

el observador de estrellas dobles

n.º 5 · julio/diciembre 2010



BETA CRUCIS (MIMOSA) — COPYRIGHT 2010 — SERGIO EGUIVAR — WWW.BASKIES.COM.AR

índice

Editorial | 3

ACTUALIDAD

Noticias de actualidad del mundo de las estrellas dobles | 4

por Francisco M. Rica

OBSERVACIÓN

Medidas de estrellas dobles con una DMK | 11

por Juan María Díaz González

Descubrimiento de una binaria en Ophiuco | 15

por Juan María Díaz González, F. M. Rica Romero y Ángel Otero Garzón

Observación de dobles olvidadas en Scutum | 19

por Ignacio Novalbos

Medidas de estrellas dobles desde el NOA: Nervión Observatorio Astronómico | 24

por Tomás Vázquez Chiscano

Nueva estrella doble de movimiento propio común en Pegaso | 27

por Carlos A. Krawczenko

Nuevas medidas de pares LDS con ángulo de posición impreciso en el catálogo WDS | 33

por Grupo de Dobles del Foro de la A. A. Hubble

MÉTODOS

Programas informáticos para realizar medidas de binarias por interferometría speckle | 38

por Francisco M. Rica Romero

Aplicación para descubrir nuevos pares de estrellas dobles con mpc mediante minería de datos | 48

por Blanca Collado Iglesias, Antonio Javier Fernández Sánchez y Sara Pozuelo González

Una doble, una CCD y un principiante | 54

por Miguel Muro Serrano

FUERA DE FOCO

El nuevo telescopio espacial | 58

por Ángel Gómez Roldán

condiciones de publicación

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

- Se aceptará cualquier tipo de trabajo que tenga relación con las estrellas dobles, independientemente de la temática que aborde: historia de la astronomía, observación visual o fotográfica, estudios astrométricos o fotométricos, análisis y exposición de técnicas, descubrimientos, presentación de programas informáticos útiles a los doblistas, artículos de opinión, etc.
- Los trabajos deberán remitirse a cualquiera de los editores a través de los correos electrónicos que figuran en la parte inferior de la página siguiente.
- Se remitirán archivos de texto en formato Word o similar. Se agradece que vengan corregidos ortográfica y sintácticamente.
- Se deberán adjuntar las imágenes o dibujos que se desean publicar, preferentemente insertados en el texto.
- En la cabecera del artículo deberán figurar los siguientes datos: nombre y apellidos del autor, agrupación o asociación astronómica a la que pertenezca y dirección de correo electrónico.
- Los artículos deberán venir precedidos por un breve resumen del contenido del mismo (4 líneas) en inglés y en castellano.
- OED tendrá una periodicidad semestral. La fecha límite de recepción de trabajos para el próximo número será el 15 de noviembre de 2010.

editorial

ESTE SEGUNDO SEMESTRE DE 2010 QUE ESTRENAMOS se caracteriza por traernos dos eventos importantes relacionados con la astronomía amateur. Por un lado, el próximo mes de septiembre se celebrará en Madrid el *XIX Congreso Estatal de Astronomía* (CEA), el tradicional punto de encuentro de todos lo que nos dedicamos a observar el cielo de una u otra manera. Por supuesto, los editores de OED acudiremos como es de recibo a esta convocatoria. Al mes siguiente, a mediados de octubre, y organizado por el Observatorio del Garraf y la Agrupación Astronómica de Sabadell, tendrá lugar el II INTERNATIONAL MEETING OF DOUBLE STAR OBSERVERS (Pro-Am), o II Encuentro Internacional de Observadores de Estrellas Dobles (Pro-Am), hecho que ya venimos anunciando desde hace algunos meses. Promete ser una reunión interesantísima, con el aliciente de la asistencia de los más relevantes doblistas de Inglaterra y Francia. Incluimos en este número el programa oficial de este acontecimiento y todos los pormenores relativos al procedimiento de inscripción y alojamiento. Daremos cumplida cuenta de ambos congresos en el próximo número de enero de 2011.

Asimismo, nos complace presentar un nuevo proyecto observational del que somos promotores y que hemos abordado con una tremenda ilusión. Se trata del lanzamiento oficial del Proyecto SEDA-WDS, en el que proponemos un programa de observación colaborativo de estrellas dobles abandonadas del WDS. Tenéis amplia información en las páginas centrales de la revista.

En cuanto a los habituales artículos de autor, presentamos un número variado lleno de interesantes trabajos. Destacamos el hecho de que varios de los artículos publicados están firmados por observadores noveles que irrumpen con gran entusiasmo aportando trabajos de calidad. Nada nos complace más que OED sea el vehículo para darlos a conocer.

Es destacable la colaboración, dentro de la sección Fuerza de Foco, de nuestro amigo Ángel Gómez Roldán, redactor Jefe de la Revista Astronomía, a quien agradecemos su inmediata disposición a colaborar en estas páginas.

Nos gustaría comentar también que OED sigue afianzándose como revista especializada de referencia. Como prueba baste decir que, a día de hoy, todas las medidas y descubrimientos que hemos publicado, ya han sido incluidos en el *Washington Double Star Catalog (WDS)*.

Finalmente, los editores, y seguro que un buen puñado de lectores, queremos enviar nuestra más efusiva enhorabuena a nuestro colaborador y amigo Francisco M. Rica Romero y a su esposa María por el feliz alumbramiento, el 23 de abril pasado, de dos retoños guapísimos llamados Izan y David. Y es que, hasta en este aspecto, la vida de Francisco Rica está caracterizada por marcadas connotaciones de "duplicidad". ¡Felicitaciones!

Que paséis un magnífico verano plagado de noches limpias y transparentes.

LOS EDITORES



director honorífico

Sr. D. José Luis Comellas García-Llera

editores

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

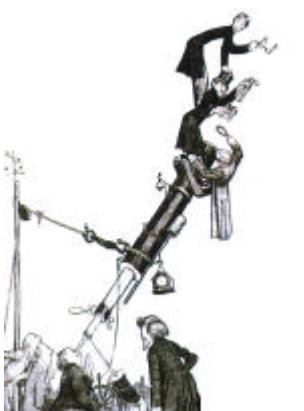
rafaelbenpal@gmail.com
struev1@gmail.com
ermasa.dsa@gmail.com

sitio web

www.elobservadordeestrellasdobles.wordpress.com

colaboradores

Florent Losse (Francia), Rafael Caballero (España),
Francisco Violat Bordonau (España), Juan Jordano (España),
Francisco M. Rica (España), Carlos A. Krawzenko (Argentina),
Martine Castets (Francia), Bernard Tregon (Francia), Angel M.
López Borrega (España), Jesús R. Sánchez (España),
Paco Bellido (España), Ignacio Novalbos (España), Ángel R.
López (España-Australia), Ángel Otero (España), Juan M.ª Díaz
(España), Tomás Vázquez (España), Miguel Muro (España), Ángel Gómez Roldán
(España), Javier Armentia (España)

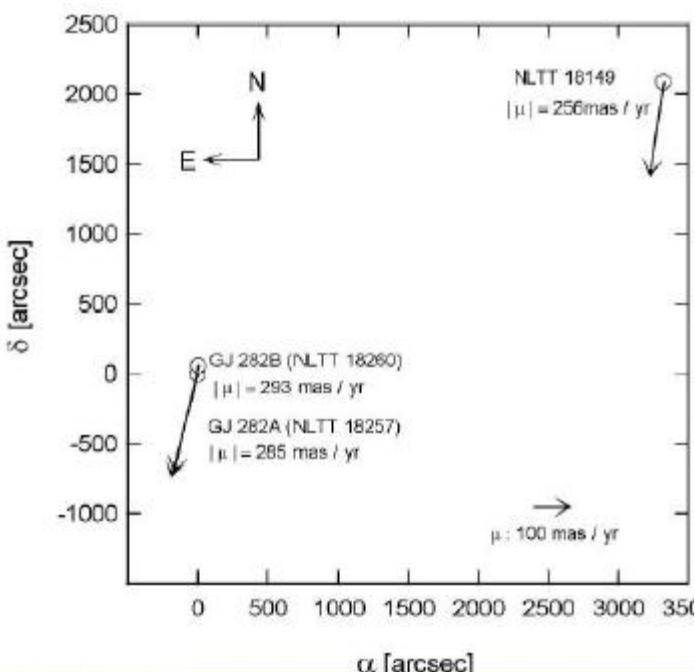


Un análisis fotométrico de 17 binarias usando imágenes speckle

Un grupo de investigadores norteamericanos ha publicado un trabajo donde han usado magnitudes diferenciales a partir de imágenes speckle en combinación con otras para colocar las componentes de las binarias en diagramas H-R. Las isócronas son comparadas con las posiciones obtenidas y la isócrona de mejor ajuste es determinada para cada sistema. Así obtienen las masas y las edades para cada componente. Los 17 sistemas estudiados han sido observados con los telescopios Lowell-Tololo de 0,6 m en el **Observatorio Cerro Tololo Inter-American** y con el telescopio WIYN de 3,5 m en **Kitt Peak** (ver página siguiente).

Masa dinámica de una binaria con espectros M8+M8

Un grupo de norteamericanos ha presentado imágenes de óptica adaptativa usando el telescopio Keck, de la binaria M8+M8 llamada **2MASS J2206 – 2047AB**. Junto con imágenes del Telescopio Espacial Hubble, el Gemini-North y el Very Large Telescope (Telescopio Muy Grande) sus observaciones cubren 8,3 años de los alrededor de 35 años de periodo orbital. Han determinado una masa dinámica total de unas 0,15 Masas Solares. Estos astrofísicos también calcularon las edades y temperaturas para este sistema estelar.



NLTT 18149, la nueva compañera separada de GJ 282 AB, ha sido recientemente descubierta por un grupo de astrofísicos mexicanos.

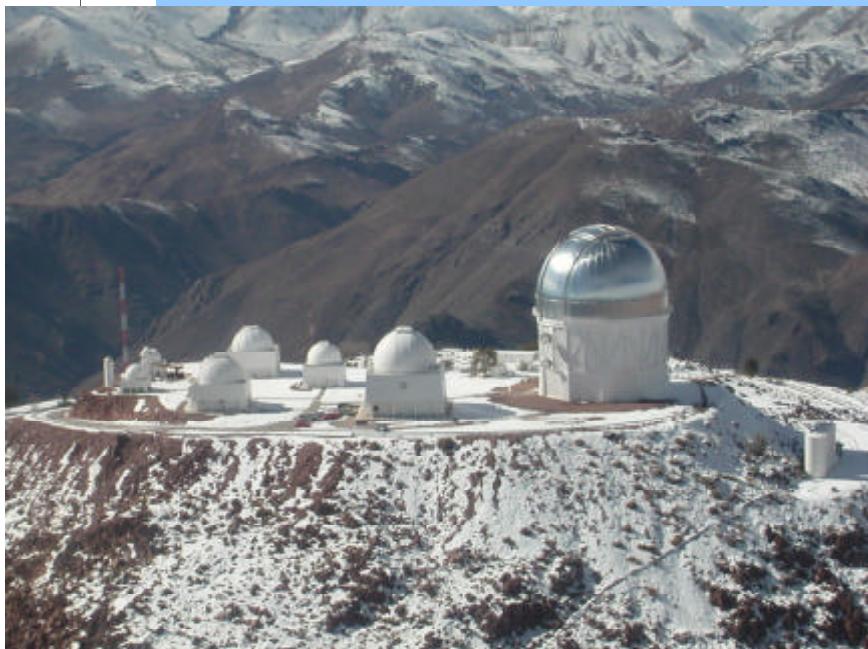
G 112-29 (=NLTT 18149): una compañera muy separada de GJ 282 AB

Un grupo de astrofísicos mexicanos (entre los que se encuentra A. Poveda) ha hecho una búsqueda de compañeras de movimiento propio común (CPM) de binarias separadas en la vecindad solar. Este grupo encontró que la binaria **GJ 282AB** tiene una compañera CPM muy distante (NLTT 18149) a una separación de 1,09 grados (65,4 segundos de arco). Obtuvieron tipos espectrales y velocidades radiales mejoradas y las edades fueron calculadas para las tres componentes. La paralaje trigonométrica de Hipparcos y los nuevos cálculos de las edades y velocidades radiales resultaron ser muy similares para las tres componentes y proporcionan una evidencia muy clara de que estas estrellas forman un sistema físico. La compañera NLTT 18149, a una separación proyectada de 55.733 Unidades Astronómicas de GJ 282 AB, está entre las compañeras físicas conocidas más separadas.

Cálculos orbitales de estrellas dobles con un método de programación semi-definitiva

Muchos métodos han sido propuestos para calcular la órbita aparente de estrellas dobles. Programación Semi-Definitiva (SDP) ofrece numerosas ventajas, pero su desarrollo matemático y computacional es importante. Aitken sugirió hace 70 años un método más simple que usa mínimos cuadrados para calcular los coeficientes de una sección cónica para representar la elipse aparente. Pero a pesar de ser más simple, esta aproximación perjudica la visión de lo que está siendo minimizado geométricamente y la elipse calculada parece de inferior calidad que la encontrada por SDP. Una alternativa, propuesta en varias investigaciones, usa mínimos ajustes no lineales para minimizar el cuadrado de las desviaciones en distancia y ángulo de posición. Este método puede sufrir desde una divergencia o convergencia, si esto ocurre, hacia un mínimo local en lugar de uno global.

Observatorio Astronómico de Cerro-Tololo (Chile)



El Observatorio Interamericano de Cerro Tololo, CTIO por sus siglas en inglés, se ubica a 80 km de la ciudad de La Serena, en Chile a una altura de 2200 m. Consta de 7 cúpulas de las cuales sólo 5 se mantienen en funcionamiento, siendo hasta hace poco su telescopio más grande el Víctor Blanco de 4,0 metros de diámetro que opera desde 1976 (en la imagen es la gran cúpula plateada). En CTIO también opera el nuevo telescopio SOAR de 4,1 metros y el Lowell-Tololo de 0,6 metros. En esta sección se da conocimiento de varios trabajos realizados desde este observatorio y con estos telescopios citados.

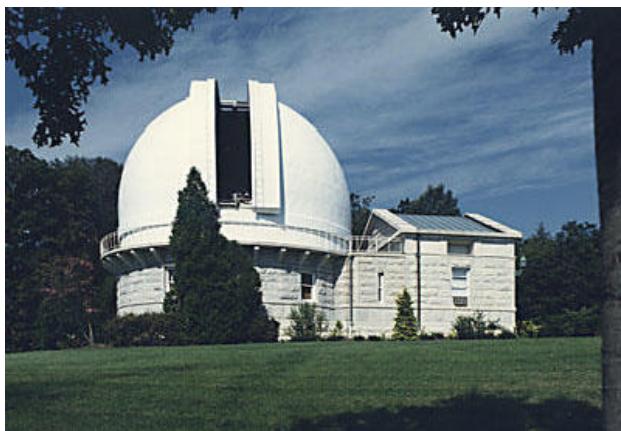
INTERFEROMETRÍA SPECKLE EN 2008-2009 DESDE LOS TELESCOPIOS BLANCO Y SOLAR

El equipo formado por el astrofísico ruso A. Tokovinin y los americanos B. Mason y W. Hartkopf ha presentado mediciones de estrellas binarias y múltiples usando la técnica de interferometría speckle. Las mediciones fueron realizadas durante el 2008 y 2009 usando los telescopios **Blanco** y **SOAR** de 4 metros, ambos situados en Chile. Realizaron un total de 1898 mediciones de 1189 pares. Este grupo de astrofísicos resolvió por primera vez 48 nuevos pares, 21 de los cuales son nuevos subsistemas en cerradas estrellas múltiples visuales. El sistema usado mostró un comportamiento excepcional: errores internos típicos de 0,3 milisegundos de arco y capacidad de detección de compañeras de Delta-m = 4,2 mag. a 0,15 segundos de arco de separación.

PRECISIÓN ASTROMÉTRICA DE UNA MUESTRA DE SISTEMAS SPECKLE USANDO LOS TELESCOPIOS HALE Y KECK II

Un grupo de astrofísicos polacos y norteamericanos ha presentado observaciones de sistemas binarios y múltiples usando la técnica de óptica adaptativa, en el infrarrojo cercano, sobre los **telescopios Hale y Keck II**, de 5 y 10 metros de diámetro. Realizaron mediciones sobre 12 sistemas estelares. Los autores corrigieron las mediciones por refracción cromática diferencial. La precisión alcanzada sobre una noche fue generalmente menor a 1 milésima de segundo de arco e incluso tan pequeña como 40 microsegundos de arco. Tal precisión, según los autores, es suficiente para detectar objetos planetarios.

Estrellas dobles en el catálogo UCAC3



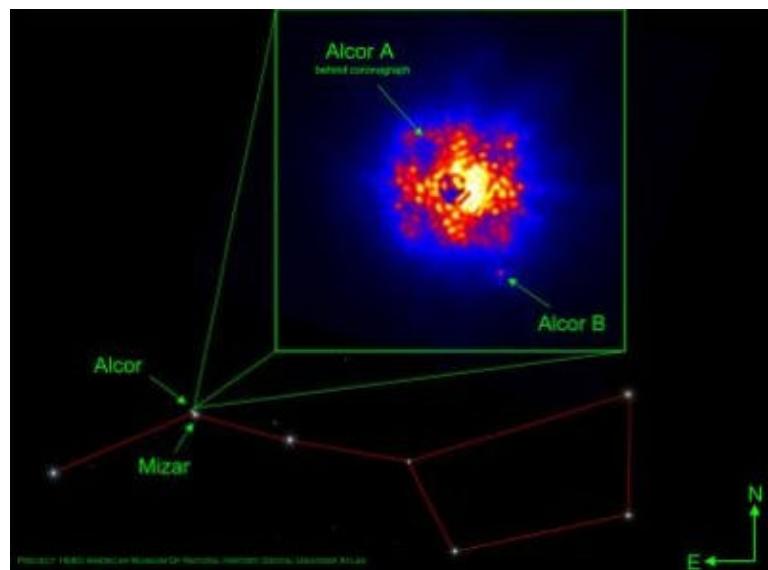
Cúpula que alberga el telescopio refractor de 26 pulgadas (66 cm) del Observatorio Naval de los Estados Unidos (USNO). Este telescopio es usado con frecuencia para el estudio de sistemas estelares visuales.

Conocidos astrofísicos en el mundo de las dobles visuales (Hartkopf, Mason, Wycoff y Zacharias) han presentado en una reunión de la Sociedad Astronómica Americana un trabajo sobre estrellas dobles en el **catálogo UCAC3**. Este catálogo es el primero, dentro del proyecto UCAC, que cubre todo el cielo. Además esta nueva versión del UCAC (UCAC3) dispone de soluciones astrométricas para entradas cuyos perfiles de imágenes no eran simétricos circularmente debido a la presencia de una compañera cerrada.

Los pares identificados como dobles por el UCAC3 fueron examinados por la cámara speckle secundaria del USNO. Esta cámara se colocó en el telescopio de 0,66 metros en Washington.

Descubierta una débil compañera de Alcor

Un grupo de astrofísicos norteamericanos y suizos han informado del descubrimiento de una débil compañera estelar asociada físicamente con la famosa estrella Alcor (80 UMa). Está situada a 1,11 arco segundos (unas 28 Unidades Astronómicas, a la distancia de Alcor) y tiene un tipopectral M3-M4. La compañera es muy probablemente una estrella activa de baja masa ($\sim 0.3 M_{\odot}$) la cual es responsable de la emisión de rayos-X de Alcor detectada por ROSAT. Alcor es un miembro del núcleo del cúmulo estelar de la Osa Mayor (distancia $\sim= 25$ pc; edad $\sim= 0.5$ GigaAños) y en ocasiones se la ha mencionado como una posible compañera distante (709'') del sistema estelar cuádruple Mizar (dseta UMa). Usando la paralaje dinámica para Mizar y la paralaje revisada obtenida por el satélite Hipparcos, estos astrofísicos encontraron que Mizar y Alcor están separadas físicamente por 0.36 ± 0.19 pc (7400 \pm 3900 Unidades Astronómicas). Basado en este estudio, estos astrofísicos sugieren que el sistema cuádruple Mizar y la binaria Alcor forman parte del mismo sistema estelar y por tanto sería el segundo sistema estelar séxtuple más cercano.



El famoso sistema Mizar y Alcor. En esta ocasión el protagonista es Alcor ya que unos científicos han descubierto una compañera física relacionada con Alcor. Se trata de una enana M3-M4 situada a 28 UA de Alcor (1,1 segundos de arco).

Búsqueda de nuevas binarias separadas pertenecientes al halo galáctico

Dos astrofísicos británicos han informado de la búsqueda de nuevas binarias separadas del halo galáctico usando el Sloan Digital Sky Survey (SDSS). Proporcionaron una lista de nuevas candidatas a binarias separadas pertenecientes al halo galáctico que cumplían los requisitos fotométricos y de movimiento propio común. Las separaciones proyectadas de la muestra oscilaban entre los 0,007 y los 0,25 pársec. Con estas experiencias esperan conocer más detalles sobre la formación de binarias separadas.

Cinemática de enanas marrones: detalles sobre 9 compañeras separadas de movimiento propio común y de muy baja masa

Un grupo de astrofísicos norteamericanos ha informado de 9 sistemas estelares separados de movimiento propio común que contienen compañeras enanas M, L o T. La existencia de 6 de estas compañeras fue confirmada y se identificaron 3 nuevas compañeras no conocidas con anterioridad. También calcularon las masas para estas compañeras. El par G 200-28 (formado por estrellas G5+L4) y el par tienen separaciones proyectadas de 25.000 AU, haciéndolo uno de los sistemas más separados y débilmente unidos conocidos hasta la fecha. Para esta investigación se usó el telescopio Magallanes de 6,5 metros de diámetro, situado en el Observatorio Las Campanas (Chile).

Observaciones speckle de sistemas binarios usando el telescopio WIYN: mediciones durante 2007-2008

Un equipo norteamericano ha presentado 974 observaciones con técnica speckle de 546 estrellas binarias. Las observaciones fueron realizadas usando el **telescopio WIYN** de 3,5 metros en el Observatorio Nacional de Kitt Peak entre enero de 2007 y junio de 2008. Midieron el ángulo de posición y distancia angular para todas las binarias y en la mayoría de ellas también se determinó la diferencia de magnitud. La precisión de las mediciones (obtenidas en base a observaciones repetidas del mismo objeto y usando binarias con órbitas muy bien determinadas) es de 0,003" en separación y <1° en ángulo de posición para la mayoría de los casos. La precisión fotométrica fue de 0,1 magnitud.

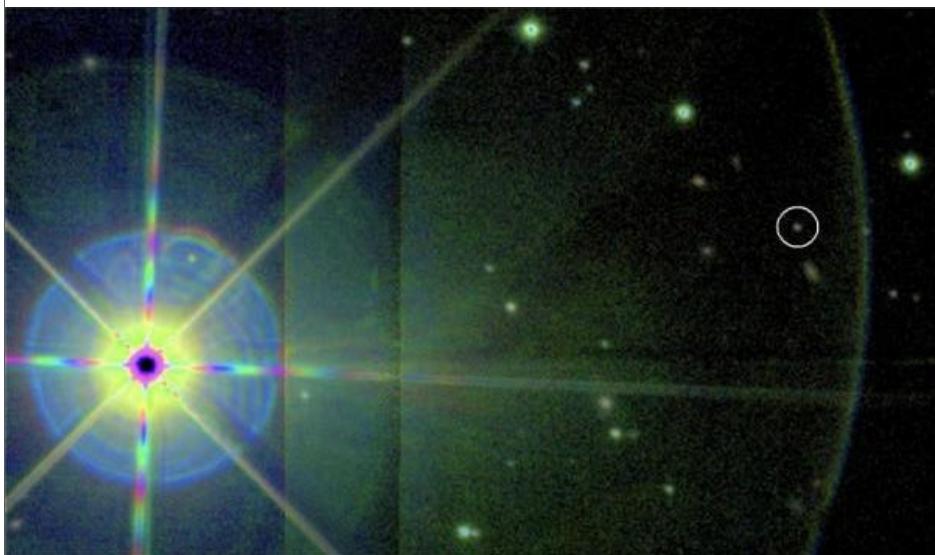


Imagen JHK en falso color que muestra a la primera binaria separada descubierta formada por una estrella gigante (la estrella brillante de la imagen) y una débil enana marrón de tipo espectral L (la débil estrella encerrada en un círculo blanco).

Descubrimiento de la primera binaria separada formada por una gigante y una enana L

Un equipo internacional de astrofísicos identificó 806 enanas ultrafrías (de las cuales 34 son nuevas enanas L no conocidas hasta entonces) a partir del **Sloan Digital Sky Survey (SDSS)** y obtuvieron movimientos propios por medio de varias placas fotográficas y el **2MASS**. Los movimientos propios y las distancias mostraron que 9 de estas enanas ultrafrías son miembros de sistemas bina-

rios muy separados. Una de ellas parece ser una compañera de una brillante estrella gigante K3 llamada eta Cancri. Esta gigante puede acotar la edad y metalicidad para la compañera permitiendo mejorar los resultados del estudio. eta Cancri AB es la primera binaria identificada formada por una estrella gigante y una enana ultrafría. Las propiedades astrofísicas de la débil enana ultrafría han sido definidas. En base a estos datos, los autores del estudio sospechan de la posibilidad de que la débil compañera sea así mismo una binaria no resuelta.

Descubrimiento y caracterización de una compañera estelar débil de la estrella dseta Virginis

A partir de observaciones usando técnicas de óptica adaptativa y coronográfica, un grupo de astrónomos han informado del descubrimiento de una compañera estelar débil de la brillante estrella dseta Virginis. Esta compañera es unas 7 magnitudes más débil (en la banda infrarroja H). Las observaciones, las cuales se extienden por casi 5 años, indican que la compañera comparte el movimiento propio de su brillante compañera. Según este estudio, la compañera es una enana M4V-M7V con una masa en torno a 0,17 masas solares. Partiendo de ciertas evidencias de movimiento orbital los astrofísicos han podido limitar los valores del semieje mayor, $\approx 24,9$ UA, periodo, ≈ 124 años y excentricidad $\approx 0,16$.

J141623.94+134836.3: una débil compañera de movimiento propio común de una cercana enana L

Un astrónomo alemán ha descubierto de forma casual una débil compañera de movimiento propio común de la enana L llamada SDSS J141624.08+134826.7. El autor comprobó que los movimientos propios y paralácticos del objeto descubierto eran similares dentro de los márgenes de error con la enana L. Al nuevo objeto lo compararon con enanas T. Las mediciones astrométricas fueron consistentes con un par físico (separación de 75 UA) a una distancia de 8 pc. Sus colores y magnitudes absolutas hacen que este objeto sea una de las enanas marrones más cercanas y frías conocidas y probablemente sea una enana T tardía.

PG1258+593 y su compañera de movimiento propio común

Astrónomos alemanes y americanos han confirmado que SDSSJ130033.48+590407.0, una enana blanca magnética, es una compañera de movimiento propio común de la conocida enana blanca PG1258+593 (GD322). El sistema estelar está a unos 68 parsecs. Su separación angular es de 16,1 segundos de arco y a la distancia citada corresponde a unas 1091 Unidades Astronómicas. El equipo de astrofísicos comprobó cómo este tipo de binarias separadas formadas por enanas blancas puede limitar la relación masa inicial-final.

Detección y caracterización de planetas en sistemas binarios múltiples

Un astrofísico francés presenta un trabajo sobre la formación de planetas en sistemas estelares binarios y múltiples. Aunque no ha sido siempre así, actualmente las binarias moderadamente cerradas son una clase especial de objetivos para búsqueda de planetas. Aunque desde un punto de vista teórico, la hospitalidad de las binarias cerradas albergando planetas gigantes es incierta y debatida. Desde un punto de vista observacional, muchos de estos sistemas presentan dificultades técnicas para la medición con precisión de las velocidades radiales. A pesar de estos factores adversos, los datos actuales soportan la idea de que los planetas gigantes que residen en sistemas binarios o jerárquicos proporcionan una información observacional única sobre los procesos de formación y evolución de planetas. El interés y la importancia de incluir varios tipos de estrellas binarias en los estudios de planetas extrasolares ha crecido con el paso de los años y un esfuerzo significativo ha sido dedicado a la búsqueda de compañeras estelares de estrellas que albergan planetas, mediante imágenes directas. El autor de la investigación revisó el progreso observacional realizado con el paso de los años en la detección y estudio de planetas extrasolares en sistemas binarios.

Nuevo grupo amateur de estrellas dobles en Rumanía

Romanian Double Stars Group, así se llama el nuevo grupo de observación de estrellas dobles que ha comenzado recientemente su andadura en Rumanía. El creador y promotor del proyecto es Lucian Curelaru, conocido doblista con una dilatada experiencia en esta área observacional. Este grupo de trabajo se dedica a la localización y medición de estrellas dobles abandonadas mediante el lanzamiento de sucesivas campañas de observación. Según palabras de Curelaru a esta Redacción, éste es un proyecto abierto donde tienen cabida todos los observadores que quieran colaborar. Los resultados de cada campaña serán publicados en las habituales revistas especializadas en estrellas dobles para que, seguidamente, las mediciones actualizadas sean incluidas en WDS. El grupo cuenta con su propia página web donde, además de poder consultar los resultados, se ofrecen gran cantidad de detalles relativos a las técnicas de observación y a la instrumentación. La dirección es : <http://luci.astroclubul.org/doublestars/>

Desde la Redacción de OED deseamos éxito y larga vida a este proyecto y aplaudimos la iniciativa de Lucian Curelaru.



Captura de la cabecera del sitio web del nuevo grupo de estrellas dobles rumano (cortesía de Lucian Curelaru).

Arranca un nuevo proyecto de investigación en estrellas dobles

El Proyecto SEDA-WDS pretende actualizar el WDS con la participación de todos los doblistas interesados

En el **Washington Double Star Catalog (WDS)** se catalogan más de 100.000 estrellas dobles y múltiples y está en constante actualización, en base a medidas remitidas por observatorios profesionales y, sobre todo, por astrónomos amateurs que, de esta manera, desarrollan un **interesante proyecto de colaboración Pro-Am** de primer nivel. Además, el número de estrellas que aparecen publicadas en el WDS aumenta cada día en base a descubrimientos recientes, la mayoría de ellos realizados por esos dedicados **astrónomos aficionados**. No obstante, como ocurre en todos los catálogos tan extensos, **son muchas las estrellas dobles que requieren una revisión de sus datos**. Teniendo presente que buena parte de las estrellas allí publicadas pertenecen a descubrimientos de observadores *históricos* (algunos de los cuales realizaron sus observaciones hace dos siglos) y, sobre todo, debido al enorme número de estrellas allí listadas, muchas de las dobles del WDS se consideran abandonadas (*neglecteds*): son estrellas que no han sido confirmadas y/u observadas hace más de 20 años (algunos casos son especialmente llamativos: no se miden desde hace 200 años).

El proyecto **SEDA-WDS** (Seguimiento de Estrellas Dobles Abandonadas del WDS) pretende, por tanto, realizar una importante aportación de cara a la actualización de los datos que aparecen en el WDS. Con una **periodicidad semestral** se propondrá la realización de la astrometría de todas las estrellas abandonadas de **una constelación** con el único requisito de que puedan ser observadas y medidas con el mayor número posible de observadores.

A través del presente proyecto de investigación se pretende aunar la labor de amateurs de toda España (aunque es un proyecto abierto a la cooperación internacional) que, dotados de un instrumental al alcance de muchos hoy día, pretendan realizar una interesante aportación a la investigación sobre el apasionante mundo de las estrellas dobles. Teniendo presente, además, que los tiempos de observación de los observatorios profesionales son muy limitados, este es un trabajo que recae de forma casi exclusiva en la labor callada y constante de astrónomos no profesionales.

La participación en SEDA-WDS supone uno de los mejores exponentes de colaboración Pro-Am que podamos plantear en este campo

requiere el uso de un telescopio dotado de cámara CCD (una webcam también puede ser usada en tal sentido, véase el apartado de Metodología) y unas mínimas nociones sobre el uso de software especializado. Un amateur especializado en cometas, asteroides, estrellas variables o cualquier otro campo de la astronomía bien puede dedicar un pequeño tiempo de su observación a este apasionante proyecto.

Los resultados obtenidos serán publicados en el observador de estrellas dobles, publicación especializada en el tema y seleccionada por el USNO como revista de referencia para la admisión de datos en el WDS. **Cada observador conservará la autoría de su medida dentro del proyecto.**

Cada seis meses se iniciará una nueva campaña centrada en una constelación

a) Estrellas de magnitud inferior a la 16^a.

b) Pares más abiertos que 3".

c) Estrellas dobles no medidas con posterioridad a 1970.

El propósito es que sean estrellas asequibles prácticamente a cualquier instrumental y cámara CCD. Aún limitando de esta forma el catálogo, aparecen decenas de dobles que no han sido medidas desde la fecha propuesta. Un proyecto como este debe ser, por tanto, forzosamente **cooperativo**.

En los demás apartados que componen este proyecto se ofrecerán pautas de trabajo comunes de tal forma que se puedan estandarizar los datos obtenidos.

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

Participar es muy sencillo y agradecemos la colaboración de todos los interesados, sean expertos doblistas o no. Para ello sólo se

objetivos

- 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.

más información en...



el nº de julio-agosto de la revista

ASTRONOMÍA



la página web del proyecto

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



OBSERVATORI
ASTRONÒMIC
DEL GARRAF



II INTERNATIONAL MEETING OF DOUBLE STAR OBSERVERS (Pro-Am)

23th – 24th, OCTOBER 2010, Sabadell (Barcelona, Spain)

Dates: 23-24 October 2010.

Location: Agrupación Astronòmica de Sabadell, Sabadell (Barcelona, Spain).

Address: Parc Catalunya

Registrations and queries: info@oagarraf.net / updated information: www.oagarraf.net

Organization: Observatori Astronòmic del Garraf and Agrupació Astronòmica de Sabadell

SATURDAY 23 October 2010

9:30. Reception. Registration. Introduction of participants.

10:00-10:30. *Presentation of II International Meeting of Double Star Observers* by organizing committee (OAG, AAS and SAF).

10:30-11:00. *Inaugural lecture.* B. Argyle (Cambridge Observatory, Webb Society, UK)

11:00-12:00. 4 Communications.

- *Lecture I: E.Soulié* (SAF, France)
- *Fifteen years of visual double stars programs from OAG.* T. Tobal (OAG, Spain)
- *How to measure the eclipsing binaries minimum.* L.Corp (AFOEV, France)

14:00-16:00. Lunch

16:30-17:00. *Lecture II. The distance of the Pleiades: A Pro-Am collaboration.* D. Valls (IAP, SAF, France)

17:30-18:30. 4 Communications.

- *Radial Velocity.* J.Louis Agati (SAF, France)
- *Double star occultations by the Moon.* C. Schnabel (AAS, Spain)
- *Mathematical aspects of calculation orbits in long period visual systems.* R. Hernández (UPM, Spain)
- *Image Reduction Methods and their influence on the Theta/Rho measures.* I. Novalbos (Grupo Hubble , Spain).

18:30- 19:00. Coffee break.

19:00- 19:30. *Lecture III. OAG Common Proper Motions Wide Pairs Survey.* X. Miret (OAG, Spain)

20:30. Dinner.

SUNDAY 24 October 2010.

10:00-10:30. *Lecture IV. Spectroscopy and other techniques applied to binary systems.* J. Genebriera (Tacande, Spain)

10:30-11:30. 4 Communications.

- SAF
- *Visual double star observations from Fabra Observatory.* A. Bernal.(Fabra Observatory, Spain)
- *Proper-motion companions to nearby young stars in the Local Association.* F.J.Alonso-Floriano (UCM, Spain)

12:00-12:30. *Lecture V. Binary systems: from 0"2 to 2°.* J.A Caballero (CAB, CSIC-INTA, Spain)

12:45-13:00. *Closing ceremony.*

13:30. *Lunch*

For news about the II Meeting DSO to see: www.oagarraf.net

Medidas de estrellas dobles con una DMK

Double stars Measurements with a DMK camera

por Juan María Díaz González

hubblemaria@hotmail.com

Hay muchas cámaras CCD en el mercado. En este artículo expongo la utilización y metodología usadas con una cámara DMK para la medición de estrellas dobles.

There are many CCD cameras on the market. In this article, the methodology used with a DMK camera for the measurement of double stars is exposed.

Introducción.

De todas las cámaras CCD que hay en el mercado no existe la cámara perfecta, la que sirve para todo, la que nunca cambiariamos. Por ese motivo normalmente tenemos dos o más cámaras y su uso se adaptará al campo donde mejor desarrollen su papel.

Respecto al tema del análisis de estrellas dobles considero que las webcam tienen la gran ventaja de su pequeño píxel y de la rapidez con la que se capturan los fotogramas, pero tienen el inconveniente del elevado ruido térmico, el chip en color y el pequeño tamaño de éste, que a la hora de encontrar una estrella doble en el campo debemos tener un equipo que centre los objetos muy bien.

Comparando en Internet los tamaños de los diferentes chips y el tamaño de sus píxeles he llegado a unas especificaciones límites de 4,65 micras de píxel y un chip de hasta 1280 x 960. Este chip está montado en diferentes cámaras, incluso en algunas con más píxeles, pero montadas en aparatos científicos para laboratorios y sanitarios. Sin embargo este chip se monta en una cámara ya diseñada para astronomía en la DMK41AU02.AS de Imaging Source [http://www.astronomycameras.com/es/products/usb-cameras/color_ir/dfk41au02as/?sid=vh6931o1tgmusfapdmucfgfb00](http://www.astronomycameras.com/es/products/usb-cameras/color_ir/)

Los modelos de las DMK son varios:

- a) los hay en color y con diferentes tamaños de chip con filtro de bloqueo IR: DFK 31AU03.AS, DFK 41AU02.AS, DFK 21AU04.AS
- b) en color pero sin filtro de bloqueo IR: DBK 21AU04.AS, DBK 31AU03.AS, DBK 41AU02.AS
- c) finalmente, las que más nos interesan a los que

hacemos ciencia, las de blanco y negro sin filtro de bloqueo IR: DMK 21AU04.AS, DMK 41AU02.AS, DMK 31AU03.AS

Si quieren saber las especificaciones completas de los diferentes modelos: <http://www.astronomycameras.com/es/products/>

A primera vista parece claro que la “ideal” por el tamaño del píxel y el tamaño del chip es el modelo DMK 41AU02.AS, pero un estudio meticuloso me hace decantarme por la **DMK 31AU03.AS**. (figura 1).



Figura 1. Una foto del modelo, exteriormente son todas iguales.

En este modelo el tamaño del píxel es el mismo y su número menor, pero tiene una cosa ventajosa y es que la captura máxima de fotogramas por segundo es de 30, mientras que su compañera sólo llega a 15 y esto es muy importante en la práctica puesto que muchas veces tenemos mal seeing y debemos “congelar” las imágenes. Por lo tanto y en resumen, las características de esta cámara que decidí utilizar son las siguientes:

- Chip CCD Sony ICX204AL
- Píxel: 4,65 micras
- Conexión USB 2.0

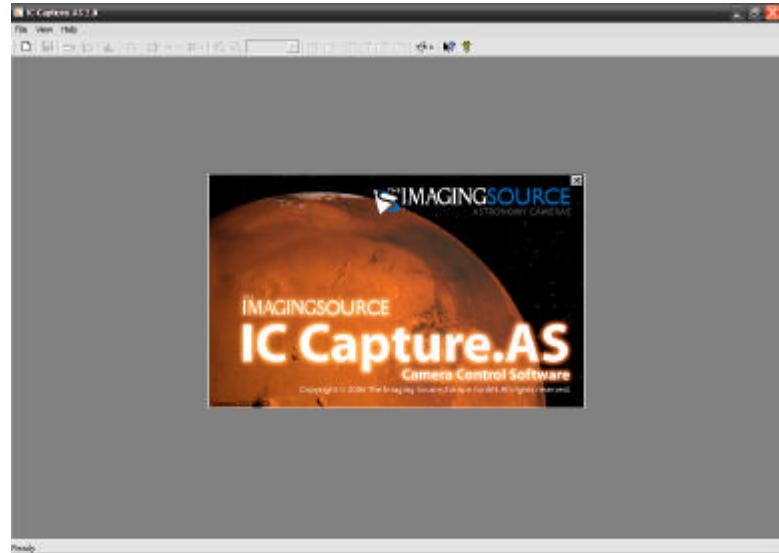


Figura 2. Captura de pantalla del software IC Capture.AS.

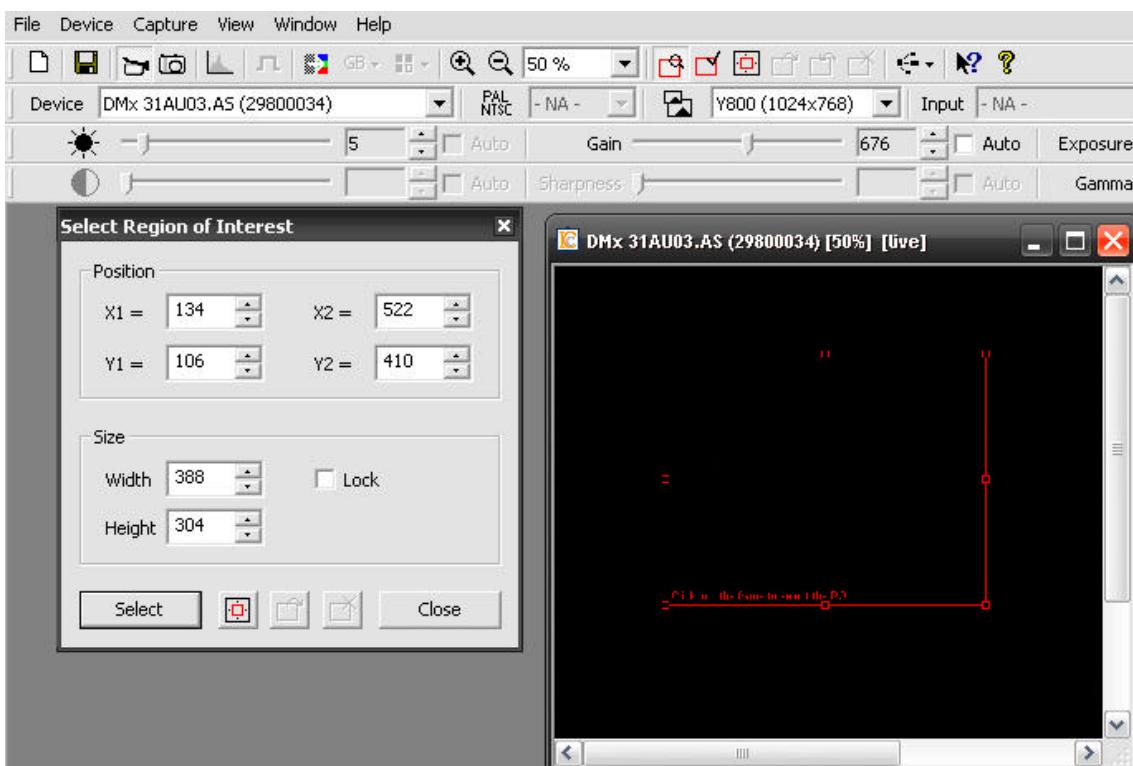


Figura 3. Captura de pantalla donde se aprecia la herramienta R.O.I.

- Tipo: escáner progresivo
- 1024x768 píxeles
- Gama dinámica: 8 bit
- Tiempo de exposición: 1/10000 s hasta 60 minutos
- Hasta 30 fotogramas por segundo
- No refrigeración adicional

Software de captura

Esta cámara captura imágenes individuales o videos, pero sin comprimir, en formato Y800, o si lo prefieres tienes varias compresiones de archivos a la hora de la captura.

El software de captura es el IC Capture.AS (ver figura 2), muy bueno y que se distribuye con la propia cámara.

Normalmente, trabajo en el modo de vídeo sin comprimir, el cual ocupa bastante en el disco duro y que a priori es una desventaja puesto que debemos tener bastante disco duro libre para guardarlo.

Teniendo en cuenta que nosotros sólo vamos a utilizar unos pocos píxeles en el centro de la imagen, que son los que ocupan nuestra doble, la ocupación en el disco duro de sólo “cielo negro” es

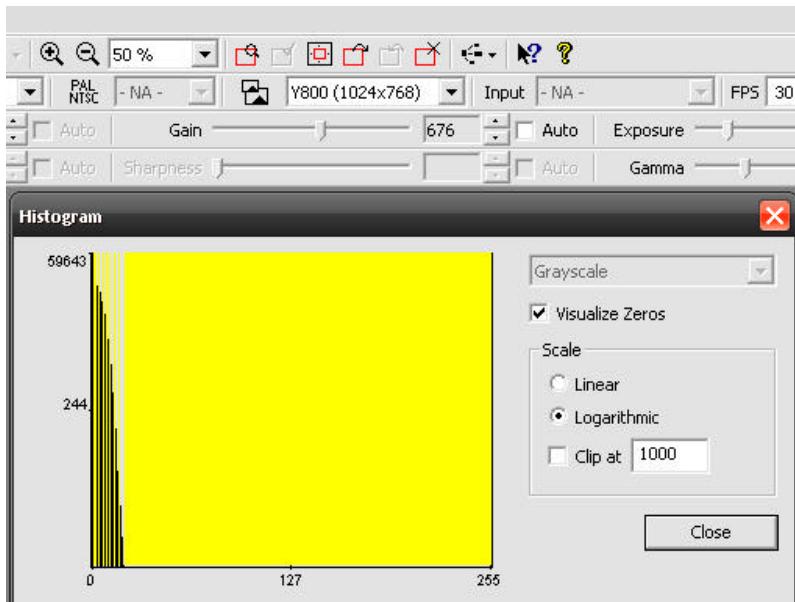


Figura 4. Captura de pantalla donde se aprecia el histograma.

una faena, pero este software está pensado para realizar imágenes planetarias con las cuales ocurre lo mismo y tiene una herramienta que se llama R.O.I., algo así como “Región de Objeto Interesante” (figura 3, página anterior).

Ésta consiste en seleccionar un recuadro sobre la imagen en “live” de la pantalla, de un tamaño de píxeles arbitrarios y el vídeo se grabará con ese tamaño máximo de imagen.

Otra herramienta del programa muy útil para dobles es el histograma (figura 4), que nos deja ver en tiempo real la luminosidad de la imagen para saber si nuestra doble está saturada o no y encontrar bien el centroide posteriormente. Aunque tengo que puntualizar que su utilidad es dudosa, puesto que no te dice cuál es exactamente el píxel saturado ni la cantidad de cuentas, sino un promedio de la imagen total.

Metodología

Explicaré cuál es mi metodología al trabajar con esta cámara y los primeros resultados obtenidos. Primeramente, adapto la cámara al telescopio de manera fácil, ya que trae un adaptador de pulgada y cuarto estándar. Si le quitamos este adaptador de pulgada y cuarto a la cámara, advertiremos que la rosca que queda no es compatible con los accesorios de otras marcas, como por ejemplo una rueda portafiltros de Atik u otros.

A la hora de hacer imágenes de dobles y querer capturar el color de las componentes debemos hacer tricromías y se hace necesario adaptar ésta a una rueda portafiltros.

En mi caso, la solución vino de una anilla adaptadora que se rosca en la parte trasera de la rueda portafiltros y que por el otro lado tiene un hueco de pulgada y cuarto con un tornillo prisionero, para poner oculares, y esa fue mi solución. Les dejo las fotos para que lo tengan más claro (figura 5).

Después de conectar la cámara y abrir el IC Capture, vemos la imagen en nuestro ordenador. La impresión es mayúscula para los que estamos acostumbrados a la TouCamPro, la imagen no cabe en la pantalla, la mayor resolución y tamaño de este chip hace que tengamos que reducir el tamaño de la imagen al 50% para poder ver todo el campo y buscar nuestra doble. También salta a la vista el bajísimo ruido de esta cámara que no tiene refrigeración adicional.

La captura la realicé sin comprimir pero realizando un ROI centrándome en la doble, capturo unos 100 a 200 frames y unos 10 a 12 vídeos para después promediárlos y obtener las imágenes finales que voy a medir.

El promedio del vídeo lo suelo hacer con Registax5 programa gratuito desarrollado por varios cooperantes <http://www.astronomie.be/registax/download.html>

El análisis posterior lo realicé con Reduc de Florent Losse, magnífico programa en este campo.



Figura 5. Montaje de la DMK con la rueda portafiltros de Atik.

Análisis y resultados

La DMK tiene una profundidad de 256 niveles correspondientes a los 8 bit y eso es un inconveniente con respecto a las cámaras de 16 bit, puesto que una doble con fuerte diferencia de brillo de sus componentes puede no ser detectada ya que cuando empezamos a detectar la más tenue, la más brillante ya hace rato que está saturada y no nos sirve para las mediciones.

En cuanto al pequeño tamaño del píxel considero que todo son ventajas. Antes usaba una DSI ProII con un tamaño de píxel de 8,6x8,3 (una media de 8,4) mientras que las 4,65 micras de la DMK hace que con un mismo telescopio tenga casi el doble de resolución de "/píxel. Si quisieramos esa misma resolución con la DSI tendríamos que casi duplicar la focal, perdiendo campo angular y se nos haría más difícil la detección de nuestra doble.

Después de hacer varias tomas con la cámara y promediar los resultados con Registax5, como ya comenté, creo que aunque la profundidad de bit

afecta, no creo que la cosa sea tan crítica puesto que a tenor de los resultados tengo dobles de sobra para estudiar, ya que en esta imagen de STF 485 (figura 6) tenemos una buena gama de magnitudes sin llegar a saturar ninguna componente.

Conclusión

Esta cámara además de ser bastante útil en el campo de las dobles, también es muy adecuada para planetaria, lunar y solar, que es realmente para lo que se venden. Incluso para cielo profundo se defiende medianamente bien. Se alimenta por el mismo puerto USB y es muy ligera. Como pequeño inconvenientes tenemos el hecho de que sea de 8 bits, ya que ganaría mucho si fuera de 16 bits. Además, se echa en falta un módulo Peltier para enfriar el chip, donde la relación señal ruido sería mejor y nos ahorraría hacer tomas darks en algunas ocasiones. ☺

Si quieren ver más trabajos realizados con esta cámara pueden visitar mi blog:

www.astrojuanmaria.blogspot.com

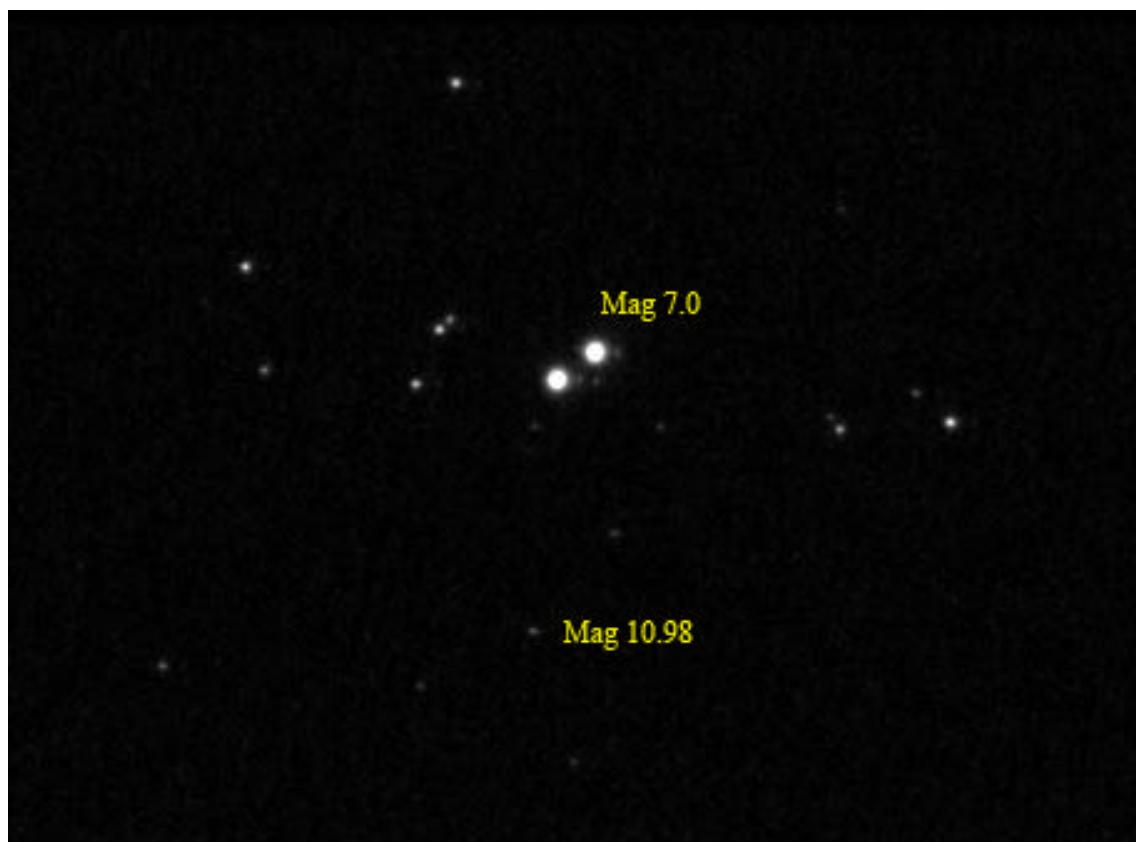


Figura 6. En esta toma de STF485 hay estrellas sin saturar y se aprecian desde la magnitud 7 hasta algo por debajo de la magnitud 10,98.

Descubrimiento de una nueva binaria en Ophiuco: sistema 2MASS 18074657+1115445 y 2MASS 18074667+1115384

On the discovery of a new binary system in Ophiuco

✉ por Juan María Díaz González

hubblemaria@hotmail.com

Francisco M. Rica Romero

Agrupación Astronómica de Mérida (Badajoz, España) · Coordinador Grupo Estrellas Dobles LIADA · fricao@gmail.com

Ángel Otero Garzón

Agrupación Astronómica de Sabadell (España) · garaote@telefonica.net

En el presente trabajo se presenta y estudia una nueva binaria de origen común descubierta por Juan María Díaz González que denominaremos JMA 1. La binaria está situada en la constelación de Ophiuco y está compuesta por débiles estrellas de magnitud V 13,84 (espectro K5V) y 15,80 (K9V) separadas por 6,27" en dirección 166,4°. El análisis de los datos fotométricos y cinemáticos ha determinado el origen común de ambas componentes.

The discovery of a new binary system candidate in the Ophiuchus constellation by Juan María Díaz González is presented in this work. Provisionally we will name it as JMA 1. The stars have magnitudes V 13.84 (K5V Spectral type) and 15.80 (K9V), separated by 6.7" at 166.4°. The analysis of kinematic and photometric data have identified the common origin of both components.

Introducción

Llevo poco tiempo estudiando estrellas dobles; se puede decir que soy un “novato” en este campo, pero me alegra comunicar este descubrimiento por dos razones. La primera es la más obvia, ponerle mi “nombre” a una estrella que permanecerá en el cielo cuando yo ya sea un simple recuerdo y la otra es la alegría de trabajar en equipo para la resolución de un descubrimiento.

El descubrimiento se puede decir que fue casual. La noche del 4 de agosto de 2009 me dispuse a observar algunas dobles olvidadas. Después de capturar todas las imágenes de la noche comencé a realizar la reducción y análisis de los datos. Uno de los pares me resultó difícil de detectar pero, sin embargo, fue el que me condujo a la nueva binaria.

La estrella no detectada fue TDT700 pero, cuando comparé dos imágenes de los surveys POSS-I y POSS-II con el programa Aladin, me percaté de que en la zona oeste de la imagen se apreciaba el desplazamiento conjunto de un par de estrellas (figura 1). La más brillante es la denominada por 2MASS como 18074657+1115445.

Después de ver las coordenadas de estas estrellas y comprobar que en el WDS no figuraban, el corazón empezó a latir fuertemente; supongo que muchos han vivido esta sensación.

Teniendo en cuenta que en mi imagen la estrella se quedaba fuera de campo, obtuve la astrometría aproximadamente y calculé el ángulo de posición y separación a partir de sus coordenadas en las dos imágenes.

Hasta aquí la cosa parecía que iba por buen camino pero mis conocimientos eran muy limitados y

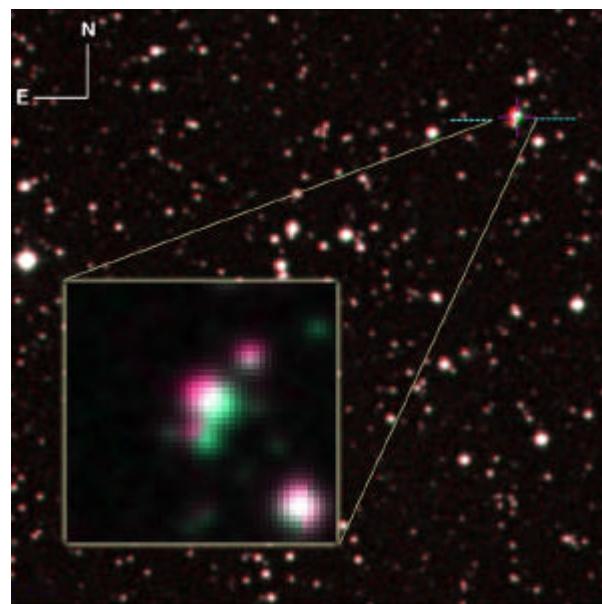


Figura 1. Imagen RGB compuesta con Aladin combinando una imagen de POSS-I (en rojo, año 1950) y otra de POSS-II (en verde, año 1994), donde se aprecia el desplazamiento conjunto de las componentes de JMA 1 (fotomontaje de la Redacción).

tuve que recurrir a los compañeros que más saben, Ángel Otero y Francisco Rica.

Fotometría, estimaciónpectral y distancias fotométricas

En este campo es donde el trabajo en equipo cobra más fuerza. Les consulté a Ángel Otero y a Francisco Rica sobre mi estudio y después de mandarles mis datos, se pusieron manos a la obra y ofrecieron los siguientes resultados:

TABLA 1. FOTOMETRÍA INFRARROJA CERCANA (2MASS) Y VISUAL PARA JMA - 1

COMP.	J	H	K	V	B - V
A	11,718	11,109	10,956	13,84	1,20
B	13,268	12,591	12,355	15,80	1,43

El sistema se halla en Ophiuco y sus coordenadas precisas (J2000) son: AR = 18h 07m 46,575 y DEC = +11° 15' 44,62. La estrella principal es 2MASS 18074657+1115445 y la secundaria 2MASS 18074667+1115384. Se trata de dos estrellas débiles de magnitudes visuales (V) 13,84 y 15,80 para las componentes principal y secundaria respectivamente. Los catálogos no aportan esta fotometría por lo que se optó por deducirla en base a la fotometría infrarroja cercana del proyecto 2MASS. Por la misma vía se obtuvieron también los índices de color *B*-*V* y *V*-*I*.

Hay que hacer notar que debido a la latitud galáctica del sistema ($b = +14,7343$) no se tuvieron en cuenta los posibles efectos del medio interestelar. Los resultados del análisis fotométrico se muestran en la tabla 1.

Mediante la distribuciónpectral de energías en bandas VJHK se llegó a la conclusión de que las componentes son dos enanas anaranjado-rojas de espectros K5V y K9V (figura 2). Para asignar la clase de luminosidad se usaron diagramas de doble color (J-H vs. H-K) y diagramas de movimiento propio reducido. Ambas herramientas coinciden en situar la pareja en la secuencia principal.

Tanto las magnitudes absolutas como las correcciones bolométricas se obtuvieron por medio de varias tablas fotométricas que relacionan el espectro con la magnitud absoluta. Por lo tanto, estos valores son intrínsecos para los tipos espectrales dados. A partir de aquí se derivaron las correspondientes distancias fotométricas. Todos estos parámetros se listan en la tabla 2.

Astrometría relativa

Desafortunadamente, como se comenta en la introducción, no fue posible realizar una medición CCD del sistema ya que quedó fuera de campo en las imágenes. Se realizaron varias mediciones sobre placas antiguas y mediante las posiciones ofrecidas por varios catálogos. Sin embargo, a nuestro juicio, los resultados son poco fiables y

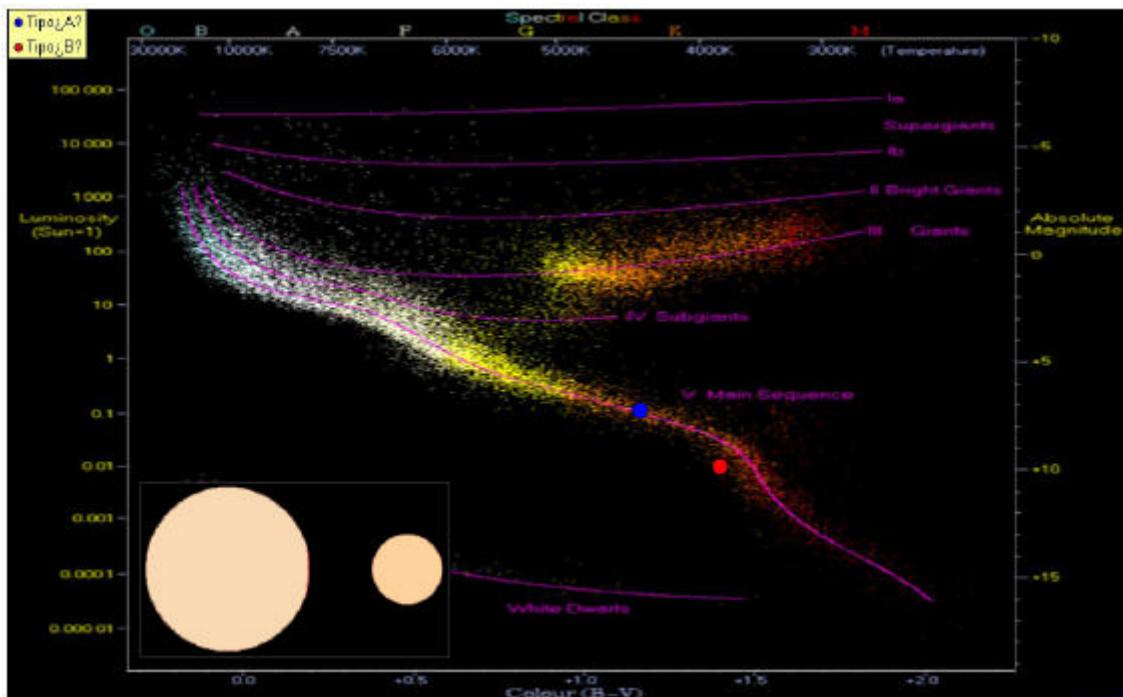


Figura 2. Gráfico H-R donde se muestra la ubicación de las componentes dentro de secuencia principal. En la esquina inferior izquierda se ha añadido el tamaño relativo que tendrían las dos estrellas y sus colores aproximados (fotomontaje de la Redacción con imágenes de los autores).

TABLA 2. RESUMEN DE DATOS ESPECTRALES, MAGNITUDES ABSOLUTAS Y DISTANCIAS FOTOMÉTRICAS

COMPONENTE	TIPO ESPECTRAL	M _V	C _{BOL}	V - M _V	DISTANCIA (PARSEC)
A	K5V	7,63	-0,61	6,21	174,7
B	K9V	10,29	-0,98	5,51	126,4

estas medidas fueron desestimadas. Tan solo aportamos una medida de astrometría relativa procedente de las posiciones del catálogo 2MASS ya que la precisión astrométrica de este proyecto está sobradamente demostrada. Los resultados de esta medida para la época **1999,551** son **Theta = 166,4°** y **Rho = 6,27"**. Será necesario hacer un seguimiento astrométrico en el futuro para evaluar el comportamiento cinemático relativo de las componentes.

Movimientos propios

Para la estrella primaria encontramos datos de movimiento propio en los catálogos USNO-B1.0, NOMAD, PPMX y PM2000, mientras que para la secundaria tan solo encontramos referencias en NOMAD.

Aunque todos los valores están en el mismo orden de magnitud, no hemos querido en este estudio mezclar referencias de varias fuentes. En base a ello, se optó por evaluar los movimientos propios mediante las posiciones antiguas medidas sobre placas del DSS y la astrometría más reciente posible extraída de catálogos modernos. En particular, para la estrella primaria se utilizó una placa DSS (1950) y las posiciones del catálogo UCAC3 (2001); para la secundaria, la misma imagen de 1950 y las posiciones del catálogo 2MASS (1999). Los resultados se muestran en la tabla 3.

TABLA 3. MOVIMIENTOS PROPIOS OBTENIDOS PARA JMA 1

COMP.	MP EN AR (MSA/AÑO)	ERROR ±	MP EN DEC (MSA/AÑO)	ERROR ±
A	-34,3	5,0	-38,5	5,0
B	-41,4	5,0	-58,4	5,0

Tras el estudio geométrico angular, puede apreciarse que las componentes A y B se mueven en direcciones de 221° y 214° respectivamente, es decir, que las estrellas se desplazan en la misma dirección angular, pero con una diferencia significativa de 7° (figura 3).

Otras propiedades astrofísicas

En el transcurso de este estudio se obtuvieron también otros parámetros astrofísicos para las componentes (tabla 4, página siguiente).

Conclusión

Una vez obtenidos estos datos fotométricos, astrométricos y cinemáticos se puede clarificar la naturaleza del par objeto de estudio. En nuestro caso y tras el uso de variados criterios de caracterización podemos concluir que JMA 1 es una **nueva binaria de origen común**.

Agradecimientos

Mi agradecimiento a varios compañeros de afición los cuales han hecho posible este artículo: Rafael Benavides Palencia y Juan Luis González Carballo que me adentraron en el mundo de las dobles y, por supuesto, a Ángel Otero Garzón y Francisco M. Rica Romero que realizaron el verdadero estudio científico.

También quiero animar a todo aquél que quiera adentrarse en esta bonita afición y que se vea limitado por sus conocimientos, ya que este artículo demuestra que la cooperación entre compañeros hace que un descubrimiento o estudio sea posible y que, realmente, esa es la base de la ciencia: el trabajo en equipo.

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

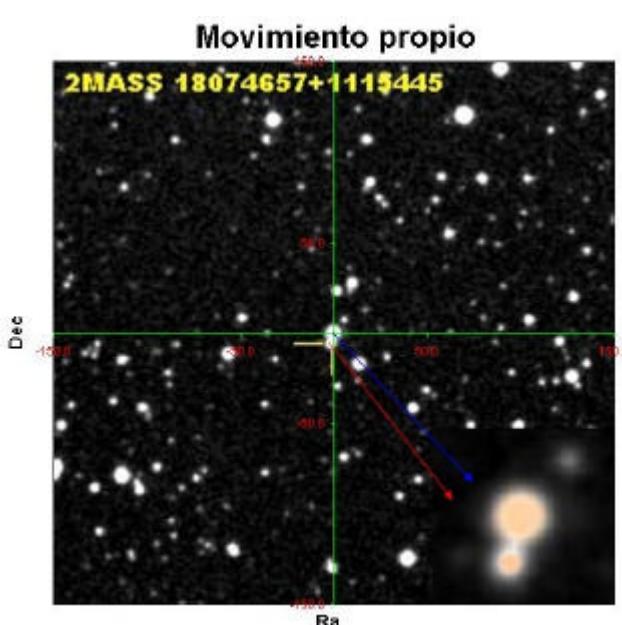


Figura 3. Gráfico de desplazamiento del sistema (cortesía de los autores).

TABLA 4. OTROS PARÁMETROS ASTROFÍSICOS CALCULADOS PARA EL SISTEMA.

COMPONENTE	MASA (SOL =1)	RADIO (SOL =1)	LUMINOSIDAD (SOL =1)	T_{EFF} (K)	$\log g$
A	0,57	0,57	0,08	4483	4,680
B	0,31	0,23	0,01	4104	5,181

En esta investigación se usó CDS (Centre de Données astronomiques de Strasbourg) y sus herramientas asociadas para la consulta on-line de una gran cantidad de catálogos. <http://cds.u-strasbg.fr/>

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.
- Close, L. M. et al., 2003, *Detection of Nine M8.0-Lo.5 Binaries: The Very Low Mass Binary Population and Its Implications for Brown Dwarf and Very Low Mass Star Formation*, ApJ, Vol. 587, Issue 1, pp. 407-422
- Digby, A. P. et al., 2003, *The subdwarf luminosity function*, MNRAS, Vol. 344, Issue 2, pp. 583-601
- Dommangé, J., 1955, *Critère de non-périodicité du mouvement relatif d'un couple stellaire visuel*, Bulletín Astronómique, tome 20, fascicule I, p. 1 - Communication de l'Observatoire Royal de Belgique, n° 91
- Dommangé, J., 1956, *Limites rationnelles d'un catalogue d'étoiles doubles visuelles*, Bulletín Astronómique, tome 20, fascicule 3, p. 183 - Communication de l'Observatoire Royal de Belgique, n° 109
- Duchêne, G. et al., 2001, *Visual binaries among high-mass stars. An adaptive optics survey of OB stars in the NGC 6611 cluster*, A&A, v. 379, p.147-161
- Eggen, O. J., 1969, *The Motions of the A Stars At The North Galactic Pole*, PASP, Vol. 81, No. 483, p. 741
- Eggen, O. J., 1969, *Stellar Groups in the Old Disk Population*, PASP, Vol. 81, No. 482, p. 553
- Grenon, M., 1987, *Past and present metal abundance gradient in the Galactic disc*, JA&A, vol. 8, 123-139
- Halbwachs, J. L., 1986, *Common Proper Motion Stars in the AGK3*, Bull. Inf. Centre Données Stellaires, Vol. 30, p.129
- Leggett, S. K., 1992, *Infrared colors of low-mass stars*, ApJS, 82, No. 1, p. 351-394
- Paresce, F., 1984, *On the distribution of interstellar matter around the sun*, AJ, Vol. 89, pp. 1022-1037
- Przybylski, A., 1962, *The Peculiar Star ? INDI*, PASP, Vol. 74, No. 438, p. 230
- Przybylski, A., 1978, *HD27507 - A Star Escaping from our Galaxy*, PASP, 90, 451-452
- Reid, I. et al., 2001, *A search for L dwarf binary systems*, AJ, 121, 489
- Sinachopoulos, D.; Mouzourakis, P., 1992, *Searching for Optical Visual Double Stars*, Complementary Approaches to Double and Multiple Star Research, ASP Conference Series, Vol. 32, IAU Colloquium 135, H. A. McAlister and W. I. Hartkopf, Eds., p. 252
- Soderblom, D. R., Mayor, M., 1993, *Stellar kinematic groups. I - The Ursa Major group*, AJ, vol. 105, No. 1, p. 226-249
- van de Kamp, P., 1961, *Double Stars*, PASP, 73, 389
- Zacharias, N. et al., 2009, *UCAC 3 Catalogue*. VizieR Online Data Catalog, August 2009

Observando Dobles Olvidadas en Scutum

Observing neglected double stars in Scutum

por Ignacio Novalbos

oanlbarcelona@gmail.com

En este artículo se hace una breve descripción sobre las dobles olvidadas, así como del trabajo de identificación y estudio que de ellas podemos hacer los aficionados. En él también se incluyen las fotos, medidas y comentarios de algunas dobles olvidadas pertenecientes a la constelación del Escudo.

This article gives a brief overview about neglected double stars, as well as the typical tasks that the amateur astronomer can carry out with these pairs. Also, we include photos, measurements and comments from some neglected double stars that belong to the Scutum constellation.

Dobles Olvidadas o “Neglected”

Como cualquiera que en mayor o menor medida se dedica a esto de las dobles, todos sabemos que el catálogo por excelencia es el WDS, mantenido y actualizado regularmente por los astrónomos del USNO. Dentro de este monumental catálogo, que a día de hoy aporta datos de cerca de 104.000 pares, existe un gran número de sistemas que podríamos denominar olvidados o “neglected”, que es como se designa a estos pares en inglés. Estos sistemas se pueden separar en dobles no confirmadas y en sistemas que, a pesar de estar confirmados, no han sido medidos desde hace 20 años o más. De hecho, hay muchísimos que datan de la época de William y John Herschel, que no se han vuelto a medir desde la fecha de su descubrimiento.

Una de las razones principales de este “abandono” se la podemos atribuir a la imprecisión de las coordenadas reportadas en los catálogos, también puede deberse a los grandes movimientos propios de algunas estrellas, los cuales provocan tales desplazamientos que hacen difícil su localización. Otra causa, son las estimaciones erróneas de magnitud o delta-m (diferencia de magnitudes), a raíz de las cuales los sistemas pasan desapercibidos a nuestros ojos. Incluso, podemos encontrarnos ante verdaderos sistemas olvidados, que nadie ha vuelto a observar debido al reducido número de observadores activos, en comparación a las dobles existentes. Si bien es cierto que existe una gran probabilidad de que la mayoría de estos sistemas sean verdaderas dobles, la experiencia nos ha demostrado que también con frecuencia nos encontramos con pares “inexistentes”.

Pues bien, una de las tareas del doblista, es preci-

samente la de confirmar tantos de estos sistemas como le sea posible. Y lo cierto es que es más sencillo de lo que puede parecer. A veces, ni siquiera es imprescindible realizar precisas mediciones (aunque es lo deseable): todo lo que necesitamos es confirmar si las magnitudes, ángulo de posición y separación entre las componentes se asemejan a los reportados para su última medida. Aunque, para que nuestro trabajo sea de utilidad, debemos siempre seguir con una cierta metodología que nos garantice la estandarización y la precisión de los datos obtenidos. No debemos olvidar que estamos trabajando con pares que por sus particulares características no son fáciles de identificar.

En primer lugar es imprescindible obtener la mayor información posible, acerca del par que vamos a estudiar, a partir de los numerosos catálogos astrométricos y fotométricos disponibles. Como requisito previo a la observación, también nos resultará muy útil intentar identificar a nuestro “par objetivo” en las placas profesionales que podemos descargar desde los diferentes catálogos fotográficos existentes en Internet. Una vez lo hayamos identificado sobre las placas, ya estaremos preparados para dirigir nuestro telescopio hacia las coordenadas donde debería encontrarse el par buscado... y, lo mejor de todo, teniendo ya una idea bastante precisa de qué es lo que buscamos.

Durante la observación también es primordial que tomemos nota de algunos datos en nuestro cuaderno de bitácora: es importante anotar la fecha y la hora UT, así como el lugar de observación, la estrella objetivo y sus coordenadas precisas, la apertura, la focal y el tipo de instrumento, el aumento, las condiciones atmosféricas y meteorológicas (temperatura, humedad, viento, nubosidad,

fase lunar, seeing, etc.). Asimismo, anotaremos una estimación de la separación, el ángulo de posición y magnitudes o la diferencia de las mismas.

Con un poco de suerte, en el campo de nuestro ocular estaremos disfrutando de un sistema estelar que no ha sido observado durante muchísimo tiempo. Entonces, y sin ánimo de ser presuntuosos, podremos afirmar que hemos “redescubierto” un sistema doble. De hecho, si las medidas tienen la suficiente calidad, pasarán a engrosar el WDS. Y con ellas, nuestro nombre junto al del descubridor.

Un programa observational centrado en las dobles abandonadas, siempre será un trabajo interesante y con una innegable utilidad científica. Además nos brindará la oportunidad de seguir los pasos de algunos de los más reputados doblistas de la historia de la astronomía, llegando incluso a formar parte de ella.

Las “Neglected” del Escudo

Introducción

Todos los que me conocen (doblísticamente hablando), saben de mi especial predilección por medir pares de aquellas constelaciones menos “agraciadas” y por lo tanto menos estudiadas. En julio de 2009 y coincidiendo con mi estancia en los Pirineos con motivo del COLE’09 (Convención de Locos por Las Estrellas), una reunión anual que desde hace algunos veranos viene realizando un grupo de aficionados en el Coll de Jou (Lleida), aproveché el espectacular horizonte Sur que ofrece el lugar de observación para dar un empujón a mi particular programa astrométrico de dobles olvidadas. Uno de los objetivos de este programa era el de identificar, fotografiar y medir, una serie de pares “neglected” (olvidados) de la constelación del Escudo o Scutum. Tarea que, por cierto, resultó un verdadero reto. ¿Por qué?, os preguntaréis... Pues más que por el reducido tamaño de esta constelación -unos 100º cuadrados- lo fue por el débil brillo de la mayoría de sus componentes, así como por la dificultad que representa la identificación de algunos de sus sistemas. El Escudo, en su sector Noreste cruza el ecuador galáctico. Esta situación comporta encontrarnos en una zona con gran cantidad de estrellas débiles, cúmulos estelares, etc., lo cual dificulta en gran medida la tarea de identificar unos pares que no han sido medidos desde hace más de 100 años.

La constelación del Escudo es moderna, ya que data del siglo XVII. Johannes Hevelius que la incluyó en su catálogo en 1690, dibujó esta constelación con varias estrellas de la Vía Láctea, situadas entre la cola de la Serpiente y la cabeza de Sagitario. La constelación representa el escudo de Juan III Sobieski (1624-1696), último gran rey de Polonia y Lituania y que fue el verdadero azote de los turcos, a los que venció en mil y una batallas

culminando con la expulsión de estos de Viena en 1683, lo que supuso también la expulsión de los Turcos de Europa.

Crónica de Observación

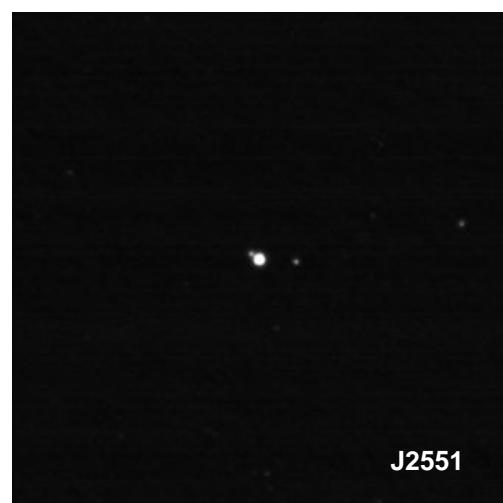
La localización e identificación de dobles abandonadas, es un trabajo que precisa de método, por lo que después de alinear el telescopio y conectar todo el cableado, me concentro y empiezo a trabajar. El objetivo marcado era el de capturar 6 sistemas múltiples que contienen un total de 15 pares a medir.

Como siempre, para cada sesión, tomo nota de algunos datos básicos que más tarde me sirvan para documentar las condiciones de observación. En esta ocasión, la temperatura rondaba los 20°C bajando hasta los 15°C al final de la noche. La humedad se mantuvo constante, con un valor aproximado del 75%. Aunque por encima de lo habitual a esta altitud (1600 m), no molestó demasiado.

Durante toda la sesión, soplaban una ligera brisa que hizo inservibles una parte importante de las imágenes. Por suerte el seeing fue bastante bueno, estimándose en 4/5. Así que cuando el viento no soplaban, las imágenes obtenidas eran de una calidad excelente.

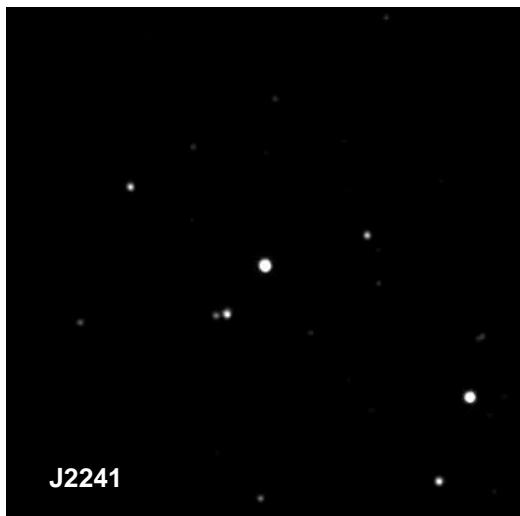
El equipo utilizado fue un telescopio SC LX200R con una abertura de 254mm y una focal efectiva de 3020mm f/13. La escala de píxel que resulta de acoplar al foco primario una CCD QHY-5 con píxeles de 5,2 micras es de 0,71"/píxel. El ángulo de rotación de la cámara con respecto al eje Norte-Sur celeste calculado es de 4,23º. Como pares de calibración y control se utilizaron STT 370 y STF 2202.

En primer lugar se muestra el sistema **J 2521** descubierto en 1943 por el gran Robert Jonckheere y medido solamente en esa ocasión. Se trata de un sistema triple con componentes débiles de magnitudes “A” 10,9, “B” 12,5 y “C” 13,4. El par “AB” no ha variado apenas su AP, aunque las componentes han reducido su separación cerca de 0,5“ desde la primera medición. Si comparamos

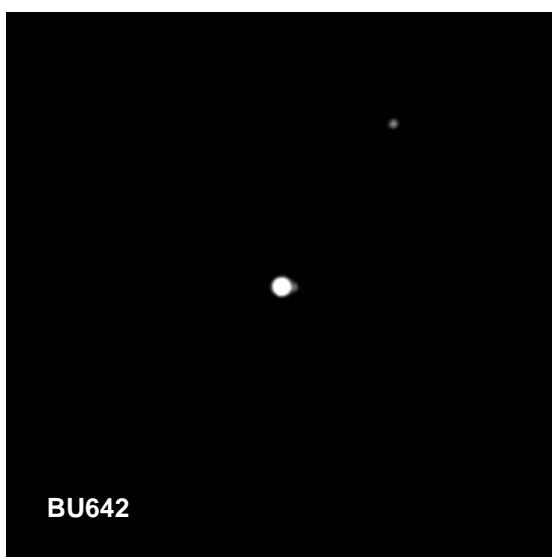


nuestras medidas con las del WDS, en estos 66 años, el par “AC” habría reducido su AP unos 10° y aumentado su separación cerca de 6,5”.

El siguiente sistema es **J 2241**, un triplete compuesto por tres soles de magnitudes “A” **9,6**, “B” **9,8** y “C” **11,8**. El par “AB” que solamente ha sido medido en 1942 presenta una ligera disminución de casi 1° en AP y un significativo aumento de casi 10° para la distancia. El par “BC” medido en dos ocasiones, la última en 1982, mantiene un AP de 259° aunque su separación sigue en aumento, ya que la reportada en 1982 fue de 4”.

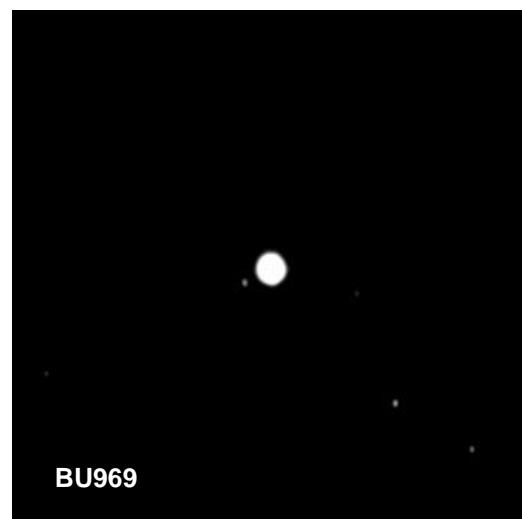


La siguiente captura corresponde a otro trío: **BU 642** fue descubierto por Burnham en 1878 y medido en 7 ocasiones, la ultima de las cuales data nada más y nada menos que de 1913. Lo componen tres estrellas de magnitudes “A” **9,6**, “B” **11,6** y “C” **12,5**. Para el par “AB”, la diferencia de magnitudes sumada a la cercanía de las componentes, hacen que incluso con exposiciones de 0,3 segundos, la principal casi eclipse a la débil secundaria cuyo AP ha seguido con su tendencia a reducirse pasando de los 90° de 1913 a los $86,4^{\circ}$ que dan mis medidas. La distancia entre ambas reportada en la última medición fue de 4,3” por lo



que apenas ha variado desde entonces. Según mis medidas, el par “AC” medido en 1913 y 1982 ha incrementado ligeramente sus valores desde su última medición en las que los valores respectivos para theta y rho eran de 29° y $62,2^{\circ}$. Aunque, si tenemos en cuenta la tendencia a reducirse de las distancias y el AP del par entre la medición inicial y la de 1982, los datos obtenidos en mis mediciones no se corresponden con esta tendencia. Habrá que volver a fotografiarlo y medirlo el próximo verano.

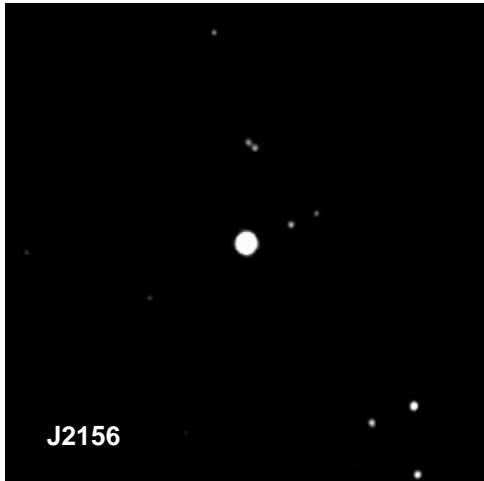
Y como no hay tercero sin cuarto, aquí presento al cuarto de los tríos, **BU 969**. Se trata de otra de las aportaciones que Burnham incluyó en su catálogo en 1880. Formado por componentes de magnitudes “A” **6,82**, “B” **11,9** y “C” **12,5**. Su componente “A” es una gigante brillante del tipo G5II, por lo que la diferencia de brillo con sus compañeras es espectacular. Se podría comparar a este trío con un grupo de inseparables amigos formado por un elefante y dos ratones.



El hecho de que la distancia que las separa sea amplia, me ha permitido utilizar tiempos de integración de dos segundos, lo cual permite visualizar mucho mejor las débiles componentes “B” y “C” sin que queden deslumbradas por una primaria sobreexpuesta.

El par “AB” ha sido medido en 8 ocasiones entre 1880 y 1962, es de notar que entre la primera medición y la realizada casi 130 años más tarde, el AP y la distancia angular prácticamente no han variado. El par “AC” medido solamente en 1913 y en el 2000, no puede considerarse un par olvidado, aunque incluyó sus medidas dado el mérito que tiene al dejarse ver acompañado de semejante monstruo luminoso. Vamos, que no es cuestión de despreciarlo.

Ahí va el siguiente de los tríos de esta pequeña pero animada constelación. Me refiero a **J 2156**, otra de las maravillas catalogadas por Jonckheere en 1942. Una principal de espectro Ao y magnitud



7,6 forma un bonito trío junto con dos estrellas gemelas, de magnitudes “**B**” **12,2** y “**C**” **12,2** que podemos encontrar en dirección Norte y que forman el par “BC”. La gran diferencia de magnitudes no es un problema debido a la amplia separación entre la componente principal y sus acompañantes.

Cabe destacar el espectacular vecindario de este sistema, gran cantidad de estrellas rodean a este precioso trío. Os aseguro que la foto no hace justicia a lo que se puede ver a través del ocular.

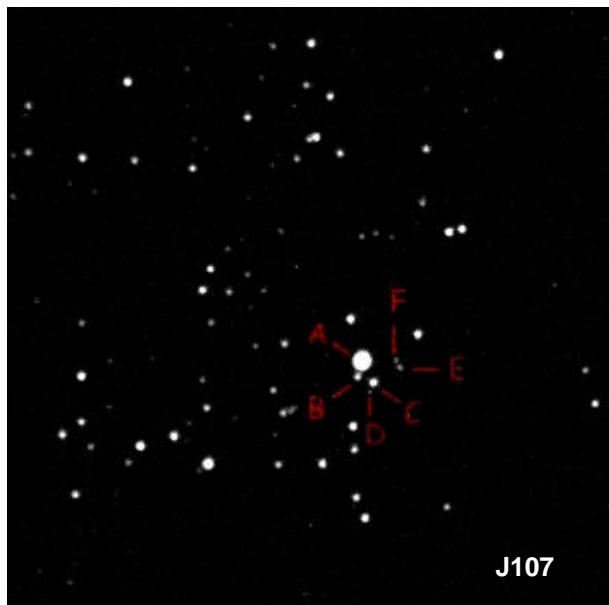
Para acabar con la campaña del Escudo del 2009 os presento otra de las maravillas catalogadas por Jonckheere entre 1892 y 1915, se trata de **J 107**, uno de los sistemas más espectaculares que he podido medir hasta ahora. Espectacular por dos motivos:

- La delicadeza y las débiles magnitudes de sus componentes.
- Estar inmerso en el precioso cúmulo abierto **NGC 6705** que situado a una distancia de 5,6 años luz, está formado por unos 680 soles, tiene una magnitud conjunta de 6,10 y un tamaño aparente de unos 13,0'. Puedo afirmar que la imagen que se observa con el LX200 a través de ocular de 26 mm es algo para quedarse embobado un buen rato.

Mas abajo os pongo una pequeña tabla con los datos principales de este sistema, del cual debo

decir que me ha costado bastante medir los pares más débiles. ¡¡Pero ahí están!!

Curiosamente el gran Jonckheere catalogó en primer lugar (1892) los pares AC y AE añadiendo mas tarde (1910), seguramente coincidiendo con la segunda ronda de observaciones del sistema, el par AB. Finalmente, en 1915, fueron añadidos los pares CD y EF con lo que el sistema quedaba completo.



Espero poder hacer en 2010, una segunda serie con las dobles olvidadas que me faltan de esta pequeña pero resultona constelación porque la zona lo merece. Y las dobles olvidadas que en ella podemos intentar localizar y medir también.

Las medidas

A continuación y en orden de AR creciente, se pasan a listar los resultados obtenidos para cada uno de los pares de este artículo (tabla 2, página siguiente).

Agradecimientos

Con todo mi cariño y agradecimiento dedico este trabajo a Emmy y Andrea, esas dos estrellas con las cuales he tenido la suerte de compartir mi vida.

TABLA 1. DATOS DEL SISTEMA J107

COMPONENTES	NUM.OBS.	ULTIMA MED.	THETA	RHO	MAG. A	MAG. B
AB	6	1999	192	6,2	8,6	11,34
AC	4	1991	144	8,6	8,6	11,89
AE	4	1915	89	15,5	8,0	13,1
CD	1	1915	196	3,6	13,2	15,1
EF	2	1999	326	3,6	13,1	14,1

Mi más sincero agradecimiento a Juan Luis González Carballo, Rafael Benavides y Edgar R. Masa que continuamente me apoyan con sus consejos y amistad.

Como siempre, también quisiera dar las gracias de una manera muy especial a todos mis amigos del grupo de Dobles de la Asociación Hubble, con los que tantas cosas compartimos ya, dentro y fuera del mundo de las dobles. ☺

Mauroy, F., Mauroy, P., et Morlet, G., 2007, Liste de 32 couples étalons, O&T 67-68: <http://saf.etoilesdoubles.free.fr/>
 Mason, B.D., Wycoff, G.L., Hartkopf, W.I., Douglass, G.G., et Worley, C.E. 2001,
 Washington Double Star Catalog, y actualizaciones electrónicas mantenidas por el USNO: <http://ad.usno.navy.mil/wds/>
 Société Astronomique de France: <http://www.astrosurf.com/saf/>
 Wikipedia: <http://es.wikipedia.org/>

Referencias

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

TABLA 2. MEDIDAS DE 15 DOBLES OLVIDADAS EN SCUTUM

NOMBRE	COMP.	R.A.	DEC.	MAGNITUD A	MAGNITUD B	THETA	RHO	ÉPOCA
BU 642	AB	18334	-1026	9,6	11,6	86,4	4,48	2009,570
	AC	18334	-1026	9,6	12,5	30,2	63,53	2009,570
J 2521	AB	18422	-0357	10,9	12,5	294,7	2,55	2009,570
	AC	18422	-0357	10,9	13,4	89,2	18,62	2009,570
BU 969	AB	18503	-0754	6,8	11,9	239	14,37	2009,570
	AC	18503	-0754	6,8	12,5	101,6	43,23	2009,570
J 107	AB	18511	-0617	8,6	11,3	191,9	6,31	2009,570
	AC	18511	-0617	8,6	11,9	146,7	9,85	2009,570
	AE	18511	-0617	8,6	13,1	93,3	15,79	2009,570
	CD	18511	-0617	11,9	15,1	197,1	3,64	2009,570
	EF	18511	-0617	13,1	14,1	326,5	3,39	2009,570
J 2241	AB	18554	-0552	9,6	9,8	214,2	29,77	2009,570
	BC	18554	-0552	9,8	11,8	259,2	5,37	2009,570
J 2156	AB	18567	-0826	7,6	12,2	0,8	50,42	2009,570
	BC	18567	-0826	12,2	12,2	306,8	4,26	2009,570



Medidas de estrellas dobles desde el N.O.A.: Nervión Observatorio Astronómico

Double Star Measurements at Nervión Observatorio Astronómico (NOA)



por Tomás Vázquez Chiscano

tomasvazquez@ya.com

En este artículo se presentan 38 medidas de estrellas dobles. Realizadas con un Celestron C8" de 203 mm y una cámara CCD Starlight Xpress SXVF-M8C.

In this article 38 measures of double stars are presented. The measurements were done with a 203 mm Celestron C8" telescope and an Starlight Xpress SXVF-M8C CCD camera.

Introducción

El Observatorio está situado en un área urbana de la ciudad de Sevilla en el antiguo barrio de Nervión. El Observatorio N.O.A vio su primera luz la noche del 5 de Septiembre de 2002. Su actividad se centra principalmente en la astrometría relativa de estrellas dobles y múltiples junto con observaciones lunares (figura 1).

El equipo

El telescopio usado es un Celestron C8" de 203 mm de diámetro a f/10 (longitud focal de 2032 mm) dotado de un reductor de focal a f/6,3 y un motor de enfoque JMI que permite efectuar el enfoque sin tocar el telescopio.

Descansa todo el conjunto sobre una robusta columna metálica con tres pies a 120°, las cuales incorporan soportes *antivibratorios*; esta columna es de diseño propio del Observatorio.

Las imágenes CCD se tomaron usando una cámara CCD SXVF-M8C con chip SONY ICX406AQ compuesto por 2312 x 1720 píxeles cuadrados de 3,125 micras. Consciente del hecho de que hacer trabajar la cámara a media resolución en beneficio de una mayor sensibilidad y con el objeto de acortar al máximo los tiempos de exposición, todas las tomas se han realizado en Binning 2x2, por lo cual el tamaño de imagen ha pasado a ser de 1156 x 860 píxeles y el tamaño de píxel de 5,8 x 5,8 micras. Empleando la cámara CCD con la configuración descrita, obtengo, a foco primario, una focal de 1250 mm y una resolución de 0,96 segundos de arco/píxel.

Como las imágenes tienen un campo de visión lo suficientemente amplio (18,5' x 13,8') se registran un número suficiente de estrellas de referencia, permitiéndome utilizar el software *Astrometrica* (<http://www.astrometrica.at/>) en la reducción de las imágenes y obtener así el tamaño del píxel y la orientación de la imagen.

El método

El método utilizado consiste en repetir las medidas durante varias noches. Por cada sistema doble fueron grabadas unas 50 a 60 imágenes individuales, las cuales fueron ordenadas según su calidad y aquellas que resultaron ser peores se eliminaron. Los tiempos máximos de integración han sido de 4,0 segundos, aunque dependiendo de la magnitud de las componentes se han utilizado tiempos de exposición menores.

Para realizar estas medidas utilice distintos programas informáticos; uno de estos es *Astrometrica*. Con este programa obtenemos la astrometría absoluta de cada componente, para después calcular los valores del ángulo de posición (Theta) y la separación (Rho) mediante el programa *Dobles* de Julio Castellano. Los resultados de las mediciones se muestran en la tabla 1. ☺

Referencias

Raab, Herbert- Astrometrica, programa de reducción: <http://www.astrometrica.at/>

Castellano, Julio – Dobles, programa de reducción: <http://astrosurf.com/cometas-obs/>



Figura 1. El Observatorio y su instrumentación
(fotomontaje de la Redacción con imágenes del autor).

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA DE LOS PARES OBSERVADOS.									
ID. WDS	NOMBRE	COMP.	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	RHO(“)	THETA(°)	Nº MEDIDAS	Nº NOCHES
03342+4837	BU787	AD	7,9	12,0	2008,112	34,75	180,50	18	1
09320+0943	SHJ107	AB	6,5	9,6	2009,208	37,89	74,80	15	1
07401+0514	STF1126	AC	6,8	12,0	2009,209	42,54	251,20	12	1
10361+1137	BIG1	AB	8,2	10,0	2009,213	60,14	331,80	10	1
08499+1450	STF1283	AB	7,7	8,6	2009,251	16,70	122,50	15	1
11396+1900	STF1565	AB	7,7	8,6	2009,358	21,58	304,60	73	6
11061+0702	STF1507	AB	8,9	10,3	2009,399	8,40	163,90	6	1
14020+1926	STF1797	AB	9,4	9,7	2009,476	20,81	158,30	45	5
12141+3247	STF1615	AB	7,5	8,8	2009,279	26,94	87,80	11	1
13581+1928	BU30	AB	8,8	11,7	2009,432	7,71	197,70	5	1
14307+1951	HJ2724	AB	11,7	12,4	2009,561	21,04	318,80	8	1
14278+1950	HJ551	AB	12,0	12,4	2009,561	13,60	61,00	8	1
17444+0258	STF2201	AB	8,4	10,5	2009,583	7,16	303,80	13	1
17446+0235	STF2202	AB	6,5	6,8	2009,583	20,66	93,00	30	2
17422+0424	BAL2895	AB	9,0	12,5	2009,599	13,81	0,70	12	1
19171+0920	STT370	AB	8,2	8,6	2009,689	19,60	14,02	63	5
19171+0920	STT370	AC	8,2	11,9	2009,689	22,76	78,52	66	5
19171+0920	STT370	BC	8,6	11,9	2009,689	22,76	129,48	65	5
19428+0823	STF2562	AB	7,2	8,8	2009,676	26,82	251,35	45	4
19256+0907	SOL1	AB	9,4	8,8	2009,722	22,77	315,00	43	4
19249+0910	J2174	AB	12,4	12,5	2009,711	7,18	341,95	13	2
19569+0816	HJ2847	AB	11,1	11,3	2009,728	14,94	224,36	30	3
19441+1222	STF2567	AB	8,1	9,9	2009,733	17,75	311,56	33	3

(continúa en la página siguiente)

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

ID. WDS	NOMBRE	COMP.	MAG. A	MAG. B	ÉPOCA	RHO(")	THETA(°)	Nº MEDIDAS	Nº NOCHES
19533+1150	STF2593	AB	8,8	10,6	2009,733	11,88	242,63	39	3
19470+1232	HJ1435	AB	11,6	11,4	2009,774	13,08	297,35	46	4
19415+0255	HJ600	AB	10,8	11,4	2009,782	21,86	164,40	41	3
19423+1937	HJ2891	AB	10,8	11,6	2009,790	12,33	108,83	43	3
21105+2227	STF2769	AB	7,5	8,1	2009,812	18,03	299,80	41	3
21202+1018	HJ933	AB	10,1	12,1	2009,859	17,02	238,80	37	3
21179+0952	HJ3019	AB	9,9	11,7	2009,861	15,08	309,30	34	3
21181+0942	HJ3020	AB	11,2	11,4	2009,861	25,80	295,00	27	2
21180+0934	HJ3021	AB	11,6	11,7	2009,861	23,70	237,00	23	1
02061+0252	BAL1621	AB	12,1	12,9	2010,023	8,74	293,50	46	1
05382-0055	BAL675	AB	11,0	11,4	2010,073	19,95	314,45	40	2
05374-0106	HDO75	AB	10,6	11,2	2010,073	27,21	344,25	31	2
05352-0055	HDZ1	AB	11,1	10,6	2010,078	18,37	220,15	40	2
05346-0101	BAL308	AB	11,6	12,2	2010,081	8,38	345,45	35	2
05333+0015	BAL983	AB	10,4	12,2	2010,111	6,95	162,30	27	2



2MASS 23123151+1233029 y 2MASS 23123107+1233013: nueva estrella doble de movimiento propio común en Pegaso

2MASS 23123151+1233029 & 2MASS 23123107+1233013: A New Common Proper Motion Pair in Pegasus



por *Carlos A. Krawczenco*

Coordinador Adjunto de la Sección de Estrellas Dobles, LIADA · carlosk64@yahoo.com.ar

Una manera en que el astrónomo amateur puede contribuir con las ciencias astronómicas es descubriendo nuevos pares estelares. En este trabajo revelamos cómo Carlos Lasgoity, un alumno del Curso Básico de Estrellas Dobles impartido por la LIADA, practicando el uso de distintos programas astrométricos observó un par de débiles estrellas que, tras un estudio preliminar, se concluyó que tenía importantes posibilidades de ser una auténtica binaria.

A new CPM pair discovered by Carlos Lasgoity while he was practicing with several astrometric tools in the Basic Course of Double Stars of LIADA's Double Stars Section. The reported pair has high probabilities of being a physical system.

Introducción

En el campo de las estrellas dobles, el astrónomo aficionado puede contribuir con las ciencias astronómicas no solamente con la actualización de las mediciones astrométricas, sino también con el descubrimiento de nuevos sistemas estelares susceptibles de engrosar el catálogo de estrellas dobles.

Carlos Lasgoity, alumno del *Curso Básico de Estrellas Dobles* dictado por la LIADA (Liga Iberoamericana de Astronomía, www.liada.net), practicando en la identificación de estrellas dobles y en el uso de programas astrométricos, encontró un par de estrellas débiles que, no obstante, resaltaba en el campo estelar circundante.

La pareja no está registrada en los catálogos de estrellas dobles y, además, se constató que ambas componentes presentaban un elevado movimiento propio. Con el propósito de conocer las características de este sistema se encaró un estudio más profundo encaminado a dilucidar la naturaleza de par.

Este hecho, además de suponer una gran satisfacción para quien suscribe, como responsable del curso, representa un estimulante logro personal para el autor del descubrimiento. Carlos Lasgoity nos relata a continuación cómo encontró este par de débiles estrellas que resultó ser merecedor de un detallado estudio.

“

Una consecuencia inesperada y sumamente feliz ha tenido para mí el Primer Curso de Estrellas Dobles de la LIADA. Como parte de la ejercitación en mediciones astrométricas y en el uso de distintos programas, me planteé el intento de emular, hasta donde pudiese, los informes que distintos colaboradores realizan sobre las dobles seleccionadas para cada campaña y analizar al azar otras para práctica.

Analizando HJ 3176 y practicando con Aladin, amplié el campo y al comparar las placas de 1951 con las de 1995 mediante una imagen compuesta RGB, llamó mi atención -al oeste de la imagen- un par que, al estudiarlo mejor, me pareció que se trataba de una débil pareja de alto Movimiento Propio Común (MPC) que no encontré en catálogos y que hasta donde pude analizar tenía alta probabilidad de ser física.

Consulté la opinión de Carlos A. Krawczenco, quien está a cargo del curso y mostrándose muy interesado efectuó los primeros análisis astrofísicos que luego confirmarían Ángel Otero Garzón y Francisco Rica. A todos ellos mi especial agradecimiento.”

Carlos Lasgoity

El descubrimiento

Este sistema de débiles estrellas se ubica en la constelación de Pegaso. Su posición (J2000) es: AR = 23h 12m 31,51s y Dec = +12° 33' 2,97". La figura 1 (página siguiente) muestra una imagen DSS señalando las dos componentes del sistema. Se consultó el catálogo WDS (Washington Double

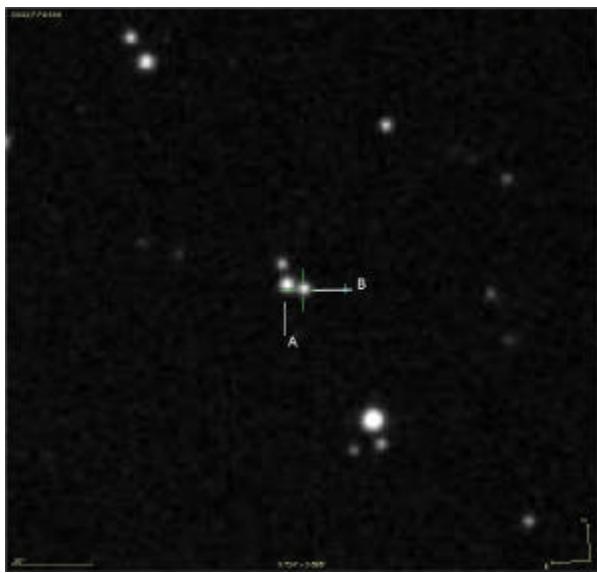


Figura 1. Imagen DSS de LAS 1.

Star Catalog) para verificar si este par estaba catalogado como una estrella doble y el resultado fue negativo. Por otro lado, haciendo un *blink* (parpadeo) se verificó que ambas componentes presentan un alto movimiento propio. Como consecuencia de estos dos aspectos fue menester hacer un estudio más detallado para conocer el tipo de estrellas integrantes y analizar en lo posible si existe alguna relación física entre las estrellas miembros.

La componente principal la identificamos como 2MASS 23123151+1233029 y la componente secundaria es 2MASS 23123107+1233013. En este artículo la designaremos provisionalmente como LAS 1 (por su descubridor Lasgoity), que es la denominación que se sugiere a los efectos de incluir este sistema en los catálogos respectivos.

Astrometría Relativa

La astrometría relativa consiste en la medición del ángulo de posición y de la separación angular del sistema correspondiente a distintas épocas. La misma se determinó utilizando distintos catálogos y placas digitalizadas procedentes de Internet. Los catálogos utilizados son el WDS, USNO-B1.0, GSC 2.3.2 y CMC14. Como placas digitalizadas se utilizaron las procedentes de DSS (Digitized Sky Survey) y 2MASS (Two Micron All Sky Survey). Para la medición sobre placas digitalizadas se utilizaron distintos programas especiales como *fv*, *Astrometrica* y *Reduc*.

En la tabla 1 se muestra dicha astrometría relativa entre los años 1951 y 1999. En esta tabla se muestra -para distintas épocas besselianas- el método utilizado (y catálogos), el ángulo de posición (Theta) en grados y la separación angular (Rho) en segundos de arco. En algunos casos se tuvieron que despreciar algunas mediciones astrométricas como consecuencia de la mala calidad de la ima-

gen, o por considerar poco fiable la información obtenida a partir de catálogos.

TABLA 1. ASTROMETRÍA RELATIVA PARA LAS 1

ÉPOCA	MÉTODO	THETA (°)	RHO (")
1951,597	DSS	258,2	7,02
1982,100	USNO-B1.0	254,6	4,51
1982,792	DSS	255,4	6,91
1991,708	GSC 2.3.2	255,6	6,50
1995,775	DSS	259,0	5,81
1998,703	2MASS	254,2	6,38
1998,730	2MASS	255,9	6,64
1999,231	CMC-14	255,2	6,60

Cinemática

Haciendo un *blink* (parpadeo) sobre varias imágenes, abarcando una base temporal de 47,634 años, se observa que este sistema presenta un alto movimiento propio, característica que, en principio, hace interesante su estudio. La figura 2 muestra dos imágenes DSS superpuestas correspondientes a dos épocas distintas, dónde se aprecia claramente el gran movimiento propio de las estrellas componentes del sistema. Las imágenes fueron aumentadas para apreciar el desplazamiento que presentan las dos estrellas en el tiempo.

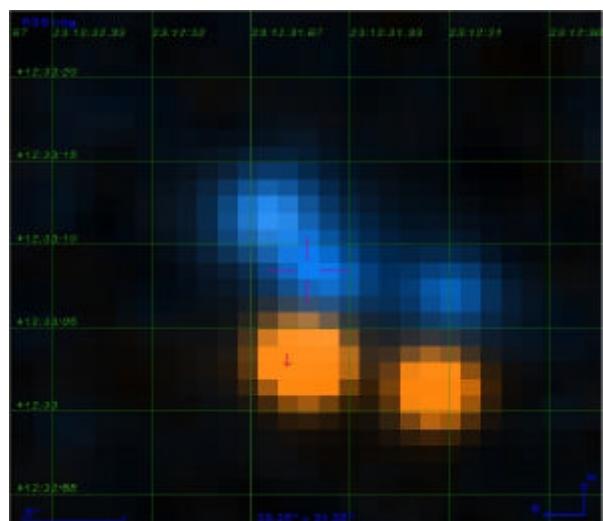


Figura 2. Superposición de dos imágenes DSS (épocas 1951 y 1995) donde se pone de manifiesto el movimiento propio común de ambas estrellas.

Se consultaron distintos catálogos para corroborar dichos movimientos propios, pero faltaba información o era poco fiable. Por tal motivo se decidió calcular esta cinemática a partir de las astrometrías existentes en los catálogos consultados y/o de las medidas astrométricas obtenidas a partir de las placas digitalizadas. Principalmente, esta técnica consiste en representar gráficamente las coordenadas Ascensión Recta y Declinación en

TABLA 2. MOVIMIENTOS PROPIOS OBTENIDOS PARA LAS 1

COMPONENTE	MP EN AR (mas/año)	ERROR ±	MP EN DEC (mas/año)	ERROR ±
A	8,754	5,0	-121,0	5,0
B	19,33	5,0	-126,0	5,0

función del tiempo; haciendo un ajuste lineal tenemos que la pendiente es el movimiento propio de la estrella. En este caso la base temporal de 47,634 años, es suficiente para poner de manifiesto cuantitativamente los movimientos propios de ambas componentes. En la tabla 2 se muestran los valores cinemáticos obtenidos.

Como podemos apreciar en la tabla 2, los movimientos propios de las componentes de este sistema son muy similares y se desplazan aproximadamente en la misma dirección. Para confirmar la similitud de estos movimientos se procedió a representar las posiciones de cada estrella en un mismo sistema de ejes cartesianos. La figura 3 muestra dicho gráfico observándose claramente la semejanza en la cinemática del sistema.

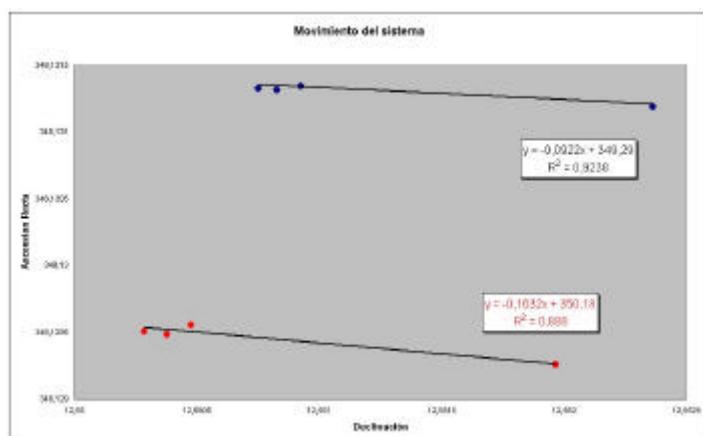


Figura 3. Esquema representativo de los movimientos propios de los miembros de LAS 1.

De acuerdo a este análisis podemos llegar a la conclusión de que las dos estrellas forman un par de MPC (Movimiento Propio Común). Este hecho confiere al sistema un carácter muy interesante desde el punto de vista astrofísico.

Fotometría, espectroscopia y paralaje fotométrica

La información sobre la magnitud visual (V) es escasa en la literatura consultada; por lo tanto se trató de evaluarla a partir de los datos disponibles. En primera instancia, la fotometría visual (V) fue calculada a partir de la magnitud $r'mag$ procedente del catálogo Carlsberg Meridian Catalogue (CMC14) y de la fotometría infrarroja procedente del catálogo 2MASS (Two Micron All Sky Survey) en bandas JHK (John Greaves, comunicación privada):

$$V = 0,6(J - K) + r'mag - 0,03 \pm 0,06$$

De esta manera obtenemos para las dos componentes del sistema las magnitudes $V_A = 16,39$ y $V_B = 16,92$, las cuales están en buen acuerdo con la fotometría V del catálogo GSC que nos da valores de 16,26 y 17,34 respectivamente. No obstante, estos valores no fueron tomados en cuenta dado que los catálogos fuente presentan errores sistemáticos al considerar estrellas débiles.

En su lugar se optó por el análisis de los flujos de energía infrarroja del proyecto 2MASS, el cual nos indica que las estrellas son algo más luminosas que lo que se deriva de los catálogos GSC, USNO-B1.0 y CMC14. La información que mostramos en la tabla 3 son los valores deducidos a partir de la fotometría JHK del proyecto 2MASS mediante las ecuaciones de transformación derivadas por Brian D. Warner (Warner, 2007).

Según la distribución espectral de energía en bandas VJHK los espectros de la componente principal y secundaria serían K5 y K6 respectivamente. Las figuras 4 y 5 ilustran las curvas de distribución de energía en bandas VHJK.

Cabe mencionar que en este análisis fotométrico no se han tenido en cuenta los efectos del medio interestelar (absorción y enrojecimiento), pues en la latitud galáctica del sistema ($b = -43,628^\circ$) pueden considerarse despreciables.

Para precisar la clasificación espectral realizada a partir de la distribución de energía, es necesario conocer la clase de luminosidad, es decir, si se trata de estrellas enanas (de la secuencia principal), gigantes, subgigantes, etc. Para este estudio se utilizaron dos tipos de diagramas: el de Movimiento Propio Reducido y fundamentalmente, el diagrama que relaciona los colores de las estrellas. El primero relaciona los movimientos propios en función de la población estelar a la que pertenece (figura 6). Este diagrama relaciona aspectos físicos de las estrellas con sus correspondientes datos aparentes. En él se observa claramente que las dos estrellas están ubicadas en la parte inferior de la secuencia principal.

TABLA 3. FOTOMETRÍA VISUAL E INFRARROJA CERCANA

COMP.	J	H	K	V	B-V
A	12,676	12,132	11,922	14,78	1,19
B	13,210	12,708	12,430	15,38	1,23

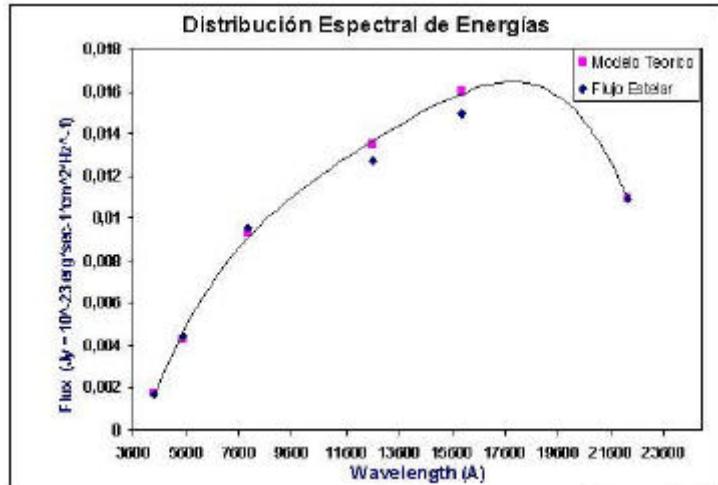


Figura 4. Distribución de energía en bandas VJHK de la estrella primaria: tipo espectral K5.

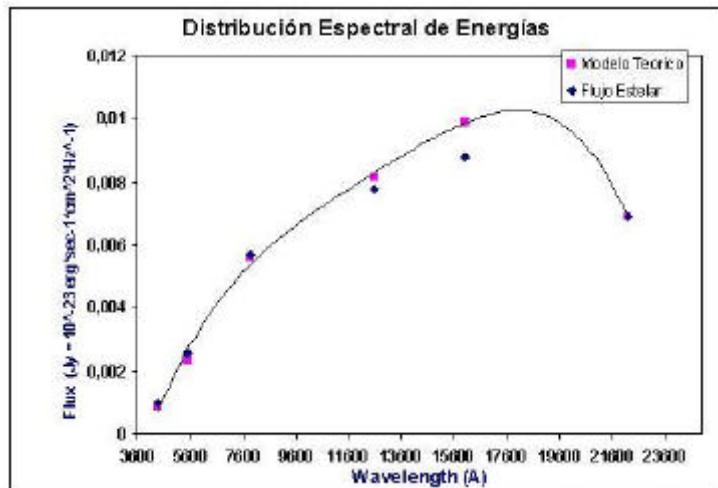


Figura 5. Distribución de energía en bandas VJHK de la estrella secundaria: tipo espectral K6.

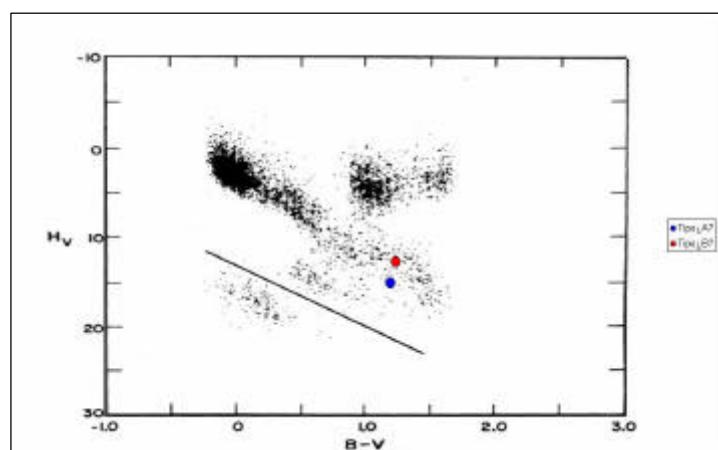


Figura 6. Diagrama de Movimiento Propio Reducido.

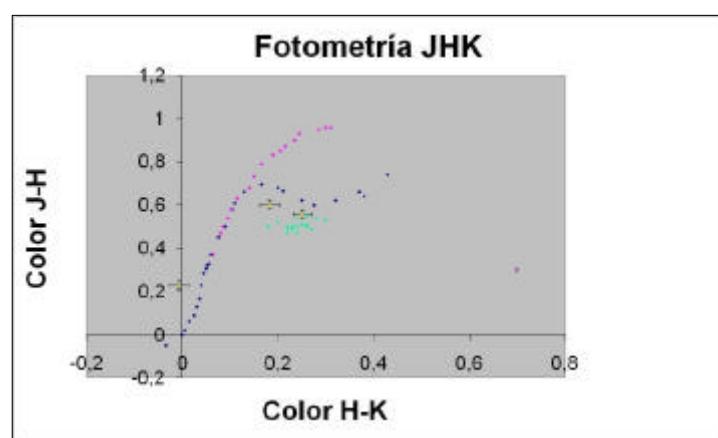


Figura 7. Figura 7. Diagrama de doble color J-H vs. H-K.

El diagrama de doble color (figura 7), como su nombre indica, relaciona dos colores [en el caso de este trabajo, los índices de color ($J - H$) vs ($H - K$)]. Si la estrella es suficientemente roja, este diagrama nos permite diferenciar claramente una estrella enana (secuencia principal) de una estrella gigante. Lamentablemente, esta técnica no nos permite diferenciar los distintos tipos de gigantes. Pero para el propósito de este estudio, este diagrama nos permitió saber que las componentes se hallan sobre la secuencia principal, más precisamente en la zona de las enanas rojas (hecho reflejado también en el diagrama de movimiento propio reducido). De acuerdo a este estudio podemos decir que el sistema LAS 1 está formado por dos estrellas de la secuencia principal de tipos espectrales K5V y K6V para la primaria y secundaria respectivamente.

Consultando distintas tablas que relacionan los tipos espectrales con los colores y con las correspondientes magnitudes absolutas, hemos encontrado que las magnitudes absolutas de las dos componentes son de 7,58 y 7,73. Con estos valores y las magnitudes aparentes determinadas en la Tabla 3 podemos calcular la distancia a la que se encuentran las dos estrellas haciendo uso del llamado módulo de distancia y mediante la conocida expresión:

$$m - M = 5 \log d - 5$$

Donde m es la magnitud aparente, M es la magnitud absoluta y d es la distancia en parsec. La cantidad $m - M$ es lo que se denomina “módulo de distancia”. Según esta definición encontramos que los módulos de distancia de estas estrellas son 7,2 y 7,65 y, como consecuencia, las distancias derivadas son 275 y 338 parsec respectivamente para la primaria y la secundaria. Teniendo en cuenta la incertidumbre en el cálculo y/o determinación de la fotometría, podemos considerar que ambas componentes tienen el 87% de probabilidades de que estén a la misma distancia, siendo éste un aspecto fundamental para poder considerar que un par tenga posibilidades de tener alguna relación física.

Estudio de la naturaleza

Estudiar la naturaleza de las estrellas dobles es, esencialmente, encontrar las condiciones necesarias para evaluar la probabilidad de que un par estelar sea un sistema binario, es decir, un sistema orbital. Para este estudio se aplicaron distintos criterios de caracterización profesionales que habitualmente son usados por la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA (ver circulares informativas en <http://sites.google.com/site/doblesliada/circulares-informativas>). Los resulta-

dos globales muestran una probabilidad final de relación física del 71%.

Período orbital

Partiendo de la hipótesis de que esta estrella es un sistema orbital e idealizando el modelo de órbita, es decir, suponiendo una órbita circular ($e = 0$) y observada de frente ($i = 0$) podemos estimar el posible período orbital expresado en años a partir de la siguiente expresión matemática:

$$P = \sqrt{\frac{E(a)^3}{\sum M_\Theta}}$$

Donde $E(a)$ es la separación proyectada en Unidades Astronómicas (UA) y $\sum M_\Theta$ es la suma de las masas de las estrellas en términos de la masa solar. En nuestro caso las masas tendrían valores de 0,56 y 0,55 para la estrella primaria y la secundaria respectivamente. La separación proyectada (de acuerdo a la separación angular media y la distancia) es de 2092 UA. Según estos valores el período orbital rondaría los 90000 años.

Conclusión

En base a todo el estudio realizado sobre las estrellas, concluimos que se cumplen algunas condiciones necesarias para que el sistema pueda ser un firme candidato a sistema binario.

Varios de los criterios de caracterización utilizados asignan naturaleza física al sistema. Esta idea se ve reforzada por el movimiento propio común de las componentes y sus distancias similares.

Como consecuencia de ello, es recomendable seguir estudiando este sistema, fundamentalmente en su fotometría y, obviamente en su astrometría para dilucidar su naturaleza.

Agradecimientos

El autor desea expresar su agradecimiento especialmente a *Carlos A. Lasgoity* por el aporte de este descubrimiento, a *Ángel Otero Garzón* por la realización de todo el estudio fotométrico y astrométrico y a *Francisco Rica* (Coordinador General de la Sección Estrellas Dobles de la LIADA) por la valoración de este trabajo y por el aliento infundiédo para escribir este artículo.

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

En esta investigación se usó CDS (Centre de Données astronomiques de Strasbourg) y sus herramientas asociadas para la consulta on-line de una gran cantidad de catálogos: <http://cds.u-strasbg.fr/>

Este trabajo usó el software *fv*, una herramienta para visionar y editar cualquier imagen o tabla en formato FITS. Está facilitado por High Energy Astrophysics Science Archive Research Center (HEASARC), en NASA/GSFC. El paquete está disponible en <http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/software/f-tools/fv/>

Esta publicación hizo uso de Astrometrica, un software interactivo para la reducción astrométrica de datos sobre imágenes CCD. Autor: Herbert Raab. Disponible en <http://www.astrometrica.at/>

Este trabajo usó el software de medición Reduc, programado por Florent Losse (<http://www.astrosurf.com/hfosaf/>). ☺

Referencias

Circulares de Sección Estrellas Dobles de la LIADA: <http://sites.google.com/site/doblesliada/circulares-informativas>.

Rica, F., 2009, *Study of Neglected Double Stars by LIADA Double Star Section in 2004, II: Astrometry, Astrophysical Properties and Nature*, JDSO, Volume 5, Number 2

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, p. 113-119



toda la información en:

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

más información en la página 9

Nuevas medidas de pares LDS con ángulo de posición impreciso en el catálogo WDS

New measures of LDS's pairs with imprecise theta in WDS

por Grupo de Dobles del Foro de la Agrupación Astronómica Hubble

El objetivo de este trabajo es mejorar los datos de pares con identificador LDS en el Washington Double Star Catalog. En particular nos centramos en aquellos datos cuyo ángulo de posición es impreciso en los datos originales propuestos por W. J. Luyten. Aprovechamos que los pares LDS tiene un movimiento propio notable para localizarlos en las placas fotográficas. Los datos obtenidos se completan mediante datos de movimiento propio obtenidos de los catálogos astronómicos. Los pares cuyos nuevos datos no son compatibles con los del WDS han sido descartados para asegurar la calidad de los resultados. En particular presentamos nuevas medidas y datos de movimiento propio para 57 pares LDS. De estos 57 pares, 3 están marcados como 'X' y 15 como 'I' en las notas del WDS. Los nuevos datos ya han sido enviados al equipo del WDS.

Willem Jacob Luyten y el Catálogo de Estrellas Dobles de Washington

Continuando un trabajo anterior (Grupo AAH, 2010) nos dedicamos a actualizar los datos del catálogo de estrellas dobles de Washington (Mason et al., 2003) descubiertos por Willem Jacob Luyten (1899-1994). Estos pares tienen identificador LDS y destacan por tratarse de pares con movimiento propio común, es decir están formados por dos estrellas que se mueven en la misma dirección y a la misma velocidad aparente. Además, para hablar de un par de movimiento propio común, la velocidad de desplazamiento debe ser notable, es decir que las dos componentes deben moverse a una velocidad claramente apreciable sobre el fondo de las "estrellas fijas" (realmente estrellas con movimiento menor). Es conocido que los pares con movimiento propio



Figura 1. LDS 469, en una composición en rojo y azul que permite apreciar su movimiento propio.

The main goal of this paper is to improve the data for LDS pairs in the Washington Double Star Catalog. In particular we focus on those pairs with imprecise position angle in the original data proposed by W. J. Luyten. We take advantage of the large common proper motion of the LDS pairs, to find them in the photographic plates. The obtained measurements are completed with new proper motion data obtained from the astronomical catalogs. The pairs whose new data are not compatible with the data in WDS have been rejected to ensure the quality of the results. The outcome is a list of new measurements and proper motion data for 57 LDS pairs. Of these 57 pairs, 3 are marked as 'X' and 15 as 'I' in the WDS notes. The new data have been already submitted to the WDS team.

común son buenos candidatos a estrellas binarias, es decir a estrellas ligadas físicamente. La razón se basa en criterios estadísticos: si ya es difícil encontrar estrellas que viajan con velocidad notable, encontrar dos que estando cercanas se muevan además en la misma dirección y sentido por pura casualidad es altamente improbable. Un par de movimiento propio común no es siempre un par físico, pero sí es un par que merece un seguimiento y estudio más detallados.

Pares LDS con ángulo de posición impreciso

Entre los 6124 pares LDS disponibles en el catálogo WDS abundan los pares con coordenadas imprecisas (485 marcados como 'I' en las notas del WDS), o aún peor, supuestamente perdidos o dudosos (300 marcados como 'X' en las notas del WDS). Otros muchos tienen medidas sin actualizar desde hace casi cien años. Entre las diferentes causas de estos datos poco actualizados se encuentran las imprecisiones que ya se encontraban en los propios datos iniciales de Luyten. En particular, si consultamos el catálogo original LDS (Luyten, 1997) a través de VizieR (Allende & Dambré 1999), veremos que incluye un campo de nombre 'cuadrante' que contiene letras o pares de letras elegidas entre n, s, p y f. Estas letras fueron utilizadas por Luyten para indicar que su medida de ángulo era imprecisa con un error de 45°. Las letras indicaban el área de incertidumbre. Cuando este catálogo fue incorporado al WDS se cambiaron las letras por los ángulos centrales de cada área, según la tabla 1 (página siguiente).

En estos casos 180° significa, por ejemplo, 'entre

TABLA 1. CORRESPONDENCIA ENTRE CUADRANTES Y ÁNGULOS EN EL CATÁLOGO LDS

CUADRANTE	ÁNGULO WDS
n	0°
s	180°
f	90°
p	270°
nf	45°
np	315°
sf	135°
sp	225°

135° y 225°. Esta imprecisión ha hecho que las parejas con esta peculiaridad hayan sido especialmente difíciles de identificar, ya que los observadores esperan pequeños cambios en los datos, pero no cambios de ángulo de casi 45°, lo que dificulta su identificación.

Objetivos, participantes y recursos

Nuestro objetivo ha sido, por tanto, encontrar nuevos valores para estos pares, y sobre todo hacerlo de forma que pudiésemos asegurar la calidad de los datos obtenidos. Principalmente se deseaba mejorar las coordenadas precisas, la astrometría y los datos de movimiento propio de estos pares.

Con objeto de repartir el trabajo, así como de compartir experiencias y mejorar la calidad de los resultados, se solicitó la ayuda de colaboradores en el foro de la Asociación Astronómica Hubble (<http://www.asociacionhubble.org/>). Los participantes en el proyecto han sido: R. Caballero Roldán (coordinador), J.C. Cabrera, G. Cao Cabeza de Vaca, Javier Canino Atoche, I. García Bermejo, A. Grandes Fontanillas, A. Iglesias Rey, O. Lleixà Subirats, M. L. Marcos Álamo, M. Martínez Gallego, I. Novalbos Cantador, J. C. Sánchez Montesinos y A. Sánchez de Toca.

En cuanto a los recursos utilizados, han consistido principalmente en las imágenes disponibles mediante la herramienta Aladin (Bonnarel, F. et al., 2000), así como los siguientes catálogos consultados a partir del propio Aladin y de VizieR (Allende & Dambert 1999):

- 2MASS: de aquí se obtuvieron las coordenadas precisas, así como una nueva medición de astrometría del par.
- UCAC3 (Zacharias N. et al., 2009): para actualizar el movimiento propio de las componentes.
- NOMAD: tanto para datos de movimiento propio como para magnitud

visual V cuando estos datos no están disponibles en los catálogos anteriores.

Desarrollo del proyecto

En primer lugar se seleccionó el conjunto de pares de Luyten tales que tuvieran:

1. Ángulo de posición 0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° o 315°.
2. Separación = 4".
3. Sin medidas posteriores a 1980.

El punto 2 se utilizó para asegurar que los pares fueran resolubles en las placas fotográficas. Estas condiciones proporcionaron un conjunto de 316 pares.

En la primera fase se trató de localizar en las placas fotográficas pares con movimiento propio aparente notable. Para eso se utilizó la utilidad Aladin que permite cargar placas de distintas épocas. En todos los casos se utilizaron placas de entre 11 y 14 minutos de lado centradas en la posición esperada para la doble tratada. Las placas se combinaron, bien con la herramienta *RGB*, o bien con la herramienta *Blink*. Hay que señalar que en esta primera fase no se comprobó si la astrometría de los pares con movimiento propio apreciable encontrados coincidía con los datos en WDS, sólo si había un par de este tipo. El trabajo se distribuyó de forma que cada una de las candidatas fue examinada al menos por dos participantes. Después de esta fase se obtuvo un total de 241 posibles coincidencias.

En una segunda fase se completaron los datos obtenidos con los de movimiento propio de NOMAD y UCAC3. Entonces se seleccionaron los pares que cumplían todas las condiciones siguientes:

1. Diferencia en movimiento propio entre el valor WDS y el valor obtenido para la primaria bien



Figura 2. La pareja LDS 576, en una composición en colores rojo y azul que muestra su movimiento propio.

menor de 20 milisegundos de arco por año, o bien menor del 30% del mayor de los dos valores (entre el valor WDS y el obtenido para la primaria).

2. Diferencia en el movimiento en cada eje entre los valores de movimiento obtenidos para las dos componentes bien menor de 20 milisegundos por año, o bien menor del 20% del mayor de ambos.

3. Diferencia entre el valor del ángulo obtenido y el del WDS menor de 45°

4. Diferencia entre el valor de separación obtenido y el del WDS bien menor de $2''$ o menor del 10% del valor en el WDS.

Las condiciones 1, 3 y 4 garantizan que los datos encontrados son compatibles con los del WDS. La condición 2 añade como criterio adicional que el movimiento encontrado para las dos componentes sea similar. Estos criterios se han adoptado para rechazar las parejas dudosas y mejorar la calidad de los datos propuestos al WDS. Sólo 57 de los 241 pares cumplieron los cuatro criterios.

Resultados

El resultado de este estudio se puede consultar en la tabla 2 (páginas siguientes), que incluye las nuevas mediciones para los 57 pares LDS. De estos pares 3 estaban marcados como perdidos y 15 como de coordenadas imprecisas. En todos los casos se trata de parejas que contaban con una única medida anterior a 1966. En particular 49 parejas llevaban sin medirse desde el año 1920. La astrometría de la tabla se refiere en todos los casos a datos del catálogo 2MASS. El movimiento propio se ha obtenido de NOMAD excepto en los casos en los que las notas indican que viene de UCAC3.

Conclusiones

Además de los resultados científicos ya señalados, este proyecto es un buen ejemplo de lo mucho

que los aficionados podemos contribuir al campo de las estrellas dobles, incluso con medios tan sencillos como un ordenador con conexión a Internet. Asimismo, el proyecto ha supuesto una magnífica experiencia de trabajo en común. La misma tarea realizada por una sola persona hubiera sido enormemente tediosa y casi con seguridad con peores resultados.

Agradecimientos

Gracias a W. I. Hartkopf, que aportó numerosas sugerencias y consejos, así como por una lista inicial de valores. Este proyecto ha utilizado el Atlas Celeste Interactivo ALADIN y la base de datos de catálogos astronómicos VizieR, ambas desarrolladas y mantenidas en el *Centre de Données astronomiques*, de Estrasburgo, Francia. También se han empleado productos del *Two Micron All Sky Survey*, que es un proyecto conjunto de la Universidad de Massachusetts y del Centro de análisis y procesamiento de Infrarrojos/Instituto de Tecnología de California, financiado por la *National Aeronautics and Space Administration* y por la *National Science Foundation*. 

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.

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

Zacharias N. et al., 2009, "UCAC 3 Catalogue". VizieR Online Data Catalog, August 2009.

TABLA 2. NUEVAS MEDIDAS PARA PAREJAS LDS

ID	ÉPOCA	THETA	RHO	MOV. PROPIO	COORDENADAS	NOTAS
LDS 16	1999,800	56,86	91,81	+073-258+073-241	002400,50-562025,6	
LDS 26	1999,705	8,89	21,95	+131+024+128+024	004421,73-433140,7	
LDS 49	1999,882	113,29	71,85	+179+108+202+124	012802,26-610013,4	
LDS3362	1998,676	1,43	12,40	+146-020+148-018	021505,94-190209,9	
LDS 83	1999,861	331,63	6,90	-104-060-107-053	025519,56-610005,4	
LDS1580	1999,807	136,24	101,89	+082-212+084-208	034419,13+712619,5	
LDS 124	1998,968	15,53	38,23	+044-098+047-094	043447,90-272938,5	
LDS1601	1999,111	57,05	4,39	-004-142+010-130	050722,11+730055,4	
LDS 158	1998,947	103,76	159,33	+088+049+088+034	061656,24-620613,3	
LDS 168	1999,064	156,11	11,85	-039-108-035-118	063650,97-325350,6	(2)
LDS 181	1999,946	195,96	129,37	-088+138-089+136	072409,39-582931,1	
LDS 194	1999,908	212,39	91,09	-106+037-092+018	074206,97-814521,1	
LDS 192	1999,108	281,68	70,50	-016-088-012-082	074637,88-280920,6	
LDS 203	1999,995	38,69	26,32	-045+144-046+132	080633,70-561618,9	
LDS 206	1999,094	155,11	12,59	-064+004-080+002	081330,18-162803,4	
LDS 214	1999,122	75,97	13,80	+019-046+004-058	082049,70-301118,5	
LDS 224	1998,313	252,76	49,59	-118+103-108+100	083233,32-232306,7	
LDS3821AB	1999,092	92,99	7,45	-252-018-257-019	084836,45-135308,3	(2)
LDS 241	2000,012	80,66	119,37	-158-114-176-098	085451,20-634207,1	
LDS 256	1999,171	14,98	15,74	-073+067-062+052	091124,25-394608,9	
LDS 268	2000,025	134,35	56,32	+018-063-002-054	092526,25-583950,5	(1)
LDS 279	1999,206	298,53	112,60	-084+017-096+002	094414,02-325106,5	
LDS2314	2000,170	225,64	141,93	-067+172-060+180	103143,21+570657,1	
LDS 317	1999,166	337,12	26,06	+080-049+096-046	105314,27-285832,9	
LDS 323	1998,229	63,30	21,76	-006-116-006-128	105902,77-171718,2	
LDS 324	1999,288	192,80	144,43	-090+012-096+008	105904,32-431250,3	
LDS 355	1998,374	255,13	34,08	-091+067-089+070	113704,79-230018,4	
LDS 409	1998,505	287,41	53,45	-101+012-094+020	122322,95-243144,9	
LDS4235	1998,172	35,84	21,22	-054-000-054+006	123639,20+301114,9	

(continúa en la página siguiente)

TABLA 2. NUEVAS MEDIDAS PARA PAREJAS LDS (CONT.)

ID	ÉPOCA	THETA	RHO	MOV. PROPIO	COORDENADAS	NOTAS
LDS 421	2000,137	70,33	66,28	+078+012+084+010	125022,76-620033,6	
LDS 451	1999,108	4,11	18,94	-017-082-006-084	133317,41-042429,3	
LDS 449	2000,143	34,27	76,69	-071-066-064-080	133411,23-644454,5	(1)
LDS 469	1998,483	67,27	15,99	-043-206-043-206	140135,90-285301,2	(1),(2)
LDS 475	2000,179	274,89	228,26	-112-030-096-038	141051,73-725021,1	
LDS 478	2000,179	185,32	19,89	-050-068-056-072	141542,38-774245,6	
LDS 485	1999,417	281,29	80,86	-117-055-116-062	141928,23-490613,4	
LDS 495	1999,589	330,26	485,00	+395-316+390-312	144028,24-570146,4	
LDS 520	1999,442	164,93	11,96	-075-015-071-014	151225,02-491810,8	
LDS 557	2000,239	43,54	12,01	-014+042-014+029	162027,74-242314,7	
LDS 576	1999,357	55,71	26,26	-149-122-144-125	165843,32-401318,6	
LDS 579	1999,614	62,19	43,37	+050-083+046-066	170040,35-464527,5	
LDS 590	1998,606	237,10	33,73	-007-060+008-042	171720,41-322807,3	
LDS 599	2000,433	101,37	47,81	-259-186-254-156	173011,19-513813,2	
LDS1449	1999,401	133,62	18,22	-032+088-028+086	173214,55+571809,8	
LDS 642	1999,325	336,53	80,52	+017-096+018-082	183041,27-110831,7	
LDS 675	2000,736	264,51	112,24	+025-133+010-158	191612,53-400414,6	
LDS 677	1999,439	148,96	70,92	+007-080+017-092	192058,18-244003,6	
LDS 680	2000,802	254,87	64,51	-004-080-016-080	193328,30-505149,5	
LDS 696	1999,817	115,85	31,65	+012-126+014-120	200124,02-572437,1	
LDS 709	1998,443	168,50	40,97	+036-125+018-106	202151,12-215207,8	
LDS 710	2000,433	238,29	143,22	+014-080+034-064	202731,88-710054,5	
LDS 751	1998,541	354,91	18,79	+029-079+047-073	213800,08-191305,2	
LDS4920	2000,392	1,37	16,41	-056-156-062-140	215339,94+001020,7	
LDS 763AB	1999,508	342,88	59,22	+088-050+087-052	215456,67-360955,2	
LDS 780	1999,461	193,51	81,66	+084-079+076-072	221523,72-355139,3	
LDS 817	1999,587	64,22	86,61	+076-066+092-050	233346,59-380100,0	
LDS 822	1999,850	123,88	84,02	+046-031+028-043	233930,90-594811,4	

Programas informáticos para realizar mediciones de binarias por interferometría speckle

Software to measure double stars by means of speckle interferometry

por *Francisco M. Rica Romero*

Coordinador General Sección de Estrellas Dobles de la LIADA · fricao@gmail.com

En el número 4 de esta revista di a conocer una interesante técnica de medición de estrellas dobles: la técnica de imágenes speckle. En esta ocasión quiero centrarme en una de las técnicas comentadas en ese artículo: la interferometría speckle. En las siguientes líneas daremos un repaso detallado a las diferentes aplicaciones astronómicas amateurs que nos permiten realizar mediciones usando la técnica de interferometría speckle. Hablaremos del programa *Reduc* (su versión para técnica speckle), del paquete *speckle1*, del programa italiano *SIA* y finalmente hablaremos del uso de programa *IRIS* para realizar medidas speckle.

In this article the author gives a detailed review of four software packages that allow to make double star measurements by using speckle interferometry.

1. Introducción

La interfometría speckle es una moderna y precisa técnica que permite llegar al límite de resolución de un telescopio. El principio es tomar muchas imágenes de tiempo de exposición muy corto de nuestro objetivo astronómico, reduciendo de forma importante o incluso eliminando los efectos del *seeing* atmosférico.

Un artículo sobre esta técnica fue publicado por el autor en el número 4 de OED. Las primeras mediciones profesionales de binarias usando esta técnica fueron publicadas en 1974 (Labeyrie *et al.*, 1974). Sin embargo, tenemos que avanzar en el tiempo hasta el año 2001 para ver las primeras mediciones speckle realizadas desde España (Docobo *et al.*, 2001), en concreto desde Calar Alto (Almería). Menos de una década después la técnica speckle empieza a asomar en el mundo amateur. En este artículo quiero hacer un detallado recopilatorio de los programas informáticos que permiten realizar mediciones speckle.

2. Usando REDUC.

El programa REDUC, diseñado por el amateur francés Florent Losse, actualmente es muy conocido entre los doblistas no profesionales por su sencillez y precisión. Pero lo que apenas conocen los aficionados a las estrellas dobles es que REDUC tiene una versión especial diseñada para la realización de mediciones mediante la técnica de interferometría speckle. Esta versión puede ser solicitada a Florent Losse: florent_losse@yahoo.fr.

La versión de REDUC para mediciones speckle aún es una versión de prueba, pero comentaré brevemente los pasos seguidos para lograr la medición que realicé sobre STF 2744:

1.- Cargar las imágenes FITS mediante la opción **Fichero/Load Folder**. Basta con seleccionar un fichero FITS y pulsar **Abrir** para que todas las imágenes sean cargadas automáticamente.

2.- Hacer clic en el menú **Interferometría**, opción **Interferometry Fast Measurement**. Esta opción sólo activa el modo “perezoso” de Reduc. Esto permite hacer una medición sobre la imagen de autocorrelación solamente haciendo clic en una componente.

3.- Hacer clic en el menú **Interferometría**, op-

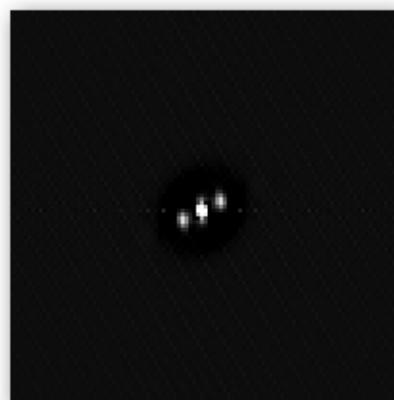


Figura 1. Imagen speckle de STF 2744 usando REDUC.

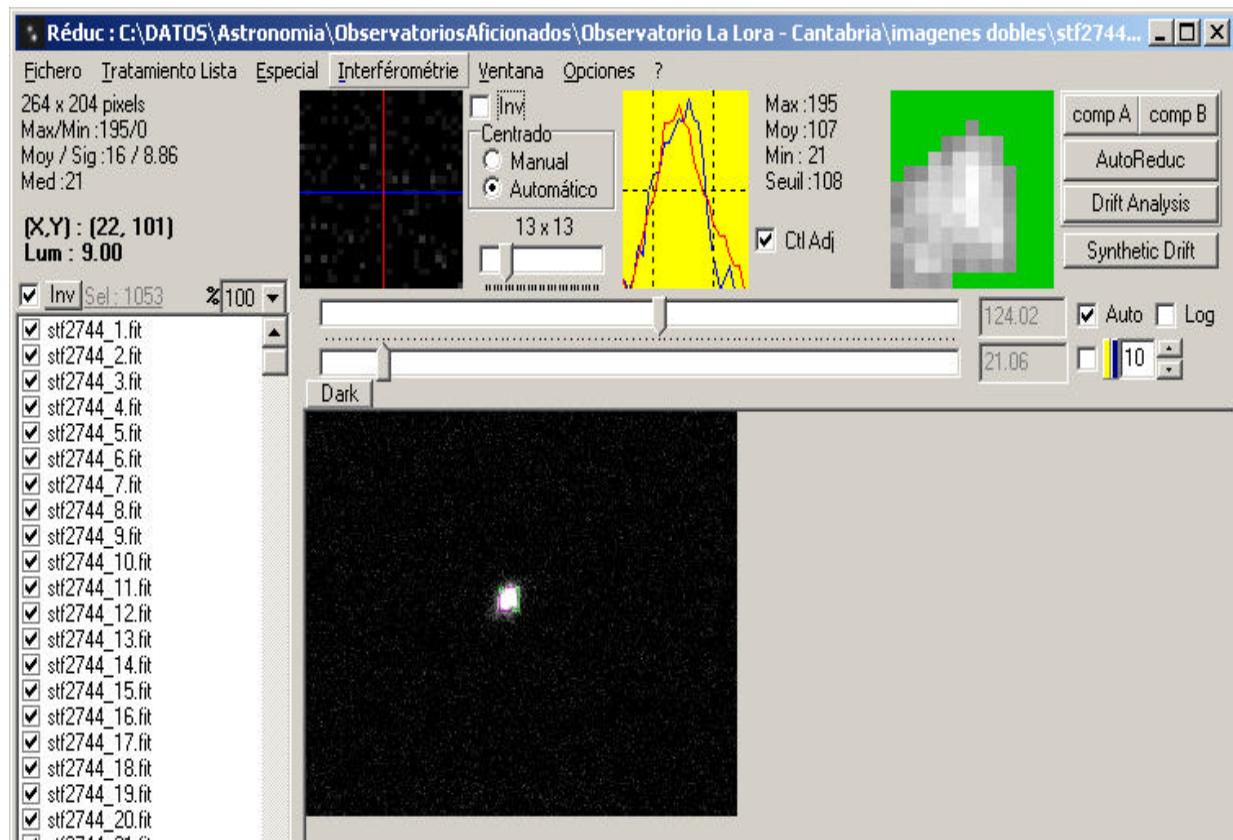


Figura 2. Programa REDUC para realizar mediciones speckle.

ción ***Enhanced Power Spectrum***: Calcula el Power Spectrum con una mayor relación señal/ruido. De nuevo esta opción no ejecuta nada, sólo le indica a REDUC si debe o no usar las rutinas de potenciación del Power Spectrum. Florent activa esta opción para la mayoría de sus mediciones. Cuando estamos ante pares desiguales puede ser útil desactivar esta opción. Ya que el cálculo consume poco tiempo, se pueden probar ambas opciones.

4.- Ejecutar la opción ***Autocorrélation et Soustraction Fond*** del menú ***Interférométrie***: Este es el principal procedimiento de la medición y calcula el power spectrum y la autocorrelación para todas las imágenes seleccionadas de la lista. Si las imágenes no son cuadradas de tamaños 128x128 píxeles, 256x256 píxeles o 512x512 píxeles, aparecerá un mensaje de error. Pulsar OK y aparecerá una ventana para seleccionar el tamaño de cada imagen: seleccionar 128, 256 ó 512 dependiendo de la separación de las componentes. Vuelve a hacer clic en OK para que comience el proceso.

5.- Después de unos minutos, aparecerán 10 imágenes para las 10 posibles soluciones (S0..S9). ¿Por qué 10? Pues porque un filtro de reducción del ruido es aplicado para realzar los picos de las estrellas. S0 es la imagen de la autocorrelación original, S1-S9 son las imágenes sin ruido. Generalmente sólo dos o tres soluciones son apropiadas para una determinada configuración de imagen. Esto debe ser para estrellas muy cerradas.

Nuestro amigo Florent me aconsejó usar S2 y confirmar con S3. Él usa S1 para sus imágenes obtenidas con longitud focal de 12 metros y tamaño de píxel de 9 micras.

La medición

La medición es igual que para la versión normal de REDUC e incluso podemos usar SURFACE. Para la medición debemos configurar el cuadrado verde (o caja de detección) con un tamaño cercano o ligeramente inferior al FWHM de la estrella. Un tamaño del cuadro verde demasiado grande obtiene una medición contaminada por la luminosidad del fondo. El tamaño ideal para el cuadro verde debe ser calibrado para cada configuración instrumental y ésta debe ser usada sistemáticamente. Como un primer intento debemos probar un tamaño de cuadro el cual contenga el pico con la señal más alta.

3. El programa SIA

El programa ***Speckle Interferometry Analysis (SIA)*** es un software gratuito diseñado y construido por un amateur italiano llamado Roberto Maria Caloi. Este aficionado publicó en 2009 un trabajo en el Volumen 4, página 111 de la revista JDSO, donde dio a conocer al programa SIA. Aconsejamos su lectura para aumentar el conocimiento y posibilidades de este software. Podéis pedir este software a Roberto Caloi: robime@iol.it.

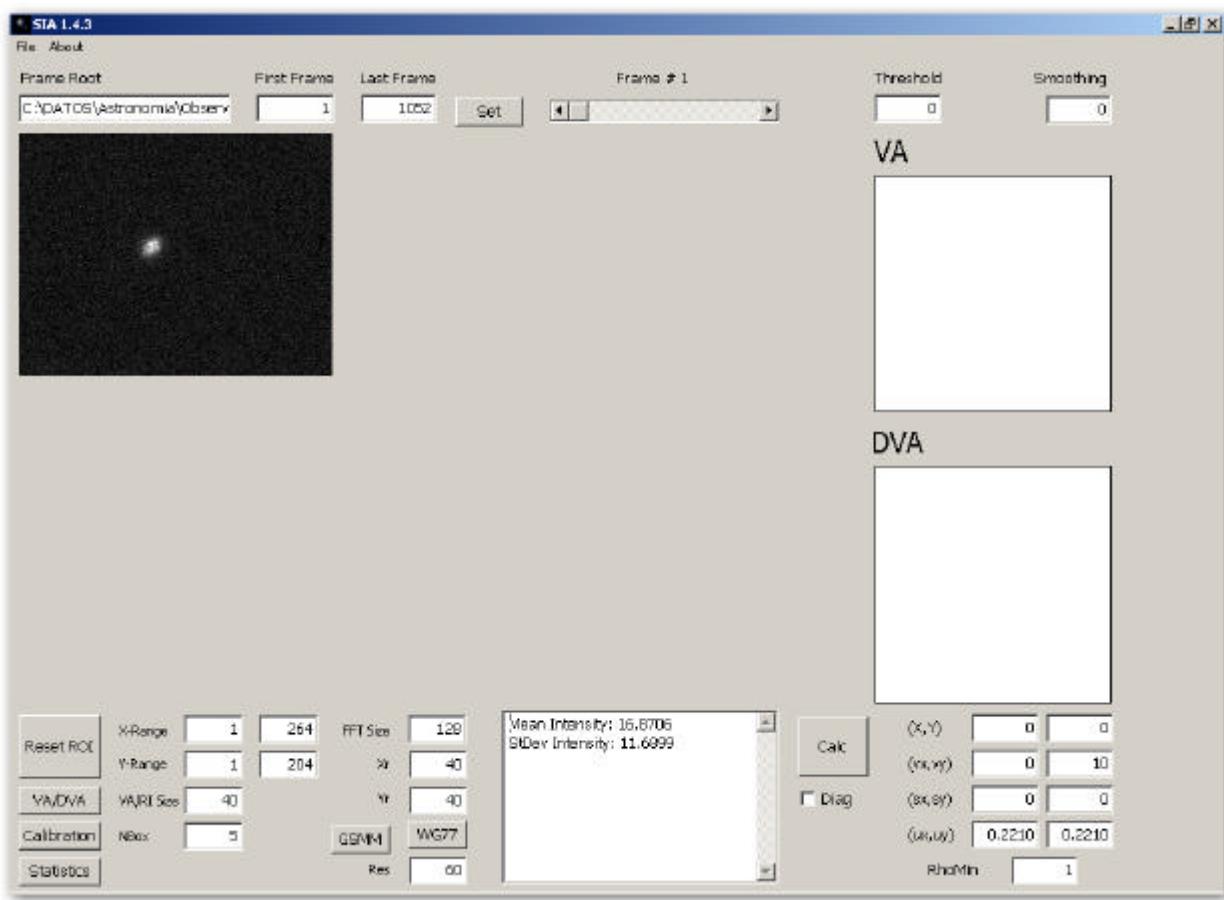


Figura 3. Programa SIA versión 1.4.3.

Introducción

SIA permite el uso de imágenes en formato FITS. Para convertir un AVI a ficheros FITS puedes usar REDUC, Iris o VirtualDub. Una importante limitación: SIA sólo permite *frames* con un tamaño más pequeño o igual a 640x480 píxeles. En

caso de tener *frames* mayores de este tamaño puedes recortarlos de forma automática usando REDUC.

Cargar una secuencia de imágenes

Primero necesitarás una o más secuencias de video, las cuales deberás convertir a imágenes con formato FITS. Todas las imágenes se copiarán en la misma carpeta y tendrán un nombre con un prefijo común seguido de un número secuencial (como por ejemplo *stf2477_1.fit*, *stf2477_2.fit*, *stf2477_3.fit*, etc.). El tiempo de exposición para cada *frame* debería ser tan corto como sea posible (menor de 50 milisegundos).

Seleccionar la opción ***Setting...*** del menú ***File***. Elegir la carpeta que contiene las imágenes FITS y teclear el prefijo común para el nombre de estas imágenes en el campo ***Nombre***. La ruta completa debería aparecer en la ventana principal, en concreto en la casilla ***Fra-***

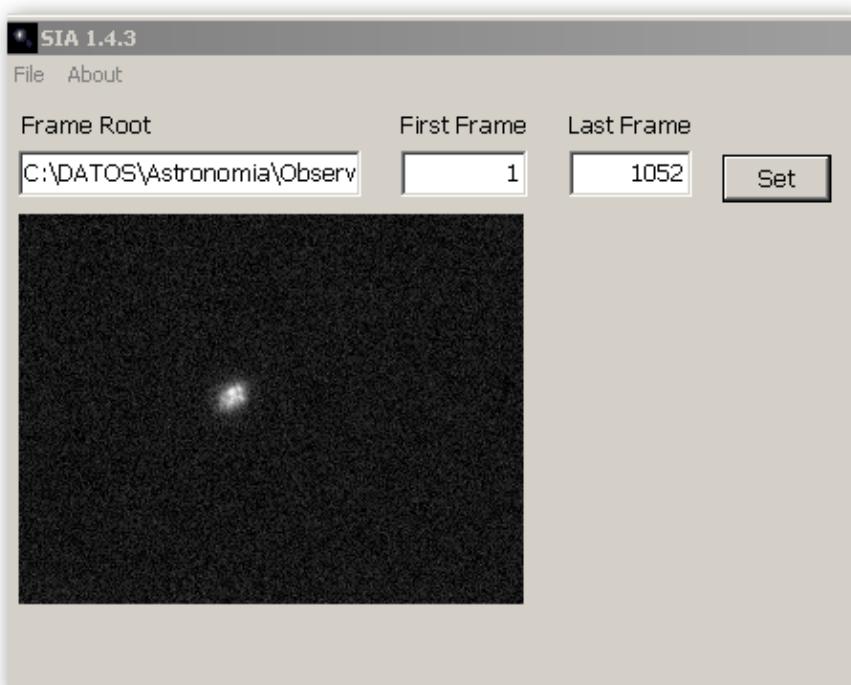


Figura 4. Imagen del primer *frame*. La ruta donde se encuentran todos los *frames* se especifica en la casilla ***Frame root***.

me Root (también puedes introducir la ruta directamente en esta casilla). En las casillas **First Frame** y **Last Frame** introduce el número de la primera y última imagen. En el ejemplo, tenemos 1052 imágenes por lo que introducimos 1 y 1052. Finalmente pulsa el botón **Set**. La primera imagen de la secuencia aparece en la ventana principal.

Puedes cambiar la imagen mostrada usando el control *scroll* moviéndolo hacia la izquierda o hacia la derecha.



Figura 5. Selector del *frame* visible.

Se puede especificar un umbral para la intensidad mínima de los píxeles. Para ello podemos usar la **casilla "Threshold"**. Todos aquellos píxeles con intensidades menores que la introducida, se verán de color negro. Para refrescar la imagen de la ventana principal pulsa el botón **Set**.

Ten en cuenta que esta configuración afecta también al cálculo VA (Vector de Autocorrelación) y al DVA necesarios para estimar los parámetros de la estrella doble. Todas las imágenes son mostradas con una escala de intensidad automática que oscila entre 0 (intensidad mínima) y 255 (máxima intensidad).

Obtener alguna estadística preliminar

Selecciona una región rectangular en la ventana donde aparece la imagen. Para ello haz clic y arrastra el ratón. El rango X e Y seleccionado es automáticamente introducido en las casillas **X-Range** e **Y-Range**. También puedes introducir el rango de valores directamente en estas casillas. Para seleccionar la imagen entera pulsa el botón **Reset ROI** (ROI = Region of Interest). Para evitar un sesgo y reducir el tiempo de cálculo se debería evitar la región donde se encuentra la estrella binaria. Posteriormente pulsa el botón **Statistics** para comenzar. La intensidad media de los píxeles y la desviación estándar para la región seleccionada y para todas las imágenes, es mostrada en el gran cuadro de la derecha (ver figura 6).

Estos valores pueden ser usados para configurar el umbral a los niveles justo por encima del ruido medio, con el fin de reducir el tiempo de cálculo requerido en los siguientes pasos. El creador del programa SIA aconseja usar un valor para el umbral igual a la media más un valor que oscila entre 1-3 veces la desviación estándar dependiente de la relación señal/ruido. De todas formas es aconsejable inspeccionar visualmente el efecto de la selección del umbral elegido. Si tenemos dudas, repetamos el proceso entero para comprobar si nuestros resultados son robustos bajo diferentes valores del umbral.

Cálculo de la separación (algoritmo VA/DVA)

Configura el tamaño (en píxeles) de la matriz VA

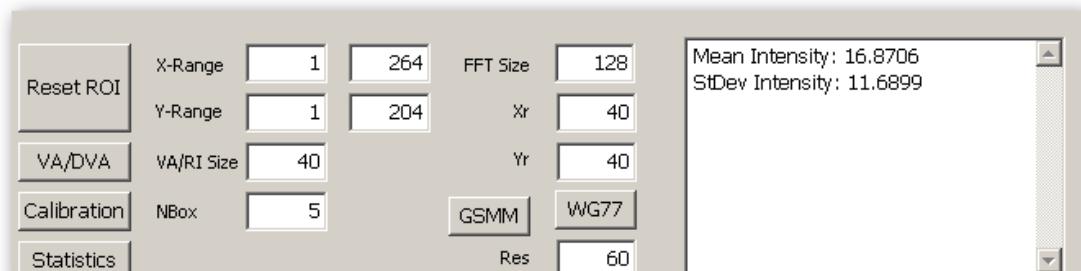


Figura 6. Selección de la región de interés y resultado del proceso estadístico.

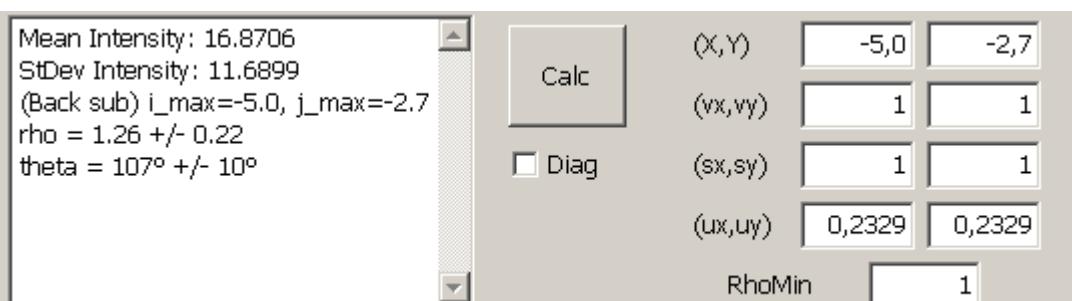


Figura 7. Midiendo una estrella doble con el programa SIA.

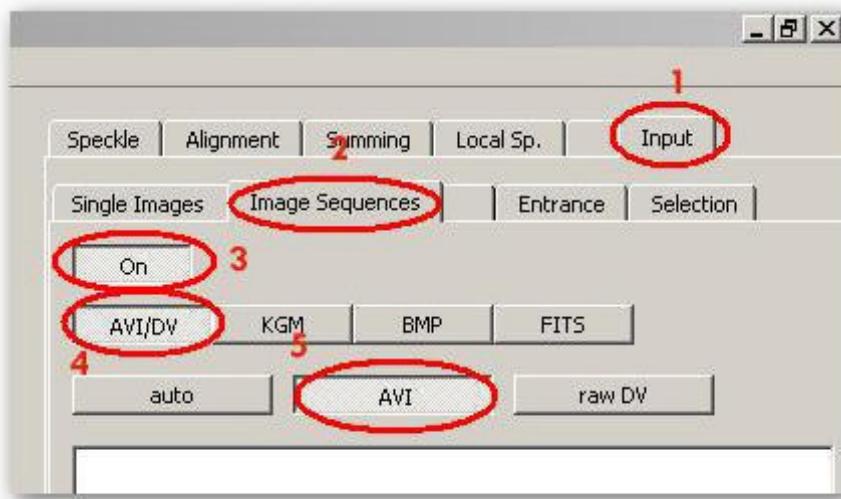


Figura 8. Especificando el tipo de archivo de entrada.

(casilla **VA/RI Size**) con un valor mayor que la máxima separación para la binaria. Por ejemplo si el disco del seeing es de 20 píxeles de ancho y las componentes de la estrella doble están separadas por 30 píxeles, entonces se deberían introducir en la casilla **VA/RI Size** un valor de 40 ó 50 y una región de interés de unos 100x100 píxeles centrado sobre la estrella binaria. También podemos cambiar el valor de la casilla **Nbox**. Esta casilla da el tamaño de la caja usada para el algoritmo de substracción del fondo que se emplea para encontrar a la componente secundaria en la matriz VA.

Finalmente pulsa el botón **VA/DVA**. El cálculo comenzará y llevará unos minutos, dependiendo de la potencia del PC, del número de imágenes y del tamaño de las mismas. De todas formas, se puede parar el proceso del cálculo si tarda mucho tiempo e intentar cambiar los parámetros para reducir el tiempo de cálculo.

Los resultados son mostrados en pequeñas imágenes VA y DVA. Las matrices VA y DVA son guardadas en el mismo directorio que contiene la secuencia de frames, en un fichero .cvs (los campos son separados por comas). Afortunadamente no debemos “bucear” por entre las listas de números de estos ficheros. El resultado de la posición de la componente secundaria con respecto la principal (medidos en píxeles) aparece en el gran control Memo: **i_max** nos da la posición de B con respecto al eje horizontal; **j_max** es la posición de B con respecto al eje vertical. Este mismo resultado es colocado en las casillas **X e Y**.

Calibrar la orientación de la imagen.

Cargar una secuencia de frames capturados con el motor del telescopio parado. Las estrellas de la imagen se desplazarán de Este a Oeste recorriendo el campo de visión. Haz clic en el botón **Reset** para configurar el rango de frames. En los cuadros de texto **First Frame** y **Last Frame** debemos introducir los valores que incluyan el rango de imágenes para nuestra estrella doble. Introdu-

ce el valor para **Nbox** (generalmente introduciremos el valor 5). Finalmente haz clic en el botón **Calibration**. Los resultados de la calibración se muestran en el cuadro Memo y en los cuadros de edición asociados. Podemos obtener otras secuencias de video y repetir este proceso para obtener un valor de orientación más preciso.

Si el número de imágenes por segundo (fps) es constante (y no se borra ningún frame durante la captura del video) y conocemos tanto el

ftp como la declinación de la estrella, entonces, podemos calcular también la escala de nuestra imagen (en segundos de arco por píxel), al menos en la dirección de desplazamiento. Para más información consultar su trabajo en el volumen 4, página 111 de la revista JDSO.

Cálculo de la separación y el ángulo de posición

Aquí contemplaremos dos casos:

- Ya conocemos la escala y orientación de nuestras imágenes.

Introduzcamos la escala de nuestra imagen (en segundos de arco por píxel) en las casillas **ux** y **uy**. Para confeccionar este artículo se usaron imágenes CCD con una escala de 0,2329"/píxel. Posteriormente pulsemos el botón **Calc**. La separación angular y el ángulo de posición aparecen en el campo Memo con una primera estimación de sus errores asumiendo un error de ± 1 píxel para (X,Y). Si se ha utilizado un prisma diagonal en la toma de nuestras imágenes, entonces tendremos que marcar el control **check “Diag”**. El ángulo de posición que nos ofrece el programa debe ser corregido por la orientación de nuestras imágenes. A los ángulos de posición para pares de estrellas en las imágenes en bruto usadas en este artículo se les deben restar los $2,20^\circ$ del error de orientación. Así, para la doble STF2744 obtuvimos $118,4^\circ$ que, una vez corregido, da un valor final de $116,2^\circ$.

- No conocemos los valores para la escala y orientación de nuestras imágenes.

En este caso tendremos que obtener un video AVI a motor parado, donde la estrella doble se desplace en sentido Este-Oeste. El programa SIA sólo calcula el valor de la orientación de nuestra imagen pero no la escala. Podemos usar otro software para realizar el proceso completo (por ejemplo REDUC).

4. El paquete Speckle1.

El completísimo y complejo programa *speckle1-0.1.1* ha sido diseñado por el alemán Christoph Stelzer. Desafortunadamente no tiene un manual y se nos antoja MUY difícil comprender el funcionamiento físico y el manejo del software. Además, a esto debemos añadirle un interface gráfico algo caótico. A base de prueba y error, Javier Ruiz (astrónomo del Observatorio Astronómico de Cantabria) consiguió realizar el proceso para obtener una imagen speckle (¡gracias Javier!). En esta sección nos basamos en las instrucciones dadas por Javier. Este programa puede bajarse desde la web: <http://www.tat.physik.uni-tuebingen.de/~stelzer/>

O bien contactando con el autor Christoph Stelzer (e-mail: stelzer@tat.physik.uni-tuebingen.de).

'**Speckle1**' es un paquete para procesado de imágenes astronómicas e interferometría speckle. Está compuesto por los siguientes programas:

- **specklem1:** Es el programa que realiza el aliñado de imágenes y la interferometría speckle. El archivo de salida no es una imagen, sino un archivo de texto con los datos de los píxeles de la imagen.
- **specklek1:** Transforma el archivo de texto anterior en una imagen y permite tratarla de diversas maneras. Este programa tiene muchas funciones utilizadas para el procesado de imágenes de astronomía y otros campos.
- **speckleb1:** Es un programa con las mismas funciones que specklem1, pero sin interface gráfica. Por tanto está diseñado para ejecutarse en fondo.

Instalación para sistemas operativos Windows

Solamente hay que descomprimir el fichero ZIP en un directorio de nuestra elección. Los programas '*specklem1.exe*', '*specklek1.exe*' y '*speckleb1.exe*' son ejecutables.

El fichero '*speckle1.set*' se lee automáticamente al ejecutarse el programa. Este fichero puede ser configurado con nuestros parámetros, aunque en la prueba que realicé no necesité usarlo.

Cómo usar el programa para obtener una imagen speckle:

Para obtener una imagen speckle realizar los siguientes pasos:

1.- Primero usamos el programa Specklem1:

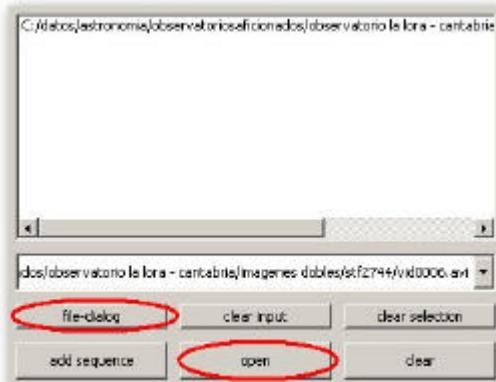
Especificar un fichero AVI : Pestaña **Input** > pestaña **Image Sequences**. Pulsar el botón **Off** (para activar la pestaña), pulsar el botón **AVI/DV**, pulsar el botón **AVI**. Si ya tenemos

una serie de imágenes BMP o FIT, entonces debemos pulsar el botón **BMP** o **FITS**.

Más abajo debemos pulsar el **botón file-dialog** y seleccionamos el archivo AVI (o BMP/FITS).

Ahora pulsemos el botón **open**. El botón desaparecerá y aparecerá un número que indica el número de frames del fichero AVI.

Figura 9



Más abajo, en **start no.**, dejamos en valor 0 y en **end no.** ponemos el número de imágenes (en mi caso 1053). En **interval** lo dejamos en 1.

Cuando pulsamos el botón **start** empieza a cargar el vídeo. Este botón está justo en la parte más inferior de la ventana. En PCs con resoluciones de pantalla bajas no se podrá ver, por tanto habrá que configurar el monitor aumentando la resolución de la pantalla. Yo tuve que aumentar la resolución a 1152x854 píxeles.

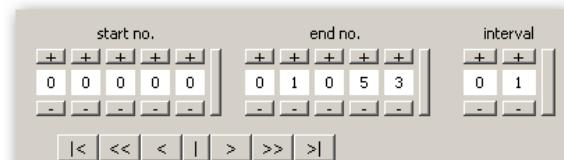


Figura 10. Indicando los frames a tratar.

Vayamos ahora a la pestaña **Speckle**; pulsemos el botón **Off** para activar la pestaña. Es importante saber que cada vez que repitamos el proceso debemos activar la pestaña pulsando este botón.

Más abajo tenemos la pestaña **Input**. Hagamos clic en esta pestaña que nos permite introducir la zona de las imágenes de entrada para el tratamiento speckle. En el control **color choice**, ponemos **b/w** para indicar que la imagen es en blanco y negro. Especifiquemos la zona de la imagen que vamos a tratar mediante la técnica speckle, para ello pulsemos el botón **mouse** y botón **total** (en ese orden). De esa manera seleccionamos toda la imagen. Pero en lugar de seleccionar toda la imagen, para reducir tiempo y recursos informáticos, podemos especificar una parte de la imagen usando los **controles width, height, x-offset**



Figura 11. Región de entrada para realizar el proceso speckle.

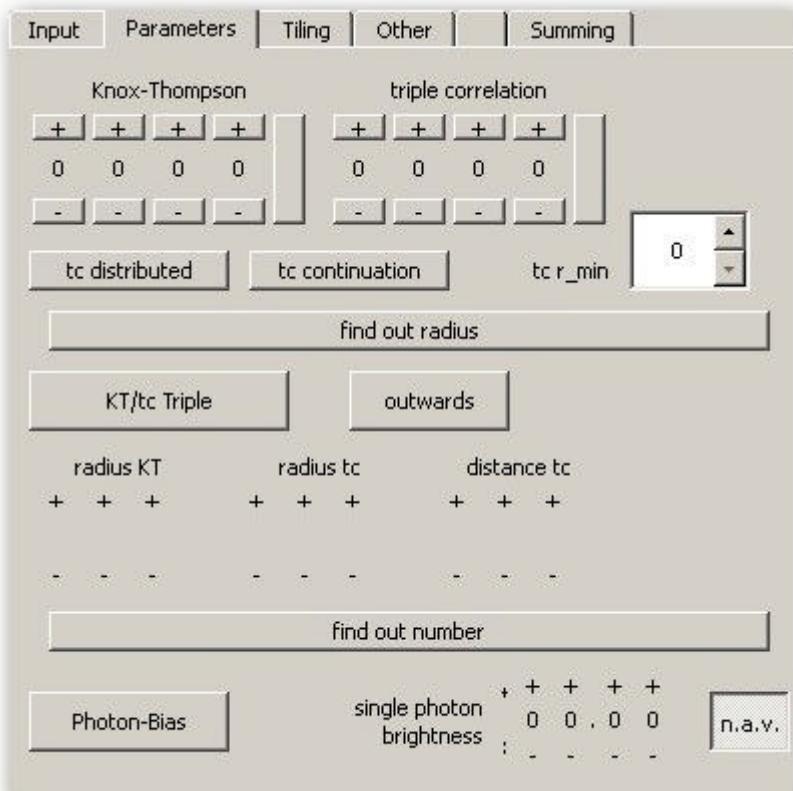


Figura 12. Especificando el método para realizar el proceso speckle.

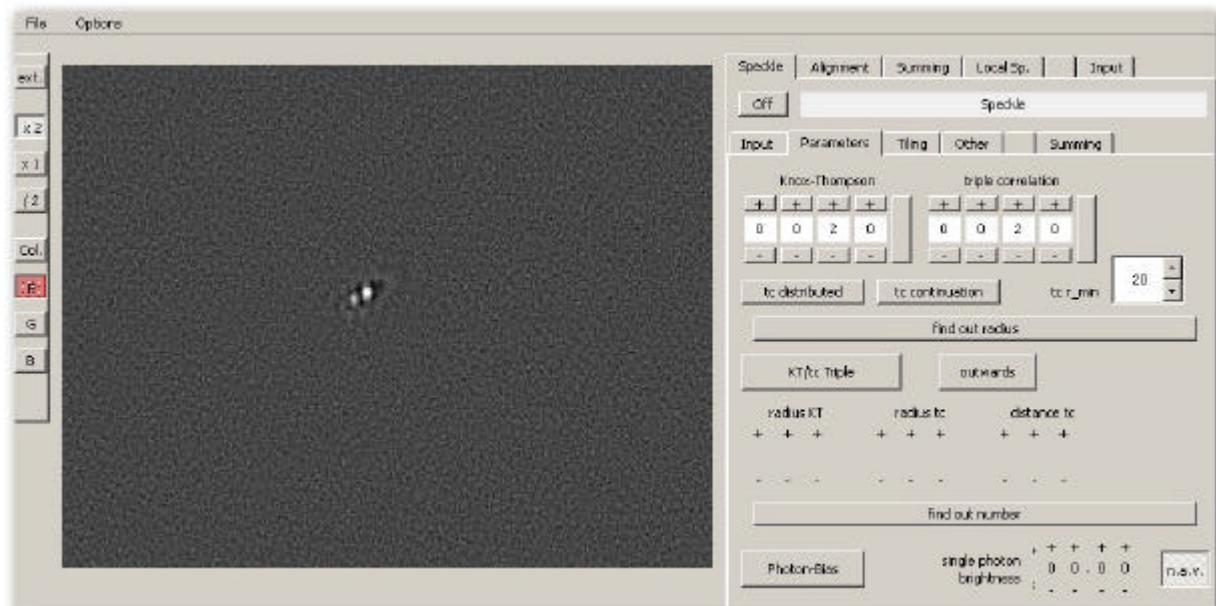


Figura 13. Visualización de la imagen speckle.

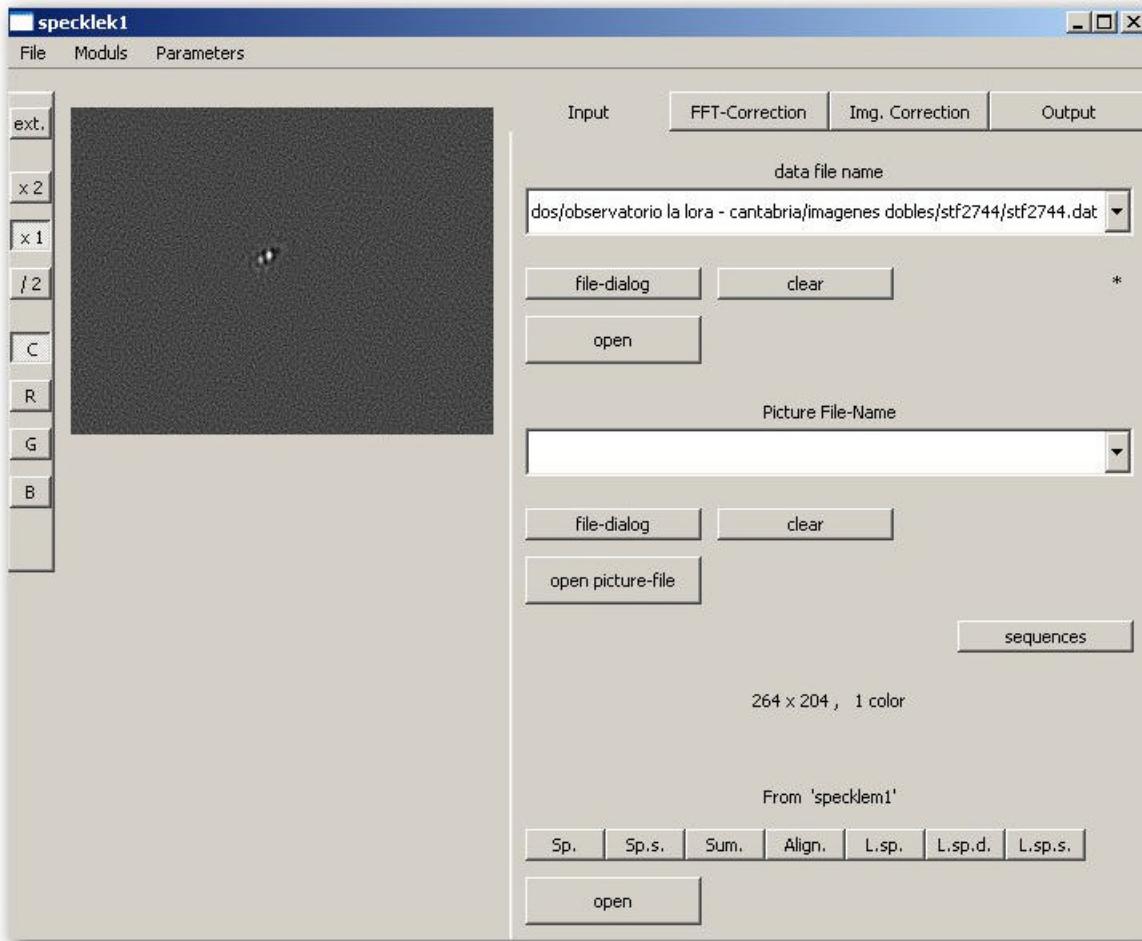


Figura 14

e **y-offset**.

En la pestaña **Parameters** (ver figura 12) es donde especificamos cómo vamos a aplicar el tratamiento speckle. Hay diferentes métodos que se interrelacionan entre sí. Es aquí donde más se echa de menos la falta de un manual y tendremos que utilizar el método de prueba y error. Se contactó con el diseñador del programa pero no se obtuvo respuesta. Como datos iniciales probad a introducir los siguientes parámetros:

Knox-Thompson = 20,
triple correlation = 20
tc r_min = 20.

Una vez configurados los parámetros, podemos comenzar el proceso speckle pulsando el botón **start** que está en la parte inferior de la pestaña **Speckle**. Hecho esto, el vídeo empieza a correr y al final aparece la imagen resultante (ver figura 13). Es conveniente ver si obtenemos diferentes resultados con diferentes parámetros de entrada.

Para grabar el resultado pulsamos el botón **file-dialog** y especificamos un nombre cualquiera en el directorio que elijamos (debemos especificar la extensión **.dat**). Pulsamos el botón **Save** del cuadro de diálogo y a continuación pulsamos otro botón **Save** que está en la pestaña **Speckle**. Debemos tener en cuenta que el archivo guardado es un archivo **.dat** y no una imagen.

Pulsar el menú **Options**, y la opción **Completion**. Se nos abrirá la aplicación **specklek1**. En la pestaña **Input**, pulsemos el botón **file-dialog** y abrimos el archivo de texto que acabamos de guardar. Entonces nos aparecerá la imagen astronómica de nuestra doble. Hay una serie de botones justo debajo de la leyenda **From 'specklem1'**. Pinchar en el botón **Sp.** y luego en el botón **open**, y se abrirá directamente la imagen sin pasar por el archivo de texto.

Para grabar la imagen en un formato reconocible podemos usar la pestaña **Output** usando el botón **file-dialog**. Si lo guardamos como **fits** podremos usarlo en otros programas como **REDUC**. Pero por un motivo que desconocemos, el fichero con formato **FITS** no puede ser abierto ni por **REDUC** ni por **IRIS** ni por **Astrometrica**. Para superar este problema tenemos varias opciones: podemos guardarla como archivo **png**, pudiéndolo abrir con **IRIS**. Con **IRIS** lo guardamos en formato **fit** para poder abrirlo con **REDUC** o cualquier otro programa.

4. Usando IRIS.

Los astrónomos franceses Martine Castets y Bernard Tregon publicaron en OED 3 un excelente trabajo donde realizaban mediciones de binarias cerradas por medio de la técnica speckle. Para

Figura 15. Fichero excel usado en el proceso de medición speckle utilizando IRIS.

realizar el proceso de medición usaron el programa IRIS, diseñando un script con comandos del propio IRIS. El script utiliza los siguientes comandos para cada imagen:

```
Load stf2744_1
prod stf2744_1 0.05
save stf2744_1^2
fcorrel stf2744_1^2 stf2744_1
save stf2744_end_1
```

El comando LOAD carga la imagen en memoria. El comando PROD (PROD [IMAGEN] [COEFF]) multiplica cada píxel de la imagen [IMAGEN] por el número indicado en [COEFF]. En nuestro script se multiplica por el cuadrado. El comando SAVE guarda la imagen resultante en otro fichero (al nombre de la imagen original se le ha añadido un superíndice con el valor 2, pero podría llamarse de cualquier otra forma). El comando FCORREL calcula la correlación cruzada de la imagen stf2744_1^2 stf2744_1. El parámetro “1” es un factor de escala. Y por último se guarda el resultado en la imagen stf2744_end_1.

Ya que estas cinco líneas deben ser repetidas para cada imagen (y en observación speckle eso supone cientos o miles de imágenes) se hace necesario facilitar la dura tarea de introducir todos estos parámetros. Para ello, nuestros amigos franceses, usan un documento Excel al que han llamado **bash_intercorell.xls** (aquellos interesados pueden pedirme este archivo).

La primera hoja (llamada **Test Ecriture**) contiene información suficiente para generar el script.

La única celda que ha de ser modificada es la celda B1, la cual contiene el nombre genérico de nuestra secuencia de video. En el ejemplo, las 1053 imágenes de STF2744 se nombraron como STF2744_1.fits, STF2744_2.fits, etc. Para extraer las diferentes imágenes de un vídeo AVI podemos usar el comando “AVI conversión” (en blanco y negro) de IRIS o bien el programa REDUC. En nuestro caso el nombre genérico sería “STF2744_”. Pero ¡¡ojo!! Debemos dejar un espacio en blanco antes del nombre: “STF2744_”. No te olvides de introducir este carácter en blanco al principio, ya que de no hacerlo el script no funcionará correctamente. Hecho esto, todos los comandos serán actualizados en la columna E.

Vayamos a la hoja “bash intercorrel zeta boo gainm”. Encontrarás en la columna A las celdas A1:3000, todas las líneas que se necesitan para hacer el cálculo. Tened en cuenta que el script está diseñado para manejar 600 imágenes. Para trabajar con menos imágenes deberemos borrar las líneas sobrantes, bien en el archivo Excel o bien en el fichero de texto del script que crearemos al final. Para trabajar con más imágenes tendremos que modificar el archivo Excel.

Copiamos todas estas celdas y peguémolas en un archivo de texto abierto con el editor NotePad. Salvar este fichero de texto con el nombre que deseemos (por ejemplo STF2744script.pgm) pero con la extensión *.pgm. sin olvidar especificar “Todos los ficheros” en el formato (de no hacerlo se guardará como un archivo .txt).

El script ya está listo. Ahora abramos el programa

IRIS y su ventana de comandos. Introduzcamos “run STF2744script.pgm”. Esta operación puede tardar un tiempo. En mi ordenador, con un procesador AMD Athlon Dual Core 2,4 GHz, tarda unos 10-15 minutos. Una vez este comando se haya ejecutado, aún tendremos que hacer un paso más. El script calcula y guarda cada correlación cruzada para cada imagen. Cada una de ellas es salvada con el nombre “stf2744_end_xxx” donde xxx es el número de la imagen. Para terminar sólo hay que añadir la secuencia de imágenes “stf2744_end_”. Para ello debemos usar la opción **Add a Sequence...** del menú **Processing** (usaremos el parámetro **Normalize if over-**

flow activo e indicando el número de imágenes en la casilla **Number**). La imagen resultante puede ser medida con REDUC.

Referencias

- Caloi, R. M., 2008, JDSO, vol. 4, pág. 111.
Docobo, J. A.; Tamazian, V. S.; Balega, Yu. Yu.;
Blanco, J.; Maximov, A. F.; Vasyuk, V. A.,
2001, A&A, 366, 868.
Labeyrie Bonneau, D. Stachnik, R. V.; Gezari, D.
Y., 1974, ApJ, 194, 147L.



Aplicación para descubrir nuevos pares de estrellas con movimiento propio común mediante técnicas de minería de datos

Software to discover new CPM pairs by means of data mining procedures

✉ por Blanca Collado Iglesias, Antonio Javier Fernández Sánchez y Sara Pozuelo González
Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Informática

CPMP es una aplicación cuyo objetivo es automatizar el proceso de minería de datos que realizamos para buscar nuevos pares de estrellas con movimiento propio común (Common Proper Motion Pairs).

CPMP is a special-purpose software automatizing and simplifying the detection of new common proper motion pairs of stars by using data mining techniques.

Introducción

Las técnicas de minería de datos han probado su utilidad para el descubrimiento de nuevos pares de movimiento propio común. La idea es partir de catálogos de estrellas disponibles de forma libre on-line que contengan información acerca del movimiento propio, y tratar de relacionar pares con movimiento similar que cumplan ciertos criterios físicos y estadísticos.

Sin embargo esta labor resulta repetitiva y tediosa: hay que importar los catálogos, inicialmente en formato texto, desde una base de datos, programar los criterios, etc. Además, algunas de las tareas como la de cruzar una tabla consigo misma para encontrar pares cercanos, pueden ser muy lentas si se programan en lenguajes de consulta como SQL. Todo ello hace interesante disponer de un software específico dedicado a estas tareas y que permita repetir el proceso de forma semi-automática.

La aplicación que damos a conocer en este artículo ha sido desarrollada por los autores de este artículo dentro del marco de la asignatura Sistemas Informáticos, impartida en la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid y tutorizada por el profesor Rafael Caballero Roldán.

Descripción de la aplicación

Al iniciar CPMP se nos preguntará nuestro Nombre de Usuario y contraseña para conectarnos a la base

de datos. En esta versión inicial, CPMP trabaja exclusivamente con el servidor de bases de datos MySQL que deberá estar instalado previamente.

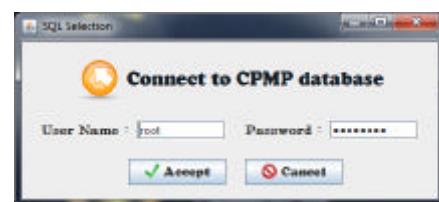


Figura 1

Una vez conectados correctamente se nos mostrará la pantalla desde la que podremos manejar todas las opciones que CPMP ofrece (figura 2, página siguiente).

En ella podemos observar las operaciones principales de las que consta nuestra herramienta. La

primera opción **Import New Catalogue** 📁 es la operación básica antes de poder empezar a realizar la labor de minería de datos, ya que es la que nos permitirá cargar los datos de las estrellas individuales a la aplicación. Dichos datos deberán ser catálogos previamente descargados de Vizier (<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>) en formato de texto y con los campos separados por ";".

El proceso de importar catálogos puede ser tedioso para el usuario, puesto que el tiempo necesario para realizar dicho proceso es lineal con respecto al tamaño del fichero de entrada (que puede llegar a ocupar varios gigabytes de memoria). Por ello,



Figura 2

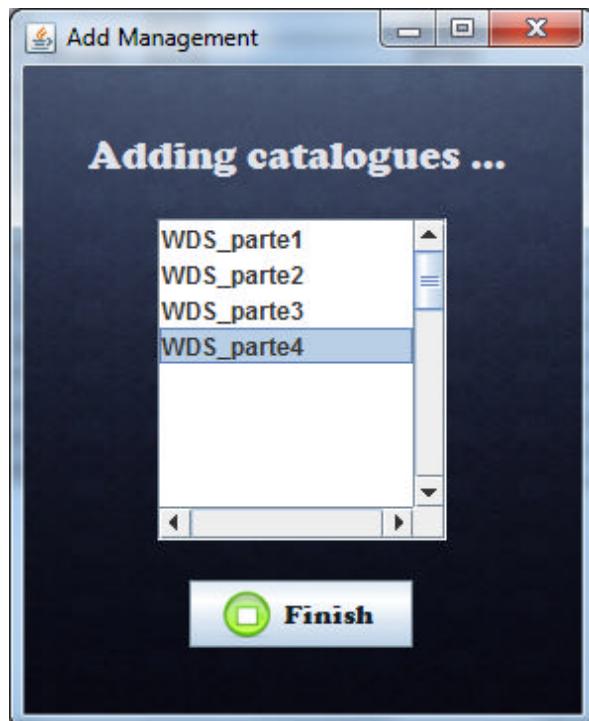


Figura 3

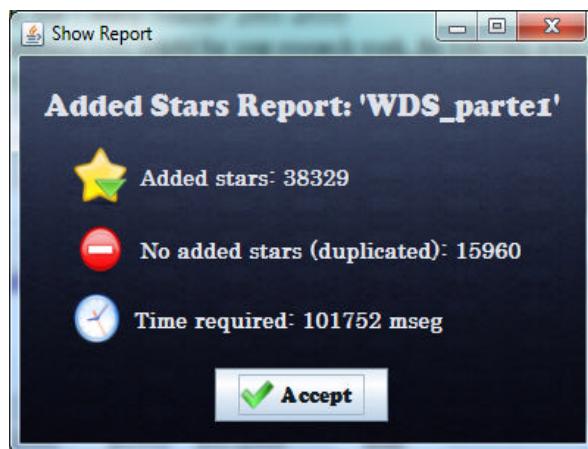


Figura 4

la aplicación le permitirá añadir varios catálogos a la vez (figura 3), realizando esta labor en un segundo plano y permitiéndonos así seguir trabajando con catálogos previamente añadidos.

Según vaya finalizando el proceso de importar cada catálogo nos será mostrado un informe con la siguiente información: número de estrellas añadidas, número de estrellas no añadidas por estar duplicadas en el fichero de entrada y el tiempo requerido en realizar el proceso (figura 4).

Una vez que hemos importado los catálogos con los que queremos realizar la labor de minería de datos, tiene sentido que empecemos a explorar las demás funcionalidades de nuestra herramienta.

Si pulsamos sobre el botón **General Settings** cambiará la vista de la aplicación al panel mostrado en la figura 5 (página siguiente). En él veremos listados los catálogos que hemos añadido anteriormente y las operaciones más generales que podemos realizar sobre ellos (tabla 1).

TABLA 1	
NOMBRE OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN
Rename	Renombrar un catálogo, conservando el catálogo original y obteniendo una copia del mismo con el nuevo nombre.
Export	Podremos exportar un catálogo almacenado en nuestra base de datos a un fichero de texto.
Delete	Eliminar un catálogo.
Merge	Nos permitirá unir dos o más catálogos siempre que tengan los mismos campos (por ejemplo las distintas partes de un catálogo).
Display Field	Nos mostrará la lista de campos del catálogo seleccionado. (ver figura 6)
Display Catalogue	Nos mostrará el contenido del catálogo (ver figura 7)

Para empezar con la propia labor de minería de datos, una de las opciones más útiles que nos encontramos en CPMP es la de **Join Catalogues**. Con esta opción el usuario podrá cruzar dos catálogos, creando una nueva tabla (catálogo de pares) que contiene por cada fila un par de estrellas cuya separación es menor que un parámetro en segundos (ver figura 8). Una de las aplicaciones más comunes de esta opción es cruzar una tabla consigo misma para obtener una lista de pares candidatos.

Sin embargo, la característica más importante y potente de esta herramienta es la que permite al

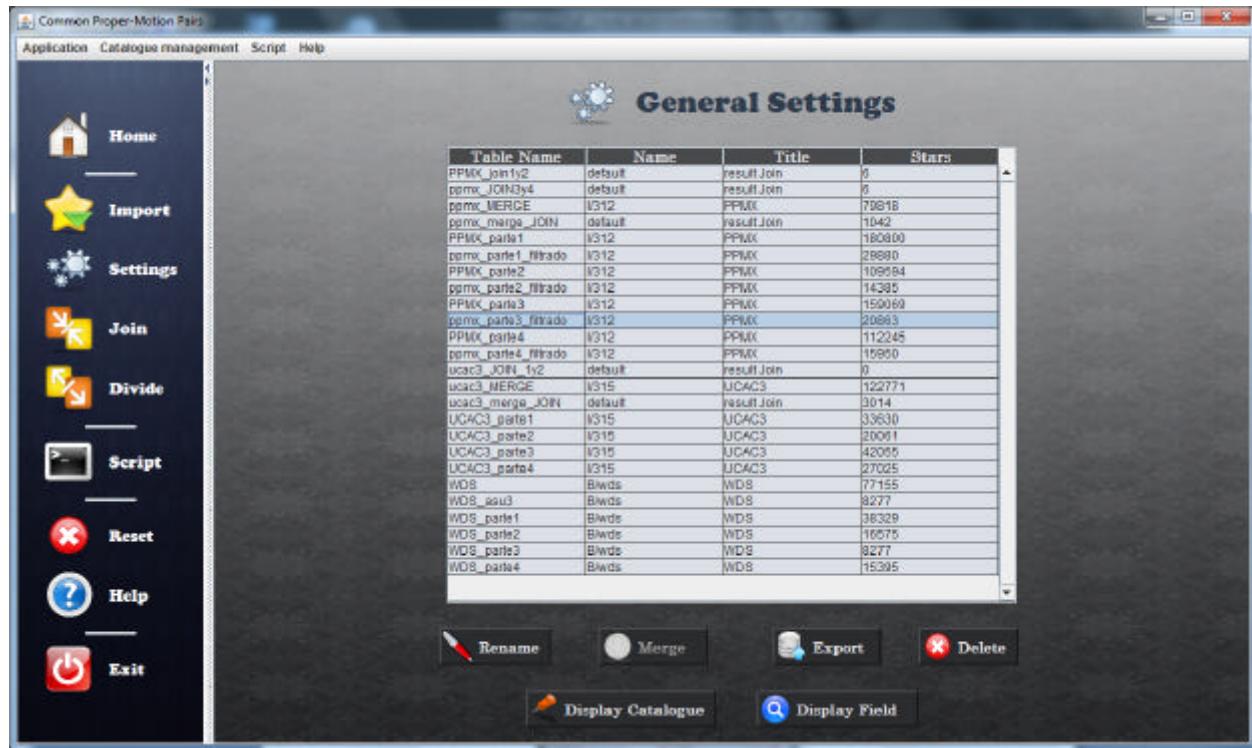


Figura 5

Fields of Catalogue ppmx_MERGE	
Name	Type
_r	Double
_RAJ2000	VarChar(25)
_DEJ2000	VarChar(25)
_x	Double
_y	Double
PPMX	VarChar(25)
RAJ2000	Double
DEJ2000	Double
pmRA	Double
pmDE	Double
epRA	Double
epDE	Double
e_RAJ2000	Integer
e_DEJ2000	Integer
e_pmRA	Double
e_pmDE	Double
Cmag	Double
Rmag	Double
Bmag	Double
e_Bmag	Integer
Vmag	Double
e_Vmag	Integer
Jmag	Double
e_Jmag	Integer
Hmag	Double
e_Hmag	Integer
Kmag	Double
e_Kmag	Integer
Nobs	Integer
P	VarChar(25)
sub	VarChar(25)
r_ID	VarChar(25)
ID	VarChar(25)

Figura 6

Show Catalogues

Options Tab

PPMX_join1y2 * ppmx_merge_JOIN *

Tag	e_Hmag	Kmag	e_Kmag	Nobs	P	sub	r_ID	ID	B_r	B_RAJ2000	B_DEJ2000	B_x	B_y	B_PPMX	B_RA(
30	8.99	21	5	5	P		143056	25 951663	00 01 26.056+07 43 05.88-22 173008	-13 484865	000120.0+-0.335				
53	8.134	33	5	5	P		143056	25 955173	00 01 18.037+07 42 04.35-22 177276	-13 484795	000119.0+-0.329				
29	6.682	20			T		2785001161	25 417284	00 01 23.672+08 38 37.32-17 202091	18 711664	000123.6+-0.348				
29	6.682	20			T		2785001162	25 417402	00 01 23.688+08 38 53.17-17 20203	18 712002	000123.6+-0.348				
31	7.51	23			T		2263012852	21 974385	00 02 18.310+32 57 24.63-18 394531	12 021432	000219.3+-0.580				
31	7.51	23			T		2263012851	21 974298	00 02 18.293+32 57 26.00-18 394519	12 021826	000219.2+-0.580				
44	5.674	18			T		1009031	29 376179	00 03 47.187+02 07 47.01-22 227322	-19 206826	000247.1+-0.696				
44	5.574	18			T		1009032	29 375935	00 03 47.176+02 07 48.55-22 227385	-19 206481	000247.1+-0.696				
20	8.434	27			T		9140015771	0.910578	00 02 51.330-74 35 51.46-5.676130	-8 124103	000251.3+-0.713				
20	8.434	27			T		9140015772	0.910985	00 02 51.077-74 35 52.42-5.676311	-8 124453	000251.0+-0.712				
25	8.967	25			T		4663002572	31 6000874	00 03 17.391+01 00 06.21-22 272995	-22 417156	000317.3+-0.822				
25	8.967	25			T		4663002571	31 6011125	00 03 17.384+01 00 07.32-22 273038	-22 417469	000317.3+-0.822				
23	8.894	23			T		1003412	28 890028	00 06 28.062+01 55 23.42-21 303507	-19 514295	000628.0+-1.816				
31	8.656	34			T		1003411	28 892237	00 06 27.851+01 55 16.98-21 304506	-19 516034	000627.8+-1.816				
26	8.898	37			T		3250017881	22 712065	00 07 12.114+47 24 47.71-14 07 0303	-17 828707	000712.1+-1.800				
					T		3250017882	22 712584	00 07 11.869+47 24 46.61-14 07 1120	-17 828778	000711.8+-1.799				
31	7.048	24			T		4666006162	26 821384	00 07 35.082+04 32 50.95-20 850021	16 871967	000735.0+-0.898				
31	7.048	24			T		4666006161	26 821271	00 07 35.644+04 32 52.12-20 850157	16 871618	000735.6+-0.898				
33	7.991	17	4		P		208379	21 114355	00 07 59.237+14 13 37.01-19 902566	7 058612	000759.2+-1.996				
38	8.118	18			T		5206006221	21 117031	00 07 58.611+14 13 33.69-19 902875	7 057234	000758.6+-1.984				
46	8.584	21	5		P		181887	26 424382	00 08 40.031+04 50 23.17-20 556787	16 603207	000840.0+-2.169				
44	8.743	19			T		4666003371	26 422031	00 08 40.413+04 50 38.78-20 557403	16 508702	000840.4+-2.168				
36	9.05	30			T		5264010262	21 282623	00 16 58.999+10 20 01.51-18 068463	11 246363	001658.9+-1.4245				
36	9.05	30			T		5264010261	21 283007	00 16 58.907+10 20 01.02-18 068854	11 246461	001658.9+-1.4245				
44	7.951	40	4	P	P		65161	20 644445	00 17 25.847+35 50 22.56-14 790436	14 412904	001725.8+-4.357				
46	7.987	40	4	P	P		65163	20 645847	00 17 25.429+35 50 24.12-14 79177	14 413545	001725.4+-4.356				
32	8.758	21	4		P		143353	21 580232	00 18 00.680+04 30 53.12-17 870312	-12 100626	001800.6+-4.502				
33	8.016	21	4		P		143354	21 592323	00 18 00.253+04 42.91-17 881212	-12 103328	001800.2+-4.501				
18	5.665	20			T		2265011132	18 492376	00 20 54.122+32 58 40.82-14 523512	11 447076	002054.1+-5.225				
16	5.665	20			T		2265011131	18 482868	00 20 53.985+32 58 41.38-14 523964	11 447298	002053.9+-6.224				
31	5.66	18			T		4294004061	0.562906	00 20 57.418+67 40 03.01-6.474148	1.075704	002057.4+-5.239				
34	5.66	18			T		4594004062	0.562936	00 20 57.441+67 40 03.04-6.474598	1.075800	002057.4+-5.239				

RA interval from : 0.0° to 360.0°

Number of stars in this range : 1042

Total number of stars : 1042

Insert the second interval for join : 1.296.000 ✓

Figura 7

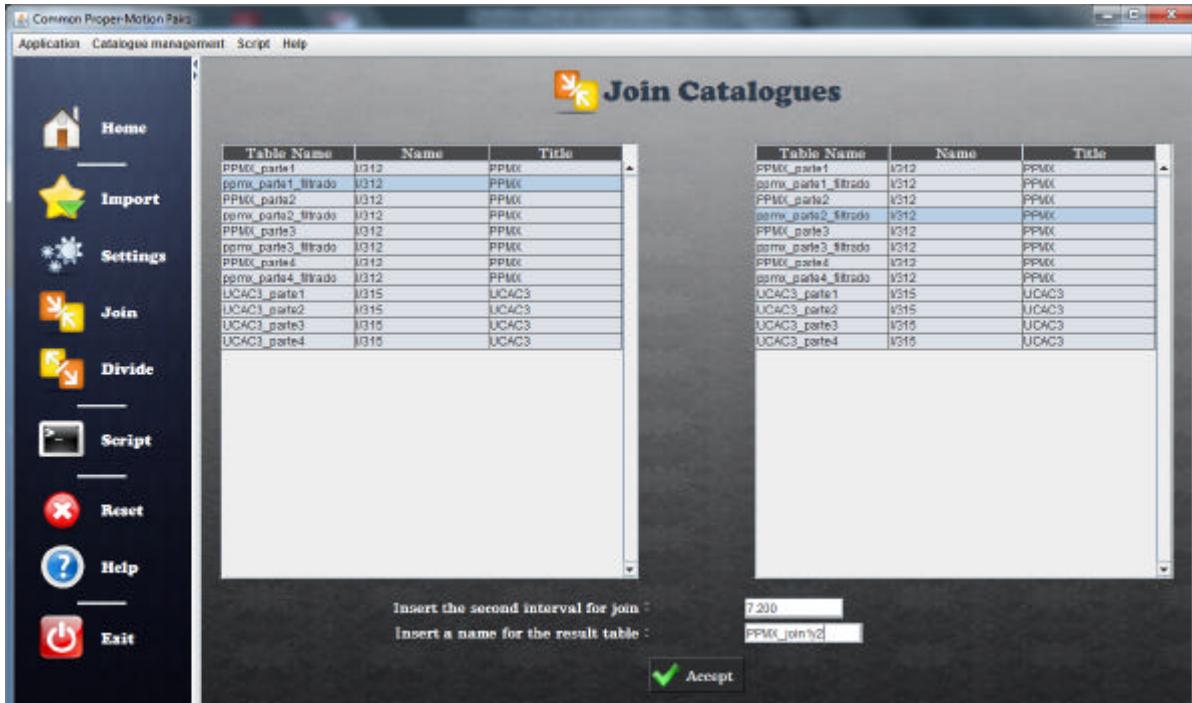


Figura 8

TABLA 2

DESCRIPCIÓN	SINTAXIS
Combinar dos tablas	TablaNueva \bowtie merge(tabla1,tabla2)
Renombrar una tabla	TablaNueva \bowtie rename(tabla)
Cruzar dos tablas obteniendo una tabla de pares	TablaNueva \bowtie join(tabla1,tabla2)[segundos]
Filtrar una tabla eliminando las filas que no cumplen la condición dada	TablaNueva \bowtie filter(tabla)[condicionSQL]
Eliminar de una tabla de pares las parejas que están a más de una distancia dada	TablaNueva \bowtie distance(tabla)[segundos]
Añadir un campo nuevo a una tabla	TablaNueva \bowtie newAttribute(tabla,AtributeName,AttributeType)
Dar valor a un campo en todas las filas que cumplen una condición dada	TablaNueva \bowtie attribute(AttributeNombre,Valor)[condición SQL]
Eliminar un campo	TablaNueva \bowtie deleteAttribute(tabla ,AttributeNombre)
Obtener una nueva tabla con solo aquellas filas de la tabla1 que no estén en la tabla2	TablaNueva \bowtie Minus(tabla1,tabla2)

usuario definir sus propios scripts para filtrar los pares de candidatas. Dichos scripts pueden ser guardados en formato de texto y son definidos mediante una serie de operaciones básicas (*ver tabla 2*). Los scripts nos permitirán aplicar las mismas operaciones a distintos proyectos. La ventaja de esta funcionalidad es doble:

- Por un lado evitamos errores de programación, ya que depuramos los scripts una sola vez.
- Al estar escritos en un lenguaje de alto nivel, podemos probar fácilmente variaciones que nos ayudarán a refinar los criterios utilizados para la detección de nuevos pares.

Además, las operaciones básicas ya están incluidas en las operaciones accesibles al usuario mediante click de ratón (merge y rename en General Settings y Join desde su propia interfaz Join Catalogues).

Además el sistema permite definir funciones parametrizadas que serán muy útiles para definir las operaciones más comunes, de forma que puedan ser usadas en los diferentes scripts que nos queremos editar, o crear otras nuevas mucho más complejas a partir del repertorio básico ofrecido al usuario.

Para poder escribir nuestros scripts y funciones usaremos la opción **Script**. La ventana que se muestra lo hace por defecto en el modo para poder editar y ejecutar un script. Si lo que queremos es crear una función parametrizada y guardarla, deberemos cambiar a modo función (Options -> **modo Function**).

En ambos modos tenemos visible la lista de catálogos disponibles, donde podremos observar los

catálogos ya importados, así como los nuevos catálogos que se irán creando al ejecutar nuestros scripts.

Por ejemplo un posible script en lenguaje natural para buscar pares de estrellas en el catálogo PPMX sería:

- 1) Buscar estrellas que se encuentren a menos de 10" de separación
- 2) De las anteriores quedarnos

con las que tengan un movimiento propio por encima de 60 ms / año

- 3) De las anteriores quedarnos sólo con aquellas que tengan una magnitud V no vacía
- 4) Asegurarnos que las encontradas no pertenezcan ya al catálogo WDS.

Esto escrito en nuestro lenguaje es:

```
begin
    temp1<- join(ppmX, ppmX)[10];
    calculaMovPropio(temp1 , tempAux);
    temp2<- filter(tempAux)[mu_A>= 60 and mu_B >= 60];
    temp3<-filter(temp2)[Vmag is not null ];
    tablaResultado<-minus(temp3, wds);
end
```

Donde **calculaMovPropio(temp1,tempAux)** es una función que previamente hemos definido en el Modo Function :

```
Function calculaMovPropio(2)
begin
    aux1<- newAttribute($1,mu_A,double);
    aux2<- newAttribute(aux1,mu_B,double);
    aux3<- attribute(aux2, mu_A, ' sqrt(pmra*pmra +
pmde*pmde) ');
    $2<- attribute(aux3, mu_B, ' sqrt(b_pmra*b_pmra +
b_pmde* b_pmde) ');
end
```

Una vez escrito el script pulsamos el botón correspondiente a la opción **Run** y se ejecutará dicho programa. En la consola se irán mostrando los

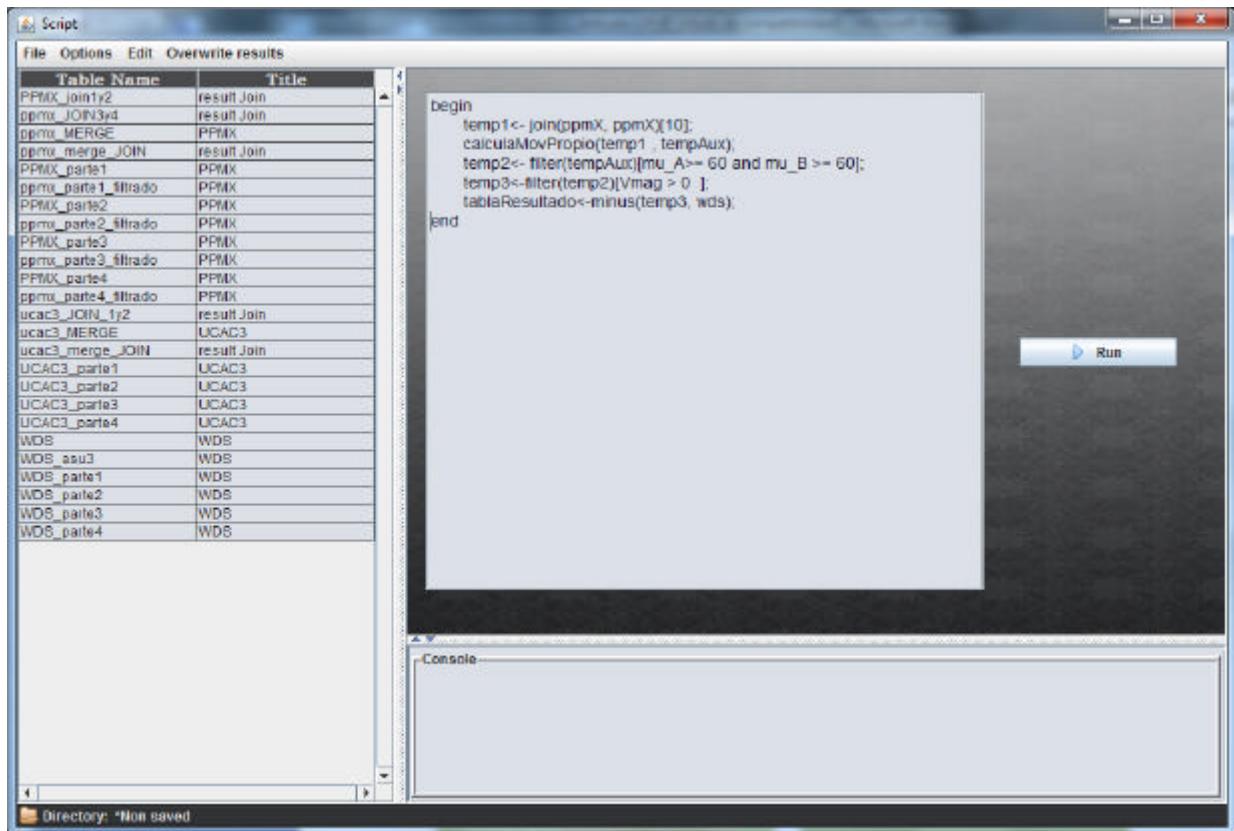


Figura 9

resultados de las distintas instrucciones intermedias y también nos informará si alguna operación no se pudo llevar a cabo, ya sea por un error de sintaxis o porque las tablas introducidas como parámetros no tienen el formato requerido o no existen.

Finalmente, si queremos comprobar cada par en las placas fotográficas disponibles en la aplicación Aladin (<http://aladin.u-strasbg.fr/aladin.gml>), podremos hacerlo fácilmente desde la propia aplicación. Para ello deberemos volver a la ventana General Settings y seleccionar la tabla obtenida (tablaResultado) pulsando **Display Catalogue**. Esta acción, como ya sabemos, nos mostrará una nueva ventana con el contenido de nuestra tabla-Resultado. Ahora simplemente debemos hacer doble click en la fila de la tabla que contiene el par de estrellas que queremos visualizar, y nos abrirá directamente en nuestro navegador web el applet de Aladin con las imágenes y coordenadas astronómicas del par seleccionado.

Conclusiones

La aplicación ha demostrado su utilidad para la obtención de nuevos pares procedentes de los catálogos IPHAS-POSSI, PPMX y UCAC3. La

figura 10 muestra una de las dobles nuevas, localizada en coordenadas 03 55 11,44+54 38 32,7, obtenida a partir del catálogo IPHAS-POSSI mediante la composición en rojo y azul de dos imágenes tomadas por el Observatorio del Monte Palomar con una diferencia de 40 años (1954, 1994), lo que permite apreciar el movimiento.

Al ser configurable mediante scripts creemos que la aplicación podría utilizarse con otros fines, como la detección de duplicados en el catálogo WDS. Ⓢ



Figura 10

Una doble, una CCD y un principiante

A double star, a CCD and a beginner

 por *Miguel Muro Serrano*

Agrupación Astronómica de Madrid · Observatorio Zeta UMa · mizarmms@miguelmuro.com

Si se posee y domina un equipo astronómico normal, con CCD, y se tienen ganas de hacer algo de “ciencia”, cualquiera se puede adentrar en el mundo de las dobles, y realizar medidas que sirvan para mejorar nuestro conocimiento sobre la evolución estelar.

It is possible to do science with an usual astronomical equipment and a CCD camera. Observing and measuring visual double stars help us to improve the knowledge of the stellar evolution. The amateur astronomer can make a important contribution in this branch of astronomy.

Como se sabe, las estrellas, en su mayoría, no son solitarias como la nuestra, sino que pertenecen a grupos múltiples de dos o más miembros. Esto tiene una gran ventaja que facilita su estudio: el sistema debe moverse siguiendo unas leyes (Newton, Kepler) que dependen fundamentalmente de su masa; si estudiamos su movimiento, podemos deducir su órbita, y de ahí las masas, para que los científicos estudien su formación, evolución, estructura, etc.

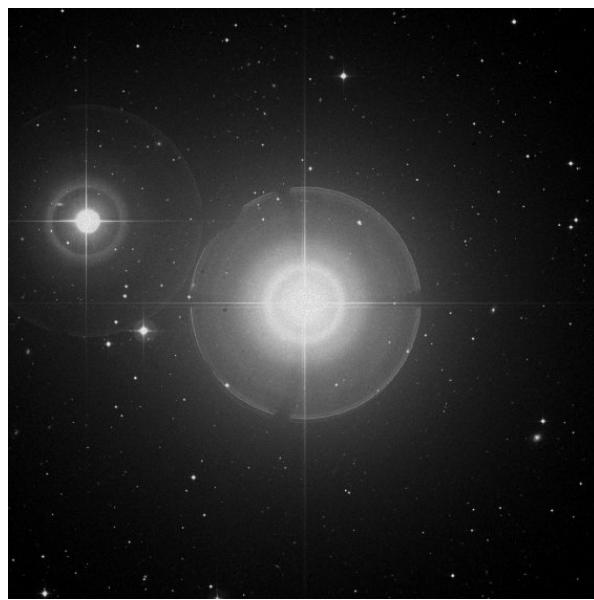


Figura 1. Mizar y Alcor. Analizando la toma se pueden observar los “spikes” de difracción dobles de Mizar. (c) North Central Kansas Astronomical Society.

Es importante conocer la capacidad del equipo que poseemos, es decir, su poder de separación de estrellas, que depende de la resolución CCD-telescopio, del diámetro de su lente/espejo y de la diferencia de magnitud de las componentes. Existen dobles medibles para todos los equipos, por muy modestos que sean. Y una buena noticia es

que no es necesario dominar la técnica del autoguiado, porque las exposiciones son muy cortas y su uso es innecesario.

A continuación voy a intentar explicar los pasos que, a mi entender, se deben seguir para realizar correctamente mediciones astro y fotométricas de un sistema doble, usando una cámara CCD (“charge-coupled device” o dispositivo de cargas eléctricas interconectadas), desde el punto de vista de un principiante; en poco tiempo se pueden obtener resultados muy satisfactorios.

1. Elección del sistema a medir.

En el Grupo de Estrellas Dobles (GED) de la Agrupación Astronómica de Madrid (<http://www.aam.org.es/>), su coordinador, Ángel Manuel López, propone trimestralmente el estudio de diversas estrellas dobles, en especial aquellas que llevan mucho tiempo sin medirse, algunas incluso más de 100 años. Los resultados se publican trimestralmente en la revista de la Agrupación, *Neomenia*.

La Sección de Estrellas Dobles de la Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA) (<http://sites.google.com/site/doblesliada/Home>), es un grupo de referencia mundial para el estudio amateur de las dobles, que propone también campañas de observación.

El trabajo puede y debe comenzarse con la medición de las llamadas “dobles de referencia”, que permiten comprobar los resultados logrados y la capacidad de nuestro equipo.

2. Estudio de los datos existentes en la Red.

Una vez elegida la doble a estudiar, comenzamos

a buscar datos y nos encontramos con la primera gran sorpresa: existe un maremágnum de nomenclaturas, catálogos, magnitudes, páginas web, etc. en el que es muy fácil perderse y que requiere cierto tiempo acostumbrarse.

Los primeros datos deben extraerse del “Washington Double Star Catalog” (WDS), del “US Naval Observatory” (<http://ad.usno.navy.mil/wds/>), que es el catálogo de referencia para las estrellas dobles. De él se extraen, para una doble determinada, sus coordenadas, las medidas primera y última existentes con los años de su realización, sus magnitudes visuales (V), movimientos propios, tipos espectrales y algunas notas adicionales. Hay que ser prudente, en especial, con las magnitudes, que en muchos casos son erróneas, sobre todo en las estrellas más débiles y abandonadas.

Según vayamos adquiriendo experiencia, veremos que en ocasiones se encuentran identificaciones duplicadas, las estrellas no están dónde debieran, o incluso las estrellas han desaparecido y están definitivamente perdidas.

Obtenidos los datos “iniciales” del WDS, es el momento de buscar más datos en otros catálogos, y para ello lo mejor es la web del CDS o “Centre de Données astronomiques de Strasbourg” (<http://cdsweb.u-strasbg.fr/>) donde existen aplicaciones fantásticas con las que escudriñar cualquier objeto celeste y, por tanto, la doble. Cabe destacar la denominada “Aladin”, que permite obtener una imagen del campo del cielo donde se encuentra la doble, procedente, por ejemplo, del DSS2 (“Digitized Sky Survey”), y sobre la que podemos superponer y extraer las denominaciones de las estrellas que contiene, según todos los catálogos existentes, sus magnitudes, movimientos propios, etc. Y sobre todo, aporta una imagen de lo que (más o menos) nos vamos a encontrar en el telescopio.

3. Adquisición de imágenes.

Cuando ya tenemos los datos de la doble, pasamos a la acción bajo el cielo, esto es, la adquisición de las imágenes propias necesarias para el estudio astro y fotométrico de la doble “actual”, es decir, a fecha de hoy.

Quizás lo más importante en este momento sea poseer los conocimientos y destreza necesarios para el manejo correcto del equipo, el telescopio y la CCD, tales como el enfoque, la orientación en la bóveda celeste, localización de objetos, análisis de la calidad de las imágenes, calibración, etc.

Los siguientes aspectos son claves para un “doblista” con CCD:

3.1. Resolución y campo de las imágenes:

La resolución a la que se realiza una toma depen-

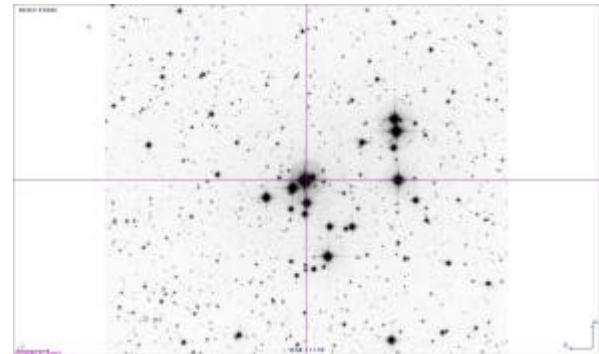


Figura 2. La estrella múltiple STF 848 en una imagen del DSS2, vista a través de la utilidad Aladin del CDS.

de del tamaño del píxel de la cámara y de la longitud de la focal del telescopio, de acuerdo con la fórmula:

$$r = 206265 \times p / f$$

Donde:

- r: resolución en segundos de arco / píxel.
- p: tamaño del píxel.
- f: focal en las mismas unidades que p.

El valor de la constante 206265 se corresponde con los segundos de arco por radián que hay en los 360° de la bóveda celeste (360x60x60/2p).

Para realizar una buena astrometría, se recomienda “disparar” a una resolución de entre 0,5 y 0,3 veces el FWHM que tengamos cada noche. Y aquí aparece el concepto de FWHM (“full width at half maximum”) tan importante en nuestra afición; este parámetro, que nos indica la calidad de la imagen que obtenemos de una estrella, no depende sólo del “seeing” del lugar de observación y del momento de la toma (nubosidad, trasparencia, corrientes de aire, etc.), sino también del equipo y sus características (refractor o reflector, colimación adecuada, etc.), de un adecuado enfoque, etc.

En el caso de las dobles, cuanto menor sea el valor de la resolución r, más fácil resultará separar la pareja.

Pero reducir en extremo el valor de r tiene sus inconvenientes, entre ellos que el campo abarcado por la toma se reduce, por lo que pueden aparecer

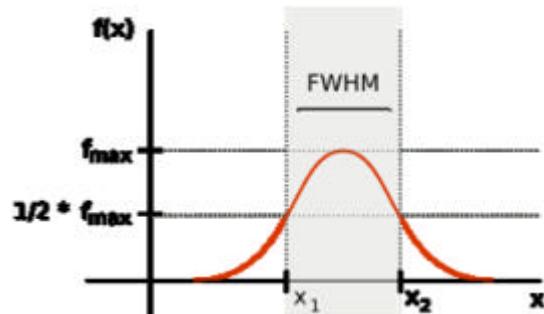


Figura 3. El valor FWHM se mide en píxeles o segundos de arco, y es similar para todas las estrellas de una toma (no saturadas).

problemas a la hora de analizar posteriormente la imagen, ya que disminuye el número de estrellas de referencia para la astrometría; además resulta más difícil localizar el blanco, sobre todo si no se cuenta con herramientas tan cómodas como "GOTO" o "Pinpoint". Y las turbulencias atmosféricas se manifiestan en mayor medida.

3.2. Linealidad de la CCD, exposición y número de tomas.

Para hacer astro y fotometría correctas se debe conocer el rango de linealidad de nuestra cámara, es decir, hasta qué valor de las cuentas, la respuesta es proporcional al tiempo de exposición. Esto se hace con un sencillo ensayo, como describe Julio Castellano en un artículo que se encuentra en la web de cometas-obs (http://astrosurf.com/cometas-obs/_Articulos/analisis_st7/analisis_st7.htm).

El valor máximo de la exposición que hemos de dar a la toma está limitado por el número máximo de cuentas que podemos alcanzar en comportamiento lineal, para la estrella más brillante de la pareja. Por otro lado, el miembro menos brillante debe estar muestreado por un número de cuentas suficiente, de forma que al medirlo tengamos una relación señal-ruido (RSR) aceptable.

El truco para mejorar la RSR consiste en adquirir un gran número de imágenes consecutivas, y después unirlas en una sola, por ejemplo, haciendo la mediana de sus píxeles; la señal aumenta más rápido que el ruido y se mejora la imagen. Y el proceso no es muy costoso, porque normalmente, para dobles, hacemos tomas de menos de un segundo o poco más, por lo que es fácil realizar, por ejemplo, 20 tomas y combinarlas en una sola.

Eso sí, es interesante obtener por este procedimiento varios grupos de imágenes, por ejemplo 3, para poder comparar los resultados de las medidas y conocer la precisión en la que nos movemos.

3.3. Calibración de las tomas.

Las tomas brutas deben ser calibradas mediante el empleo de tomas tipo "dark" y "flat" (y "bias", si hay que escalar los "darks"), para eliminar ruido, suciedad del tren óptico, diferencias de sensibilidad en el chip de la CCD, etc. Esto es de especial importancia si se pretende obtener la magnitud de las estrellas, es decir, su fotometría.

4. Análisis de imágenes.

Llegados a este punto, nos encontramos con un conjunto de imágenes que tenemos que promediar. Se deben analizar una a una antes todas las tomas, sin dudar en desechar las que sean de baja calidad; un criterio a emplear puede ser el análisis del valor de FWHM de las estrellas de cada toma, eliminando las de valores más elevados. Ahora hacemos el promedio, con la mediana, de las imágenes restantes, obteniendo (por ejemplo

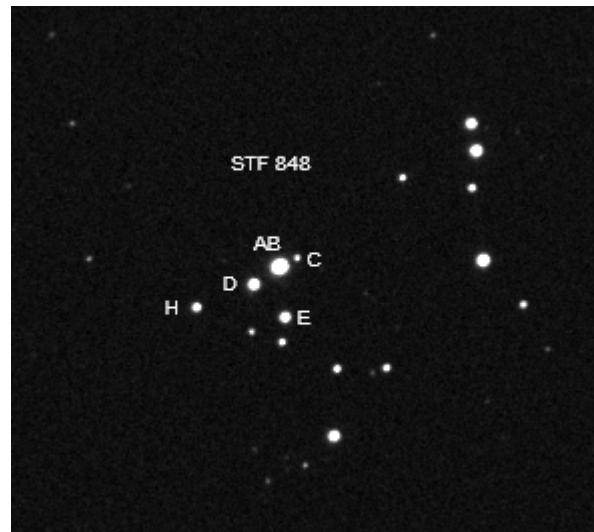


Figura 4. Imagen propia de STF 848, con varias de sus componentes, promedio de 20 tomas de 0,40 segundos cada una.

3 tomas finales para su análisis y medida.

4.1. Astrometría (relativa).

Consiste en deducir la separación (ρ) y el ángulo de posición (θ , desde el norte hacia el este) que caracterizan el sistema doble.

Para ello se puede usar el programa Astrometrica (<http://www.astrometrica.at/>), que es de bajo precio y uso sencillo, y con el que se obtiene la posición absoluta (coordenadas de AR y DEC) de las componentes, y con ella y unas fórmulas trigonométricas fácilmente programables, la posición relativa.

Para deducir la astrometría, Astrometrica usa las coordenadas de las estrellas que encuentra en el campo, extraídas de un catálogo estelar; el recomendable hoy en día es UCAC-2, y si no existen datos en éste para el campo en estudio, USNO-B1.0. Una vez reducidos los datos, se verifican las dos estrellas en estudio, pudiéndose comprobar sus valores de la RSR y FWHM, así como sus coordenadas, que también se graban en un archivo de texto tipo txt.

El programa gratuito de Julio Castellano llamado Dobles (<http://astrosurf.com/cometas-obs/ArtSoftUtil/Software.html>), usado a continuación de Astrometrica, proporciona fácilmente la astrometría relativa y los errores de las medidas que hemos hecho, librándonos del uso de las fórmulas mencionadas.

4.2. Fotometría (aproximada).

Parece que después de todo el trabajo que hemos invertido en la doble en estudio, resulta "barato" ir un poco más allá: se trataría de obtener las magnitudes aproximadas V (de visual) de las componentes de la doble, ya que los valores del WDS, que se encuentran en esta banda V, son po-

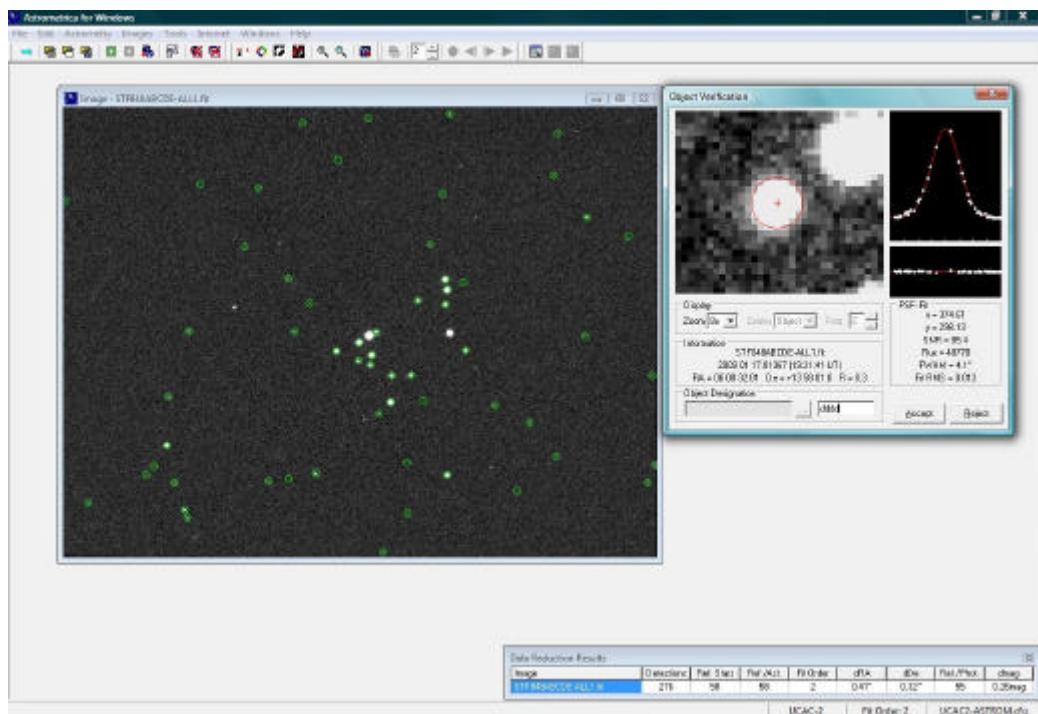


Figura 5. Reducción con el programa Astrometrica de la imagen propia de STF 848, con el catálogo UCAC-2.

co precisos.

Para ello hay que repetir el anterior proceso realizado en Astrometrica, pero esta vez reduciendo las imágenes usando un catálogo apto para fotometría, como CMC-14 (o USNO-A2.0 para las zonas no cubiertas por él).

A este respecto se puede leer el artículo “Fotometría de estrellas dobles con FoCAs II” de Rafael Benavides publicado en el número 2 del Observador de Estrellas Dobles (<http://elobservadordodeestrellasdobles.wordpress.com/>). En él se demuestra que especificando en el archivo de configuración de Astrometrica la banda V, los resultados que obtenemos con el programa FoCAs II, son de gran precisión, sin necesidad del uso de filtros fotométricos.

Para obtener las magnitudes de las componentes de la doble, inmediatamente después del uso de Astrometrica, se debe emplear el programa FoCAs II (Fotometría Con Astrometrica) (<http://astrosurf.com/cometas-obs/ArtSoftUtil/Software.html>).

Este programa, desarrollado también por Julio Castellano, y gratuito, permite, bajo la opción de estrellas variables, obtener las magnitudes V de las componentes del sistema de una manera muy

sencilla.

5. Qué hacer con los resultados.

Los resultados que obtenemos se pueden publicar a través de artículos en revistas como Neomenia, y en El Observador de Estrellas Dobles o el “Journal of Double Star Observations” (<http://www.jdsd.org/>), desde dónde automáticamente pasan a formar parte del WDS, actualizando sus datos, para que otros aficionados puedan emplearlos.

Otros “doblistas” más avanzados y los profesionales usan los valores que hemos obtenido para averiguar si la doble en estudio es física, es decir, si sus componentes orbitan alrededor de su centro de masas.

En el cielo hay tal cantidad de estrellas dobles por estudiar, que el trabajo de los aficionados resulta imprescindible. Y además de ser útil, uno se lo pasa genial... ¿qué más se puede pedir?

Quiero dar por último las gracias a Ángel(es), Antonio(s), Esteban, Felipe, Francisco, Gustavo, Jaime, Julio, Rafael,... y muchas otras personas, por compartir sus conocimientos desinteresadamente con principiantes como yo: así es como de verdad se crea afición. ☺

Veinte años de operación ininterrumpida para una máquina de cierta complejidad suelen ser un periodo bastante largo, y a pesar de reparaciones y mejoras que se le puedan realizar, tras dos décadas ya no contará ni con la tecnología ni las prestaciones más avanzadas que una máquina más moderna sí tiene. Da lo mismo que hablemos de un coche, un avión o, en este caso, de un telescopio.

El pasado mes de abril, el más famoso del mundo, el Telescopio Espacial Hubble, cumplía veinte años en órbita. Veamos unas cuantas cifras a modo de resumen de su carrera: en todo ese tiempo desde su lanzamiento el 24 de abril de 1990, y moviéndose a 28.000 km/h a casi 600 km de altura sobre la Tierra, el Hubble ha realizado más de 930.000 observaciones de 30.000 objetos celestes distintos. Durante sus más de 110.000 vueltas en torno a nuestro planeta, ha acumulado más de 45 terabytes de datos, información equivalente a llenar unos 5.800 DVD de películas. Los más de 10.000 astrónomos que han utilizado el Hubble han publicado más de 8.700 artículos de investigación, lo que le convierte en uno de los instrumentos científicos más productivos nunca construidos.

Sin duda, el Hubble ha supuesto para la astronomía una auténtica revolución, gracias en especial a su capacidad de ser reparado y mejorado por astronautas, y que ha permitido que su vida útil se haya prolongado todos estos años. Sin embargo, y a pesar de que en la actualidad, tras la última de estas misiones en mayo de 2009, su funcionamiento y productividad están asegurados al menos hasta 2014, ya hace tiempo que se viene trabajando a fondo en el que será su moderno «sustituto»: el Telescopio Espacial James Webb.

Precisamente el mes de abril de 2010, este sucesor del Hubble alcanzaba uno de los hitos más importantes en su desarrollo con la aprobación de la Evaluación del Diseño Crítico de Misión, lo que significa que el telescopio y sus sistemas cumplirán todos los requerimientos científicos y de ingeniería previstos, y cuyo lanzamiento se producirá a finales de 2014, más o menos cuando se calcula que el Hubble cese sus operaciones.

¿Cómo será este nuevo telescopio espacial? Si el parámetro que suele determinar la diferencia fundamental en cualquier telescopio es el diámetro de su espejo primario, comparemos los del Hubble y el James Webb. Mientras que el veterano Hubble tiene un único

El nuevo telescopio espacial

por
Ángel Gómez Roldán



(NASA, ESA, M. LIVIO Y EL HUBBLE 20TH ANNIVERSARY TEAM -STSCI-)

Esta espectacular imagen de parte de la nebulosa de Carina fue tomada por el Telescopio Espacial Hubble el pasado mes de febrero para celebrar su vigésimo aniversario.

visible.

Otra de las innovaciones de este telescopio espacial respecto del Hubble es que, a diferencia de éste, no orbitará próximo a la Tierra, a apenas unos centenares de kilómetros de la superficie, sino que en su lugar se ubicará a 1,5 millones de kilómetros de nuestro planeta en dirección contraria al Sol, en un punto donde las atracciones gravitatorias de Sol, Tierra y Luna se equilibran –conocido como Lagrange 2, o L2– y las condiciones de observación son mucho mejores que en una órbita baja como la del Hubble. Eso sí, no serán posibles en un principio las visitas de mantenimiento de los astronautas, por lo que deberá ser mucho más robusto que el Hubble. Su enorme tamaño (6.500 kg de peso) hace también que el cohete capaz de ponerlo en órbita sea la versión más potente del Ariane 5 ECA europeo.

Por último, la vida de trabajo prevista para el James Webb es de un mínimo de cinco años, llevando combustible suficiente para sus maniobras en L2 hasta diez años. Si todo va bien, durará hasta 2024, complementándose perfectamente con los telescopios gigantes de 30 y 40 metros en tierra que se están definiendo en la actualidad, y que estarán operativos hacia la mitad de la vida útil del James Webb. ¿Qué maravillas nos descubrirá este digno sucesor del Hubble? Como siempre suele pasar en ciencia, las mayores no las podemos ni sospechar. ☺

— Ángel Gómez Roldán, es divulgador científico y escritor especializado en Astronomía y Ciencias del Espacio. Es redactor jefe de la revista Astronomía. <http://www.angelgomezroldan.es> y <http://www.astronomia-e.com>

espejo monolítico de 2,4 metros, el James Webb tendrá 18 segmentos que conformarán un primario equivalente de más de 6,5 metros de abertura; es decir, su superficie colectora será unas seis veces mayor que la del Hubble. Proyecto conjunto de la NASA y las Agencias Espaciales Europea y Canadiense, el telescopio fue renombrado como James Webb en septiembre de 2002 en honor a uno de los administradores de la NASA. Prácticamente todos los elementos del telescopio ya están en construcción, destacando los segmentos hexagonales del espejo primario y los cuatro instrumentos científicos que se colocarán a bordo. El rango espectral de trabajo del James Webb estará entre las 0,6 y las 27 micras, con cierta capacidad para observar también en el