Esta expresión es la siguiente:

$$P = 1 - \left(1 - \frac{\pi\rho^2}{A}\right)^N$$

donde ρ es la separación angular entre ambas componentes en segundos de arco, A es el área de cielo (expresado en las mismas unidades que ρ) donde hemos buscado estrellas al menos tan brillantes como la secundaria, y N es el número de estrellas encontradas en el área A. La expresión $\pi\rho^2$ da el área circular de cielo con radio igual a ρ.

He utilizado el catálogo NOMAD1 y sobre un área de 1° se identificaron 158 estrellas con una magnitud visual menor o igual a 13,8. Aplicando estos

COORDENADAS	MAG. 1 - MAG. 2	THETA	RHO	ÉPOCA	FUENTE
13 34 35,39 -08 36 53,0	13,3 - 13,8	266,2°	10,24"	1952,393	DSS-POSSI
		270,8°	10,18"	1997,324	DSS-SERC
		270,7°	10,19"	1999,148	2MASS

Tabla 2. Medidas astrométricas y coordenadas precisas.

datos a la fórmula de *Ciardullo*, se obtuvo un valor de P = 0,13%.

Conclusiones

A partir de los datos que tenemos, podemos decir que la pareja estudiada muy probablemente sea un sistema binario. El valor del criterio de *Ciardullo* (0,13%) es comparable con los valores obtenidos por Francisco Rica en su estudio y los movimientos propios del sistema parecen ser comunes.

Agradecimientos

Mi agradecimiento especial a Francisco Rica Romero y a Edgardo Rubén Masa Martín: sus valiosos consejos me han permitido profundizar en el estudio de las estrellas dobles.

Este estudio se hizo gracias al sitio de Internet del Centro de Datos Astronómicos de Estrasburgo (CDS): `http://cds.u-strasbg.fr/`

También quiero expresar mi agradecimiento a Antonio Adigrat por colaborar conmigo en el proyecto "Stellarum Duplicium". ✆

Referencias

Rica, F., 2007, *Determination of the Nature of Visual Double Stars Using Probability Theory*, JDSO, Vol. 3 Nº. 1, 21-26.

Traducido del italiano por Edgardo R. Masa Martín

Dos posibles errores de datos en el WDS

Two posible data errors in WDS

Germán Bresciano

■ A. de Aficionados a la Astronomía, URUGUAY y Red de Aficionados a la Astronomía, ARGENTINA

■ Web: www,astrofotografia.me | Correo-e: gbresciano@hotmail.com

Este artículo presenta el descubrimiento de dos posibles errores en datos de dobles abandonadas del WDS. En el par LDS 755 se encontró un error de un factor de 10 en la separación angular. En el par JC 20 CD se encontró un error en la magnitud de la componente D al ajustar las magnitudes de la versión 2006.5 de WDS.

In this paper two possible errors in WDS neglected doubles are presented. In the pair LDS 755 a 10 factor error in angular separation was found. In the pair JC 20 CD an error in the magnitude for the component D was found, apparently introduced during magnitude adjustment from version 2006.5 of WDS.

Introducción

MIENTRAS REALIZABA MEDIDAS de dobles abandonadas en la constelación de la Grulla, como parte de mi colaboración con el programa SEDA-WDS Austral, encontré lo que parecen ser errores en los datos de WDS 23069-4331 (JC 20 CD) y WDS 21480-4736 (LDS 755).

Mediciones

Las mediciones fueron realizadas a partir de imágenes obtenidas con una cámara Meade DSI III pro utilizando un telescopio newtoniano de 150 mm de apertura y relación focal f/5 con una lente Barlow 3x (focal efectiva 2410 mm).

Para cada par se tomaron 5 series de 10 imágenes cada una, que fueron posteriormente calibradas y apiladas para obtener 5 imágenes a medir que se analizaron con el programa Astrometrica utilizando el catálogo UCAC-3.

JC 20 CD

Al comparar mis medidas (tabla 1) con los datos de WDS (tabla 2, página siguiente) encuentro que parecen coherentes excepto porque la magnitud de la componente secundaria en WDS es 15,30, muy diferente de mi medida.

Revisando los archivos de WDS encontré que hasta la versión 2006.5 (tabla 3, página siguiente) este par aparecía con magnitudes 4,5 y 12.

Es claro que hasta la versión 2006.5 había un error en la magnitud de la componente C del par CD (4,5), pues en el par AC la componente C aparece con magnitud 7,77.

En la versión actual la magnitud de la componente C del par CD fue corregida aumentándola en 3,27 unidades para hacerla coincidir con la magnitud de dicha componente en el par AC. La magnitud de la componente D también fue aumentada en 3,3 unidades, probablemente pensando que el error en la magnitud era igual en ambas componentes. Mis mediciones de magnitud de la componente D son muy similares al valor anterior, es decir a 12.

Aparentemente, en este caso la magnitud errónea de la componente C en los catálogos hasta el 2006.5 se debió a un error de transcripción, registrando la magnitud de la componente A en lugar de la de C, pero el registro de magnitud de la componente D

WDS ID	DESC.	MAG. C	MAG. D	ÉPOCA	THETA (º)	RHO (“)	N° IMAG.	NOCHES
23069-4331	JC 20 CD	8,2	11,9	2011,694	345,9	100,58	10	1

Tabla 1 : Medidas de JC 20 AC.

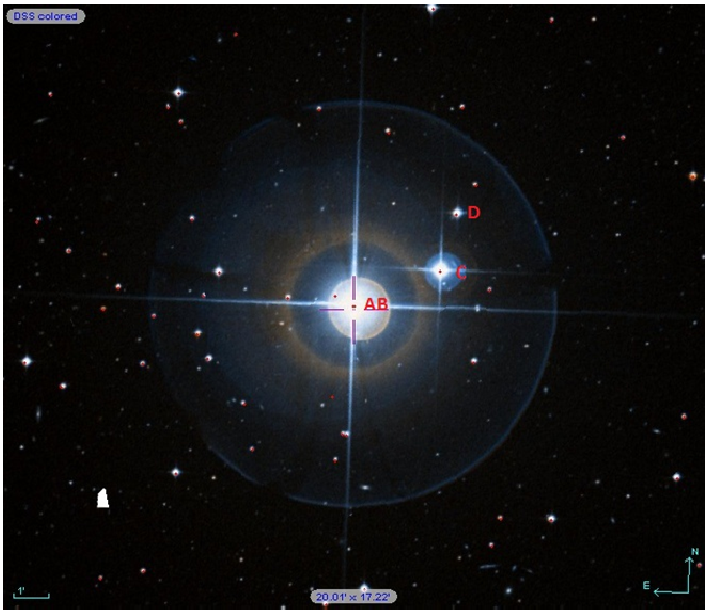


Figura 1: Imagen DSS de la región de JC 20.

WDS Identifier	Discovr	Comp	EPOCH Frst	Last	#	THETA Fst	Lst	RHO First	Last	Magnitudes Pri	Sec
23069-4331JC	20	AB	1846	2008	61	12	113	3.1	1.5	4.45	6.60
23069-4331JC	20	AC	1851	2002	17	293	292	160.2	158.9	4.45	7.77
23069-4331JC	20	CD	1845	1845	1	335	335	95.0	95.0	7.77	15.3

Tabla 2 : Datos de JC 20 en WDS actual.

WDS Identifier	Discovr	Comp	EPOCH Frst	Last	#	THETA Fst	Lst	RHO First	Last	Magnitudes Pri	Sec
23069-4331JC	20	AB	1846	2001	60	12	108	3.1	1.5	4.45	6.60
23069-4331JC	20	AC	1851	2002	17	293	292	160.2	158.9	4.45	7.77
23069-4331JC	20	CD	1845	1845	1	335	335	95.0	95.0	4.5	12.

Tabla 3 : Datos de JC 20 en WDS 2006.5 y anteriores.

hasta 2006.5 era correcto y se cambió por un valor erróneo en la versión actual de WDS.

LDS 755

Al comparar mis medidas (tabla 4, página siguiente) con los datos de WDS encuentro que parecen coherentes excepto porque el valor de Rho es 10 veces mayor que el registrado en WDS (14,0).

Como las dobles catalogadas por Luyten se caracterizan por el alto movimiento propio común, decidí verificar los movimientos propios de las componentes que yo había identificado para ver si me había equivocado al identificarlas.

Los valores de movimientos propios de los catálogos UCAC3 y PPMXL confirman que las componentes que identifiqué son un par de alto movimiento propio común, con movimiento propio muy superior a las demás estrellas de la región (figura 2, página siguiente) y coincidentes con los publicados por Luyten, lo cual confirma positivamente mi identificación de las componentes.

Mediante consultas al USNO se verificó que el registro de este par en el WDS refleja los mismos valores publicados en el artículo original de Luyten en 1941, lo cual descarta un error de transcripción al ingresar los datos en el WDS.

Para verificar si era posible que la separación hubiera cambiado tanto desde 1920 comparé mis imágenes (figura 3, página siguiente) con placas de 1976 (figura 4, página siguiente).

Como puede verse, en los últimos 35 años no hubo variación apreciable en la separación, por lo que es muy improbable que hace 90 años ésta fuera 10 veces inferior a hoy. La otra posibilidad es que haya habido un error de transcripción o de cálculo en los valores publicados por Luyten (Luyten, 1941) y que el

WDS ID	DESC.	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	THETA (°)	RHO (“)	N°IMAG.	NOCHES
21480-4736	LDS 755	10,5	12,7	2011,901	237,5	135,67	10	1

Tabla 4 : Medidas de LDS 755.

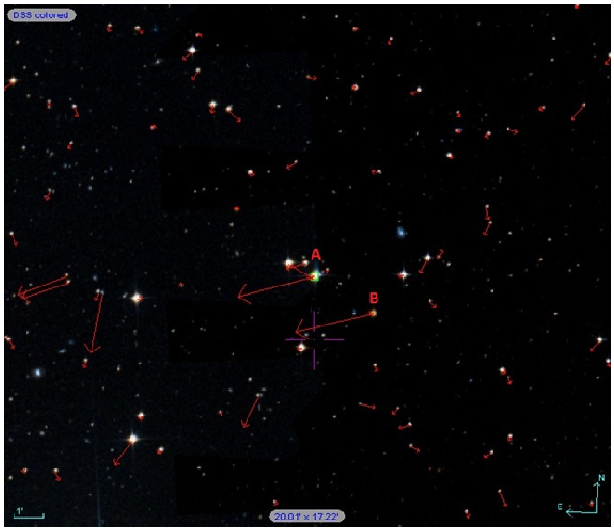


Figura 2 : Imagen DSS de la región de LDS 755 incluyendo vectores de movimientos propios.

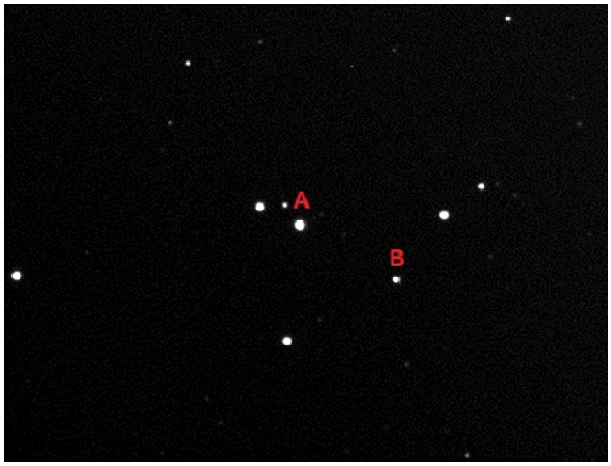


Figura 3 : Imagen propia de LDS 755 (2011).

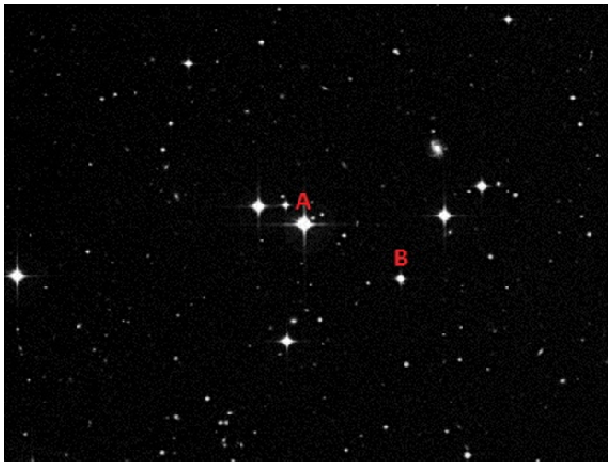


Figura 4 : Imagen de SERC-J Survey de LDS 755 (1976).

valor correcto fuera 10 veces superior al registrado, o sea 140 en lugar de 14,0.

Agradecimientos

A Francisco M. Rica Romero por alentarme a escribir este trabajo y por sus sugerencias y colaboración en la revisión del mismo.

Al USNO por el suministro de archivos históricos de medidas y su colaboración en la revisión de los datos en las referencias originales.

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

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/`

Referencias

Luyten, W.J., *Bruce proper motion survey*, Pub. Univ. Minnesota Obs. 3, #3, 1941

Tres nuevos pares con movimiento propio común sobre 200 milisegundos de arco por año

Three new pairs with proper motion over 200 milliarcseconds

Rafael Caballero Roldán
■ Asociación Astronómica Hubble (Jaén, ESPAÑA)
■ Correo-e: rafa@sip.ucm.es

Presentamos 3 pares con movimiento propio común sobre 200 milisegundos de arco por año y separación por debajo de los 11". Los nuevos pares cumplen los criterios de Halbwachs y son buenos candidatos a constituir pares físicos.

Three new common proper motion pairs with proper motion over 200 milliarcseconds per year and separation under 11" are presented. The new pairs satisfy the Halbwachs' criteria, and constitute good candidates to physical pairs.

Datos iniciales

EL PROPÓSITO DE ESTE PROYECTO era obtener nuevas parejas con velocidad muy notable. Para ello se decidió inspeccionar estrellas procedentes de los catálogos UCAC3 (Zacharias N. *et al*., 2009), LSPM (Lépine y Shara, 2005) y PPMX (Röser, 2008). Se seleccionaron estrellas con movimiento propio mínimo de 200 milisegundos de arco por año. Mediante la herramienta ALADIN (Bonnarel *et al*., 2000), y en particular mediante su *controlador de macros* que permite aplicar la misma secuencia de instrucciones a una lista de coordenadas, se descargaron las composiciones RGB correspondientes a las imágenes de los informes POSSI (década de 1950) y POSSII (década de 1990) del Monte Palomar (Reid, 1991) para inspeccionarlas en busca de una posible "acompañante" no conocida.

Resultados

Tras descartar los pares que ya estaban en el WDS (Washington Double Star Catalog, Mason *et al*., 2003) se buscaron datos de las nuevas parejas, descartando las que no cumplían los criterios de Halbwachs (Halbwachs, 1986). El resultado final son las 3 parejas de la tabla 1 (página siguiente).

La astrometría relativa se ha obtenido del catálogo 2MASS, mientras que la velocidad y las magnitudes se han tomado del catálogo LSPM. El error de los datos de este catálogo es de 8 milisegundos de arco año, según se indica en la descripción del mismo. Las figuras 1, 2, 3 y 4 (página siguiente) muestran las composiciones RGB de estos tres nuevos pares de movimiento propio común.

Referencias y Bibliografía

Bonnarel, F.; Fernique, P.; Bienaymé, O.; Egret, D.; Genova, F.; Louys, M.; Ochsenbein, F.; Wenger, M.; Bartlett, J. G.; 2000, "The ALADIN interactive sky atlas. A reference tool for identification of astronomical sources", Astronomy and Astrophysics Supplement, 143, p.33-40.

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

Lépine, S., Shara, M. M., 2005, "A Catalog of Northern Stars with Annual Proper Motions Larger than 0.15" (LSPM-NORTH Catalog) ". The Astronomical Journal, Volume 129, Issue 3, pp. 1483-1522.

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

Reid, I. N. *et al*., 1991, "The second Palomar Sky Survey", Astronomical Society of the Pacific 103, 661-674.

Röser, S.; Schilbach, E.; Schwan, H.; Kharchenko, N. V.; Piskunov, A. E.; Scholz, R.-D.; 2008 "PPM-Extended (PPMX) – a catalogue of positions and proper motions". Astronomy and Astrophysics, 488 (1), 401-408.

Zacharias, N. *et al*., 2009, "UCAC 3 Catalogue". VizieR Online Data Catalog, August 2009.

TABLA 1. LOS TRES NUEVOS PARES DE MUY ALTO MOVIMIENTO PROPIO COMÚN.

AR	DEC.	ÉPOCA	THETA	RHO	MAG.A	MAG.B	MP A	MP B
11 39 07,203	+16 34 42,91	1999,956	212,18	8,15	15,31	15,82	-291-18	-291-18
12 03 38,611	+79 31 31,98	1999,212	193,11	3,16	14,23	14,23	-295+89	-295+89
16 52 11,926	+20 21 46,08	1997,444	161,03	10,17	12,58	16,42	+84-213	+84-213

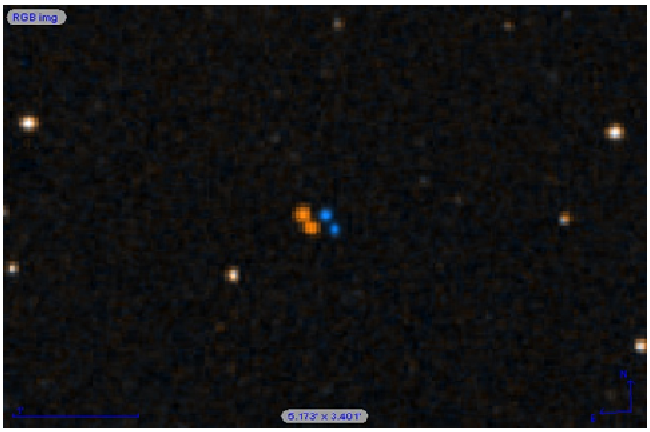


Figura 1. Localizada en posición: 11 39 07,203 +16 34 42,91.

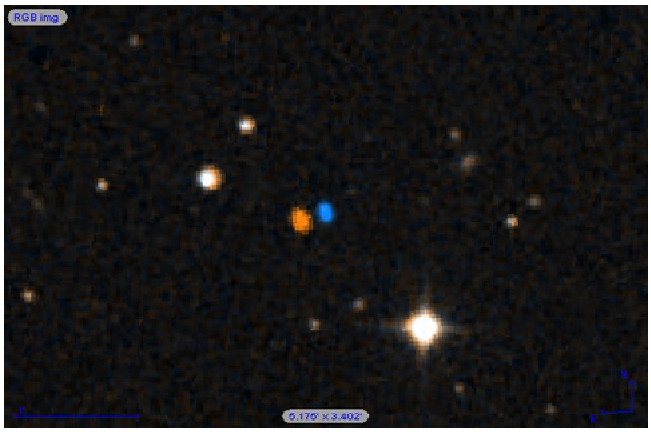


Figura 2. Posición: 12 03 38,611 +79 31 31,98. En este caso apenas se aprecian las dos estrellas por la escasa separación.

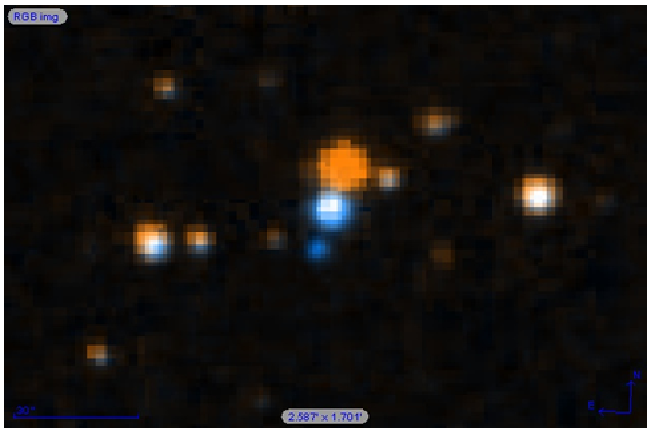


Figura 3. En el caso de la pareja en las coordenadas 16 52 11,926 +20 21 46,08 la posición de la secundaria en la imagen en color anaranjado (1950) se confunde con la primaria en la imagen azul (1991). La pareja se aprecia mejor en las imágenes obtenidas en el proyecto SDSS-DR7 (ver figura 4).

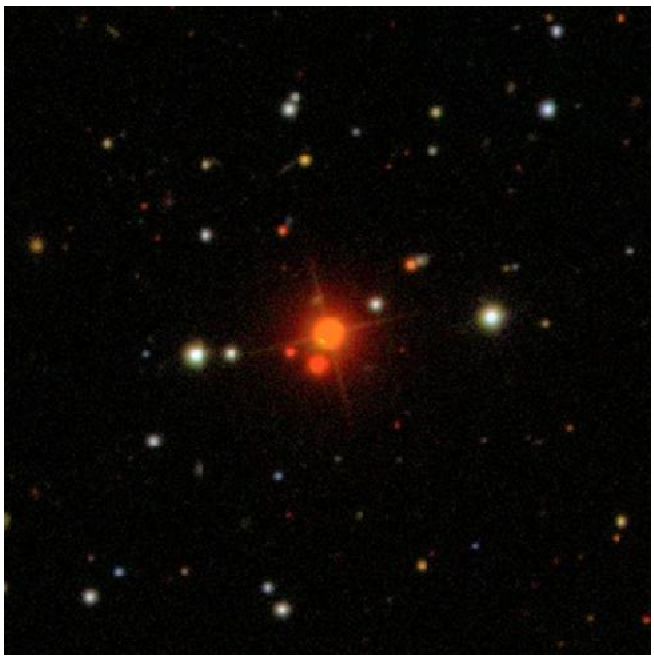
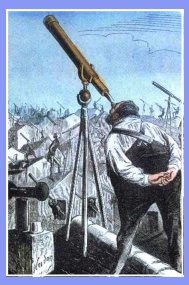


Figura 4



por qué observo estrellas dobles?

A través de esta sección conocidos amateurs intentarán responder en cada número a esa pregunta que de vez en cuando nos hacen otros aficionados que no conocen bien este mundo...

En la segunda entrega hemos querido que sea un compañero de nuestra vecina y querida Italia la que nos explique las razones que le llevaron a dedicarse a este mundo. Adquiere, además, un interés añadido el hecho de que sea uno de los editores de una nueva publicación hermana de OED.

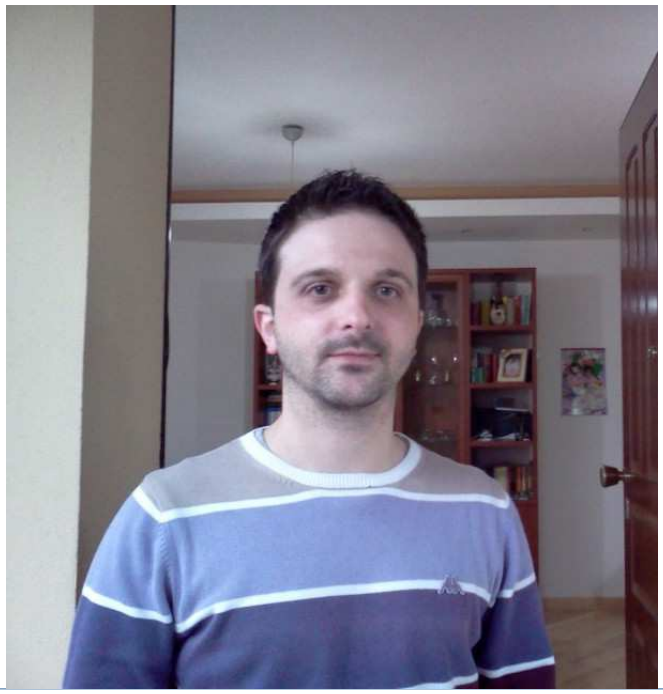
Giuseppe Micello

ME PRESENTO: MI NOMBRE ES GIUSEPPE MICELLO y vivo en un pequeño pueblo cerca de Imola, en Italia. Soy un apasionado de la astronomía desde los 18 años, dedicándome desde hace tres a la observación de estrellas dobles.

¿Por qué observar estrellas dobles? Mi pasión por estos objetos es relativamente reciente ya que, como decía, se remonta a tres años atrás. Pero... mejor empezar por el principio.

Mi afición por el cielo nace nace siendo yo niño. Mi primer telescopio fue un refractor Konus 60/900, regalo de mis padres en el lejano 1994. Con este telescopio, y su muy inestable montura, empecé a observar los objetos más importantes a los que tenía alcance: M42, M45, Júpiter y Saturno... y mi primera doble: Mizar.

Durante bastante tiempo tuve que renunciar a la astronomía, pero en 2009, gracias a un foro italiano dedicado a este tema, retomé esta maravillosa afición. Con un Newton 200/1000 aprendí a admirar la belleza del espacio profundo: galaxias, cúmulos abiertos... hasta que conocí a un querido amigo, Adriano Dragone, así como su pasión por las estrellas dobles. Al comienzo las observaba sólo por diversión pero, maravillado de los colores de Albireo y Cor Caroli, empecé a dibujar lo que veía en el ocular. Gracias a Adriano mi pasión por las dobles comenzó a ser algo más que un juego y a mediados de 2010 comencé a observarlas con un refractor Fraunhofer 102/1100 y aprendí el método de trabajo para realizar la astrometría mediante el empleo de cámaras CCD. De esta forma, en julio de 2010, con una cámara DMK21AU comencé a llevar a cabo mis primeras medidas, sobre todo gracias a la facilidad que ofrece el maravilloso software de Florent Losse, *Reduc*.

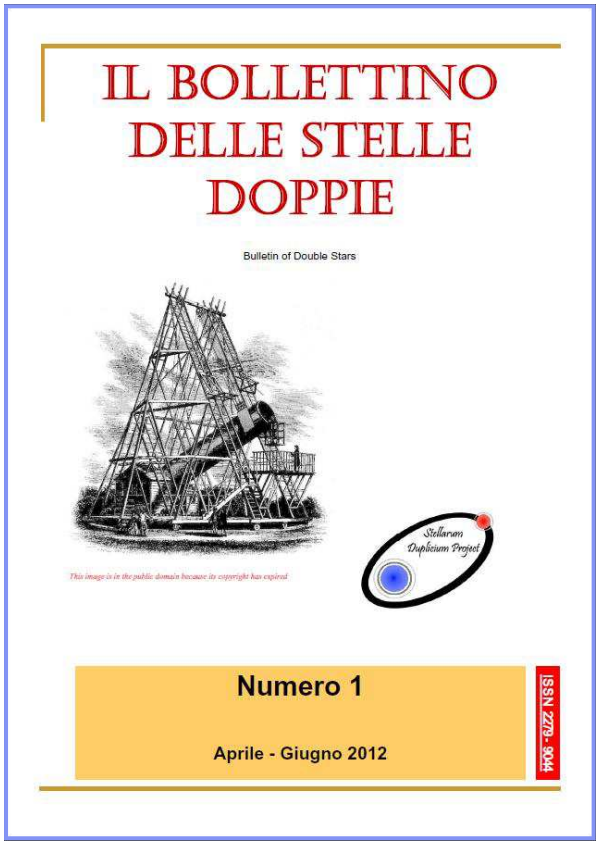


Durante ese tiempo, y hasta julio de 2010, había leído muchos artículos publicados en el *Journal of Double Star Observations* (JDSO), pero... ¿por qué no tratar de publicar? Con mucha satisfacción publiqué mi primer trabajo en el JDSO con algunas medidas de estrellas dobles olvidadas.

Mientras tanto, mi pasión por las estrellas dobles crecía a la vez que mis telescopios. La familia se ha ampliado con un Maksutov-

Cassegrain 150/1800 y un Schmidt-Cassegrain de 200/2000.

En agosto de 2011, durante una noche dedicada a la observación de algunas dobles de la constelación del Águila (y con la ayuda de otro astrónomo amigo, Lorenzo Petri), la cámara CCD capturó una débil estrella cerca de la componente A del sistema STF2590. No aparecía catalogada en el *Washington Double Star Catalog* (WDS). Decidí, por tanto, enviar un nuevo artículo al JDSO para informar de dicha nueva componente. ¡Bien! En enero de 2012 se publicó mi artículo, pero aún mejor fue la noticia de que el WDS la ha catalogado como una nueva estrella doble bajo la denominación GMC 1AE... ¡¡mi estrella doble!! Constituye una gran emoción y un honor que tu nombre figure allí arriba, en el cielo, como lo es también contribuir y compartir esta pasión con toda la comunidad de astrónomos amateur que estudian las estrellas dobles.



El nacimiento de una nueva revista

Jounrnal of Double Star Observations, El Observador de Estrellas Dobles, las Circulares de la *Double Star Section* de la Webb Society, *Observations et Travaux*... son las revistas más importantes del campo de las estrellas dobles. ¿E Italia? Nunca ha habido en mi país una revista dedicada a este campo de trabajo y mi sueño desde que me dedico a este tema ha sido crear una publicación de este tipo. Pero el camino a seguir era difícil y se presentaban ante mí muchos obstáculos.

Junto a **Antonio Adrigat**, amigo y también amante de las dobles, finalmente tuvimos claro el plan a seguir: era el momento de crear en Italia una revista profesional dedicada a la observación de estrellas dobles, nuestra pasión. ¡Pasión que se ha convertido en realidad! Gracias a los consejos y la inestimable ayuda de Edgardo R. Masa Martín, Juan-Luis González Carballo, Rafael Benavides Palencia y Francisco M. Rica Romero, desde el 1 de abril de 2012 Italia tiene su nueva publicación dedicada a la observación, estudio y medición de estrellas dobles: el Bollettino delle Stelle Doppie. Una gran noticia para los aficionados italianos pero, sobre todo, una revista oficial que puede ser útil para todos los aficionados del mundo.

Esta es mi historia, la historia de un pequeño aficionado a la astronomía que se dedica a una gran pasión: las **estrellas dobles**.

SITIO WEB DEL BOLLETTINO
https://sites.google.com/site/ilbollettinodellestelledoppie/

Traducido del italiano por Juan-Luis González Carballo

"Cada noche con buen seeing y cielos oscuros me parece mágica"

Florent Losse, pasión por las dobles

por Rafael Benavides Palencia y Juan-Luis González Carballo

EL AMIGO FRANCÉS

Cualquier aficionado a las estrellas dobles que se precie conoce a *Florent Losse*. Posiblemente no en persona, en España muy pocos tenemos ese placer. Incluso, muchos no conocen su faceta como observador metódico y apasionado con traspasar el límite de resolución de sus equipos. Hasta los habrá que no saben que tiene en su haber un buen puñado de descubrimientos de nuevas estrellas dobles que aparecen bajo las iniciales *LOS* en el WDS, además de casi una veintena de asteroides. Todo ello es posible. Pero lo que resulta del todo imposible es que al menos no conozcan a Florent Losse como el autor del software por excelencia del doblista: *REDUC*. Somos cientos los aficionados a este apasionante mundo de las dobles que le debemos haber podido medir pares que, de otra forma, hubieran quedado olvidados en alguna carpeta perdida de nuestro ordenador. Losse, Reduc y estrellas dobles, tres vértices de un triángulo equilátero que bien merece un acercamiento por parte del lector de El Observador de Estrellas Dobles. Además, queremos que esta entrevista que hemos mantenido con Florent que sirva como un bien merecido homenaje a este incansable observador al que tanto debemos, especialmente su amistad. *Florent Losse,* el amigo francés.

¿Cómo comenzó tu interés por la Astronomía?

De pequeño, algunas de mis páginas favoritas de la enciclopedia eran aquellas que hablaban de mitología. De vez en cuando, mis tolerantes padres me permitían tumbarme bajo el cielo estrellado con una carta celeste en la aparecían los fabulosos héroes y las leyendas de la mitología. ¿Era eso Astronomía? No lo sé, pero seguro que fue el primer paso.

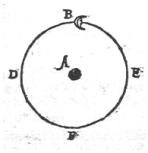
¿Qué queda de aquel chico interesado en la Astronomía hoy día?

Cuando miro al cielo a ojo desnudo no veo las líneas que conforman las constelaciones, pero sí a Hércules lanzando sus flechas contra las aves o la encadenada Andrómeda atemorizada por el monstruo marino.

¿Cuál fue tu primer equipo astronómico? ¿Lo conservas todavía?

El primer instrumento por el que miré fue un refractor de construcción casera que me fabriqué cuando tenía unos 10 años, más o menos. Era realmente un instrumento que dejaba mucho que desear con sus lentes de plástico, pero estaba muy orgulloso de él cuando enseñaba la Luna a mis padres o a mis amigos. Como no era lo suficientemente hábil como para construir un tubo redondo lo hice cuadrado con cartón. Los telescopios que he construido posteriormente también han tenido una sección cuadrada, ¿un resto del pasado? Aparte de esta anécdota, el primer instrumento astronómico realmente bueno fue mi viejo 115/900 que usé durante dos años mientras me construía mi T200, hace unos veinte. Luego sirvió como telescopio guía y, durante años, como un *super buscador* colocado en paralelo con el tubo del T200.

El primer instrumento por el que miré fue un refractor de construcción casera que me fabriqué cuando tenía unos 10 años



¿Y cómo comenzó tu interés por las estrellas dobles?

Realmente comenzó cuando conocí a Guy Soulié (SLE). Él es una persona apasionada e incansable; juzgad por vosotros mismos: tiene 92 años (no es un error… ¡tiene 92 años!) y todavía observa todas las noches despejadas. Entre sus numerosos trabajos como astrónomo profesional trabajó con las estrellas dobles usando un micrómetro de doble imagen y también realizó muchas medidas fotográficas del Hipparcos Input Catalogue. Él realmente ama a las estrellas dobles y ha preparado a numerosos observadores cualificados, y es que cuando lo conoces no puedes resistirte a su encanto. Aprendí mucho de él y espero seguir haciéndolo. ¡Gracias Guy!

¿Algún otro interés dentro de la Astronomía?

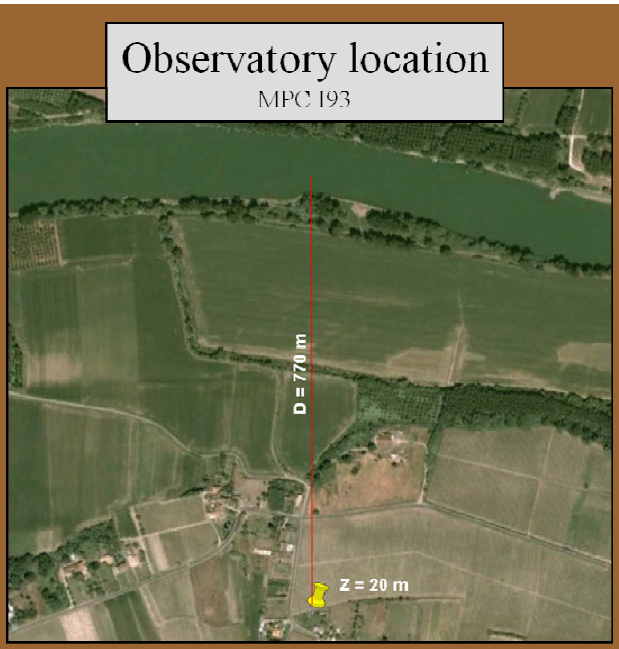
Hace 18 meses tuve que realizar mejoras en el sistema de enfoque del equipo que dedico a las dobles, algo que me llevó más de un mes. Por supuesto que no iba a dejar al telescopio dormir durante tanto tiempo así que instalé la cámara a foco primario e intenté algunas medidas de asteroides. Nunca me había interesado especialmente el tema porque pensaba que era aburrido fotografiar un campo, luego otro campo… y finalmente regresar al primer campo. Sin embargo me entretuvo

Unas notas biográficas sobre Florent Losse

Florent Losse tiene 52 años y vive, junto a su mujer y sus dos hijas, en una pequeña localidad en el suroeste de Francia, que como bien nos cuenta: "La región es más famosa por la buena comida y los famosos vinos de Burdeos que por la calidad de su cielo". Sabemos que son muchas las noches en la que no es posible observar debido a la climatología, "entonces disfruto leyendo, observando por el microscopio y me siento muy orgulloso cuando soy capaz de tocar con éxito tres acordes seguidos con la guitarra".

Realmente nadie que sepa quién es sólo por su actividad en las estrellas dobles, conocerá otra de sus pasiones. "Desde muy joven soñaba con volar, los helicópteros particularmente me fascinaban. Entré en la escuela de aviación naval francesa y tan pronto como fue posible volé mi primer avión a reacción, ocurrió cuando sólo tenía 18 años, finalmente obtuve el grado de piloto de helicópteros."

También es un apasionado de la Informática: "En paralelo a mi carrera de piloto, descubrí los primeros ordenadores personales que llegaron a apasionarme tanto como para aprender Informática de forma autodidacta. Esto me ha llevado a mi segundo trabajo, ya que actualmente soy jefe de proyecto y gestión de un equipo de desarrolladores de software".

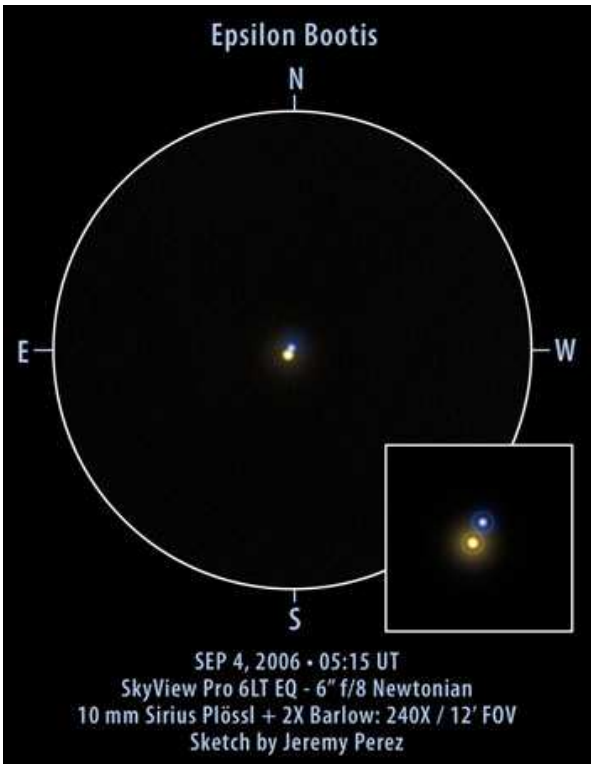


Aunque Florent tiene la suerte de vivir en un entorno rural, la cercanía de su observatorio al río Garona la trae consigo frecuentes problemas con la humedad y la niebla (todas las fotografías, excepto donde se indique lo contrario, son cortesía de Florent Losse ©).

durante algunas semanas y obtuve el código de la UAI (I93). El interés aumentó rápidamente cuando se asignó el descubrimiento de un nuevo asteroide al observatorio I93. La adicción fue completa cuando descubrí un asteroide cercano a la Tierra (NEO). La recuperación y confirmación de NEOs recién descubiertos se ha convertido ahora una parte de mi actividad. Puede ser muy difícil debido a la debilidad de estos objetos, a su velocidad así como por lo incierto de sus posiciones. Los nuevos objetos son descubiertos sólo algunas horas antes por los grandes surveys, el reto consiste en recuperarlos y proporcionar medidas para obtener rápidamente órbitas preliminares antes de que las incertidumbres se hagan demasiado grandes y el NEO deje de ser observable. Al igual que ocurre con las estrellas dobles, los observadores amateur pueden hacer importantes contribuciones y sus observaciones son siempre bienvenidas cuando son precisas. Además de las observaciones propiamente dichas, también es muy gratificante ver la órbita calculada y su evolución en el tiempo, además del aliciente de descubrir nuevos objetos en este proceso. Hasta la fecha, I93 observó alrededor de 300 NEOs, tiene 18 designaciones de nuevos asteroides y envió 3000 observaciones al Minor Planet Center, una estadística razonable para una actividad aburrida…

El descubrimiento de un asteroide o conseguir una separar una doble visual de 0,4" con mi T400 son también momentos mágicos

¿Cómo te surgió la necesidad de construir un telescopio partiendo casi desde cero?



ε Boo, una de las dobles favoritas de Florent (cortesía de Jeremy Perez)
http://peremedia.net/beltofvenus

Decís desde cero pero realmente no se parte de ahí. No puedo pulir los espejos de mis telescopios. Al comienzo era una mera cuestión relacionada con el dinero. Cuando me construí el T200 el coste final fue la mitad que en el caso de un telescopio comercial. Con la evolución de la tecnología y la relativa bajada actual de los precios no creo que sea interesante el bricolaje para los telescopios de pequeño diámetro. El segundo telescopio que me construí es mi actual T400, aunque el proyecto completo incluye la capacidad de soportar tres tubos: el T400 como equipo principal, el T200 para guiar y un refractor de 120mm como buscador. No hay ninguna montura comercial para un equipo de estas características y construirla por uno mismo es una buena solución. Aunque el proyecto era de una escala muy superior a la de la construcción de mi T200, la experiencia adquirida me ayudó mucho. Retrospectivamente debo admitir que la solución a los problemas es una parte del placer que tienen estos proyectos y es divertido trabajar con un instrumento que puede ser considerado único. Una cosa está clara: me construiré mi siguiente telescopio.

¿Hace mucho que tienes tu propio observatorio? ¿Nos puedes contar algo sobre él y sobre su construcción?

Lo construí en 1999 cuando me cansé de perder un tiempo precioso de observación mientras montaba y desmontaba el telescopio. El instrumento se componía de tres pesadas partes y a mi espalda no le gustaba nada. El observatorio es el clásico de techo corredizo con una estructura de madera. La sala de control está en el lado norte. Tener un montaje permanente en un observatorio simplifica mucho las cosas. Me gustaría decirles a los lectores que todavía dudan en construir su propio observatorio que vale la pena el esfuerzo, van a descubrir rápidamente que es un lujo necesario.

Una noche (astronómica) mágica fue cuando…

Bueno, en realidad cada noche que presenta buen seeing y cielos oscuros me parece mágica. La primera vez que vi los anillos de Saturno constituye un recuerdo imborrable, ocurrió en la azotea de mi colegio con un pequeño refractor. Pero el descubrimiento de un asteroide o conseguir separar una doble visual de 0,4" con mi T400 son también momentos mágicos.

Estrella doble favorita, ¿por qué esa en especial?

Sin ninguna duda *Pulcherrima* (ε Boo). *Izar* es lo suficientemente cerrada, pero no demasiado; tiene una diferencia de magnitud considerable, pero no en exceso; un contraste de color impresionante; se necesita unas buenas condiciones de seeing para apreciarla como se debe, su observación tiene que ser ganada a pulso. En una palabra: la verdadera definición de la perfección.

Observatorio y equipo

El observatorio es el clásico de techo corredizo, gran parte de él lo diseñó y construyó Florent desde casa. El equipo que tiene es realmente impresionante: “El telescopio principal es un Newton 400 mm / F5 equipado con una cámara ATIK314L. El segundo telescopio es mi viejo compañero, un Newton 200 mm F6 que ahora lo uso para el autoguiado con una cámara Audine. Finalmente, el tercero es un refractor 120 mm F8,3 que utilizo como buscador”.

Tanto los telescopios Newton como la montura son totalmente artesanales, construidos por el propio Florent. “No hay sistema *goto* ni *encoders*, se apunta a todos los objetivos gracias a los círculos de lectura del mismo modo que lo hacían los astrónomos del siglo XIX. La precisión que se obtiene es más que suficiente para trabajar a foco primario. Sin embargo, resulta insuficiente cuando se trabaja a gran focal (12,75 metros) para el trabajo en estrellas dobles, en estos casos el refractor se usa para situar cada objetivo en el pequeño campo de la cámara”.

El observatorio de Florent con su impresionante equipo.

Antes de la era de los ordenadores y las cámaras CCD, ¿usaste micrómetros u oculares reticulados para medir? ¿Qué recuerdas de aquellos tiempos?

Sí, realicé mis primeros intentos de medición con oculares reticulados. ¿Os sorprendería si os digo que los que usaba me los construí yo mismo? Fabriqué bastantes con alambres paralelos o en forma de V con hilos de los capullos de las arañas. Más tarde empleé un viejo micrómetro que se había utilizado históricamente para la lectura de los círculos de un instrumento meridiano. Los hilos no se movían exactamente en el mismo plano, así que para eliminar el error de paralaje, instalé un diafragma muy pequeño en el cristalino del ojo de manera que sólo una posición del ojo permitiera ver claramente el campo. Es bastante difícil de usar, así que lo dejé a los pocos meses, justo cuando comenzaron mis primeras experiencias con las imágenes digitales.

¿Cómo surgió la idea de Reduc?

Comencé a obtener imágenes de dobles con una webcam a comienzos del 2000. En esa época nadie había medido dobles con una de estas cámaras. No existía ninguna herramienta para reducir de forma cómoda los cientos de imágenes que tomaba cada noche. Como soy perezoso, escribí una primera versión de Reduc para hacer ese trabajo. Las primeras especificaciones eran simples: que satisficiera mis necesidades para calibrar y medir una buena cantidad de imágenes. Cuando los resultados pasaron a ser fiables decidí compartir mis experiencias y colgué el software en mi página web para atraer a cuanta más gente mejor al maravilloso mucho de las estrellas dobles. Soy muy feliz al ver que funciona medio bien y que algunos de los más cualificados observadores comenzaron con Reduc. El software evoluciona regularmente en función de mis necesidades y también, en la medida de lo posible, cuando un observador me hace llegar alguna sugerencia que puede interesar a otros usuarios.

¿Fue difícil de hacer?

Algunos conceptos matemáticos puede ser difíciles de implementar para un no matemático como yo. A pesar de todo, me tomé mi tiempo, leí libros, aprendí cosas que desconocía y lo metí todo en Reduc; tuve que dedicar mucho tiempo a validar cada implementación.

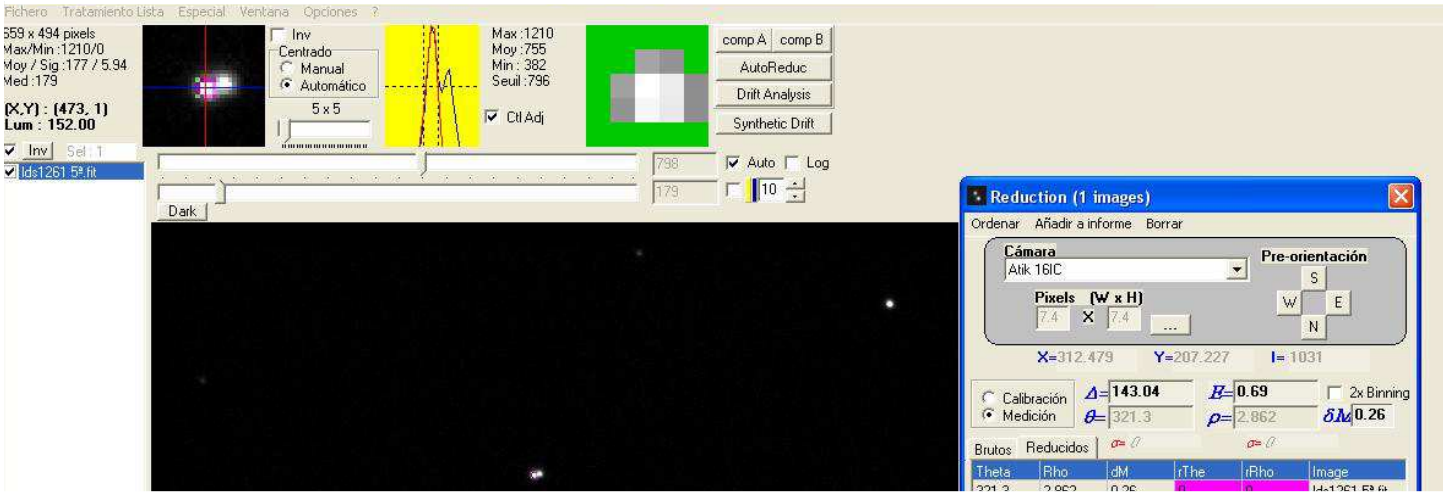
¿Cuáles son tus actuales objetivos en lo referente a la observación de estrellas dobles? O, en otras palabras, ¿qué te queda por hacer en este campo?

Continuar con el esfuerzo por proporcionar mediciones exactas en función de las posibilidades de mi instrumentación. La *repetibilidad* y la aplicación estricta de los procedimientos aparecen muy arriba en mi escala de valores. Quiero decir que romper los récords no forma parte de mis objetivos, prefiero dar un montón de medidas de calidad de parejas separadas por 0,5” a medir un puñado de parejas muy cerradas en el límite de resolución de mi equipo con incertidumbres imposibles de verificar. Debo admitir que el método de la interferometría speckle permite resultados impresionantes, incluso en torno a los límites del instrumento. Mis futuras campañas de observación se dirigirán a una población de entre 0,3” y 2” que tienen necesidad de ser medidas de forma frecuente o no lo han sido desde hace tiempo. La próxima campaña de SEDA-WDS es también uno de mis objetivos.

¿Hay mucho entusiasmo por las estrellas dobles en Francia?

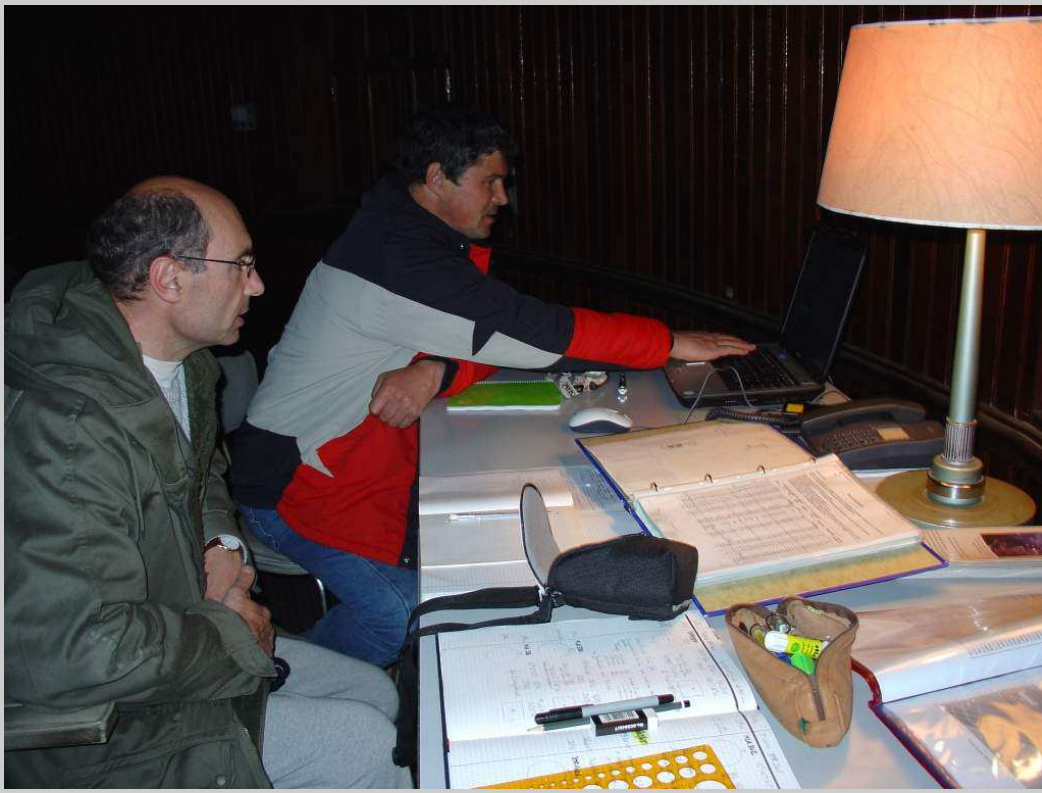
Como ocurre en otros países, hay numerosos observadores meramente contemplativos y algunos apasionados que realizan medidas o hacen trabajos teóricos sobre estrellas dobles. La mayoría de ellos forman parte de la Comisión de Estrellas Dobles de la Sociedad Astronómica de Francia (SAF) donde pueden obtener el soporte de muchos profesionales. Algunos miembros trabajan regularmente con los famosos refractores del Observatorio de Niza (50 y 76 cm), donde se emplean métodos que van desde los micrómetros filares

El imprescindible *Reduc*



Es el Software por Excelencia para la medida de estrellas dobles, prueba de ello es que ha sido distribuido gratuitamente a 450 usuarios repartidos entre 30 países. Curiosamente 180 de ellos son hispano hablantes, principalmente doblistas procedentes de España, aunque últimamente esta cifra está aumentando también en América, sobre todo en Argentina.

Actualmente Reduc se encuentra en la versión 4.63 (abril 2012), aunque todo empezó mucho tiempo antes: "Empecé a obtener imágenes de estrellas dobles mediante webcam a principios del año 2000. En esa época nadie medía estrellas dobles de esta forma, no había una herramienta que permitiese reducir las miles de imágenes tomadas cada noche". Así que al año siguiente ya tenía disponible la primera versión para uso personal. "Las primeras especificaciones eran simples: existía la necesidad de calibrar y después medir una gran cantidad de imágenes. Cuando los resultados se hicieron fiables, decidí compartir mi experiencia y puse a Reduc en mi sitio web (`http://www.astrosurf.com/hfosaf/index.htm`) con la esperanza de atraer a algunos aficionados al maravilloso mundo de las estrellas dobles". Todo esto ocurrió en el año 2003 y desde entonces Florent no ha dejado de hacer cambios y mejorar el software año tras año: en 2005 apareció la primera versión internacional (traducida al inglés, francés y español) y en 2007 la versión italiana.



Florent Losse en pleno proceso de desarrollo de Reduc. En el ordenador se almacenan las 12000 líneas de comandos del programa.

hasta la interferometría speckle.

¿Son conocidos en Francia los trabajos de estrellas dobles realizados por aficionados españoles?

¡Vaya pregunta! Creo que puedo decir sin género de dudas que son conocidos en todo el mundo. Hay, literalmente, una explosión desde hace algunos años. España es claramente El Dorado de las estrellas dobles.

¿Qué le responderías a un astrónomo amateur que te dice que la observación de estrellas dobles es aburrida?

Que el que me está aburriendo es él (risas). Ahora bien, si contemplando joyas en el cielo, y/o llevando tu equipo hasta los límites, y/o realizando aportaciones científicas, y/o conociendo a algunas de las leyes fundamentales del universo, y/o colaborando en el aumento de este conocimiento… se aburre, le diría que mejor se quede viendo en la tele cualquier reality-show.

¿Y qué le dirías si te comenta que es muy difícil?

Le diría: no lo has intentado o lo has hecho de la forma incorrecta. Las dificultades deben ser superadas, no trates de correr una maratón en 2'30 horas; aprende a caminar antes de correr y haz las medidas que puedas hacer. Finalmente, corre la maratón en menos de 5 horas, deja las 2'30 horas para el campeón… porque, a cambio, al menos lo habrás hecho. Incluso los más expertos observadores han partido de cero. ¡Afortunadamente, la observación y medición de estrellas dobles es, en cualquier caso, más fácil que correr una maratón! Un poco de práctica y aplicar ciertos procedimientos básicos te conducirán irremediablemente a obtener buenos resultados.

¿Cómo valoras la contribución de los astrónomos amateur en el campo de las estrellas dobles?

A lo largo de la historia, los observadores amateur de estrellas dobles han sido siempre importantes, esa es la verdad. Somos capaces de hacer lo que los profesionales no hacen debido a la falta de tiempo y medios y, por ello, se concentran en aspectos fundamentales de mayor profundidad que están, por lo general, fuera del alcance de los aficionados. Con la evolución de los conocimientos y las técnicas que actualmente poseemos podemos hacer cosas reservadas hace sólo 15 o 20 años a los profesionales. Es en este vacío en el que los amateur pueden contribuir. Yo también soy un aficionado y es difícil ser juez y parte, sin embargo toda la comunidad de doblistas es honrada cuando Brian Mason nos apoda "astrónomos de estrellas dobles no remunerados".

¿Qué tal fue tu experiencia en el II Meeting de Estrellas Dobles de Sabadell de 2010? ¿Conservas buenos recuerdos de ese encuentro?

Asistí al encuentro con una ponencia sobre mis experiencias con la interferometría speckle; igualmente hice

Cuando conocí a Florent…

por Ignacio Novalbos Cantador

TUVE LA GRAN SUERTE DE CONOCER A FLORENT LOSSE en Octubre del 2010. Ocurrió en el observatorio de la Agrupación Astronómica de Sabadell durante la celebración del *II International Meeting of Double Stars Observers*. Aunque hacía ya un par de años que manteníamos un contacto regular a través del correo electrónico, esta era la primera vez que le vería en persona. La emoción estaba asegurada.

Apareció por la puerta como las grandes estrellas, rodeado de otras grandes estrellas del panorama astronómico internacional, pero sin darse la más mínima importancia. Nos reconocimos al momento… "¿Florent? ... ¿Nacho?" El abrazo fue instantáneo.

Florent es uno de esos tipos sencillos con los que te encuentras cómodo desde el primer momento. Lo cierto es que enseguida empezamos a hablar, de todo y de nada, como si nos conociésemos de toda la vida. Ya no nos separaríamos durante todo el encuentro, nos sentamos juntos, tomamos café juntos, comimos juntos, nos fotografiamos juntos… (suerte que tiene uno).

Florent es un tipo genial en todos los aspectos...

No os podéis imaginar lo que te puedes llegar a reír con sus ocurrencias. Estar con él, es un no parar de hablar de estrellas dobles. Os aseguro que es una verdadera enciclopedia viviente de sabiduría *doblística*…Y no solo en lo que a técnicas y software se refiere, no señor. También es un gran observador visual que conoce el cielo como pocos.

© IGNACIO NOVALBOS

Cuando Florent habla de dobles, te das cuenta de lo mucho que te falta por aprender. Aunque si estas con él, no tienes porque preocuparte, seguro que aprendes. Es de esas personas con un don especial para explicar los términos más complicados de una forma tan sencilla y simpática que los hace comprensibles a cualquiera. Os aseguro que entre cafés y risas, aprendí más con él en esos dos días que en dos años por mi cuenta. Por suerte espero volver a verle y seguir aprendiendo de él, en un congreso Pro-Am sobre astrofísica estelar que este año se celebrará en Francia.

En fin, que más os puedo decir. ¡¡Ah, sí!! Que para mi es todo un lujo poder contar con sus conocimientos siempre que lo necesito, pero sobre todo lo es poder contar con su amistad… *A Bientôt, mon ami!!*

una introducción a la versión interferométrica de Reduc. La organización fue perfecta, con una gran variedad de temas, incluyendo varios profesionales que mostraron las posibilidades de cooperación entre ambos colectivos. Siempre hay dos caras en estos encuentros: el programa oficial y el *trasfondo*. Este último es más importante que el programa oficial. Es una ocasión única para compartir tiempo y experiencias y, sobre todo, una ocasión única para hacer amistades duraderas. La reunión de Sabadell es uno de mis mejores recuerdos astronómicos, así que… ¡ya estoy deseando que se celebre el 3er Meeting!

¿De dónde sacas tiempo para tener el nivel que tienes?

No puedo responder, seguramente sobrestimas mi nivel.

¿Algún otro miembro de la familia interesada en la astronomía?

No, aunque ciertamente es una gran ventaja: no tengo que compartir el observatorio (sonrisas).

¿Qué te dijo tu mujer la última vez que estuviste hasta las 4 de la madrugada tras una larga noche de observación?

Me dice algo del estilo de: "¿se ha nublado?". ¡No considero que acostarme a las 4 de la madrugada sea una larga noche de observación!

Muchas gracias, Florent.
Por todo.
Por Reduc, por los trabajos de enorme calidad que realizas,
por tu ejemplo … pero sobre todo, **gracias por tu amistad**.

El reto de la interferometría Speckle

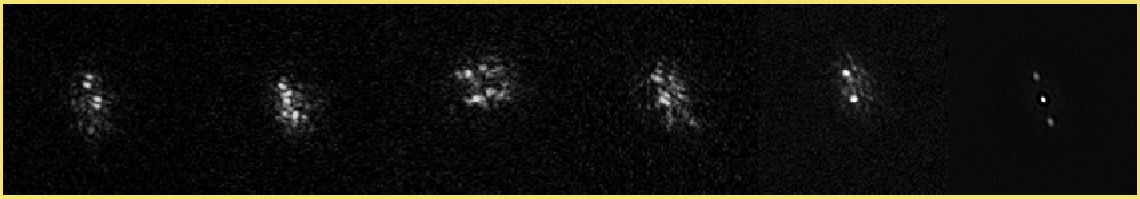
En 2008 nació la primera versión de Reduc con la función de interferometría speckle: "El speckle fue más una restricción que una elección deliberada. Cuando pasé del Newton 200 mm al 400 mm descubrí otra Astronomía, con nuevos encantos pero también con nuevos problemas. Fácilmente obtenía imágenes válidas para el procedimiento de lucky imaging con el T200, pero la historia con el T400 era muy diferente. Obtener imágenes válidas para lucky (que no son otra cosa que imágenes limitadas por el poder de resolución del telescopio) es muy difícil. A altos aumentos la imagen de una estrella muestra muy rara vez (prácticamente nunca) un buen patrón de Airy , en vez de eso muestra un patrón de movimiento rápido de pequeños grupos de manchas de luz llamados *speckles* que se propagan al azar sobre una gran superficie. A medida que el diámetro del telescopio aumenta, se reduce drásticamente la frecuencia de imágenes *lucky* y se incrementa el fenómeno *speckle*. Sin entrar en detalles, el speckle son imágenes independientes de la estrella limitadas por la difracción tal como mostró Labeyrie en los años setenta. Obviamente, en el caso de una estrella doble cerrada el patrón de speckle de ambas componentes se funde. Desde Labeyrie, los astrónomos han refinado la técnica que permite tratar esas imágenes de manchas y así restaurar el poder de resolución original de telescopios de gran abertura. Afortunadamente el poder de los actuales ordenadores y cámaras CCD permiten a los amateurs sacar ventaja de estos métodos. El procedimiento está totalmente claro: usa una longitud focal suficiente para separar claramente los speckles (el disco de Airy debe abarcar varios píxeles), usa exposiciones de tiempo muy cortas para congelar de este modo el patrón de los speckle, toma muchas imágenes y redúcelas en un software adecuado que permita medirlas!".

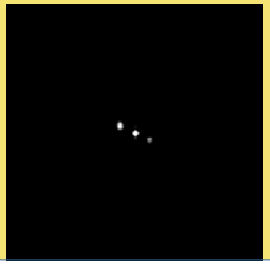
A modo de ejemplo y por si puede servirnos de orientación, Florent nos cuenta su método de trabajo: "Uso una barlow Televue 5x con el fin de obtener una longitud focal aproximada de 13 metros. Los tiempos de exposición varían desde 1 ms para las estrellas más brillantes, hasta 20/30 ms para aquellas de la décima magnitud. Suelo tomar entre 400-1000 imágenes por cada pareja. Con el fin de disminuir el tiempo de lectura, es importante guardar y tratar sólo la zona central del sensor CCD. La reducción se realiza con Reduc".

Evidentemente, como en todas las técnicas hay algunos problemas: "Aunque no son exactamente problemas inherentes al método. En realidad nos encontramos con las mismas limitaciones que podemos encontrarnos en otras técnicas, como *lucky imaging*. Todo es cuestión de encontrar el equilibrio entre todos los componentes que usemos. Podemos resumirlo todo en dos puntos:

— Encontrar la suficiente longitud focal que nos permita separar los speckles y preservar suficiente luz para las imágenes CCD.
— La interferometría speckle es muy sensible a la dispersión cromática atmosférica y el uso de sistemas de compensación (filtros de banda estrecha, prismas Risley) son inevitables cuando trabajamos con largas distancias focales."

Florent ha realizado más de 1000 medidas con este método y todas ellas se encuentran en el *Fourth Catalog of Interferometric Measurements of Binary Stars*, lo que confirma la gran precisión que obtiene con ellas. Como bien dice nuestro amigo: "Probablemente son las únicas mediciones incluidas en dicho catálogo realizadas con un telescopio de madera".





STF1670 (arriba) en una serie tomada con filtro rojo donde se ven claramente los speckles. La 5ª imagen es la mejor de una serie de 3 lucky imaging. El autocorrelograma final obtenido es fácil de medir con Reduc. La separación del sistema es de 1,65".

STT 319 (izquierda). La separación es 0,86" y dM 0,7. Los picos simétricos muestran una diferencia de brillo, con la técnica implementada en Reduc llamada *cross-correlation* se resuelve la ambigüedad de 180º a la hora de determinar la correcta posición de la estrella secundaria.

Cuarenta años entre estrellas dobles

por JOSÉ ANGEL DOCOBO DURÁNTEZ

ES BIEN SABIDO QUE, aunque las primeras medidas micrométricas de binarias que se hicieron en España fueron las realizadas por Rafael Patxot y José Comas Solá en el Observatori Catalá de San Feliú de Guixols a finales del siglo XIX, puede considerarse a Ramón María Aller como el introductor del estudio de las estrellas dobles en el estado español.

El padre Aller (www.usc.es/astro/allercast.htm) no solo publicó a partir de 1930 varias series de observaciones en las Astronomische Nachrichten, sino que en 1935 determinó por primera vez una órbita (sistema STT 77) en nuestro país. Posteriormente a su llegada desde Lalín a la Universidade de Santiago de Compostela, llegó a crear una importante escuela de investigadores en esta rama de la Astronomía, entre los que destacaría a Vidal Abascal, Cid Palacios, Ferrín Moreiras, Zaera de Toledo y Costa Seoane, entre otros.

A la muerte de D. Ramón en 1966, el Observatorio Astronómico de Santiago de Compostela pasó por un peligroso vacío que el profesor Enrique Vidal Abascal, ya catedrático de Geometría, quiso que no se prolongase en el tiempo para evitar la posible desaparición de un centro tan emblemático. Así, se preocupó de que jóvenes licenciados se trasladasen a otras universidades con docencia e investigación activa en Astronomía para doctorarse allí y poder volver a Santiago para dirigir una nave que empezaba a no tener rumbo.

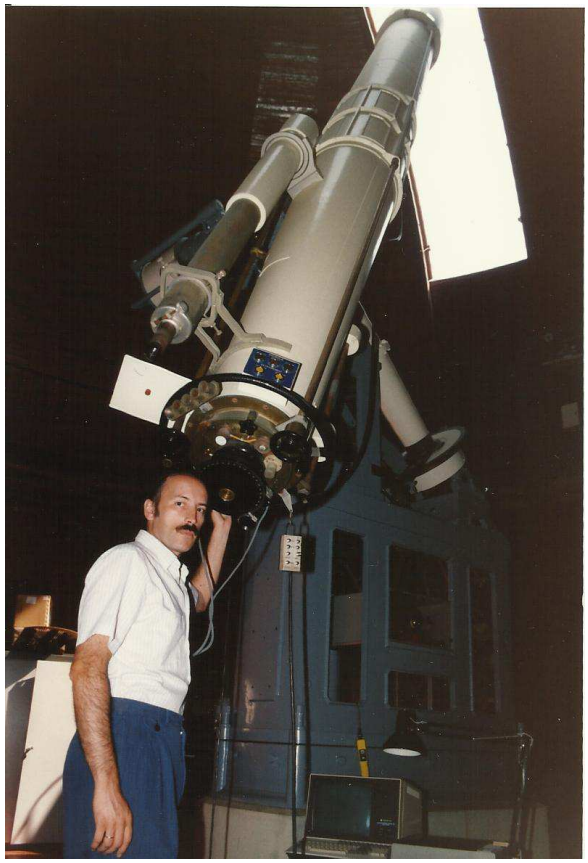
MI ESTANCIA EN ZARAGOZA

Tuve la suerte de ser una de esa personas en las que confió el profesor Vidal. Mis primeros contactos con las estrellas dobles datan de mis últimos años de carrera cuando frecuentaba el Observatorio, en el que Jesús Manuel Costa y Carlos Morales calculaban algunas órbitas utilizando el orbígrafo y posteriormente el método de Martin.

Sin duda, la lectura de la Introducción a la Astronomía de R. M. Aller fue algo que me motivó mucho, en especial el capítulo dedicado a las órbitas de la binarias. De este modo, en 1973, nada más terminar la carrera, me desplacé a Zaragoza a la cátedra de Astronomía regentada por el profesor Rafael Cid, discípulo de Aller.

Es preciso recordar que Vidal Abascal y Cid Palacios fueron los primeros que demostraron la posibilidad de calcular analíticamente órbitas de estrellas dobles (parabólicas el primero y elípticas el segundo) utilizando solamente datos de observación. Sus importantes resultados fueron ambos publicados en The Astronomical Journal (Vidal, 1948; Cid, 1958).

En Zaragoza estuve ocho años. Allí, gracias a una beca de Formación de Personal Investigador me inicié en la docencia universitaria pero sobre todo, bajo la dirección del profesor Cid, preparé mi tesis doctoral (Aplicación de la Teoría de Perturbaciones al Estudio de Sistemas estelares Triples, 1978) al tiempo que gané en Madrid la oposición al cuerpo de profesores Adjuntos de Universidad (hoy profesores Titulares). Además de conseguir esto, sobre todo disfruté de un grupo humano en el que se respiraba un exquisito ambiente científico de alta calidad.



El profesor Docobo con el refractor de 0,50m de Niza (todas las imágenes son cortesía del autor).

REGRESO A COMPOSTELA

La vuelta en 1981 a la Universidade de Santiago de Compostela (USC) no fue nada fácil. Una parte del claustro no estaba por la labor de que la desprestigiada docencia en Astronomía se recuperase, y menos aún que las vetustas instalaciones del Observatorio volviesen a tener la vida de antaño, pero el Rector Suarez Núñez me hizo responsable de ese desafío.

Disponía el Observatorio del refractor Stenheil de 0,12 m de diámetro de D. Ramón, un anteojo de pasos, la biblioteca donada por el fundador, el archivo de órbitas de estrellas dobles y un ayudante de investigación del CSIC, J. M. Costa.

Fue una ingente labor recuperar física y científicamente el Observatorio: obras en las instalaciones, cambio de cúpulas, dotación de presupuesto por parte de la USC, obtención de plazas para personal docente e investigador, adquisición de instrumentación, modernizaciónde la biblioteca, etc. Era como volver a empezar.

Enseguida le propuse al Dr. Pensado, director del Observatorio Nacional, mi disponibilidad para organizar en Santiago la IV Asamblea Nacional de Astronomía y Astrofísica (Santiago de Compostela, Junio 1983). El esfuerzo valió la

pena pues sirvió para informar a la comunidad astronómica de que nuestro Observatorio comenzaba a revivir.

Por otra parte, desde el principio me propuse dotar al Centro de un telescopio acorde con su categoría. Esta era una tarea muy complicada dado que la universidad española estaba en pleno proceso de expansión y la competencia con grupos de mucha calidad y experiencia era difícilmente salvable para un equipo emergente, casi unipersonal. Aún así nuestra petición ocupó la segunda posición en la lista enviada al Ministerio, y un telescopio de tamaño considerable perteneciente al Instituto de Astrofísica de Andalucía a punto estuvo de recalar en Santiago.

CAMPAÑAS DE OBSERVACION FUERA DE SANTIAGO Y PRIMERAS TESIS

Decidí entonces contactar con mi colega Jorge Núñez, profesor de la Universitat de Barcelona y también astrónomo del Observatorio Fabra. Allí me desplacé numerosas ocasiones en los años ochenta junto con J. M. Costa para realizar series de medidas micrométricas con el refractor Maihlat de 0,38 m de diámetro. Recuerdo que cuando llegamos había solo iluminación de campo en el micrómetro, pero luego conseguimos que se pusiera iluminación de hilos, mucho más eficiente sobre todo a la hora de medir pares cerrados y poco brillantes. Debo agradecer una vez más al Dr. Codina, director del observatorio Fabra, todas las facilidades dadas para realizar nuestro trabajo.

Con Couteau en Pic du Midi.

Pronto se incorporó como becaria a nuestro Observatorio la licenciada proveniente de Madrid, Josefina Ling, a quién no solo dirigí la tesina de licenciatura y la tesis doctoral (ésta en codirección con el Dr. Abad), sino que también gestioné su estancia por tres meses en el observatorio de Niza para trabajar allí con Paul Couteau. Más tarde contó también con mi apoyo para desplazarse a Zaragoza y sobre todo para alcanzar una plaza de profesora Titular en Santiago.

La tesis de Ling versaba sobre "La aplicación del método Estroboscópico al Problema Estelar de Tres Cuerpos" (Santiago de Compostela, 1989). Anteriormente había dirigido también la de mi colega de Zaragoza, Alberto Abad Medina: "Estudio de Sistemas Estelares Múltiples" (1984).

Los contactos con el Dr. Paul Couteau nos permitieron realizar varias campañas de observación tanto con los refractores de Niza (0,50 m y 0,74 m D.) como con el telescopio Bernard Lyot de Pic du Midi (2,0 m D.). Precisamente en los talleres del Observatorio de Niza conseguimos que nos construyeran un micrómetro gemelo al del Dr. Couteau, con objeto de poderlo acoplar al telescopio de 1,52 m D. de Calar Alto (Almería, España).

En estos primeros años dirigí varios proyectos de investigación financiados tanto por la Xunta de Galicia como por el Ministerio de Educación, que nos permitieron llevar a cabo las distintas actividades que acabo de describir. Mi ingreso en la Comisión 26 de la IAU data de 1986.

MÉTODO DE CÁLCULO DE ÓRBITAS

Al poco de regresar de Zaragoza deduje un algoritmo analítico especialmente simple para calcular órbitas de estrellas dobles (Docobo, 1985). Éste, está basado en el establecimiento de una aplicación del intervalo (0, PI) en el conjunto de órbitas keplerianas elípticas cuyas órbitas aparentes pasan por tres puntos previamente seleccionados. En cada caso, la órbita se elige como aquella que mejor pasa por el resto de observaciones disponibles. El método del Profesor Cid me sirvió como incentivo para llegar a este práctico procedimiento de cálculo del que ahora tanto el de Cid como el de Thiele-Innes-Van den Bos, resultan ser casos particulares.

Nuestro método permite también seleccionar la órbita atendiendo a otros criterios, como proporcionar una paralaje dinámica similar a la de Hipparcos, una masa global compatible con los tipos espectrales, e incluso una extensión para cuando se dispone de medidas de velocidad radial. Con él se han calculado en las últimas décadas más de 300 órbitas por parte de varios grupos.

LA DÉCADA DE LOS NOVENTA

Se inicia aquí un período especialmente productivo en nuestro Observatorio. Mis primeros intentos por hacernos con una cámara de interferometría speckle no dieron su fruto por motivos obvios. Más de 50 millones de las antiguas pesetas costaba una en USA. No obstante, ya que ese era el futuro, propuse a H. A. Mc Alister, uno de los pioneros de la alta resolución aplicada a binarias, que la entonces doctoranda mía Cristina Prieto se desplazara a Atlanta por tres meses para familiarizarse con dicha técnica.

En 1996, la USC estaba celebrando su 500º aniversario y hubo una convocatoria para congresos internacionales. No

desaproveché la oportunidad de organizar uno a pesar de que cerca de mí había voces que lo desaconsejaban. El International Workshop "Visual Double Stars: Formation, Dynamics and Evolutionary Tracks" fue un punto de inflexión en el devenir de los acontecimientos. En Santiago estuvieron entre otros: C. Worley (presidente de la Comisión 26), P. Couteu, H. Abt, J. Dommanget, Y. Balega, H. Zinnecker, P. Lampens, A. Poveda, C. Allen, W. Van Altena, O. Franz, S. Söderhjelm, E. Oblak, R. W. Argyle, además de destacados especialistas en Mecánica Celeste como S. Ferraz-Mello, A. Elipe, R. Dvorak, T. Kalvuridis, M. Valtonen, etc. Recomiendo la lectura de los proceedings del Workshop, que fueron publicados por Kluwer en el volumen 223 de su Astrophysics and Space Science Library.

El Dr. Couteau llegó a la edad de jubilación en 1993 y decide entonces pasarme la responsabilidad de la edición de la Circular de Información de la Comisión 26 (ver Circular Nº 120, 1993). Dadas mis múltiples tareas de dirección del Observatorio, investigación, docencia y divulgación, decidí invitar a J. F. Ling para que colaborara conmigo en tal menester. Por otra parte, Paul Couteau venía publicando un catálogo de efemérides de estrellas dobles que también era importante que no desapareciera. Fue entonces cuando pensé que era un buen momento para ampliarlo a un catálogo de órbitas. Así nació el OARMAC, que puede ser consultado en la web de nuestro Observatorio.

Con el nuevo telescopio de Santiago junto a Balega y Tamazian.

El OARMAC nació justo cuando C. E. Worley fallecía inesperadamente al poco de haber estado en Santiago de Compostela. Su Catálogo de Órbitas fue también completado con las efemérides correspondientes dando lugar a los modernos Catálogos mantenidos desde Washington. No obstante, es importante dejar claro que actualmente ambos catálogos no rivalizan sino que entiendo se complementan. Siempre me pareció acertado considerar, si fuese el caso, más de una órbita por binaria, al menos hasta que finalmente quede claro cuál es la que mejor se ajusta a las medidas a largo plazo. También en nuestro catálogo, no calificamos a la órbita en sí, sino al conjunto de observaciones disponibles y la capacidad de las mismas para pasar una órbita kepleriana por ellas. Fue en el Workshop antes comentado cuando presenté el nuevo catálogo, no sin oír también aquí voces que sostenían que bastaba con uno.

Entre tanto el número de publicaciones del Observatorio iba en aumento. Eran ya numerosas nuestras aportaciones en The Astronomical Journal, The Astrophysical Journal, Astronomy and Astrophysics, Celestial Mechanics, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, etc. El número de proyectos desarrollados creció también considerablemente durante estos años.

EL OBSERVATORIO DE MONTE FARO

Fue también en esta época cuando le propuse al Conselleiro de Política Territorial de la Xunta de Galicia, Xosé Cuiña Crespo, la creación de una Estación de Observación Astronómica lejos de la ciudad para uso científico y divulgativo, pensando también en la participación activa de no profesionales. El proyecto se desarrolló siguiendo una escrupulosa metodología científica tanto en lo referente a su ubicación como a la instrumentación astronómica. A través de sucesivos convenios de colaboración entre la Xunta de Galicia y la USC, siendo quién subscribe el director científico del proyecto, trabajamos en él a lo largo de seis años colaborando con la empresa Idom en el proyecto de obra civil, al tiempo que nosotros desarrollamos totalmente la parte científica. Todo ello quedó plasmado en cinco libros en los que se describe hasta los más mínimos detalles de lo que iba a ser un referente astronómico. El telescopio principal tendría un espejo de 2 metros, pero había otros telescopios de 0,75 m y 0,60 m. D. Mi colega el Dr.Vakhtang Tamazian, que se había incorporado a nuestro Observatorio en 1994, fue mi mano derecha en todo este proceso que finalmente no pudo llevarse a cabo por una serie de infortunios a pesar de que los terrenos ya están expropiados desde entonces en la cima del Monte Faro.

Pero no todo fueron decepciones, ya que la empresa rusa que iba a construir el gran telescopio para Monte Faro fue finalmente la encargada de construir el telescopio de 0, 62 m D. que nuestro Observatorio consiguió por fin en una convocatoria pública.

LAS CÁMARAS ICCD Y EMCCD

Las relaciones científicas y de amistad entabladas con el Dr. Yuri Balega, director del Special Astrophysical Observatory (SAO) de Rusia, quedaron plasmadas en Acuerdos de Colaboración a través de los cuales nuestro equipo pudo disponer primero de una cámara ICCD para la obtención de registros speckle que se acopló varias veces con éxito a los telescopios de 1,52 m y 3,5 m D. de Calar Alto, y finalmente de otra cámara EMCCD de última generación que es en la actualidad nuestro buque insignia.

Un último Convenio con el Byurakan Astrophysical Ob-

servatory de Armenia, nos va a permitir no solo acoplar esta segunda cámara al telescopio de 2,6 m D. de este Centro a lo largo de 30 días/año, sino que también están previstas actividades académicas entre ambas instituciones, entre las que se incluyen la formación de especialistas en esta rama tan importante de la Astronomía. Debo agradecer a mi colega V. Tamazian su labor científica y de gestión en estas misiones que le había encomendado.

DIRECCIÓN DE OTRAS TESIS

Además de las ya comentadas de A. Abad y J. F. Ling, en los últimos años tuve la oportunidad de sugerir temas de investigación a mis estudiantes de doctorado y supervisar sus Memorias siempre defendidas con solvencia. Hoy en día casi todos son ya profesores consolidados y con alguno de ellos sigo trabajando en la actualidad, caso de Manuel Andrade, Iván Fernández y Pedro Pablo Campo.

La tesis de Cristina Prieto versó sobre "Soluciones Analíticas del Problema de Dos Cuerpos con Masa Lentamente Decreciente" (1998). La de Manuel Andrade se tituló " O Problema de Gyldén-Mescerskij em Cenários Perturbados. Métodos e AplicacÇoes"(2007). En estas dos Memorias se ponen en práctica cuestiones de pérdida de masa de indudable interés en la dinámica de las binarias. Mientras que en la de Iván Fernández hicimos un repaso a fondo por la Astronomía española: "Aproximación histórica al desarrollo de la Astronomía en España" (2009). Anteriormente (2002), M. Costado había presentado su tesina sobre el protocolo de manejo de la cámara ICCD.

Pedro Pablo Campo acaba de defender su Trabajo Fin de Máster con la contribución:"Dinámica de Exoplanetas y Exosatélites", tema éste que estamos ampliando en su tesis fundamentalmente con el estudio de planetas y satélites como huéspedes de estrellas dobles y múltiples.

NUEVOS CONGRESOS INTERNACIONALES

Aparte de la organización de numerosos congresos nacionales: Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (2000), Jornadas de Mecánica Celeste (2005, 2009), Astronomia Nova (2009), Congreso Público de Astronomía (2010), etc., recientemente hemos organizado otros dos International Workshops sobre binarias. Uno coincidiendo con el Año Internacional de la Astronomía y otro en 2011, ambos dentro del periodo en el que tengo el honor de ocupar el cargo de Presidente de la Comisión 26 de la IAU, habiendo sido los proceedings de ambos eventos publicados por AIP-Conference Proceedings (Nº 1346 y 1452, respectivamente). D. Pourbaix, E. Horch, R. F. Griffin, F. Arenou, O. Malkov, B. Mason, W. Hartkopf, M. Scardia, J. L. Prieur, etc. se han unido de este modo a la larga lista de ilustres especialistas en estrellas dobles y múltiples que pasaron estos últimos años por nuestras instalaciones.

COLOFÓN

Han sido años de frenética actividad en los que modestamente he aportado todo lo que llevo dentro con el fin de lograr mantener el prestigio del Observatorio que Ramón María

Con el refractor de Ramón María Aller.

Aller logró crear con tanto esfuerzo en nuestra Universidad, allá por 1943. Sería absurdo pensar que todo está ya hecho, nada más lejos de la realidad. Todos sabemos que es incluso más difícil mantener el nivel que llegar a él. Tengo, sin embargo, confianza en las futuras generaciones cada vez mejor preparadas y muchas veces ya con los medios de los que otros carecíamos. Lamento no poder haberle dedicado más tiempo a la escritura de este texto pero la vorágine de la vida científica y académica a veces es cruel. Voluntariamente a ellas añado la importante faceta divulgativa.

Mi gratitud a quienes pensaron que mi aportación podría ser de algún interés y, en todo caso, gracias a aquellos que dediquen un tiempo a leer estas líneas.

José Ángel Docobo Durántez *es catedrático de Astronomía de la Universidad de Santiago de Compostela (USC), Director del Observatorio Astronómico Ramón M.ª Aller y Presidente de la Comisión de Estrellas Dobles y Múltiples de la Unión Astronómica Internacional (2009-2012)*