el observador de estrellas dobles

n.º 4 · enero/junio 2010



LDS 6262 CERCA DE NGC4618 — MÁS INFORMACIÓN EN EL ARTÍCULO DE LA PÁGINA 12 y ss.

el observador



el obsevador de estrellas dobles revista amateur dedicada a la observación, investigación y estudio de estrellas dobles año II — número 4 — enero/junio 2010

ISSN 1989-3582

<u>índice</u>

	Editorial	3
ACTUALIDAD	Noticias de actualidad del mundo de las estrellas dobles por Francisco M. Rica	4
OBSERVACIÓN	Estudio astrofísico de binarias descubiertas por Rafael Caballero. Parte I. por Francisco M. Rica	7
	Pares de Luyten con coordenadas imprecisas en el WDS por Grupo de Dobles de la Asociación Hubble	12
	Un nuevo sistema binario en la Corona Boreal por Ignacio Novalbos	22
TÉCNICAS	Técnicas de observación. Imágenes Speckle. por Francisco M. Rica	32
MÉTODOS	Consideraciones sobre el uso de las cámaras CCD Meade DSI Pro para la medida de estrellas dobles por Edgardo R. Masa	36
OFF-TOPIC	Congreso Pro-Am de Córdoba: investigación y vivencias por El equipo editorial	58
FUERA DE FOCO	Una vela en la oscuridad por Javier Armentia	62

condiciones de publicación

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

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

editorial

INICIAMOS EL SEGUNDO AÑO DE LA REVISTA. Desde la redacción quisiéramos dar las gracias a nuestros lectores por el apoyo y el aliento recibidos en el primer año de vida de OED. Sin duda, vuestros comentarios en el blog o a través de comunicaciones privadas han sido decisivos para consolidar la publicación como un ente vivo y fuerte. *El Observador de Estrellas Dobles* está hecho a vuestra medida. En este sentido, seguiremos valorando vuestros comunicados y sugerencias. No dudéis en continuar aportando ideas, críticas o peticiones sobre los contenidos publicados. Todo ello favorecerá nuestro común interés: una revista de calidad especializada en estrellas dobles.

Por supuesto, y muy importante, nuestro agradecimiento también a todos los colaboradores que con sus artículos han dado cuerpo y esencia a los cuatro números publicados. Os animamos a que continuéis remitiéndonos vuestros trabajos.

Aprovechamos este editorial para comunicar novedades en cuanto a la periodicidad de OED. El equipo editor ha decidido que a partir de este número la revista tenga una frecuencia semestral. El motivo que nos ha llevado a adoptar esta nueva frecuencia de aparición no es otra que la escasez de tiempo disponible. El proceso de edición es duro: selección de artículos, corrección de textos y traducción, maquetación, corrección final, mantenimiento del blog, correspondencia con los autores, etc. Todas estas labores consumen mucho tiempo frente al ordenador. Los responsables no disfrutamos de una dedicación a la Astronomía a tiempo completo y por lo tanto nuestros recursos son limitados. Aun así, hemos hecho un gran esfuerzo durante este último año para ser puntuales a la cita con los lectores aunque, en general, los días previos a la publicación hayan sido agotadores. Pensamos que publicar dos números anuales (que saldrán en enero y julio) redundará en beneficio de la revista y asegurará su continuidad en el tiempo.

Terminamos comentando la participación de OED en el 1^{er} Congreso Pro-Am celebrado en España durante los días 20, 21 y 22 de noviembre de 2009 en la ciudad de Córdoba (podéis encontrar crónicas del evento en nuestro blogs personales). Uno de los apartados del póster científico que los editores presentamos en el congreso estuvo dedicado exclusivamente a OED. Digamos que, de esta forma, hicimos su presentación oficial ante las comunidades amateur y profesional. Al mismo tiempo, el encuentro sirvió para que

los tres editores nos conociéramos personalmente y tuviéramos la oportunidad de departir sobre nuestra empresa en común y el planteamiento de nuevos proyectos futuros. Aquí mostramos una imagen del equipo editor: de izquierda a derecha, Rafael Benavides, Edgardo Rubén Masa y Juan-Luis González.

¡Feliz año nuevo a todos!

LOS EDITORES

P







Un sistema cuádruple de estrellas pobres en metales

Un científico ruso ha informado que el sistema estelar G89-14 está formado por cuatro componentes estelares. Este sistema está formado por estrellas subenanas y es el sistema estelar de menor metalicidad conocida ([m/H] = -1,9). Las mediciones, usando la técnica de interferometría spceckle sobre un telescopio de 6 metros, han revelado que G89-14 está compuesta por cuatro componentes estelares. La diferencia de magnitud y los datos publicados, permitieron estimar la masa de las estrellas: $M_A \sim 0,67 M_{sol}, M_B \sim$ 0,24 $M_{sol},\ M_C$ $\tilde{}$ 0,3 $M_{sol},\ and\ M_D$ $\tilde{}$ 0,22 M_{sol}. La relación de los periodos orbitales ha sido obtenida, 0,52 años: 3000 años: 650000 años (1: 5769: 1250000), indicativo de un alto grado de jerarquía. La órbita Galáctica calculada y la baja metalicidad de este sistema estelar, sugieren que pertenece al halo Galáctico.

Observación óptica adaptativa de la binaria M8+L7 LHS2397a: primera determinación dinámica de la masa de una estrella L/T

Un equipo de científicos formado por norteamericanos y australianos ha presentado observaciones de la binaria LHS 2397 aAB con la técnica de óptica adaptativa usando el telescopio Keck. Junto con datos de archivo del Telescopio Espacial Hubble, del Gemini.North y del Telescopio Muy Grande (Very Large Telescope, VLT) las observaciones cubren 11,8 años de los 14,2 años del periodo orbital. Este equipo determinó por primera vez la masa dinámica de una estrella enana marrón de espectro L/T (objeto de transición). Se calculó una masa dinámica de 0,146 $M_{\rm sol}$ y una edad de 1,5 Gigaños, datos que son consistentes con su movimiento espacial. Las masas individuales calculadas fueron de 0,0839 $M_{\rm sol}$ para LHS 2397aA y 0,061 $M_{\rm sol}$ para LHS 2397aB.

Este equipo estimó un tipo espectral de L7 \pm 1 para LHS 2397aB siendo por tanto el primer objeto de transición L/T con masa determinada dinámicamente.



Nuevo sistema estelar LHS2397aAB descubierto por un equipo de astrofísicos de Norteamérica y Australia. Por primera vez se ha calculado la masa de una estrella de tipo espectral L/T.

Un catálogo de estrellas dobles visuales y múltiples con componentes eclipsantes

Un grupo internacional de astrofísicos (de nacionalidad checa, griega y norteamericana) entre los que se encuentra el conocido americano W. I. Hartkopf, ha presentado un nuevo catálogo de estrellas dobles visuales y múltiples conteniendo una binaria eclipsante entre sus componentes. Tras analizar todos los datos fotométricos y astrométricos, resultaron nuevas órbitas para ocho sistemas, así como nuevas épocas de mínimos en las curvas de luz para un cierto número de binarias eclipsantes. Algunos de los sistemas en el catálogo tienen soluciones aceptables para sus órbitas visuales, aunque en la mayoría de los casos sus periodos orbitales son demasiados largos para su análisis. Algunos de los sistemas adolecen de una solución orbital, pero pueden ser aptos para análisis en un futuro.

actualidad

Interferometría Speckle desde el Observatorio Astronómico Nacional de Tonanzintla

Un equipo de astrofísicos de México ha presentado mediciones de estrellas binarias usando la técnica de interferometría speckle. Las mediciones fueron realizadas en Noviembre de 2008 usando un telescopio de 1 metro en el Observatorio Astronómico Nacional de Tonanzintla (Puebla, México) [Figura 2]. Realizaron en total 175 mediciones de 163 sistemas estelares. El rango de separaciones angulares medidas va de los 0,15" a los 4,00". La máxima magnitud de las componentes más brillantes es igual a 9,32. El error medio en las medidas de separación es de 0,03" y en el ángulo de posición es de 1°.

Observatorio Astronómico Nacional de Tonanzintla (México)



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

En la actualidad el OAN-T cuenta con un Cassegrain de 1 metro de diámetro y otro refractor de 20 cm de diámetro denominado Carta del Cielo. Éste es un telescopio refractor fotográfico construido en 1891 que permitió al Observatorio Astronómico Nacional participar en el proyecto internacional Carta del Cielo.

BINARIAS CON COMPONENTES DE TIPO SOLAR: 25 ÓRBITAS Y MASAS

Los astrofísicos José Angel Docobo y Josefina Ling (ambos del Observatorio Ramón María Aller) revisaron órbitas y masas estelares para 25 dobles visuales. En todos estos sistemas, al menos una componente es de tipo solar. A partir de los periodos orbitales, semiejes mayores y paralajes del Hipparcos, se calcularon las masas totales de los sistemas, excepto para los casos en los que Hipparcos no calculó la paralaje o ésta es imprecisa. En este trabajo se discuten otras propiedades físicas y orbitales y es el segundo -de tres- que trata las órbitas de estrellas dobles calculadas por los autores en los últimos 15 años.

BINARIAS SEPARADAS INUSUALES: ¿SON SEPARADAS O INUSUALES?

Un equipo de dos astrofísicos norteamericanos ha realizado una campaña astrométrica y espectroscópica que confirma la juventud y asociación de una muestra completa de candidatas a compañeras separadas en regiones de Tauro y Escorpio. Encontraron 15 nuevos sistemas binarios con separaciones angulares entre 3" y 30" (500-5000 Unidades Astronómicas) con masas entre 2,5 y 0,012 masas solares. Las estrellas más masivas tienen mayores índices de compañeras binarias. Analizaron la frecuencia de binarias en función de las masas estelares y la distribución de separaciones. En resumen, solamente los sistemas binarios separados con una masa total de 0,3 masas solares parecen ser "inusualmente separados".

actualidad

El origen de las fuentes brillantes de rayos X en sistemas binarios múltiples



Dos astrofísicos norteamericanos han investigado el porqué de las frecuentes estrellas luminosas en rayos X encontradas en sistemas estelares dobles y múltiples visuales. Las binarias con periodos de unos pocos días poseen el grado más elevado de actividad coronal de rayos X debido a sus rápidas rotaciones. Sin embargo, los periodos orbitales en binarias visuales son demasiado largos para que tenga lugar una interacción directa entre las componentes. Estos astrofísicos sugirieron que la mayoría de las componentes más brillantes en rayos X en binarias resueltas son binarias de corto periodo aún no descubiertas y unas pocas son remanentes combinados de tales binarias.

Estudios en rayos X por amateurs

Cuando realizamos investigaciones en astrofísica estelar, los astrónomos amateurs podemos emplear varios catálogos de fuentes de ravos X, calcular las luminosidades absolutas (conocida la distancia), y emplear diversas herramientas gráficas y expresiones matemáticas que nos permiten determinar la edad aproximada de las estrellas en base a su actividad en ravos X. Esto es algo que el grupo de Estrellas Dobles de la LIADA está empezando a aplicar en algunos estudios astrofísicos y en el momento de publicar esta revista es el único grupo amateur que lo hace.



Uno de los nuevos sistemas estelares descubierto por el amateur Rafael Caballero. Se trata de CBL 30 un sistema triple situado en la constelación del Lince.

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.

Estudio astrofísico de binarias descubiertas por Rafael Caballero. Parte I.

Astrophysical studies of Rafael Caballero' binaries. Report I.

🦻 por Francisco M. Rica Romero

Agrupación Astronómica de Merida (Badajoz, España) · Coordinador Grupo Estrellas Dobles LIADA · frica0@gmail.com

En este artículo realizamos un completo estudio de tres nuevas binarias descubiertas por Rafael Caballero. Se consultó la información existente en la literatura astronómica y se calcularon otros muchos parámetros astrofísicos. Usando placas fotográficas del Digitized Sky Survey se realizaron mediciones de astrometría relativa usando las aplicaciones REDUC y *fv*. También se estudió la posible naturaleza de los nuevos pares. Todas ellas son auténticas dobles, es decir binarias, pero sólo una de ellas tiene sus componentes orbitando la una alrededor de la otra. Las otras dos sólo son binarias de origen común.

Introducción.

Como continuación del estudio de una binaria de Rafael Caballero publicado en el número 3 de OED (Rica 2009), en esta ocasión realizamos el estudio astrofísico de tres nuevas binarias más. Los descubrimientos de dos de estos sistemas (nombrados en este artículo como CBL 112 y CBL 113) han sido publicados por Rafael Caballero en el número 2 de esta misma revista. La otra binaria, CBL 111, se da a conocer en el artículo que publicamos ahora. Para el estudio de estas parejas, se seguirá la misma metodología que la utilizada en el artículo publicado precedentemente (Rica 2009).

En este trabajo consultaremos la literatura profesional en busca de todo aquello que se conoce sobre las componentes de estas nuevas dobles. Examinaremos los datos fotométricos, astrométricos y cinemáticos principalmente para determinar los parámetros astrofísicos de las componentes. También analizaremos los movimientos relativos para determinar si estamos ante una doble óptica o física.

Para evaluar la naturaleza de las estrellas dobles se usaron varios tests utilizados por astro-

The study of new binaries discovered by Rafael Cabellero was continued. In this article I realise a detailld study of three more binaries. Astronomical literature was consulted and astrophysical parameters calculated. Astrometric measures were performed using Digitized Sky Survey photographic plates. The nature of the new objects were studied. The three new pairs are binaries, thus is, true double stars, but only one of them has components that seem to orbit each other.

físicos y obtenidos de la literatura profesional. Los principales criterios de caracterización usados (Dommanget 1956; van de Kamp 1961; Sinachopoulos 1992) emplean conceptos de mecánica celeste y determinan si las componentes describen o pueden describir un movimiento kepleriano analizando los datos fotométricos, astrométricos, cinemáticos y espectroscópicos.

Ya que en el Washington Double Star Catalog (en adelante WDS) están catalogadas binaras de Rafael Caballero con números del 1 al 110, hemos nombrado a estas estrellas dobles como CBL 111, CBL 112 y CBL 113. Las siglas CBL provienen del apellido del autor del descubrimiento (Rafael CaBaLlero).

La Tabla 1 lista los principales datos para las estrellas dobles estudiadas en este artículo. La información de las columnas es la siguiente: el identificador de la doble aparece en la columna (1); la Ascensión Recta (AR) y Declinación (DEC) para el equinoccio 2000 se muestra en la columna (2) y (3). Las magnitudes en banda V en las columnas (4) y (5). Para CBL 111 los valores V son una media de la magnitud V del catálogo GSC-2.3 y del valor V deducido a través del catálogo US-NO-B1.0. Para CLB 112 y CBL 113 los valores V se

	TABLA 1. DATOS PRINCIPALES PARA LAS ESTRELLAS DOBLES ESTUDIADAS										
	AR2000	DEC2000	V _A SP	V _B SP	D(V-MV)	MOV. REL. AR (mas/año)	MOV. REL. DEC (mas/año)	NATURALEZA			
CBL 111	01h 54m 04,55s	+65º 42' 08,4"	18,00 M3V	18,80 M3V	0,83	-0,7±1,6	-0,4±1,3	FIS			
CBL 112	05h 55m 36,21s	+45º 01' 18,2"	11,44 G1V	12,11 G6V	0,19	1,4	-4,2	OC			
CBL 113	06h 48m 03,37s	+46º 19' 20,0"	11,75 F6V	12,08 F6V	0,32	8,5±1,4	-2,6+-3,4	;0C?			

TABLA 2. ASTROMETRÍA RELATIVA										
DOBLE	ÉPOCA	THETA [°]	RHO ["]	MÉTODO						
CBL 111	1953,832	18,8	7,94	DSS						
	1989,682	18,4	7,90	DSS						
	1991,694	19,4	7,97	DSS						
	1992,740	18,9	8,05	DSS						
	1993,783	19,1	7,99	DSS						
	1994,919	19,3	7,89	DSS						
	1995,861	19,0	7,79	DSS						
	1999,009	17,5	7,89	2MASS						
CBL 112	1998,843	73,2	8,08	2MASS						
CBL 113	1953,185	315,4	12,61	DSS						
	1989,898	316,4	12,26	DSS						
	1989,917	317,1	12,54	DSS						
	1990,076	316,3	12,20	DSS						
	1994,914	317,2	12,33	DSS						
	1995,867	316,0	12,12	DSS						
	1996,842	315,8	12,09	DSS						
	1998,846	316,3	12,30	2MASS						

estimaron usando el catálogo CMC-13. La diferencia entre los módulos de distancia para la primaria y secundaria aparece en la columna (6). En las columnas (7) y (8) se indican los movimientos relativos de B con respecto a A. En la última columna (9) aparece la naturaleza del par (FIS: Física; OC: Origen Común).

La Tabla 2 lista las mediciones realizadas en base a las placas fotográficas digitalizadas del *Digitized Sky Survey* (de ahora en adelante DSS, <u>http://stdatu.stsci.edu/dss/</u>) y a partir de la astrometría del catálogo *2MASS*.

En las Tablas 3I y 4 se listan datos fotométricos, cinemáticos y demás datos astrofísicos. En la Tabla 3 se muestra la fotometría V y K, así como los colores J-H, H-K y V-K. La fotometría J, H y K procede del estudio Two Micron All Sky Survey (2MASS) y corresponde a la magnitud de la estrella en longitud de onda en torno a las 2 micras (20.000 Amstrons). Además también se muestra la magnitud absoluta, la corrección bolométrica y el enrojecimiento interestelar en el color B-V. Este enrojecimiento mide el efecto de diversas partículas existentes en el espacio y que se sitúan entre las estrellas. Estas partículas absorben energía más fácilmente en unas longitudes de onda que en otras haciendo que los objetos se vean más rojos de lo que son; es un efecto similar al que sucede cuando vemos al Sol enrojecer en el ocaso. Para hacer estudios astrofísicos es necesario cuantificar su efecto y corregir los datos fotométricos.

En la Tabla 4 se lista para cada compo-

nente estelar, el movimiento propio (en milésimas de segundo de arco por año) y su fuente, el tipo espectral y clase de luminosidad, la masa estelar (en unidades solares), la distancia (en pársecs), la velocidad tangencial (en km/s) y la población estelar a la que puede pertenecer la estrella. La velocidad tangencial no es más que la velocidad espacial de la estrella proyectada en el plano del cielo, y está directamente relacionada con el movimiento propio y la distancia de la estrella. Por último, la población estelar define aproximadamente el ámbito espacial (o temporal) de movimiento de la estrella alrededor del centro galáctico, así como su posible edad. DV significa Disco Viejo y se aplica a estrellas que se mueven en un ámbito espacial algo más amplio de lo que corresponde al disco galáctico y que poseen una edad elevada. En clasificaciones poblacionales, al otro lado tenemos el Disco Joven. Otras clasificaciones, que no se centran en la edad sino en el ámbito espacial, son la población de disco fino y población de disco grueso, aunque realmente es una clasificación similar a la anterior.

Las Figuras 2, 3 y 4 muestran la zona del cielo donde se encuentran las estrellas dobles estudiadas en este artículo. Proceden del proyecto Two Micron All Sky Survey (2MASS).

Mediciones.

La Tabla 2 lista las mediciones realizadas en base a las placas fotográficas digitalizadas del DSS y a partir de la astrometría del catálogo 2MASS. Las placas del DSS fueron tomadas entre los años 1953 y 1996 y su digitalización tiene una escala de placa de 1,01 "/píxel. Para la doble CBL 111 se utilizó primero el programa Astrometrica para realizar la reducción astrométrica de las placas fotográficas. El objetivo era calcular la orientación de las placas. Posteriormente la escala de píxel y la orientación de las placas fueron introducidas en el programa Reduc. ¿Por qué no utilicé Astrometrica para medir las placas DSS? Pues porque las estrellas que componen estas dobles están muy saturadas y Astrometrica (o cualquier otro software similar) no puede calcular el centroide. Reduc tiene un algoritmo que hace un mejor trabajo aun estando ante estrellas saturadas.

Para realizar las mediciones de las otras dos dobles usé el programa *fv* empleando las funciones "*Make Contour Map*" y "*Ruler*" (*ver Figura 1*). Este programa permite medir con éxito pares de estrellas cuyas componentes están muy saturadas. Gracias a la visualización de la curva de nivel de intensidad podemos calcular manualmente el centroide de la estrella centrándonos en las curvas de nivel no afectadas por la saturación.

Los valores de theta están expresados para el equinoccio 2000. La columna *Método* indica los siguientes valores: *DSS* (medida obtenida a partir de una placa DSS); *2MASS* (medida obteni-

TABLA 3. DATOS FOTOMÉTRICOS PARA LAS COMPONENTES											
		К	J-H	Н-К	V-K	MV	CBOL	E(B-V)			
CBL 111 A	17,96	12,82	0,56	0,25	5,14	11,84	-2,31				
CBL 111 B	18,77	13,52	0,59	0,25	5,25	11,82		0,13			
CBL 112 A	11,44	9,75	0,29	0,08	1,69	4,54	-0,07	0,10			
CBL 112 B	12,11	10,20	0,35	0,07	1,91	5,26	-0,12	0,10			
CBL 113 A	11,74	10,28	0,25	0,08	1,46	3,60	-0,06	0,06			
CBL 113 B	12,08	10,58	0,26	0,05	1,50	3,60	-0,06	0,07			

TABLA 4. OTROS DATOS ASTROFÍSICOS PARA LAS COMPONENTES										
	MP AR [mas/año]	MP DEC [mas/año]	RF.	ESP.	MASA [Msol]	DISTANCIA [PC]	Vtan [km/s]	POBLACIÓN ESTELAR		
CBL 111 A	+106,0	-30,0	USNO-B1.0	M3V	0,27	145				
CBL 111 B	+108,0	-30,0	USNO-B1.0	M3V	0,27	205	107	DV		
CBL 112 A	+19,0	-68,0	UCAC-3	G1V	1,06	216	72	DV		
CBL 112 B	+20,8	-69,0	UCAC-3	G6V	0,89	210	72	DV		
CBL 113 A	-21,6	-34,1	UCAC-3	F6V	1,31	390	74	;?		
CBL 113 B	-23,8	-31,5	UCAC-3	F6V	1,31	452	85	;?		



Figura 1. Ventana del programa fv usando las herramientas "Make Contour Map" y "Ruler".



Figura 2. Imagen en banda K de la nueva binaria CBL 111 (en el centro de la imagen) procedente del proyecto 2MASS (época 1999,009). CBL 111 es un sistema binario situado a unos 200 pc y compuesto por muy débiles estrellas de magnitud 18,0 y 18,8 con tipos espectrales M2V y M3V, separadas por 7,9". Su posible periodo orbital es de unos 90.000 años.



204455 K 301105H_K2 100101 10:10 00:48:00 D0:48:00 D0:48:00 00:48:02 00:48 00:47:5 +40:70 +40:19:40 +40:19 **Figura 3.** Imagen en banda K de la nueva binaria CBL 112 (en el centro de la imagen) procedente del proyecto 2MASS (época 1998,843). CBL 112 es un sistema estelar de origen común situado a unos 215 pc y compuesto por estrellas de magnitud 11,4 y 12,1 con tipos espectrales G1V y G6V, separadas por 8,1".

Figura 4. Imagen en banda K de la nueva binaria CBL 113 (en el centro de la imagen) procedente del proyecto 2MASS (época 1998,846). CBL 113 es un sistema estelar de seguramente de origen común situado a unos 400-450 pc y compuesto por estrellas de magnitud 11,8 y 12,1 con tipos espectrales F6V y F6V, separadas por 12,3". da a partir del catálogo 2MASS).

¿La componente primaria de CBL 111 es una binaria no resuelta?

Esta pareja está formada por muy débiles estrellas de magnitudes 18,0 y 18,8, separadas por 7,9". Tras mi estudio resultaron ser débiles enanas rojas de tipo espectral M3V situadas a una distancia de unos 200 parsecs. La naturaleza de esta doble es física, es decir que ambas componentes orbitan la una alrededor de la otra en un periodo aproximado de unos 90.000 años. Los colores fotométricos V-J, J-H y H-K son casi idénticos para ambas componentes. Esto significa que estamos ante dos estrellas casi gemelas. Pero, sin embargo, las magnitudes diferenciales para las componentes de esta binaria son de DK = 0,70; DH = 0,70; DJ = 0,73 y DV = 0,70. Esto ratifica que la distribución espectral de energías es casi idéntica para ambas componentes, y que ambas estrellas son gemelas (tipo espectral M3V). Pero si estamos ante una binaria con componentes gemelos, entonces ambas estrellas deberían tener el mismo brillo y sin embargo la diferencia de magnitudes observada es justo lo que observaríamos si la componente primaria fuera una binaria no resuelta con componentes de similar masa. Desgraciadamente la enorme debilidad de esta estrella hace difícil llevar a cabo una observación con técnicas de alta resolución ni tan siquiera con telescopios profesionales de tamaño pequeño o medio. Están catalogadas como estrellas de alto movimiento propio con los nombres LHS 1312 y LHS 1313.

Bibliografía

Dommanget, J., 1956, Comm. l'Observatoire Royal de Belgique, 109 Rica, F., 2009, OED num. 3, pag. 25 Sinachopoulos, D., 1992, in ASP Conf. Ser. 32, Complementary Approaches to Double and Multiple Star Research, ed. H. A. McAlister & W. I. Hartkopf (San Francisco: ASP), 352 van de Kamp, P. 1961, PASP, 73, 389



Pares de Luyten con coordenadas imprecisas en el catálogo Washington Double Star

Luyten Pairs with Imprecise Coordinates in the Washington Double Star Catalog

sor el Grupo de Estrellas Dobles

Agrupación Astronómica Hubble (Martos, Jaén, España) · http://www.asociacionhubble.org

El objetivo de este trabajo es mejorar los datos de pares con identificador LDS en el Washington Double Star Catalog. El código LDS corresponde a pares descubiertos por W.J. Luyten, y destacan por su movimiento propio común notable, lo que facilita su localización en las placas fotográficas. En particular presentamos nuevos datos para 56 pares LDS con coordenadas imprecisas en el WDS. Los datos ya han sido enviados a los responsables del catálogo.

Willen Jacob Luyten y los pares de movimiento propio común

Willem Jacob Luyten (1899-1994) fue un astrónomo que dedicó buena parte de su vida a la búsqueda de estrellas con movimiento propio notable; es decir, estrellas que parecen moverse a una velocidad muy apreciable sobre el fondo de las "estrellas fijas" (realmente estrellas con movimiento menor). Construyó una máquina capaz de examinar las placas fotográficas y detectar el movimiento de las estrellas, y en su larga y provechosa carrera –casi 60 años en la Universidad de Minnesota- determinó el movimiento de alrededor de 200.000 estrellas.

Aunque las estrellas con movimiento propio tienen interés en distintas ramas de la astrofísica, en nuestro caso el trabajo de Luyten es importante porque aportó un buen número de pares con movimiento propio común. Estos pares están formados por dos estrellas que se mueven en la misma dirección y a la misma velocidad aparente. Si la velocidad es notable, como en el caso de las dobles de Luyten, éste es un buen indicador de que las estrellas viajan juntas, de que no son simplemente un par de perspectiva. Por supuesto, esto no asegura que el par gire alrededor de un centro común, que sea una binaria verdadera, pero sí que son buenas candidatas a binarias y merecen un seguimiento y estudio más detallado.

Pares de Luyten en el WDS

El catálogo de estrellas dobles de Washington (Mason et al., 2003) contiene 6124 pares con identificador LDS, identificador que corresponde a las dobles de Luyten. Sin embargo, algunos de estos pares tienen coordenadas imprecisas o diThe main goal of this paper is to improve the data for LDS pairs in the Washington Double Star Catalog. The discoverer code LDS corresponds to pairs found by W J Luyen. These pairs are notable due to its large common proper motion, which makes them easy to find in the photographic plates. In particular we present new data for 56 pairs with imprecise coordinates in the WDS. The new data have been already submitted to the WDS team.

rectamente están sin localizar. ¿Cómo es posible que suceda esto? Hay varias razones, como errores en los datos originales o en sus transcripciones, pero a menudo la imprecisión se debe precisamente a su naturaleza de dobles "rápidas": en muchos casos el par ha estado sin observarse 40 o más años, y la única forma de calcular su posición actual es partir de la posición que registró Luyten v aplicar el movimiento propio que él mismo calculó. Pero estos datos del movimiento propio no eran siempre lo suficientemente precisos, y de aquí lo difícil de encontrar muchas de estas dobles en la actualidad. De los 6124 pares, 300 están marcados como "perdidos o dudosos" en el catálogo. De los restantes, 485 tienen coordenadas imprecisas en las que no se incluyen segundos en ascensión recta ni en declinación.

Objetivos, participantes y recursos

El objetivo principal del proyecto era mejorar y actualizar algunos de los datos correspondientes a pares LDS incluidos en el catálogo WDS. Principalmente, se deseaba mejorar las coordenadas precisas en las que se encuentran dichos pares para facilitar su localización y por tanto las mediciones futuras. De paso también se pretendía, cuando fuera posible, mejorar datos como el movimiento propio o la magnitud de las componentes.

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), R. Cacho Martínez, G. Cao Cabeza de Vaca, I. García Bermejo, A. Grandes



Figura 1. Composición de dos imágenes mostrando el movimiento de la doble LDS4117, la galaxia que la acompaña es NGC3726.

Fontanillas, A. Iglesias Rey, J. Lendínez Moral, O. Lleixà Subirats, M. L. Marcos Álamo, M. Martínez Gallego, I. Novalbos, J. C. Peñas López, A. J. Quevedo Cabello, J. C. Sánchez Montesinos, Alfonso Sánchez de Toca, Á. Sanz y J. Tapioles.

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.

- **GSC 2.3.2** (Lasker B. *et al.*, 2008): para actualizar la magnitud visual V.

 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. Coordenadas imprecisas, es decir, que no incluyeran datos de segundos o incluso no tuvieran ningún dato en el campo "coordenadas precisas" del catálogo WDS.

2. Magnitud de la secundaria = 18,5.

Última separación registrada = 5.

Los puntos 2 y 3 se usaron para asegurar que las dobles pudieran verse en las placas fotográficas. Estas condiciones proporcionaron un conjunto de 322 pares. De éstos, 146 correspondían a pares marcados como "X" en el WDS. Esta nota corresponde a pares de existencia dudosa.

En la primera fase se trató de localizar en las placas fotográficas pares con movimiento propio aparente. Para eso se utilizó fundamentalmente la composición RGB de Aladin sobre placas de entre 11 y 13 minutos de lado. 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. Con este propósito los 322 se repartieron entre los participantes de forma que cada par fuera examinado por al menos dos personas. Además, y para asegurar la calidad de los resultados, se incluyó en cada lista individual un número de entre 3 y 5 pares control: pares cuya existencia/no existencia se conocía de antemano pero era desconocida por los colaboradores. Así se trataron de evitar errores sistemáticos de método. 190 posibles pares fueron señalados entre las imágenes correspondientes a las 322 parejas buscadas. Para cada uno de estos pares se obtuvieron datos de astrometría a través del catálogo 2MASS y de movimiento propio a través de UCAC3.

A continuación se fijaron unos criterios que permitieran deducir cuando un par de los encontrados correspondía verdaderamente al par indicado en el WDS. En particular estos criterios fueron: 1.- Diferencia entre la separación calculada y la del catálogo WDS: <5% o bien <3"

2.- Diferencia entre el ángulo calculado y el del catálogo WDS: < 11°, excepto para los ángulos especiales 0, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° y 315° que indican en el catálogo de Luyten ángulos aproximados y en los que se admiten errores de un máximo de 45°

3.- Diferencia entre el movimiento propio encontrado y el del catálogo WDS: <30 mas/año en ambos ejes (cuando se disponía de datos para ambos ejes).

Consideramos que estos criterios son bastante exigentes, pero se establecieron para asegurar la calidad de los resultados. No se tuvieron en cuanta los valores de la fotometría por ser conocido que los valores dados por Luyten para la magnitud V son en muchos casos aproximaciones con mucho error. De los 190 pares señalados en la primera fase, sólo 56 de los pares estudiados cumplieron todos los criterios. Además de estos 56 pares se incluyeron también otros 11 pares que, aunque fallaban en alguno, podían corresponder con pares buscados debido a distintas causas.

En la segunda fase se trató de completar los datos encontrados mediante los diferentes catálogos. De nuevo el trabajó se repartió entre los voluntarios, que cargaron y examinaron los datos de los diferentes catálogos con respecto a las imágenes disponibles en Aladin. De esta forma se pudieron completar datos de movimiento propio y magnitudes para la mayor parte de los pares.

Pares Encontrados

Los resultados correspondientes a los pares encontrados y que cumplen los 3 criterios reseñados más arriba pueden consultarse en la Tabla 1. Para cada identificador se incluyen dos filas: la primera (de fondo más oscuro) corresponde a los datos que se encuentran actualmente en el WDS, la segunda a los datos correspondientes a nuestro estudio. Hemos adoptado este formato para facilitar la comparación. Tanto la fecha como los datos de astrometría corresponden en ambos casos a las columnas con sufijo Last en el WDS, es decir las correspondientes a la última observación que son las que hemos corregido. Los datos de la Tabla 1 se completan con la Tabla 2 que indican el origen de los nuevos valores de movimiento propio y fotometría cuando éstos han variado con respecto a los actuales del WDS. En cada caso se incluye el identificador del objeto que ha servido para completar estos datos.

Casos particulares

Aparte de los 56 pares listados en las Tablas 1 y 2, incluimos aquí 10 pares que, aun sin cumplir los criterios establecidos para señalar un par como encontrado, merecen un comentario particular y se comentan a continuación caso por caso. En todas las tablas la primera línea corresponde al catálogo WDS, la segunda a los datos que hemos encontrado en nuestro estudio. Además tanto la fecha, el ángulo y la separación corresponden en el caso del catálogo WDS a la última medición (para cada caso particular, véanse las tablas de la página 16).

LDS 3433

Como se puede apreciar, excepto la separación, todos los valores encontrados para este par son muy similares a los de WDS, incluyendo las magnitudes de ambas componentes y el notable movimiento propio, que además es coincidente para ambas componentes. En la separación tenemos que el WDS registra el valor 155, mientras que en nuestro caso hemos encontrado 15,69. ¿Quizás el valor 155 es un error de transcripción para 15,5?

LDS 1148

Aunque no cumplen los criterios todos los datos: magnitudes, ángulo y la separación son parecidos. La mayor variación se produce en el movimiento propio, pero sin embargo los datos son comparables en magnitud, en ambos casos con un movimiento de la primaria en ascensión recta muy notable.

LDS 130

De nuevo todos los datos salvo la separación coinciden. En este caso además tenemos más indicaciones apoyando que el valor 9,3" incluido en el WDS es un error, ya que el par LDS 130 aparece en el catálogo "LDS Catalogue: Doubles with Common Proper Motion (Luyten 1940-87)" con valor 93" en lugar de 9,3.

LDS4417

En este caso se tiene un ángulo, separación y magnitudes casi idénticas, con un movimiento propio ligeramente diferente. Parece tratarse del par buscado.

LDS4181

De nuevo un caso con sólo un valor no coincidente, la separación. El resto: ángulo, magnitud de ambas componentes y movimiento propio es muy similar, por lo que parece muy probable que este sea el par buscado.

LDS6262=LDS5757

Este par sí cumple los criterios, pero los datos encontrados son casi exactamente los de LDS5757 (véase tabla adjunta de la página 16). En este caso se puede afirmar con certeza que LDS 6262 = LDS 5757 (véase imagen 2, pág. 21).

LDS2921

Ángulo, magnitudes y movimiento propio para ambas componentes muy similar, pero separación completamente diferente.

LDS1412

En este caso la astrometría es muy similar y sólo se tiene una diferencia apreciable en el movimiento propio. Pensamos que el par encontrado es en efecto LDS 1412.

LDS4885

De nuevo, similar astrometría pero diferente movimiento propio. Las magnitudes también difieren, pero es algo que sucede a menudo en el caso de los pares LDS. Creemos que puede tratarse del par buscado.

LDS6026

Separación muy similar y movimiento propio también, además similar para ambas componentes, pero el ángulo es completamente diferente. Caso dudoso.

Las fuentes de la fotometría y movimiento propio actualizado para estos pares pueden encontrarse en la Tabla 3.

Conclusiones

En este proyecto hemos determinado la posición exacta, astrometría y cuando ha sido posible el movimiento propio y fotometría de 56 pares de Luyten que anteriormente tenían coordenadas imprecisas. De estos 56, 12 pares están marcados como pares dudosos ("X") en el catálogo WDS. También hemos encontrado 10 casos dudosos, incluido algún par duplicado.

Aparte de los resultados científicos, este proyecto ha supuesto un buen ejemplo de gratificante trabajo en común, mostrando que los aficionados pueden realizar contribuciones significativas, en este caso mejorando los datos de algunas entradas del catálogo profesional Washington Double Star.

Agradecimientos

Gracias a W. I. Hartkopf, que aportó numerosas sugerencias y consejos. 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.* **(**

Bibliografia

- Allende Prieto, C; Dambert D.L.; 1999, "Fundamental parameters of nearby stars from the comparison with evolutionary calculations: masses, radii and effective temperatures". Astronomy and Astrophysics, **352**, p.555-562 (1999).
- 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

Casos particulares analizados

IDENTIFICADOR	FECHA	ANG	SEP	MAG.A	MAG.B	MOV. PROPIO A	MOV.PROPIO B	COORD. PRECISAS
02513-2226LDS3433	1960	72	155	15,3	17,7	+156+055		025121 -222700
02513-2226LDS3433	2000,09	72,8	15,69	15,44	17,17	+154+46,8	+151,7+38,4	025114,25 -222704,7
IDENTIFICADOR	FECHA	ANG	SEP	MAG.A	MAG.B	MOV. PROPIO A	MOV.PROPIO B	COORD. PRECISAS
03430+2515LDS1148	1965	329	52	16,4	17,4	+517-040		
03430+2515LDS1148	1999,842	318,7	60,36	15,6	17,2	+471-67		034256,18 +251552,8
	FEOU	4110	055					
	FECHA	ANG	SEP	MAG.A	MAG.B	MOV. PROPIO A	MOV.PROPIO B	COORD. PRECISAS
04450-7026LDS 130	1920	135	9,3	13,6	13,8	-111+142	07.0.474.4	
04450-7026LDS 130	1998,248	145	91,31	12,41	12,61	-125,8+143	-97,2+174,4	044451,41 -702641,1
IDENTIFICADOR	FECHA	ANG	SEP	MAG.A	MAG.B	MOV. PROPIO A	MOV.PROPIO B	COORD. PRECISAS
11342+4656LDS4117	1960	54	55	12,3	13,3	+132-080		113419 +465518
11342+4656LDS4117	1998,331	54,6	55,11	12,41	13,06	+90,8 -97	+92 -98	113403,31 +465518,7
IDENTIFICADOR	FECHA	ANG	SEP	MAG.A	MAG.B	MOV. PROPIO A	MOV.PROPIO B	COORD. PRECISAS
12076+1534LDS4181	1960	117	8,5	15,8	16,5	-097-035		120733 +153306
12076+1534LDS4181	1998,033	104,6	14,56	15,5	16,23	-96,3 -32,1	-98,3 -32	120736,78 +153303,1
	FECHA	ANC	SED	MACA	MAC P			
	1060	445	140	11.4	10 F	1991047		COORD. PRECISAS
12417+4103LD36262	2000 285	140	149	11.4	15.3	-101 2 +33 2	-100 0 +33 6	12/133 /8 ±/10518 7
12417+4103ED30202	2000,200	100,0	150,50	11,12	10,0	-191,2 +33,2	-133,3 +33,0	124133,40 +410310,7
12416+4105LDS5757	2000	150	150,4	11,12	15,60	-194+034	-195+029	124133,49+410518,8
IDENTIFICADOR	FECHA	ANG	SEP	MAG.A	MAG.B	MOV. PROPIO A	MOV.PROPIO B	COORD. PRECISAS
14038+5626LDS2921	1955	285	34	9,04	11,2	-061+042	-069+008	140345,20+562539,2
14038+5626LDS2921	1999,122	283,1	121,38	9,04	10,18	-062,3+040,3	-73,1+007,6	140345,22 +562539,2
IDENTIFICADOR	FECHA	ANG	SEP	MAG.A	MAG.B	MOV. PROPIO A	MOV.PROPIO B	COORD. PRECISAS
14166+5048LDS1412	1950	343	284	16,3	16,5	-375+041		
14166+5048LDS1412	2000,165	344	283,58	16,21	16,09	-287 +28	-251 +39	141646,41 +504244,2
	ГГОЦА	ANC	SED.	MACA	MACD			
		ANG	SEP	MAG.A	MAG.B		MOV.PROPIO'B	
21259+0007 LD34005	1900	294	140	13 17	13 /	-047-095	-30.2 -88.7	212557 51 ±600724
21203T0007 LD 34003	1999,110	204,0	147,11	13,17	13,4	-10,7 -100,2	00,2 -00,7	212007,01 +000717,0
IDENTIFICADOR	FECHA	ANG	SEP	MAG.A	MAG.B	MOV. PROPIO A	MOV.PROPIO B	COORD. PRECISAS
23204-2827LDS6026	1960	26	9	14,3	18,3	+145-027		232036 -282800
23204-2827LDS6026	2000,562	336	9,21	14,3	18,3	+137,1 -31,8	+142 -32	232030,00 -282758,1

TABLA 1: PARES ENCONTRADOS								
IDENT.	FECHA	ANG.	SEP.	MAG. A	MAG. B	MOV PROP. A	MOV PROP. B	COORD. PRECISAS
00121-4028LDS 2	1920	315	13	14,0	14,7	-096-089		
00121-4028LDS 2	1999,585	288,3	12,66	14,0	14,7	-95,1-116,4	-110-118	001201,56 -402841,4
01206+0641LDS3265	1960	291	11	17,2	18	+076-073		012039 +064206
01206+0641LDS3265	2000,731	290,9	11,21	16,26	17,09	+56-78	+54-84	012035,21 +064210,6
02018-0218LDS5182	1960	287	12	16,2	17,5	+064-082		020150 -021806
02018-0218LDS5182	1998,744	286,6	12,26	16,2	17,5	+59,3-83,2	+58-86	020147,05 -021806,6
02066-0706LDS5366	1960	342	23	15,5	18	+136+029		020644 -070742
02066-0706LDS5366	2000,803	342,7	23,23	14,04	16,94	+130 +30	+130+34	020637,37 -070741,3
02092-1750LDS3350	1960	254	55	15,8	16,7	+168+078		020925 -174954
02092-1750LDS3350	1998,591	254,3	55,23	15,8	16,7	+166+078,9	+164,7+76,3	020917,84 -174950,9
02145-1103LDS5373	1960	262	16	15,9	16,3	+096+010		021430 -110424
02145-1103LDS5373	1998,76	261,6	15,49	15,9	16,3	+096 +006	+96+6	021426,31 -110427,0
02263-6205LDS 75	1920	135	144	14,8	14,9	+146 -034		
02263-6205LDS 75	1999,872	145,4	144,39	14,8	14,9	+148,6-26,1	+150,6-31,8	022615,90 -620547,2
03419+3514LDS3522	1960	328	29	14,9	18	+105-083		034158 +351448
03419+3514LDS3522	1998,761	329,1	29	13,57	15,84	+86,8-90,4	+91,6-79,4	034153,54 +351447,1
03462+0645LDS3530	1960	161	13	14,48	15,31	+125+017		034625 +064424
03462+0645LDS3530	2000,902	160,7	13,2	13,92	14,86	+118,8+25,2	+120,3+13,8	034620,02 +064423,9
03595+1204LDS5463	1960	228	20	18,1	18,4	+096-036		035942 +120400
03595+1204LDS5463	2000,71	227,5	20,26	16,41	16,63	+86,4-34,9	+114-32	035937,53 +120404,4
04045+1830LDS5486	1960	260	8	15,0	17,9	+033-055		040429 +182912
04045+1830LDS5486	1997,827	256,3	7,21	14,09	16,86	+30-52	+26 -58	040424,26 +182901,5
05014-2810LDS5646	1960	216	261	15,6	18,2	+049-092		050124 -281218
05014-2810LDS5646	1998,99	217,2	262,11	15,6	18,2	+45,2-87,9	+25-102,9	050122,54 -281214,8
05368-6400LDS6190	1985	48	8	17,8	18,3	+209-201		
05368-6400LDS6190	1998,941	48,3	9,05	17,8	18,3	+215 -223	+221-229	053650,06 -635918,3
07503+0713LDS3765	1977	315	15,9	16,67	17,01	+220-1770		075025 +071136
07503+0713LDS3765	1999,861	315,9	16,38	16,67	17,01	+201-1790	+210-1780	075015,34 +071137,3
08551+1329LDS3832	1960	210	22	14,8	17,0	-095+009		085507 +132906
08551+1329LDS3832	1997,874	211,2	21,93	14,15	16,56	-75,5 2,6	-115,3 -17,3	085511,17 +132906,2
09188-0846LDS3872	1960	73	28	16,2	16,8	-062-132		091851 -084706
09188-0846LDS3872	1999,056	72,6	28,19	14,97	15,75	-76 -126	-72 -126	091853,91 -084703,5
09565-0154LDS3944	1960	163	14	14,9	18,3	-097-065		095623 -015442
09565-0154LDS3944	1999,073	164,3	14,04	14,9	18,3	-96 -86	-98 -84	095627,01 -015447,4
10396-0857LDS4007	1960	286	16	16,3	17,7	+083-085		103941 -085754
10396-0857LDS4007	1999,067	285,6	15,66	14,51	16,28	+72 -94	+78 -96	103937,83 -085755,7
11355-1946LDS4120	1960	183	16	16,8	17,7	-132-072		113524 -194654
11355-1946LDS4120	1998,374	184,2	16,15	16,8	17,7	-105,4 -48,5	-116 -52	113530,12 -194650,1
11596+1547LDS4163	1960	254	12	15,3	16,5	-165-067		115931 +154548
11596+1547LDS4163	1998,025	252,4	11,65	15,26	16,04	-172 -83	-172 -83	115938,40 +154548,2
12003+1532LDS4165	1960	352	22	15,3	15,8	-128+000		120018 +153142
12003+1532LDS4165	1998,033	351	22,54	15,06	15,53	-122 4 -118 6		120023,12 +153144,0
12185-3228LDS4200	1960	276	19	15,7	18,2	-135-118		121826 -322854
12185-3228LDS4200	1999,256	276,1	18,98	15,7	18,2	-110 -112	-102 -118	121831,83 -322850,5
12324+3051LDS3049	1960	120	18	14,9	15,4	-132-032		123226 +305024

		1	TABLA 1:	PARES EN	ICONTRA	DOS (CONT.)		
IDENT.	FECHA	ANG.	SEP.	MAG. A	MAG. B	MOV PROP. A	MOV PROP. B	COORD. PRECISAS
12324+3051LDS3049	1998,17	120,2	18,01	14,22	14,63	-109,2 -17,9	-98,5 -13,1	123230,88 +305029,6
12494+3212LDS4278	1960	202	95	15,1	17,2	-014-043		124926 +321300
12494+3212LDS4278	2000,282	212,4	95,71	15,52	16,67	-22,6 -49	-21,2 -42,7	124926,74 +321259,5
13011+0914LDS4306	1960	42	31	13,4	16,7	-111+095		130100 +091324
13011+0914LDS4306	2000,228	42,6	30,95	12,23	15,72	-137 +99	-137 +99	130105,87 +091325,9
13138-0430LDS4328	1960	211	20	14,7	16,3	-102-056		131339 -042924
13138-0430LDS4328	2000,348	211,8	20,08	14,7	16,3	-103,3 -61,3	-106,3 -52,3	131343,46 -042925,6
13190+3055LDS1381	1966	4	108	13,1	17	+026-107		
13190+3055LDS1381	1999,141	5,4	107,56	13,54	17,4	+14 -112,1	+22 -126	131854,08 +305535,3
13223-0706LDS4350	1960	122	28	16,6	17,8	-105-009		132211 -070700
13223-0706LDS4350	1999,138	122,9	28,15	15,6	16,86	-96-8	-92 -20	132215,78 -070658,4
13229-1047LDS4352	1960	6	15	15	15,2	-104-047		132245 -104736
13229-1047LDS4352	1999,138	6,8	15,21	14,21	14,29	-99,4 -64,4	-89,9 -45,8	132249,41 -104733,1
13254-1547LDS4359	1960	131	24	14	17,1	-069-062		132523 -154754
13254-1547LDS4359	1998,246	131	23,89	13,46	15,46	-94,7 -52,3	-96,7 -54,7	132526,59 -154756,7
14025-2040LDS4430	1960	108	9,5	16,7	17,8	-180-023		140226 -204012
14025-2040LDS4430	1998,38	110,7	9,58	16,7	17,8	-140 -18	-144 -14	140234,24 -204015,2
14075-1656LDS4434	1960	330	25	16,3	16,9	-144+000		140718 -165448
14075-1656LDS4434	1998,235	330,3	24,49	14,55	15,56	-145,8 -1,3	-144,3 -2	140724,28 -165454,0
14083-6151LDS 473	1920	225	31	15,8	16,3	-046-053		
14083-6151LDS 473	2000,14	197,7	29,5	13,3	14,14	-50 -34	-52 -36	140810,81 -615006,8
14488-6749LDS 502	1920	225	55	14,7	15,7	-093-075		
14488-6749LDS 502	2000,22	205	54,66	12,54	13,54	-77,9 -81,4	-63 -86,3	144856,94 -674902,2
15091-0551LDS4531	1960	152	23	13,6	17,6	-090-027		150856 -055118
15091-0551LDS4531	1999,19	146,9	23,42	12,9	16,47	-93,3 -34,5	-87,4 -9,2	150900,58 -055122,7
15284-7217LDS 530	1920	135	70	15,7	16	+130-007		
15284-7217LDS 530	2000,345	325,1	70,63	15,45	15,13	+101,6 -13,4	+83,3 -0,5	152840,95 -721914,8
15248-5649LDS 528	1920	135	60	13,7	14,5	-050-049		
15248-5649LDS 528	2001,121	104,2	61,25	12,07	12,81	-36,6 -59	-14,5 -83	152449,05 -564947,1
16002-6110LDS 545	1920	45	16	15,9	15,9	-040+030		
16002-6110LDS 545	2000,234	75	16,02	13,98	14,07	-48,6 +14,6	-40,4 +28,1	160014,57 -611019,1
16086-1711LDS4633	1960	40	6	14	18,3	-119-063		160836 -171030
16086-1711LDS4633	1998,295	36	4,9	14,0	18,3	-134 -48		160841,10 -171034,2
16185-3302LDS 554	1920	180	22	15,2	16,5	-047-065		
16185-3302LDS 554	1998,53	173,2	20,99	13,14	15,08	-58 -68	-52 -52	161834,93 -330054,1
16242+2245LDS4665	1960	49	11,5	14,2	17	-113-108		162400 +224442
16242+2245LDS4665	2000,277	48,7	11,43	13,6	16,12	-110 -117	-110 -117	162404,53 +224438,1
17421+1707LDS1001	1936	115	40	13,2	14,4	-044-042		
17421+1707LDS1001	1998,342	115,6	42,43	12,68	13,63	-46,7 -34,2	-29,9 -51,1	174140,29 +170757,0
17502+0853LDS4763	1960	245	18,5	14,8	16,5	-139-085		175005 +085324
17502+0853LDS4763	2000,319	246	19,17	13,67	15,2	-136 -102	-136 -102	175011,92 +085324,4
18539+1719LDS5868	1960	155	10	16	18,3	+043+131		185356 +171954
18539+1719LDS5868	1997,526	158,1	10,3	14,31	17,41	+32 +142	+38 +158	185353,53 +171952,7

		•	TABLA 1:	PARES EN		OOS (CONT.)		
IDENT.	FECHA	ANG.	SEP.	MAG. A	MAG. B	MOV PROP. A	MOV PROP. B	COORD. PRECISAS
19504-7742LDS 684	1920	315	25	14,8	15,6	-036-156		
19504-7742LDS 684	2000,802	357,3	24	14,8	15,6	-8,4 -146,9	-11,8 -150,7	195027,77 -774128,3
20174+1643LDS1039	1936	207	127	13,0	14,2	+008-049		
20174+1643LDS1039	1998,727	206,7	126,88	12,15	12,94	+18,6 -64	+8,9 -58,1	201713,01 +164241,0
20226+1510LDS4838	1960	26	19	15,6	18	-108-065		202234 +151054
20226+1510LDS4838	1999,83	24,7	19,39	15,6	18,0	-99,7 -62,6	-107,4 -68,4	202238,34 +151053,9
21116+0217LDS4868	1960	106	22	13,65	15,39	+172-021		211141 +021612
21116+0217LDS4868	2000,537	106,3	22,2	13,38	15,48	+173 -36	+173 -36	21132,22 +021611,4
22220+0229LDS5946	1960	352	15	16,3	16,9	+124+024		222200 +022930
22220+0229LDS5946	2000,543	351,2	15,81	15,26	15,68	+99,9 +22,2	+105,5 +23	222153,91 +022926,3
22454+0455LDS4993	1960	117	18	15,1	18,0	+104-018		224524 +045424
22454+0455LDS4993	2000,608	116,7	18,53	13,75	16,94	+97,7 -13,2	+98,2 -22,3	224519,63 +045422,9
23121+0029LDS6013	1960	106	259	13,2	17,4	-065-086		231208 +002648
23121+0029LDS6013	2000,649	105,5	256,58	13,2	17,4	-41,6 -104,3		231211,68 +002647,3
23123+3243LDS5058	1960	40	29	13,36	14,89	+147+030		231227 +324154
23123+3243LDS5058	1998,76	40,5	29,15	13,02	14,43	+150+ 32	+150 +32	231221,55 +324154,5
23153-2615LDS6018	1960	104	26	14,4	14,5	+115+042		231523 -261700
23153-2615LDS6018	1998,544	104,2	26,51	14,4	14,5	+104,8 +18,3	+111,7 +12,7	231517,54 -261700,0
23217+2945LDS5077	1960	55	16	13,9	17,1	+142+013		232143 +294430
23217+2945LDS5077	1998,749	53,2	16,53	13,3	16,25	+124 +14	+116 +16	232137,60 +294423,8
23560-1033LDS 828	1920	225	29	14,2	14,5	-062-103		
23560-1033LDS 828	1998,798	246,5	29,77	14,2	14,5	-36,7 -104,5	-46,5 -104,6	235607,70 -103252,8
23169-0514LDS 809	1920	45	130	13,8	15,8	+086-026		
23169-0514LDS 809	1998,73	18,2	130,15	14,19	14,36	+80,2 -47,1	+85 -52,3	231650,26 -051408,0

TABLA 2: ORIGEN DEL MOVIMIENTO Y FOTOMETRÍA DE LOS PARES DE LA TABLA 1										
IDENTIFICADOR	ORIGEN MOV.PROP.A	ORIGEN MOV.PROP.B	ORIGEN MAG.A	ORIGEN MAG.B						
00121-4028LDS 2	UCAC3-100-000459	NOMAD-0495-0001986								
01206+0641LDS3265	NOMAD-0967-0013429	NOMAD-0967-0013426	NOMAD-0967-0013429	NOMAD-0967-0013426						
02018-0218LDS5182	UCAC3-176-005654	NOMAD-0876-0033340								
02066-0706LDS5366	NOMAD-0828-0027201	NOMAD-0828-0027200	NOMAD-0828-0027201	NOMAD-0828-0027200						
02092-1750LDS3350	UCAC3-145-005281	UCAC3-145-005279								
02145-1103LDS5373	NOMAD-0789-0021673	NOMAD-0789-0021666								
02263-6205LDS 75	UCAC3-056-004714	UCAC3-056-004722								
03419+3514LDS3522	UCAC3-251-028790	UCAC3-251-028786	NOMAD-1252-0055695	NOMAD-1252-0055692						
03462+0645LDS3530	UCAC3-194-011922	UCAC3-194-011923	GSC2,3-NA2B005073	GSC2,3-NA2B005063						
03595+1204LDS5463	UCAC3-205-014020	NOMAD-1020-0037448	GSC2,3-NA10004382	GSC2,3-NA10004362						
04045+1830LDS5486	NOMAD-1084-0053248	NOMAD-1084-0053245	GSC2,3-N9Z9000075	GSC2,3-N9Z9002944						
05014-2810LDS5646	UCAC3-124-013666	UCAC3-124-013652								
05368-6400LDS6190	UCAC3-053-014150	UCAC3-053-014152								
07503+0713LDS3765	NOMAD-0971-0184066	NOMAD-0971-0184058								
08551+1329LDS3832	UCAC3-207-106326	UCAC3-207-106325	GSC2,3-N91W000217	GSC2,3-N91W005184						
09188-0846LDS3872	NOMAD-0812-0208424	NOMAD-0812-0208433	NOMAD-0812-0208424	NOMAD-0812-0208433						
09565-0154LDS3944	NOMAD-0880-0268058	NOMAD-0880-0268060								

TABLA 2	: ORIGEN DEL MOVIMIEN	TO Y FOTOMETRÍA DE LO	S PARES DE LA TABLA 1	(CONT.)
IDENTIFICADOR	ORIGEN MOV. PROP. A	ORIGEN MOV. PROP. B	ORIGEN MAG. A	ORIGEN MAG.B
10396-0857LDS4007	NOMAD-0810-0222906	NOMAD-0810-0222900	NOMAD-0810-0222906	NOMAD-0810-0222900
11355-1946LDS4120	NOMAD-0702-0250082	NOMAD-0702-0250081		
11596+1547LDS4163	UCAC3-212-114899	UCAC3-212-114898	GSC2,3-N6EC002562	GSC2,3-N6EC002558
12003+1532LDS4165	NOMAD-1055-0211675	NOMAD-1055-0211673	GSC2,3-N4UW000163	GSC2,3-N4UW000508
12185-3228LDS4200	NOMAD-0575-0370486	NOMAD-0575-0370481		
12324+3051LDS3049	UCAC3-242-107715	UCAC3-242-107720	GSC2,3-N5BQ000097	GSC2,3-N5BQ000099
12494+3212LDS4278	UCAC3-245-108086	UCAC3-245-108082	GSC2,3-N5AY011199	GSC2,3-N5AY011101
13011+0914LDS4306	UCAC3-199-129406	UCAC3-199-129408	GSC2,3-N5GU000091	GSC2,3-N5GU005033
13138-0430LDS4328	UCAC3-172-126779	UCAC3-172-126778		
13190+3055LDS1381	NOMAD-1209-0212744	NOMAD-1209-0212753	GSC2,3-N594000060	GSC2,3-N594005235
13223-0706LDS4350	NOMAD-0828-0332407	NOMAD-0828-0332410	NOMAD-0828-0332407	NOMAD-0828-0332410
13229-1047LDS4352	UCAC3-159-123365	UCAC3-159-123367	NOMAD-0792-0252973	NOMAD-0792-0252974
13254-1547LDS4359	UCAC3-149-145491	UCAC3-149-145494	NOMAD-0742-0284306	NOMAD-0741-0277564
14025-2040LDS4430	NOMAD-0693-0304104	NOMAD-0693-0304108		
14075-1656LDS4434	UCAC3-147-140386	UCAC3-147-140382	NOMAD-0730-0346474	NOMAD-0730-0346470
14083-6151LDS 473	NOMAD-0281-0579616	NOMAD-0281-0579590	NOMAD-0281-0579616	NOMAD-0281-0579590
14488-6749LDS 502	UCAC3-045-202422	UCAC3-045-202399	GSC2,3-S7W5000276	GSC2,3-S7W5012110
15091-0551LDS4531	UCAC3-169-138428	UCAC3-169-138430	NOMAD-0841-0276012	NOMAD-0841-0276016
15284-7217LDS 530	UCAC3-036-118430	UCAC3-036-118393	GSC2,3-S7TU006089	GSC2,3-S7TU007077
15248-5649LDS 528	UCAC3-067-295219	UCAC3-067-295244	NOMAD-0331-0613728	NOMAD-0331-0613949
16002-6110LDS 545	NOMAD-0288-0776875	NOMAD-0288-0776911	NOMAD-0288-0776875	NOMAD-0288-0776911
16086-1711LDS4633	UCAC3-146-164541			
16185-3302LDS 554	NOMAD-0569-0518340	NOMAD-0569-0518358	GSC2,3-S8SF000177	GSC2,3-S8SF011118
16242+2245LDS4665	UCAC3-226-121173	UCAC3-226-121174	GSC2,3-N3RH000386	GSC2,3-N3RH002248
17421+1707LDS1001	UCAC3-215-146854	UCAC3-215-146873	NOMAD-1071-0340874	NOMAD-1071-0340907
17502+0853LDS4763	UCAC3-198-161952	UCAC3-198-161945	GSC2,3-N3C2000328	GSC2,3-N3C2003883
18539+1719LDS5868	UCAC3-215-185666	NOMAD-1073-0430802	GSC2,3-N2D0051014	GSC2,3-N2D0051015
19504-7742LDS 684	UCAC3-025-062441	UCAC3-025-062439		
20174+1643LDS1039	UCAC3-214-271657	UCAC3-214-271581	GSC2,3-N2OP000627	GSC2,3-N2OP000651
20226+1510LDS4838	UCAC3-211-287408	UCAC3-211-287415		
21116+0217LDS4868	UCAC3-185-273448	UCAC3-185-273455	GSC2,3-N0EL000514	GSC2,3-N0EL004152
22220+0229LDS5946	UCAC3-185-283097	UCAC3-185-283095	GSC2,3-N0GF000081	GSC2,3-N0GF005438
22454+0455LDS4993	UCAC3-190-281815	UCAC3-190-281817	GSC2,3-N0NB000030	GSC2,3-N0NB004633
23121+0029LDS6013	UCAC3-181-282894			
23123+3243LDS5058	UCAC3-246-295835	UCAC3-246-295839	GSC2,3-N0DO000188	GSC2,3-N0DO000181
23153-2615LDS6018	UCAC3-128-497784	UCAC3-128-497789		
23217+2945LDS5077	NOMAD-1197-0619569	NOMAD-1197-0619575	GSC2,3-N0E2000105	GSC2,3-N0E2015402
23560-1033LDS 828	UCAC3-159-298581	UCAC3-159-298576		
23169-0514LDS 809	UCAC3-170-285075	UCAC3-170-285078	NOMAD-0847-0692878	NOMAD-0847-0692892

TABLA 3: ORIGEN DEL MOVIMIENTO PROPIO Y FOTOMETRÍA DE LOS PARES DUDOSOS									
IDENTIFICADOR	ORIGEN MOV. PROP. A	ORIGEN MOV. PROP. B	ORIGEN MAG. A	ORIGEN MAG. B					
02513-2226LDS3433	UCAC3-136-007081	UCAC3-136-007082	NOMAD-0675-0045751	NOMAD-0675-0045755					
03430+2515LDS1148	UCAC3-231-019687		GSC2,3-NCG8007148	GSC2,3-NCG8007291					
04450-7026LDS 130	UCAC3-040-009932	UCAC3-040-009949	GSC2,3-S1IV000183	GSC2,3-S1IV000192					
09428+7003LDS1698	UCAC3-321-042983	UCAC3-321-042993	GSC2,3-N7RR000312	GSC2,3-N7RR000309					
11342+4656LDS4117	NOMAD-1369-0242686	NOMAD-1369-0242696	GSC2,3-N93A000109	GSC2,3-N93A000106					
12076+1534LDS4181	UCAC3-212-115238	UCAC3-212-115240	GSC2,3-N4VV001233	GSC2,3-N4VV001230					
12417+4103LDS6262	NOMAD-1310-0234662	NOMAD-1310-0234672	GSC2,3-N5JV000010	GSC2,3-N5JV000012					
14038+5626LDS2921	UCAC3-293-116265	UCAC3-293-116256	GSC2,3-N48V000247	GSC2,3-N48V008952					
14166+5048LDS1412	UCAC3-282-116861	UCAC3-282-116854	GSC2,3-N5OA001047	GSC2,3-N5OA001757					
21259+6007LDS4885	UCAC3-301-148789	UCAC3-301-148681	GSC2,3-N1EG000523	GSC2,3-N1FC000614					
23204-2827LDS6026	UCAC3-124-600401	NOMAD-0615-1056305							



Figura 2. Composición de dos imágenes mostrando el movimiento de la doble LDS6262, la galaxia que la acompaña es NGC4618.

Un nuevo sistema binario en la Corona Boreal

A new binary system in CrB

🎐 por Ignacio Novalbos Cantador

O.A.N.L. (Barcelona, Spain) · ignacio.novalbos@yahoo.es

Durante el pasado mes de julio y mientras preparaba un pequeño artículo sobre mediciones de dobles en la Corona Boreal, apareció ante mis ojos lo que podría ser mi primer descubrimiento astronómico. Mientras realizaba la identificación, previa al estudio de los pares seleccionados sobre las placas digitalizadas del POSS (Palomar Observatory Sky Survey), fue cuando siguiendo con la rutina de trabajo habitual, realicé una comparación entre las imágenes tomadas en 1955,225 y 1998,322. Allí apareció destacando sobre el fondo, un par de débiles estrellas que parecian viajar juntas por el espacio... Y a juzgar por la magnitud del desplazamiento, bastante deprisa. ¿Había descubierto mi primera binaria?

During last July while preparing a short article on double star measurements in Corona Borealis, appeared before my eyes what could be my first astronomical discovery. While conducting the identification, on digitized plates from POSS (Palomar Observatory Sky Survey) It was when, following the usual work routine, I did a comparison between images taken at 1955.225 and 1998.322. There appeared on the bottom, a pair of faint stars that seemed to travel together through space... And judging by the magnitude of displacement rather quickly. Had I discovered my first binary star?

En primera instancia se efectúa una consulta, vía Web al catalogo WDS mantenido por el USNO

Descubrimiento

Según la metodología de trabajo habitual, para cada par estudiado y al objeto de detectar dentro del mismo campo nuevos pares con alto movi-

miento propio, se realiza una comparación entre las placas del POSSI-O (Época 1955,227) y POS-SII-J (Época

1988,369) que lo contienen. El par candidato es localizado mientras se realizaba un estudio astrométrico del sistema STT 304 (WDS

16009+3911), perteneciente a la Corona Boreal. El objeto se encuentra en los límites de Hércules a una distancia de 6,213' y con un AP de 100,2° en dirección SE partiendo desde STT 304. La componente principal al, para r dentro o movi-(United States Naval Observatory), para saber si en esa posición existe algún par catalogado. La consulta nos confirma que en esas coordenadas y sus alrededores más inmediatos no existe ningún par registrado. También comprobamos si esta pareja de estrellas aparece en

más inmediatos no existe ningún registrado. comprobamos si esta pareja de estrellas aparece en alguna de las listas de nuevas binarias descubiertas por R. Benavides o por Caballero R. (estas listas aún no han sido incluidas en el WDS), siendo también la respuesta negativa.

Después de la detección del elevado movimiento propio de las componentes, la confirmación de que el par no está catalogado es otro dato impor-

ien- *Figura 1.* Placa del POSSI-J en cuyo centro podemos identificar bajo tres peque-STT ñas galaxias al nuevo par. También vemos en el mismo campo y situado al Oeste al sistema STT 304.

está situada en coordenadas (J2000) A.R. 16h 01m 26,7s y Dec. +39° 09' 34,1" y justo al Sur de un bonito asterismo formado por tres pequeñas galaxias (Figura 2a, 2b y 2c). tante que nos lleva a creer que nos encontramos ante un nuevo par. En la composición de las imágenes RGB se aprecia enseguida su carácter doble ya que ambas componentes parecen moverse con



Figura 2a. Composición de colores con imágenes del POSSI y POSSII.



Figura 2b. Imagen en color del SDSS.



Figura 2c. Imagen ampliada del POSSI-E donde se aprecia el nuevo par.

respecto a las estrellas de fondo en la misma dirección y con un desplazamiento de similares magnitudes.

Datos obtenidos

En la pagina siguiente pueden observarse los datos extraídos de los principales catálogos.

Fotometría

Según los datos fotométricos del catálogo GSC-2.3, la magnitud V para la primaria es 13,08 y para la secundaria 18,47. De todas maneras y para hacernos una idea más aproximada de la exactitud de los datos ofrecidos por los diferentes catálogos, hemos derivado los valores para V haciendo uso de diferentes fórmulas de conversión fotométrica. Usando las magnitudes B y R del catálogo USNO-A2.0 y utilizando la fórmula de conversión (Salim & Gould, 2000):

$$V = Ru + 0.23 + [0.32 x (B - R) u]$$

obtenemos valores para la magnitud V casi idénticos a los que nos proporciona el GSC-2.3 (Tabla 7):

	В	R	V
Α	14,60	12,30	13,27
В	19,60	17,60	18,47

Tabla 7

Con las magnitudes BRI obtenidas del catalogo USNO-B1.0 y gracias a la hoja de cálculo preparada por Gene Chimahusky (2003), que hace uso de las fórmulas de transformación extraídas de diversos trabajos fotométricos provenientes de las universidades de Toronto y Arizona, se obtiene para las componentes un valor V de 13,81 \pm 0,26 para la A y 19,18 \pm 0,26 para la B (Tabla 8).

$\cdot 2MASS$

Identificador Comp. A: 16012667+3909346 Identificador Comp. B: 16012787+3909346 Magnitudes:

2MASS		н	К	(J – H)	(H – K)
А	10,568	9,927	9,749	0,64	0,18
В	14,318	13,700	13,491	0,62	0,21

Tabla 1

USN	n-A	2.0	

Identificador Comp. A: 1275-08811434 Identificador Comp. B: 1275-08811518 Época: 1955,227 Magnitudes:

USNO A2		R
А	14,6	12,3
В	19,6	17,6

Tabla 2

· USNO-B1.0

Identificador Comp. A: 1291-0256221 Identificador Comp. B: 1291-0256229 Época: 1976,300 Magnitudes:

Tabla 3

USNO B1	B1	R1	B2	R2	I (N)
А	14,79	12,36	14,50	12,69	11,41
В	20,25	17,63	20,20	17,83	15,68

Valores del movimiento propio para ambas fuentes en mas·año-1:

USNO B1	MP AR	ERROR ±	MP DEC	ERROR ±
А	12,0	2,0	-144,0	1,0
В	14,0	3,0	-148,0	3,0

Γał	าโล	4
 a	JIC	-

· GSC-2.3

Identificador Comp. A: N62P000456 Identificador Comp. B: N62P001668 Época: 1991,272 Magnitudes:

		Tabla 5		
GSC 2.3	V	F	J	Ν
А	13,08	12,42	14,52	11,50
В	18,47	17,69	20,08	15,84

\cdot SDSS

Identificador Comp. A: J160126.70+390934.1 Identificador Comp. B: J160127.90+390934.1 Época: 2002,350 Magnitudes:

Tabla 6

SDSS	u	g	r	i	Z
А	16,471	15,101	12,895	12,245	12,576
В	23,107	19,924	18,322	16,668	15,782

	В	V		R	l I	(B -	- V)	(V – I)
Α	14,60	13,81		12,64	11,34	0,	79	2,47
В	20,28	19,18		17,58	15,77	1,	10	3,41
				Tabla 8				
ι	J B	V	R	I.	(U – B)	(B – V)	(V – RC)	(VC – IC)
A 16	,19 16,0	03 13,96	15,19	15,98	0,16	2,14	1,23	2,02
B 22	,26 20,7	2 18,99	20,75	22,63	1,54	1,71	1,76	3,64

Tabla 9

También convertimos la fotometría digital del SDSS en fotometría estándar UBVRI, haciendo uso de las fórmulas de transformación propuestas por varios autores (Karaali, Bilir & Tuncel (2005), Smith, J. A. *et al.* (2002), Jester *et al.* (2005), Lupton (2005), John Tonry (1998)). Los resultados obtenidos de magnitudes y colores fotométricos se muestran en la Tabla 9.

Para nuestro trabajo, decidimos tomar como los valores más adecuados para la primaria, el valor fotométrico V deducido del USNO B-1.0, así como la fotometría JHK. Nos decantamos por esta opción dada la evidencia de una más que posible saturación para la fotometría de la primaria ofrecida por el SSDS, que debido a su profundidad, suele presentar saturación en los astros con magnitudes inferiores a la 14-15.

Para la secundaria tomamos como validos los derivados de la fotometría *ugriz* del SDSS ya que son los que *a priori* y salvo casos de evidente saturación de las fotometrías, más confianza nos aportan, al provenir de un catálogo fotométrico digitalizado. Los índices de color (B - V) y (V - I)obtenidos en base a esta fotometria también concuerdan con lo observado en las imágenes en color.

Tipos Espectrales

Haciendo uso de la distribución espectral de energías en bandas BVIJHK obtenemos los posibles espectros para cada una de las componentes. Para la componente principal se propone un espectro K9V; para la secundaria el espectro calculado seria M4,5V (Figuras 3 y 4).

Si utilizamos la fotometría V del USNO B-1.0 y la JHK del 2MASS, el espectro sugerido para la primaria es K9V aunque el punto que representa al flujo estelar para la banda "V", en el diagrama de distribución espectral de energías, queda algo desplazado de la curva que representaría al modelo teórico. Usando los colores (J - H) y (H - K), obtenemos un espectro K9V / MoV y si hacemos uso de las magnitudes JHK (Bessell & Brett) obte-



Figura 3. Diagrama distribución espectral VJHK para la componente A.



Figura 4. Diagrama distribución espectral BVIJHK para la componente B.

nemos un espectro MoV para la principal. Concluimos en que el tipo espectral para la primaria vendría determinado por la fotometría V derivada del USNO B-1.0 y la JHK del 2MASS calculando para los datos obtenidos un tipo espectral K9V.

Para la secundaria, la fotometría BVI derivada del SDSS y la JHK del 2MASS, nos sugieren un espectro M4,5V, aunque los puntos que representan a los flujos estelares en las bandas "I", "J" y "K" en el diagrama de distribución espectral de energías, quedan algo desplazados del modelo teórico.



Figura 5. Diagrama Color-Color que sitúa a las componentes en la zona de las enanas.

Usando los colores (J - H) y (H - K), obtenemos un espectro M0,5V y si hacemos uso de la fotometría JHK (Bessell & Brett) el tipo señalado es M0,5V. Los colores (B - V) = 1,71 y (V - I) = 3,64extraídos del SDSS, se corresponden con una enana de espectro M5V/ M5,5V. Concluimos en que el tipo espectral para la secundaria vendría dado por la fotometria BVI derivada del SDSS y la JHK del 2MASS calculando para los datos obtenidos un posible tipo espectral M4,5V.

Haciendo uso de la fotometría infrarroja JHK, situamos a las componentes en un diagrama color-color (J - H) vs (H - K), el cual nos coloca a la primaria justo en la línea que separa la secuencia de las enanas de la de las gigantes. Basándonos solamente en este dato, es difícil determinar con total seguridad su carácter de enana, aunque lle-



Figura 6. Reduced-Proper-Motion Diagrams. II. Luyten's White-Dwarf Catalog Por Eric M. Jones (AJ, 177, 245-250 -1972)



gamos a esa conclusión ya que resulta coherente tanto con el espectro obtenido como con el gran movimiento propio que presenta. En cuanto a la secundaria no hay duda de su carácter de enana (Figura 5).

Finalmente y dada la situación de las componentes en el diagrama de movimiento propio reducido (Jones, 1972). Podemos confirmar que estamos ante un par de enanas rojas situadas hacia el final de la secuencia principal, deduciéndose además de los datos fotométricos una secundaria con menor temperatura y masa que la primaria y que se sitúa claramente en la zona correspondiente a las enanas rojas frías (Figura 6).

Dada la fiabilidad de los datos obtenidos para la secundaria, basándonos en el SDSS, representamos el diagrama de movimiento propio reducido con el color (V - I) (Nelson, 2003) observando que la componente más débil se sitúa en la zona azul correspondiente a las enanas rojas. Aunque este dato por sí solo, no puede ser considerado una prueba concluyente, podríamos estar ante una estrella enana roja joven (Figura 7).

Magnitud Absoluta

Para obtener la magnitud absoluta visual podemos hacer uso de diferentes métodos. En el caso que nos ocupa se ha estimado la Magnitud Visual absoluta para cada una de las componentes haciendo uso de las tablas que relacionan la Mv para la secuencia de las enanas según la clase es-



pectral a la que pertenecen. Para los espectros K9V y M4,5V las magnitudes absolutas que corresponden son 9,00 para la primaria y 14,13 para la débil secundaria.

Si hacemos uso de las referencias *AJ*, *99*, *3 (1990) del PMS (Proper-Motion Survey-I)*, y la *AJ*, *96*,6 *(1988) (Spectrophotometry New CPMP)* para los espectros calculados, la coincidencia con las Mv obtenidas por el método anterior es casi completa (Tabla 10).

Con los colores (V - J), (V - H), (V - K) y haciendo uso de la referencia 1997, AJ...114...388N (The Solar Neighborhood: IV. Discovery of the Twentieth Nearest Star System) las Mv que se obtienen son 10,0 y 13,5.

Para nuestro par, tomamos como válidas las obtenidas en base a las tablas que relacionan Magnitudes, Colores fotométricos y Magnitudes absolutas ya que son las que mejor cuadran con los tipos espectrales determinados en este estudio.

Distancia y módulos de distancia

Si conocemos la magnitud absoluta visual y la magnitud V podemos calcular la distancia en parsecs para cada una de las componentes gracias a la siguiente expresión donde d determina el valor de la distancia.

$$V - Mv = 5 \log d - 5$$

Para el par estudiado obtenemos una distancia de

M0,0V	9,1	Common-Proper-Motion Systems in ESO Areas 439 and 440, AJ, 99, 3 (1990)
M4,3V	13,5	Common-Proper-Motion Systems in ESO Areas 439 and 440, AJ, 99, 3 (1990)
M5V	14,8	Spectrophotometry of the new CPMP ESO 440-55A/55B, AJ, 96,6 (1988)

Tabla 10

91,6 parsecs para la principal y 93,8 parsecs para la secundaria. Teniendo en cuenta el margen de error razonable en la estimación de las magnitudes absolutas, y que diversos trabajos profesionales consideran del 18%, podemos concluir en que ambas se encuentran a una distancia similar de nosotros.

La concordancia entre los módulos de distancia (V - Mv) de la principal (4,81) y de la secundaria (4,86) señalan una alta probabilidad de que las dos componentes del par se encuentren a la misma distancia lo cual es una prueba mas de relación física entre las componentes del par.

Astrometría relativa

Con el fin de obtener la astrometría relativa del sistema, se midieron imágenes de varios surveys, obtenidas de la base de datos del CDS. Haciendo uso de la herramienta *Image Probe* integrada en el software *fv versión 4.2.6* se calcularon los centroides para las componentes (Masa, 2005). Con las posiciones obtenidas para AR y Dec y mediante la transformación de las mismas a coordenadas polares se obtuvieron los valores para las diferentes fechas de observación de theta y rho (Tabla 11).

SURVEY	ÉPOCA	THETA	RHO
DSSI E	1955,225	90,60	13,810
DSSII J	1988,369	90,60	13,780
DSSII F	1991,270	90,50	13,780
2MASS	1998,322	90,60	13,660

Tabla 11

Si estudiamos la variación de los valores de Rho para las diferentes épocas, advertimos que la distancia entre las componentes del sistema se ha reducido a razón de unos 3,4 mas/año. Sin embargo en el Ángulo de Posición no se observan cambios aparentes, permaneciendo prácticamente fijo desde 1955,225.

Movimientos propios y Movimiento propio relativo del sistema

Según los datos aportados sobre los movimientos propios por el USNO-B1.0 y utilizando fórmulas de trigonometría básica, obtenemos que el movimiento propio total en "/año para cada una de las componentes (Tabla 12).

La similitud entre los valores obtenidos para el movimiento propio total de cada una de las componentes, hacen pensar que ambas se mueven a igual velocidad y semejante dirección. Por lo cual, con casi total certeza, forman un par de movimiento propio común. Otra clara señal de una más que posible relación física.

En la Figura 8 se muestra una secuencia donde se aprecian los movimientos propios del sistema. Si tomamos como referencia el triángulo de galaxias situado más al Norte, podemos observar el progresivo distanciamiento del par en dirección Sur-Oeste.

Una vez obtenidos los movimientos propios para cada una de las componentes, podemos calcular el movimiento propio relativo del sistema que nos señala el movimiento propio relativo anual de la componente "B" con respecto a la "A". Este valor nos da también una idea de la velocidad orbital relativa del sistema cuando existe relación física entre las componentes.

El movimiento propio relativo es la diferencia entre los movimientos propios de cada una de las componentes y su valor se calcula a través de las astrometrías relativas (Theta y Rho) obtenidas para las diferentes épocas y que en nuestro caso cubren una línea temporal de 43,10 años.

En la Tabla 13 se muestran los movimientos propios relativos anuales en AR y Dec así como el movimiento relativo total del sistema expresados en "/año. Observamos que el movimiento relativo total es pequeño lo cual nos indica que las dos estrellas se mueven juntas por el espacio.

Naturaleza del sistema

Con el objeto de valorar la probabilidad de que un sistema sea físico u óptico, los profesionales utilizan varios criterios de caracterización de los cuales también podemos hacer uso los aficionados. Estos criterios de valoración se basan en el uso y comparación de datos fotométricos, astrométricos, cinemáticos y espectroscópicos.

Haciendo uso de los datos obtenidos para este sistema, se obtienen los siguientes resultados: según el criterio hiperbólico de Van de Kamp (1961) nos encontramos ante un par físico. Según el criterio basado en la paralaje dinámica y propuesto por Jean Dommanget (1955) el par sería óptico. Con una distancia media de 93 parsecs, una velocidad tangencial relativa de 1,83 Km/s y una velocidad orbital máxima de 0,63 Km/s, el criterio de D. Sinachopoulos (1992) señala al par como óptico aunque rozando el valor límite para ser considerado como físico. Haciendo uso del criterio de Halbwachs (1986), modificado por Rica (2004), nos encontramos ante un par de movimiento propio común y que seguramente es físico, al resultar de los cálculos una probabilidad de relación física del 79%.

A tenor de los resultados obtenidos, podríamos asegurar no solamente que estamos ante un par de origen común con relación física entre sus componentes, sino que además podrían orbitar la

	MP AR	error ±	MP DEC	error ±	MP total
А	0,012	0,002	-0,144	0,003	0,144
В	0,014	0,001	-0,148	0,003	0,149
		Tabla	a 12		

MP rel. AR	error ±	MP rel. DEC	error ±	MP rel. TOTAL
0,002	0,001	-0,004	0,002	0,005

Tabla 13



Figura 8

una alrededor de la otra.

Conclusiones

Se presenta en este trabajo el descubrimiento de un nuevo sistema binario (Figura 9). El par está formado por dos débiles estrellas con magnitudes V 13,81 y 18,99 que se encuentran claramente situadas al final de la secuencia principal, en la zona de las enanas rojas. Las componentes presentan espectros K9V y M4,5V, los cuales se han deducido mediante espectrofotometría.

Para confirmar su ubicación al final de la secuencia principal, se ha hecho uso de los diagramas de movimiento propio reducido (B - V) (Eric M. Jones (AJ, 177, 245-250), 1972) y (V - I) (C.A. Nelson et al. 2003).

Las dos componentes parecen compartir movimiento propio y según nuestras investigaciones, la posibilidad de que se encuentren a la misma distancia es cercana al 100%.

Los datos obtenidos en nuestro estudio, como resultado de aplicar los criterios de caracterización profesionales de Van de Kamp, Dommanget y Sinachopoulos -todos ellos basados en la mecánica celeste- indican que estamos ante un par que casi con total seguridad es físico y cuyas componentes podrían orbitar la una alrededor de la otra. Se reportan las astrometrías relativas del par, que nos muestran para el periodo estudiado de 43,10 años, un ligero acercamiento entre las componentes, así como una variación con valor o^o para el ángulo de posición.

Aunque la debilidad de las componentes requiera del uso de una cámara CCD dotada de una acusada sensibilidad y mínimo ruido, seria conveniente actualizar las medidas de Theta y Rho utilizando técnicas más precisas.



Figura 9. El nuevo sistema en una imagen ampliada de SDSS.

Agradecimientos

En primer lugar quisiera dedicar este trabajo a Emmy y Andrea. Las dos mujeres de mi vida, a las cuales debo agradecer, una paciencia infinita y un apoyo incondicional para cualquier proyecto que emprendo.

A Francisco M. Rica Romero (Coordinador de la Sección de Estrellas Dobles de la LIADA) por su inestimable ayuda, así como por sus sugerencias y valiosos comentarios durante la elaboración de este estudio.

Quisiera agradecer también a Edgardo Rubén Masa Martín (Coordinador de Syrma-MED, Sección de Estrellas Dobles de la Sociedad Astronómica Syrma) la gran ayuda que, sin él saberlo, me han prestado sus estupendos trabajos.

Asimismo, quisiera dar las gracias a Rafael Benavides (Agrupación Astronómica de Córdoba) y Rafael Caballero (Asociación Astronómica Hubble) por la inestimable ayuda que como siempre me han ofrecido, facilitándome muy amablemente sus listados de descubrimientos.

Como siempre, quisiera agradecer el apoyo, enseñanzas y compañerismo que cada día me muestran todos los amigos del foro de dobles de la Asociación Astronómica Hubble.

Mi más sincero agradecimiento a todas las personas, organismos e instituciones que mantienen y actualizan los catálogos y herramientas que a continuación se relacionan:

- Washington Double Star Catalog (WDS), USNO-B1.0 y UCAC2, Observatorio Naval de los Estados Unidos.

- SIMBAD, CDS, Estrasburgo, Francia.

- Digitized Sky Survey (DSS), Space Telescope Science Institute under U.S. Government.
- **Imágenes:** Telescope Palomar Mountain y el UK Schmidt Telescope.
- SuperCOSMOS Sky Surveys (SSS).
- Sloan Digital Sky Survey (SDSS).
- Two Micron All Sky Survey.

- Para este estudio se hizo uso del software Aladin.

- Este trabajo usó el software fv 4.2, (HEARSAC).

- Para este trabajo se hizo uso de la hoja de cálculo creada por Gene Chimahusky, 2003 y que se basa en las

fórmulas de transformación extraídas de los siguientes estudios:

Astronomical Magnitude Systems:

(http://www.astro.utoronto.ca/~patton/astro/ mags.html)

Stellar Properties and How We Measure Them: (http://ircamera.as.arizona.edu/ astr_250/Lectures/Lec13_sml.htm) @ Abt, H. A., 1988, *Maximum Separations Among Cataloged Binaries*, Astron.J., 331, 922-931.

- Lang, K. R., *Astrophysical Data: Planets and Stars*, Springer-Verlag, New York 1992
- Berriman, G. *et al.*, 1992, *Effective temperatures of M dwarfs*, Astrophysical Journal, Part 2 – Letters (ISSN 0004-637X), vol. 392, no. 1, June 10, 1992, p. L31-L33.
- Bonnarel F., Fernique P., Bienayme O., Egret D., Genova F., Louys M., Ochsenbein F., Wenger M., Bartlett J.G., *The ALADIN interactive sky atlas. A reference tool for identification of astronomical sources.*, Astron. Astrophys., Suppl. Ser., 143, 33-40 (2000) – April(I) 2000.
- Brett, J. M.; Plez, B., 1993, Model Atmospheres and the T/eff Scale for M Dwarfs, ASTRON. SOC. OF AUSTRALIA PRO-CEEDINGS V.10:3, P.250.
- Brett, J. M., 1995, *Opacity sampling model photospheres for M dwarfs. I. Computations, sensitivities and comparisons,* Astronomy and Astrophysics, v.295, p.736.
- Bessel, M. S. and Brett, J. M., 1988, JHKLM Photometry: Standard Systems, Passbands and Intrinsic Colors, PASP, 100, 1134-1151.
- Bilir, S.; Karaali, S.; Tuncel, S., 2005, *Absolute* magnitudes for late-type dwarf stars for Sloan photometry, Astronomische Nachrichten, Vol.326, Issue 5, p.321-331.
- Caussade, A., 2004, *Cálculo del diámetro de una e s t r e l l a , h t t p : / /* www.armandocaussade.com/astronomy/ diameter.html, software Diameter, © Armando Caussade.
- Couteau, P., 1960, *Contribution a l'étude du dénombrement des étoiles doubles visuelles*, Journal des observateurs, volume 43, no 3, p. 52.

Cutri, R. N. et al., Explanatory to the 2 MASS

Second Incremental Data Release.

http:// www.ipac.caltech.edu/2mass/ releases/second/index.html

- Delfosse, X.; Forveille, T.; Segransan, D.; Beuzit, J.-L.; Udry, S.; Perrier, C.; Mayor, M., 2000, Accurate masses of very low mass stars. IV. Improved mass-luminosity relations, Astronomy and Astrophysics, v.364, p.217-224.
- Dommanget, J., 1955, *Critère de non-périodicité du mouvement relatif d'un couple stellaire visuel*, Bulletin Astronomique, Paris, tome 20, fascicule 7, p,I ; Communication de l'Oservatoire Royal de Belgique, no 91.
- Dommanget, J., 1958, Les associations stellaires optiques parmi les étoiles doubles visuelles, Ciel et Terre, Vol. 74, p. 443.

Eric, M. J., 1972, *Reduced Proper Motion Dia*grams, Astron. J., 173, 671-676. Gerald, E. K. And Roach, F. E., 1988, *The Distribution of (B-V) in Two Star Catalogs*, PASP, 100, 90-96.

- Habets, G. M. H. J.; Heintze, J. R. W., 1981, Empirical bolometric corrections for the main-sequence, Astronomy and Astrophysics Supplement Series, vol. 46, Nov. 1981, p. 193-237.
- Halbwachs, J. L., 1986, *Common proper motion stars in the AGK 3*, Astronomy and Astrophysics Supplement Series (ISSN 0365-0138), vol. 66, no. 2, Nov. 1986, p. 131-148.
- Hall, A., 1892, *Notes on double stars (I) and (II)*, Astron. J., 12.
- Henry, Todd J.; Kirkpatrick, J. Davy; Simons, Douglas A., 1994, The solar @eighbourhood, 1: Standard spectral types (K5-M8) for northern dwarfs within eight parsecs, The Astronomical Journal, vol. 108, no. 4, p. 1437-1444.
- Houdashelt, M. L.; Bell, R. A.; Sweigart, A. V., 2000, Improved Color-Temperature Relations and Bolometric Corrections for Cool Stars, The Astronomical Journal, Volume 119, Issue 3, pp. 1448-1469.
- Jester, S. *et al*, 2005, AJ, 130, 873J.
- Jones, H. A. *et al.*, 1994, *An infrared spectral sequence for M dwarfs*, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society,vol. 267, no. 2, p. 413-4.
- Karaali, S.; Bilir, S.; Tuncel, S., 2005, New Colour Transformations for the Sloan Photometry, and Revised MetallicityCalibration and Equations for Photometric Parallax Estimation, Publications of the Astronomical Society of Australia,Volume 22, Issue 1, pp. 24-28.
- Kirkpatrick, J. D., 1991, *A standard stellar spectral sequence in the red/near-infrared – Classes K5 to M9*, Astrophysical Journal Supplement Series (ISSN 0067-0049), vol. 77, Nov. 1991, p. 417-440.
- Leggett, S. K.; Allard, F.; Geballe, T. R.; Hauschildt, P. H.; Schweitzer, Andreas, 2001, *Infrared Spectra and Spectral Energy Distributions of Late M and L Dwarfs*, The Astrophysical Journal, Volume 548, Issue 2, pp. 908-918.

Lupton, R., 2005, *Transformations between* SDSS magnitudes and UBVRcIc,

http://www.sdss.org/dr4/algorithms/ sdssUBVRITransform.html#Lupton2005

Martin, V. Z., *Handbook of Space Astronomy and Astrophysics*, Ed. Cambridge University Press, http://ads.harvard.edu/books/ hsaa/

Masa, E. R., 2007, SDSS J001708.1-102649.5 y S D S S J 0 0 1 7 0 7 . 9 9 -102647.3:Serendipitous Discovery of a New Binary System Candidate, JDSO, Vol. 3, nº 1, p. 34-48.

Masa, E. R., 2005, LDS 968 AB-C: The Distant

- *Companion of HU 575*, JDSO, Vol. 1 no 2, 50.
- Nelson, C. A. et al., 2002, A Proper Motion Survey for White Dwarfs with the Wide Field Planetary Camera 2, Ap. J., 573, 644
- Popper, D. M., 1980, Stellar Masses, Ann. Rev.
- Astron. Astrophys., 18:115-64.
- Reid, I. Neill; Gizis, John E.; Kirkpatrick, J. Davy; Koerner, D. W., 2001, A Search for L Dwarf Binary Systems, The Astronomical Journal, Volume 121, Issue 1, pp. 489-502.
- Rica, F. M., 2004, Circular Sección de Estrellas Dobles LIADA, 6 (En español), 23-26.
- Rica, F. M., 2004, Circular Sección de Estrellas Dobles LIADA, 7, 32-34.
- Rica, F. M., 2005, Circular Sección de Estrellas Dobles LIADA, 2 (En inglés), 11-12.
- Salim, S., Gould, A., 2000, ApJ, 539, 241.
- Salim, S., Gould, A., 2002, Classifying Luyten Stars using an Optical-Infrared Reduced Proper Motion Diagram, Ap. J., 575, 83
- Sinachopoulos, D.; Mouzourakis, P., 1992, Searching for Optical Visual Double Stars, Complementary Approaches to Double and Multiple Star Research, ASP Conference Series, Vol. 32, IAU Colloquium 135, 1992, H.A. McAlister and W.I. Hartkopf, Eds., p. 252.
- Smith, J.A. et al., 2002, "The ugriz Standard Star System", AJ.123.2121.
- Tinney, C. G.; Mould, J. R.; Reid, I. N., 1993, *The faintest stars* – *Infrared photometry*, *spectra, and bolometric magnitude*, Astronomical Journal (ISSN 0004-6256), vol. 105, no. 3, p. 1045-1059.
- Tonry, J., 1998, PASP.
- Tsuji et al., 1996, Dust formation in stellar photospheres: a case of very low mass stars and a possible resolution on the effective temperature scale of M dwarfs, Astronomy and Astrophysics, v.305, p.L1.
- Veeder, G. J., 1974, *Luminosities and temperatures of M dwarf stars from infrared photometry*, Astronomical Journal, vol. 79, p. 1056-1072.
- Wenger, M., Ochsenbein, F., Egret, D. et al., SIM-BAD astronomical database, http:// simbad.u-strasbg.fr/



Técnicas de observación. Imágenes Speckle.

Observational Tecniques. Speckle Imaging.

🦻 por Francisco M. Rica Romero

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

El futuro de los observadores amateurs de estrellas dobles visuales está en las técnicas que permiten congelar parcial o totalmente el seeing o turbulencia atmosférica. La técnica "lucky imaging" y la "imagen speckle" se basan en la obtención de gran cantidad de imágenes digitales con tiempos de exposición pequeños y la posterior utilización sólo de aquellas que presentan menor turbulencia atmosférica. En este trabajo descbribiremos estas técnicas, mencionaremos algunos programas informáticos para realizarlas y mostraremos un resultado preliminar.

La técnica de observación por imágenes speckle (también conocida como video astronomía) describe un rango de técnicas de imágenes astronómicas de alta resolución basadas o bien en el método *shift-and-add* (desplaza-y-suma ó "apilado de imágenes") o en el método de *interferometría Speckle*. Estas técnicas pueden aumentar drásticamente la resolución de los telescopios usados desde la superficie de nuestro planeta.

El principio de todas las técnicas es tomar muchas imágenes de un objeto astronómico con muy cortos tiempos de exposición, reduciendo de forma importante o incluso eliminando los efectos del seeing astronómico. El uso de estas técnicas conduce a un número importante de descubrimientos, entre otros, de miles de binarias que de otra forma aparecerían como simples estrellas para un observador visual empleando telescopios de similares aberturas.

En teoría el límite de resolución del telescopio es una función del tamaño del espejo principal debido al efecto de la difracción. Esto hace que la imagen de una estrella distante aparezca dispersa en una mancha pequeña conocida como el disco de Airy. Un par de estrellas con una separación angular inferior a ese límite aparecerá como una estrella simple, de tal forma que los telescopios más grandes no sólo podrán observar objetos más débiles sino que también tendrán una resolución mayor y serán capaces de separar pares de estrellas más cerradas.

Este razonamiento se viene abajo debido a los límites prácticos impuestos por la atmósfera, cuya naturaleza aleatoria rompe el disco de Airy en patrones de manchas (en inglés "speckle") de similar tamaño cubriendo una zona mucho mayor que el mismo disco de Airy (Figura 1). Desde hace The future of amateur double star observers is in the observational tecnique that freeze total o partialy the atmosferic turbulence. The "lucky imaging" and "speckle imaging" tecniques are based in taking many digital images of very short exposition time and the use of only those images with good quality. In this work I will comment this tecniques, same software to perform it and same premilinary results.

casi 200 años, expertos profesionales observadores de dobles han empleado telescopios en buenos emplazamientos y aprovechando esos pequeños instantes de tiempo en los que la atmósfera estaba casi en calma, conseguían separar y medir dobles, casi hasta el límite teórico de resolución, empleando micrómetros. Este nivel de resolución era impensable para la fotografía astronómica o las actuales técnicas de imágenes digitales, ya que unos pocos segundos de tiempo de exposición origina que los objetos puntuales se vean bien afectados por la turbulencia atmosférica.







Durante muchos años la resolución práctica de los telescopios estuvo restringida por la atmósfera, hasta que con la introducción de la interferometría *speckle* y la óptica adaptativa se abrieron nuevos caminos para eliminar o reducir en gran medida esta limitación.

La clave de esta técnica está en obtener muchas imágenes de tiempo de exposición muy corto para "congelar" el efecto del seeing en cada imagen. En imágenes infrarrojas, los tiempos de exposición son del orden de 0,1 segundos (bien al alcance de las webcam comerciales y otro tipo de dispositivos digitales). Pero en la región visible, donde la atmósfera cambia más rápidamente, es necesario tomar imágenes de 0,01 segundos de exposición aproximadamente. Si tenemos en cuenta que muchos dispositivos digitales de captura de imágenes son sensibles al rojo, entonces un tiempo de exposición adecuado podría ser unos 0,05 segundos más o menos, o sea una frecuencia de imagen de 20-25 frames por segundo (fps, o también expresado en Hz). De nuevo las webcam amateurs son adecuadas.

Pero este tipo de observación tiene un inconveniente. La toma de imágenes de exposición muy corta limita la magnitud observable y sólo podremos observar objetos más o menos brillantes (magnitud límite 9 usando un telescopio de 200 mm de diámetro con una webcam amateur típica sin modificar).

Tipos de observación de imágenes Speckle

— *Técnicas basadas en el método shiftand-add ("desplaza y suma"):* En esta técnica las imágenes de exposición corta son alineadas por el *speckle* más brillante y promediadas para dar una única imagen de salida. Actualmente existen varios paquetes de software que permiten la aplicación de estas técnicas: IRAF, RegiStax, Iris, Reduc, etc.

- Técnica Lucky Imaging (imagen afortunallamado también **lucky** da) exposition (exposición afortunada): es una variante de la técnica anterior. La principal diferencia está en que no se utilizan todas las imágenes obtenidas sino que se seleccionan solamente las mejores (frecuentemente el 10 %), es decir, las menos afectadas por la turbulencia. Seleccionando sólo el 1 % o menos de las imágenes tomadas es posible mediante esta técnica alcanzar el límite de difracción de incluso un telescopio de 2,5 metros de apertura mejorando la resolución hasta en un factor de 5 sobre sistemas de imágenes estándar. La técnica *Lucky Imaging* fue usada por primera vez a mediados del siglo XX y llegó a ser popular entre los observadores de cometas en las décadas de 1950 y 1960 (usando cámaras de cine o intensificadores de imágen). Hoy en día los amateurs realizan técnicas "shift-and-add" y "Lucky Imaging" cuando observan planetas a través de sus webcams.



Figura 3. La imagen de la izquierda fue obtenida usando Registax y seleccionado los mejores frames. La imagen de la derecha utilizó las 1.054 imágenes mediante un software alemán que analiza las imágenes por interferometría speckle. El resultado por técnicas speckle es impresionante y nos indica que este par, separado por 1,3", es fácilmente medible. En la imagen speckle calculé un FWHM (indicador del seeing) de 0,65" x 0,54" y por tanto es posible medir pares de hasta 0,5-0,6 segundos de arco, eso sí, con la focal adecuada.

En 2007, astrónomos del California Institute of Technology (Caltech) y de la Universidad de Cambridge anunciaron el primer resultado de un nuevo sistema híbrido usando técnicas Lucky Imaging y óptica adaptativa (AO). La nueva cámara procuró los primeros resultados limitados por difracción sobre un telescopio de 5 metros. La resolución conseguida era dos veces mejor que la alcanzada por el telescopio Hubble. En este sistema, la técnica Lucky Imaging selecciona los intervalos de tiempo en los que la turbulencia es reducida. Posteriormente el sistema de óptica adaptativa utiliza esos periodos de tiempo para dar imágenes de excelente resolución incluso para imágenes en el visible. El sistema Lucky Imaging suma las imágenes tomadas durante esos intervalos de tiempo excelentes para producir imágenes finales con una mayor resolución que la que se obtendría con una cámara AO convencional de larga exposición.

Sin embargo, esta técnica tiene un par de limitaciones. Sólo puede usarse para observar objetos relativamente pequeños angularmente (hasta 10 segundos de arco en diámetro). También requiere una brillante estrella guía en el campo de visión. Esta limitación no afecta al telescopio Hubble, el cual es capaz de obtener imágenes de campo ancho y de alta resolución.

— Técnicas basadas en interferometría speckle: En 1970 el astrónomo francés Antoine Labeyrie mostró que se podía obtener información sobre la estructura de alta resolución a partir de los patrones *speckle* del objeto usando un análisis de Fourier (interferometría *speckle*). También es posible utilizar máscaras de apertura (*speckle masking*) que se colocan en el telescopio bloqueando la luz parcialmente y dejando que ésta pase a través de algunos agujeros que posee la máscara. Esto tiene un efecto similar a un interferómetro óptico dando poderes de resolución limitados por la difracción.

— Técnicas interferométricas con múltiples telescopios. Enormes posibilidades se abren cuando se usan varios telescopios separados por una gran distancia actuando como uno sólo. Estos telescopios en cadena simulan el diámetro de un telescopio mucho mayor obteniendo precisiones de milisegundos de arco en el visible e infrarrojo.

Interferometría Speckle por aficionados

Hasta hace bien poco esta técnica de observación estaba limitada sólo a los profesionales. La gran cantidad de imágenes por segundo necesarias para implementarla suponía un problema técnico que hoy en día no existe. Actualmente existen cámaras digitales baratas, como las DMK, que permiten obtener imágenes con tiempos de exposición de una milésima de segundo y con una sensibilidad suficiente. Un ejemplo de que hoy en día el seeing atmosférico no es un problema para observar dobles es el trabajo que realizamos por casualidad desde el Observatorio Astronómico de Cantabria.

El 19 de Julio de 2008 obtuvimos desde Cantabria, 1.054 imágenes de la binaria STF2744. El tiempo de exposición de cada imagen fue de 26 milisegundos y la idea era utilizar la técnica de *Lucky Imaging* para ver si éramos capaces de desdoblarla y medirla. El telescopio usado es un LX200R de 0,4 metros de diámetro a f/10 (longitud focal de 4.117 mm). Las imágenes CCD se tomaron usando una cámara DMK 41AU02.AS, con chip ICX205AL de Sony compuesto por 1280x960 píxeles cuadrados de 4,65 micras. Está cámara permite tiempos de exposición desde 1/10000 segundos hasta 60 minutos a una velocidad máxima de 15 fps. A foco primario sobre el telescopio de 0,4 metros, da un campo de visión de 5,0 x 3,7 minutos de arco. Las mediciones se realizaron a foco primario con una escala de placa de 0,2330 ± 0,0002 "/píxel. STF2744 está compuesta por dos estrellas de magnitudes 6,76 y 7,33 separadas por 1,3" (en 2007). La técnica Lucky Imaging no resultó, pero hicimos una prueba con software alemán un (http:// www.tat.physik.uni-tuebingen.de/

<u>~stelzer/?S=D</u>) que realizaba interferometría speckle con múltiples opciones. Este software no dispone de ningún manual y dada la gran cantidad de parámetros y opciones que tiene es realmente complicadísimo saber cómo funciona. La base física de esta técnica es realmente difícil de entender por alguien que no sea físico o matemático (yo busqué información pero todo intento por comprender el funcionamiento numérico de esta técnica fue en vano). El astrónomo del Observatorio de Cantabria a base de prueba y error obtuvo un resultado realmente impresionante. Yo mismo posteriormente, siguiendo las instrucciones adecuadas, logré el mismo resultado. Los lectores pueden juzgar por ellos mismos simplemente observando la comparación de imágenes mostrada en la Figura 3.

La principal limitación de la técnica *speckle* para los instrumentos amateurs es la magnitud límite que se puede alcanzar. Al ser necesariamente pequeños los tiempos de exposición, la magnitud límite de las estrellas observadas se ve reducida. La Figura 3 muestra a la componente secundaria, de magnitud 7,33 con una relación señal/ruido elevada. Por tanto creemos que con el telescopio de 0,4 metros del observatorio de Cantabria podemos llegar hasta magnitudes 9-10. Más ejemplos de la aplicación práctica de la técnica speckle en el ámbito no profesional es la experiencia del amateur italiano Roberto María Caloi quien publicó un artículo en la revista JDSO vol. 4, pág. 91 del año 2008 (http://www.jdso.org/ volume4/number3/caloi.pdf). Utilizó una webcam sobre un telescopio Celestron de 0,23 m de diámetro para obtener imágenes limitadas por la difracción. Las imágenes se tomaron con una barlow 2,5x para obtener una focal de 5,83 metros y el tiempo de exposición usado fue de 0,020 segundos. La escala de placa conseguida fue de 0,21"/píxel. Roberto llego a medir varias dobles con separaciones de 0,7"; en cuanto a la magnitud límite pudo observar estrellas con magnitudes entre 7,0 y 7,5. Para el procesado speckle de los miles de imágenes usó un programa informático diseñado por él llamado SIA.

Asimismo, en Francia, Martine Castets y Bernard Tregon han realizado pruebas con pequeños telescopios pero actualmente están utilizando el telescopio de 0,6 metros del Observatorio de Pic du Midi (ver OED números 2 y 3). Con este telescopio han llegado a medir pares de hasta i0,2 segundos de arco! Utilizando un extensor de focal ha logrado manejar una iifocal de casi 21 metros con una escala de placa de 0,085 "/píxel!! Estas cifras marean a más de uno. El tratamiento *speckle* de las imágenes las realizan con el software amateur IRIS empleando un script diseñado por ellos mismos.

Concluimos diciendo que las técnicas interferométricas (bien sea *Lucky Imaging* o *Speckle*) son el futuro para aquellos amateurs que se dediquen a las estrellas dobles y quieran medir pares realmente cerrados. Sólo así podremos lograr congelar o al menos mitigar el efecto negativo del seeing atmosférico y alcanzar a resolver las dobles más cerradas, limitadas sólo por el límite de difracción de nuestro instrumental. **(**

Consideraciones sobre el uso de las cámaras CCD Meade DSI Pro para la medición de estrellas dobles visuales

On the use of the MEADE DSI Pro CCD cameras for the measurement of visual double stars

⋟ por Edgardo Rubén Masa Martín

Sociedad Astronómica Syrma (Valladolid, España) · Coordinador Adjunto Sección Estrellas Dobles LIADA (Argentina) Observatorio Astronómico "Camino de Palomares" (OACP, Valladolid, España) · ermasa.dsa@gmail.com

Desde hace unos años las cámaras CCD son las herramientas más baratas y precisas para medir estrellas dobles visuales. Son muchos los modelos de las más variadas características que podemos encontrar en el mercado. En concreto, este trabajo presenta un completo dossier sobre las cámaras monocromáticas DSI Pro de MEADE, aportando las pautas necesarias para su uso en la astronomía de estrellas dobles.

Introducción

Hoy por hoy la fotografía digital es la principal herramienta usada por los astrónomos no profesionales a la hora de encarar observaciones sistemáticas con un marcado carácter científico en el trasfondo. Las cámaras CCD han proliferado en los últimos años abasteciendo el mercado con una amplia diversidad de modelos de las más variadas prestaciones y precios. La demanda del sector amateur es enorme y los principales fabricantes de instrumental astronómico han incluido en sus catálogos de productos cámaras CCD especialmente concebidas para hacer Astronomía. El uso de estos dispositivos puede encaminarse a un mero fin estético (se están realizando excelentes imágenes de todo tipo de objetos celestes cuya calidad se adentra en el terreno profesional y que sirven para levantar acta sobre determinados eventos astronómicos especiales y de interés), o a una explotación de las imágenes obtenidas con la idea de extraer datos científicos y mediciones de todo tipo. En síntesis, el diagrama de procesos de la fotografía astronómica digital, de acuerdo a las dos vertientes que acabamos de exponer, podría ser el mostrado en la Figura 1.

Trataremos en este trabajo el caso específico y concreto del uso de las cámaras CCD fabricadas por la firma MEADE (las conocidas *Deep Sky Imager o DSI*) para la medición de estrellas dobles. No necesitamos bellas imágenes en color, tan solo campos estelares correctamente expuestos, por lo que se considerarán exclusivamente los modelos monocromáticos (DSI Pro, DSI Pro II y DSI Pro III). El éxito en los resultados pasa por un profundo conocimiento del equipo óptico, la cámara, el software de captura asociado y los programas auxiliares destinados a la reducción y For a few years CCD cameras have been the cheapest and more precise tools to measure visual double stars. On the market, we can find a lot of models of the most varied characteristics. This work presents a comprehensive dossier on the monochromatic MEADE DSI Pro CCD cameras, contributing the necessary guidelines for double-star astronomy.

extracción de datos.

Características generales

-Chip de alta sensibilidad: Los tres modelos incorporan un sensor CCD Sony (serie ICX...AL) monocromo de alta sensibilidad con tecnología EXview HAD CCD [™] (Hole Accumulating Diode).

-Bajo ruido = más datos: La DSI Pro ofrece datos sin compresión, no hay pérdida de información en las imágenes en bruto (*raw images*).

-Control multicámara: El software de captura (*Envisage*) soporta cualquier número de DSIs + 1 LPI (*Lunar and Plane-tary Imager*).

-Ligera y portátil: Por su liviano peso no es necesario reequilibrar los telescopios tras su montaje.

-Versatilidad: DSI Pro trabaja sobre cualquier telescopio y puede usarse como un preciso *Autoguider*.

-Imágenes en color: Mediante juego de filtros de interferencia R, G, B, IR.

-Tecnología Drizzle: Este software permite:

Incrementar la resolución sin interpolación.

Visión extendida: imagen 4 veces más grande.

Eliminar la rotación de campo de las monturas altoazimutales. Nota: Drizzle sólo trabaja con Telescopios Meade controlados por Autostar.

Especificaciones técnicas

-Conversión A/D: 16 bits. Distingue 65.000 niveles de grises en una imagen. Excelente gradación, rango tonal y contraste.

-Tiempo de exposición: de 1/10.000 de segundo a 1 hora.

-Binning: Tan solo en la DSI Pro III (2 x 2).

-Cuerpo: Aluminio anodizado negro (90 x 90 x 32 mm). -Peso: 280 gramos.

-Distancia desde rosca T hasta el sensor: 24 mm. Útil para cálculos cuando se usan reductores de focal o barlows. -Conexión mediante USB 2.0 con autoalimentación eléc-

trica. Un único cable de conexión. Sin controles o mandos adicionales. Ni siquiera botón *ON/OFF*.

Geometría de los píxeles y tamaño de imagen

Sería conveniente explicar los detalles de la problemática que acompaña a los chips CCD con píxeles rectangulares destinados a realizar astrometría. Para ello, y como ejemplo, me apoyaré en el caso de la cámara DSI Pro.

La cámara DSI Pro no tiene píxeles cuadrados, sino rectangulares de 9,6 x 7,5 micras. Si tomamos los datos tal cual son adquiridos por la cámara, resultará una imagen de 508 x 489 píxeles. Esta imagen bruta (o raw) estará "encogida" a lo largo de la dimensión horizontal debido a la forma rectangular de los píxeles que componen la matriz. La medida vertical de un píxel será tomada como medida base (7,5 micras). De acuerdo a ello, las 9,6 micras de la medida horizontal cubren realmente el 128% de la medida base, con lo que la imagen raw estará deformada, siendo su escala relación/aspecto de 1:1,28 (V x H). Para corregir esta anomalía es necesario redimensionar horizontalmente la imagen bruta en ese 128%, logrando que la imagen final mantenga una relación de aspecto normal de 1:1 (V x H). El remuestreo (interpolación) en la media horizontal provocará que la imagen corregida tenga una resolución de 648 x 489 píxeles. Físicamente, el chip útil de la DSI Pro mide 4,8 x 3,6 mm. Vemos cómo ahora en esos 4,8 mm de la medida horizontal caben 140 píxeles más que en la resolución bruta horizontal de 508 x 489. Efectivamente, todo este proceso de corrección geométrica ha pretendido obtener una imagen correctamente dimensionada asumiendo que hubiéramos utilizado una cámara cuyo sensor CCD poseyera una matriz de píxeles cuadrados de 7,5 x 7,5 micras (Figuras 2 y 3). Afortunadamente, la operación de remuestreo es realizada íntegramente y de forma automática por el software que gobierna la cámara (Envisage) cuando combina imágenes. Envisage también soporta el modo de grabación raw cuando tomamos frames individuales.

A la hora de atacar el caso concreto de la DSI Pro II (con píxeles rectangulares de 8,6 x 8,3 micras), podríamos suponer que la forma de proceder sería la misma, pero no es así. En las especificaciones dadas en la web de Meade para esta cámara más moderna se indica claramente que los tamaños de la imágenes capturadas por la DSI Pro II son exactamente los mismos que los píxeles de resolución, es decir, que la imagen final es una representación bruta del sensor (1 píxel del sensor = 1 píxel de la imagen). Aunque el chip es más grande, el área activa de la matriz tiene un tamaño de 6,4 x 4,8 mm. Por lo tanto, de acuerdo a los tamaños de los píxeles (8,6 x 8,3), es fácil comprobar que la imagen bruta sin corrección tendrá un tamaño de 748 x 577 píxeles. Entonces, si no es posible corregir la relación de aspecto en la propia imagen, ¿qué podemos hacer? Sencillamente, corregir la geometría en el mismo momento de la medición de la imagen haciendo uso de herramientas matemáticas: Reduc será nuestra tabla de salvación. El software de reducción de Florent Losse fue inicialmente concebido para medir imágenes tomadas con webcam, que típicamente se construyen con sensores CCD con píxeles rectangulares. Por lo tanto, el programa está capacitado para realizar las correcciones necesarias. Tan solo hay que decirle a *Reduc* (en el apartado específico para cámaras, Figura 4) que la imagen que hemos cargado tiene píxeles rectangulares y cuáles son las dimensiones de un píxel (en el caso que nos ocupa: 8,6 y 8,3). Eso es todo.

En concreto, *Reduc* aplica la siguiente ecuación para hacer la corrección: x = x * (H) / (V), siendo x la coordenada en abscisas medida sobre la imagen y (H), (V) las medidas horizontal y vertical del píxel respectivamente.

En la figura 5 se muestra, a título informativo, una comparación de los tamaños de imagen producidos por los tres modelos de cámaras DSI comercializadas por Meade. Los modelos DSI Pro II, como ya se ha detallado, procuran imágenes no corregidas. El modelo más moderno, DSI Pro III, al incorporar píxeles cuadrados en el chip origina imágenes brutas ya corregidas geométricamente.

¿Una CCD no refrigerada?

No implementa dispositivo de refrigeración activo (Peltier, etc.). Se refrigera por convección térmica (superficie rugosa en el chasis, diseño exclusivo de Meade). Aún así, el coeficiente de ruido es bastante bajo y utiliza Dark Frames especiales para una temperatura dada y para tiempos de exposición determinados. Los modelos DSI Pro II y III incorporan un sensor de temperatura interno, situado detrás del chip. Para condiciones extremas se comercializan disipadores de calor auxiliares. Los más sencillos son ventiladores corrientes que pueden acoplarse al chasis y permiten bajar la temperatura del chip unos pocos grados. Con un poco de ingenio pueden ser fácilmente implementados utilizando ventiladores de desecho (Figura 6), aunque Meade comercializa un modelo específico. Algunas empresas ajenas a Meade comercializan unidades Peltier especialmente concebidas para las cámaras DSI (Figura 7). Se acoplan detrás del chip y lo enfrían hasta incluso 30° por debajo de la temperatura ambiente. Este dispositivo refrigerador utiliza un elemento Peltier (refrigeración termoeléctrica), es bomba calor que transfiere calor decir. es una desde una cara del dispositivo hacia la otra y por lo tanto tiene una cara fría y otra caliente. La cara fría estará en contacto con el chip.

Notas sobre la captura de imágenes

Una de las características más destacadas de las DSI es que es posible alinear y combinar un gran número de imágenes. Meade *Envisage* realiza la integración internamente y durante el propio proceso de captura de imágenes. En la pantalla de captura del programa podemos ver "en vivo" cómo la imagen, lentamente, va adquiriendo detalle a medida que se van añadiendo nuevas tomas parciales. Se requiere la selección de una estrella de referencia que servirá como patrón del alineamiento (normalmente será la estrella principal de un par). Un contador indica en todo momento el número de imágenes combinadas y el tiempo total de exposición acumulado en la integración. En las DSI el rango de tiempos de exposición oscila entre 1/10.000 de segundo a 1 hora. Está demostrado que tiempos de exposición muy cortos permiten "congelar" el seeing, pudiéndose llegar casi al límite de resolución del instrumento (técnicas del tipo Lucky Sky Imaging). Combinado cientos de imágenes de corta exposición (del orden de 0,01 s o menores) llegamos a poder separar estrellas dobles muy apretadas que, de otra forma (mediante una única toma de larga exposición) sería imposible registrar. Hemos podido comprobar el buen rendimiento de esta técnica en noches especialmente turbulentas con un seeing pésimo. A pesar de que la imagen en vivo estaba en continuo movimiento, el software fue capaz de conformar una imagen final que resultó ser perfectamente medible. Como añadidura v por las razones expuestas, esta manera de operar hace que los errores de seguimiento y los de la alineación polar dejen de ser críticos. Una puesta en estación deficiente no afectará a la imagen final puesto que continuamente se alinean las imágenes en la posición de la estrella de referencia elegida, aunque ésta se haya desplazado físicamente en el campo de visión entre captura y captura. Nota: si la deriva de la estrella de referencia fuera tan grande que la caja de alineación llegara a tocar cualquiera de los bordes de la ventana de captura, el programa daría un error y se abortaría. Aun en este caso extremo, la imagen combinada y guardada hasta ese momento no se perdería. Es una gran ventaja que la propia cámara realice todo el proceso de alineado y apilado por sí misma, pues se ahorra una gran cantidad de trabajo al no tener que manipular a posteriori varios cientos de imágenes mediante otros paquetes de software auxiliares tipo Registax, por ejemplo.

Otro aspecto, sin duda interesante, es que Envisage utiliza ciertos algoritmos, de nuevo internamente, que evalúan el grado de calidad de cada imagen individual, antes de combinarla. Así, la aplicación de este filtro asegura unos estándares de calidad mínima y se desechan las tomas que no cumplan los requisitos. De manera más concreta, el promedio de las 10 primeras imágenes (opción por defecto) tomadas por el programa será usado como línea de base que se comparará con las imágenes capturadas subsiguientemente. En otras palabras, Envisage está constantemente comparando imágenes. El número de imágenes de referencia es configurable y puede ser cambiado. Seleccionando el valor "1" en el contador de evaluación o "o%" en el porcentaje de calidad se grabarán todas las capturas sin aplicar ningún tipo de filtrado. Este caso puede resultar útil en el caso de disfrutar de un seeing excelente donde todas las imágenes teóricamente podrían ser explotables.

Ficheros de imagen: formatos

Meade *Envisage* permite grabar imágenes en un amplio abanico de posibilidades (Figura 8). Para aprovechar todo el rango dinámico de la cámara, las imágenes destinadas al uso científico deberán ser grabadas en formato FITS. Se permiten tres variantes:

- Fits: sin comprimir, 3 ficheros RGB, 32 bit flotante.

Fits3P: sin comprimir, fichero de color único, 32 bit flotante.

- **FitsInt**: sin comprimir, 3 ficheros RGB, 16 bit entero.

De estos, el más idóneo para medir imágenes con *Reduc* es el primero (Fits). Los otros formatos de salida disponibles son: TIF, BMP, GIF, JPEG y PNG. Estos formatos son más recomendables para la fotografía artística.

Posición de la cámara según el tipo de telescopio

Telescopios ETX: Mirando desde atrás el cable
 USB debe apuntar a la izquierda del tubo óptico.

— Telescopios LX-200 y ETX-90: Mirando desde atrás el cable USB debe apuntar a la derecha del tubo óptico.

 Otros telescopios: Girar la cámara en el portaocular hasta que la imagen se muestre derecha.
 Ejemplo: en un reflector Newton el cable USB apunta hacia la boca del tubo óptico (Figura 9).

Orientación de la matriz CCD

La cámara colocada en el telescopio tendrá una orientación que no tiene por qué coincidir exactamente con los puntos cardinales celestes, es decir, el eje x de las imágenes no será, normalmente, paralelo al ecuador celeste (Figura 10). El valor de la *rotación del sensor* medido en grados será un factor de corrección que habrá que aplicar a los ángulos de posición medidos sobre las imágenes.

Sin embargo, es conveniente que dediquemos algo de tiempo a orientar lo mejor posible la matriz CCD para que la disposición de los cuadrantes sea sistemáticamente la misma en todas las tomas. Basta con girar la cámara en el portaocular las veces necesarias y en pequeños giros hasta que, a motor parado, una estrella de referencia se deslice sobre toda la longitud del eje horizontal (dirección este-oeste) sin desviarse. Un buen ajuste dará desviaciones de \pm 1°. Existe un útil programa que permite generar un retículo digital sobre la ventana de captura de *Envisage*. Puede descargarse en <u>http://bayt.us/astronomy/ index.html</u> y se llama *dsicross*. Si no se dispone de él se puede utilizar la propia ventana de *Envisage* como retículo y dejar que la estrella recorra el borde inferior o superior de la misma (Figura 11).

Esta orientación preliminar es útil para comparar el campo observado con cartas estelares (programa planetario) en la localización de estrellas dobles y también para que el desplazamiento del campo con el mando de la montura se corresponda con los botones de dirección de AR y DEC. Trabajando siempre de la misma manera todas las imágenes estarán orientadas igual e intuitivamente tendremos una noción clara de la ubicación del norte y el este sobre ellas.

Finalmente, habrá que asegurase de que la cámara quede firmemente acoplada en su alojamiento e inmóvil. No es una cámara pesada, por lo que el tornillo de presión del portaocular o la Barlow será en principio suficiente para mantenerla en posición, apretándolo adecuadamente. En definitiva, se trata de que la CCD no pueda girar sobre sí misma durante el proceso de captura porque arruinaría las tomas. ¡¡NO TOCAR NI MO-VER LA CÁMARA MIENTRAS DURE LA SESIÓN!!

Enfoque preciso

Aunque *Envisage* está dotado de un algoritmo de ayuda para el enfoque (*Magic Eye Focus*) nuestra experiencia se decanta más por usar otros métodos más tradicionales. Las pautas recomendables a seguir son:

- Esta es una de las fases más delicadas de toda la sesión.

Enfocar sobre la pantalla del monitor no es fácil.
Una máscara de Hartmann facilita mucho la tarea (Figura 12).

Elegir una estrella relativamente brillante pues con la máscara de enfoque disminuye bastante la luminosidad de la imagen.

Una máscara de Hartmann de cuatro agujeros o tres triángulos equiláteros procura enfoques precisos. Si el sistema está desenfocado, por cada estrella en la pantalla se verán tantos duplicados como orificios tenga la máscara. El proceso consiste en accionar en el mando de enfoque hasta que consigamos ver estrellas individuales. Esta maniobra debe hacerse despacio y con escrupulosidad. Emplear el tiempo necesario redundará en la calidad final de las imágenes. Un enfoque correcto redundará sobre todo en tener la capacidad de poder desdoblar los pares más cerrados que, de otra manera, se registrarían tocándose en la típica forma de "ocho" o simplemente como una elongación, aún a pesar de que la estrella doble fuera teóricamente resoluble por el sistema óptico empleado.

Escala de placa y orientación de la imagen (rotación)

Son los dos parámetros fundamentales

que hay que conocer para poder derivar la astrometría relativa de las estrellas dobles. La escala de placa o escala de imagen es el número de segundos de arco abarcados por un píxel del sensor ("/ píxel), o en otras palabras, la superficie de cielo cubierta por cada píxel. Su valor teórico en segundos de arco viene dado por la expresión:

$$e = \frac{206, 265 \times p}{F}$$

Siendo F la distancia focal en mm y p el tamaño del píxel en micras.

A nivel práctico este valor puede obtenerse de varias maneras:

— Midiendo estrellas dobles fijas. Son las llamadas estrellas dobles de calibración, cuyos parámetros se mantienen fijos a lo largo del tiempo. Es muy recomendable la lista compilada por Florence Mauroy, Pascal Mauroy y Guy Morlet (en su versión de 2007, descargable en http:// www.astrosurf.com/saf/), miembros de la Sociedad Astronómica de Francia (SAF). Esta lista se compone de 32 pares estables y se basa en los resultados del satélite Hipparcos. Siempre que sea posible, se registrarán al menos dos pares de referencia diferentes por noche, al comienzo y al final de la observación.

— Mediante la medición de sistemas incluidos en el nuevo Catalog of Rectilinear Elements (http:// ad.usno.navy.mil/wds/lin1.html). Estos pares presentan un significativo movimiento relativo desde su descubrimiento y son ópticos en su mayoría. Sin embargo, el ajuste lineal de las medidas históricas procura una buena definición del movimiento relativo descrito por la componente secundaria y son útiles en las tareas de calibración CCD. Las posiciones previstas para la fecha de observación se calculan usando las efemérides del catálogo y aplicando una regresión lineal sobre éstas.

— Midiendo pares orbitales resolubles por nuestro sistema óptico. Hay una lista con 80 pares disponible en el Sixth Catalog of Orbits of Visual Binary Stars (http://ad.usno.navy.mil/wds/ orb6/orb6c.html).

— Reduciendo la imagen con el software Astrometrica en combinación con un catálogo astrométrico profesional (UCAC2 o CMC14). El método es muy eficiente pero se requiere que la imagen contenga un suficiente número de estrellas de referencia. Sin embargo, hay que tener en cuenta que trabajamos normalmente a altas focales, el chip es reducido y el campo de visión registrado consecuentemente también. Así pues, salvo en el caso de la DSI Pro III cuyo chip es de mayor tamaño, este tipo de reducción no será siempre factible.

Como ya se ha adelantado, la orientación de la imagen con respecto al cielo deberá ser cuantificada y este valor habrá de ser tenido en cuenta a la hora de dar el ángulo de posición. Si la imagen fue reducida con Astrometrica el valor de la rotación (en grados) vendrá dado de manera inmediata por el propio programa. Si este procedimiento no fue posible se recomienda registrar, a motor parado, una serie de tránsitos estelares a todo lo largo del sensor (Figuras 13 y 14). Las imágenes con las estelas son analizadas por el programa de medición (Reduc) tras conocer la ubicación preliminar de los puntos cardinales norte/este y calcula el valor de la corrección en ángulo que habrá que aplicar a la hora de medir Theta. Realizar de dos a cuatro tránsitos y promediar los resultados. Este algoritmo ofrece excelentes resultados. Si al comienzo de la sesión de observación, la cámara fue orientada lo más exactamente posible con respecto a la línea este/oeste, el valor típico de la rotación del sensor con respecto al cielo siempre estará en torno a ± 1º.

Localización y apuntado de estrellas dobles

Si se dispone de una montura computerizada dotada de sistema GOTO, la localización de las estrellas dobles del programa de observación no reviste mayor dificultad. Sin embargo, aunque estas facilidades están muy extendidas, aún existen observadores que carecen de ellas. En estos casos puede parecer difícil la localización de estrellas dobles débiles y más aún conseguir centrarlas en el reducido campo de visión ofrecido por la cámara. Expondremos a continuación un método sencillo de implementar y que es muy eficaz una vez que se ha adquirido un poco de experiencia. No se trata de nada nuevo y no es otra cosa que el método tradicional que consiste en la comparación de la imagen en vivo capturada por Envisage con las cartas celestes de un programa planetario informático.

En concreto, en mis observaciones utilizo el software cartográfico Guide 8.0, en el que se carga el catálogo WDS mediante un fichero .TDF. Habilitando la opción Marco CCD, se superpone sobre la carta (orientada como la imagen) un rectángulo rojo con las dimensiones del campo de la cámara. El siguiente paso consiste en apuntar a una estrella brillante en las inmediaciones de la zona a observar para, a partir de ella, ir saltando de una doble a otra usando el mando de los motores de AR y DEC de la montura y siempre comparando visualmente lo que la cámara registra con la carta celeste (Figura 15). Para apuntar a la estrella de referencia se dispone, en paralelo con el telescopio principal, de un refractor (D = 70 mm; F = 700 mm) dotado de ocular con retículo iluminado, además de un láser verde para el apuntado preliminar (Figura 16). Con un poco de práctica

esta forma de localización es muy eficiente y relativamente rápida, tomando unos pocos minutos el salto de una doble a la siguiente. En promedio la tasa de registros viene a ser de 10 dobles por noche, a razón de dos pares a la hora. Cada registro incluye: localización, toma de imágenes, comprobación de la posición, una medida preliminar para evaluar la señal de la imagen y anotación de observaciones.

Captura de imágenes con Envisage

Envisage el software de captura que acompaña a las cámaras DSI. Se caracteriza por ser potente, versátil y fácil de utilizar. De entre sus muchas cualidades, destacaremos dos directamente aprovechables para el trabajo con estrellas dobles: es capaz de realizar un pretratamiento con darks a las imágenes y permite integrar tomas parciales en una única imagen combinada final. Ambos procesos son realizados en tiempo real. Como consecuencia, una vez que una imagen es guardada en el ordenador estará, por lo general, preparada para ser medida. Esta característica, en programas de observación extensos que incluyan largas listas de estrellas dobles, supondrá un tremendo ahorro de tiempo y de trabajo frente al ordenador.

De acuerdo a mi experiencia con esta cámara en estrellas dobles, me atrevo a recomendar que, en cuanto a las imágenes, todas sin filtrar, da buenos resultados seguir las siguientes pautas:

- Realizar cuatro tomas compuestas por doble cada noche.
- En las parejas muy débiles, cada imagen compuesta, será promedio de otras 100 imágenes por lo general de 1 segundo de exposición (si la turbulencia lo permite).
- En parejas más brillantes suele ser suficiente apilar 50 imágenes parciales en cada toma compuesta.
- En cualquier caso, habrá que jugar con las exposiciones dependiendo de la diferencia de magnitud entre las componentes y de la calidad del cielo. En definitiva, el objetivo será obtener una imagen con una buena relación Señal/Ruido sin llegar a saturar las estrellas.
- El resultado final de una medida siempre es la media de las cuatro imágenes compuestas aunque, en dobles problemáticas o difíciles (gran diferencia de magnitud entre las componentes, pares muy cerrados al límite de la capacidad de resolución, etc.) conviene observar una segunda o tercera noche para promediar de nuevo las medidas.

Seguidamente veremos la secuencia de pasos típicos para realizar la captura de imágenes con *Envisage*. Para aportar mayor claridad, las diversas operaciones se describirán con un formato a modo de fichas resumen incorporando capturas de pantalla para complementar las explicaciones. Estas fichas proceden de presentaciones en Power Point confeccionadas por el autor y que fueron utilizadas en cursos y conferencias.

Dark Frames: generalidades

(Ver páginas 49 a 53)

Aislando el sensor CCD de la luz y tras un cierto tiempo de exposición, la imagen que resulta no es completamente negra. Esta imagen se denomina *Dark Frame* (Figura 17) y está salpicada de un patrón de puntos luminosos de variada intensidad. Este ruido intrínseco es muy predecible y varía solamente en intensidad con el tiempo. El "patrón de ruido oscuro" ("*Dark Noise Pattern*") deberá ser restado de la exposición para obtener una imagen final libre de ruido y sin distorsión (Figura 18). *Envisage* realiza esta resta automáticamente.

Es muy importante dejar aclimatar la cámara durante cierto tiempo antes de tomar los *darks*. Conviene realizar la captura antes de la sesión de observación y si durante la noche se apreciara un cambio notable de temperatura se volverá a registrar otra serie intermedia que refleje las nuevas condiciones.

Envisage soporta otra gran multitud de posibilidades, como pueden ser el autoguiado o el uso de la *Tecnología Drizzle*. Para no alargar en demasía este documento, remitimos al lector a la consulta del manual de usuario del software.

Señalaremos también que, debido a la gran proliferación de las DSI Pro, existen otras aplicaciones de captura que las han incorporado en su lista de cámaras compatibles, lo que supone otra importante ventaja. Nos referimos a *K3CCDtools y MaxIm CCD*.

Aprovechamiento de las imágenes: astrometría relativa de estrella dobles

Nuestro objetivo es obtener la astrometría relativa de las estrellas dobles, es decir, derivar el ángulo de posición y la separación angular. Veremos todo el proceso con un caso práctico real. Se trata de la medición de STF2590, un sistema con cuatro componentes localizado en la constelación del Águila. El par CD solo cuenta con una medida oficial (1909) por lo que se intentará confirmar su existencia. El equipo utilizado en la captura de las imágenes que se medirán fue T200 Newton + CCD DSI Pro (a foco primario); Focal efectiva: 1000 mm; Escala de placa: 1,55"/ píxel; Campo de visión (FOV): 12,6' x 16,7'. Como vemos, es la configuración más simple, pues la CCD está colocada a foco primario. La medición se realizó con Reduc y tanto la escala de placa como la rotación se obtuvieron mediante una reducción previa con Astrometrica, ya que el campo capturado incluía un número suficiente de estrellas de referencia. Las imágenes medidas están grabadas en formato BMP de manera premeditada para demostrar que Reduc puede procesar perfectamente este formato, aunque como ya se ha apuntado siempre será más idóneo el uso de imágenes Fits.

Utilizaremos el mismo formato de fichas para ilustrar el proceso de medición (págs. 54-57).

Mejora de algunos aspectos funcionales

Véase figura inferior de la página 57.

Valoraciones finales

- Pros:

- ·Grandes prestaciones a bajo precio.
- Completo sistema incluyendo planetario, control de cámara y software de procesamiento de imagen. También utilizable con software externo.
- ·Control multicámara y posibilidad de autoguiado.
- •Amplia elección de formatos de fichero y procedimientos.
- •Combinación de imágenes y *darks frames* automáticos y al vuelo.
- ·Ligero peso en un único cuerpo e interfaz USB 2.0.
- •Muchos recursos en Internet para los usuarios.

– Contras:

- Se echa de menos una buena caja de transporte para la cámara.
- ·El cable USB es demasiado corto.
- ·Falta de información para Magic Eye Focus.
- No hay autoguiado con otras monturas distintas a Meade, salvo invertir en convertidores externos.

Últimas recomendaciones

Antes de la primera noche fuera es recomendable realizar algunos ensayos durante el día fotografiando objetos terrestres. No hay que tener prisa, con un poco de práctica el uso de *Envisage* llegará a automatizarse. Es recomendable comenzar con estrellas dobles fáciles y abiertas. Finalmente, puede ser interesante no desechar de inmediato las malas imágenes: frecuentemente, de ellas se extraen interesantes conclusiones acerca de lo que se ha hecho mal y pueden constituir una buena fuente de aprendizaje.

Conclusiones

De todo lo expuesto podemos sacar la conclusión de que las cámaras DSI Pro se consolidan como unas herramientas totalmente válidas para ser utilizadas en el área de las estrellas dobles. El autor de este trabajo viene utilizando este modelo de CCD desde el año 2006 y los resultados de las mediciones son excelentes, habiéndose ya incluido varios cientos de medidas en WDS. Su excelente respuesta, sensibilidad y bajo ruido, unido a su capacidad de integración de imágenes en tiempo real y la calibración automática de *darks*, constituyen una más que recomendable opción de precio razonable a la hora de elegir una CCD para trabajar en estrellas dobles. **(**)



Figura 1. Diagrama de procesos básico en astrofotografía digital. (Salvo donde se indique, todas las imágenes son cortesía del autor).



Figura 2. Imagen bruta sin corrección de STF2590 producida por la cámara DSI Pro.

Figura 3. El mismo campo estelar después de realizar la corrección de la relación de aspecto. Simula píxeles cuadrados de 7,5 micras.

ámara	Pre-orientación
Meade DSI Pro II	
Pivels (W/vH)	

Figura 4. Captura de pantalla de la sección de cámaras del programa Reduc donde se indica el tamaño de píxel.



Figura 5. Los tamaños de imagen de las DSI Pro. (Cortesía de Meade).



Figura 6. Ventilador refrigerador construido por el autor acoplado a la cámara DSI Pro. Utiliza un ventilador procedente de una fuente alimentación de un ordenador de desecho y se alimenta con un adaptador a 12V.



Figura 7. Unidad Peltier especial para las DSI. Disponible en http:// webcaddy.com.au/Outback/default.asp



Figura 8. Formatos de imagen disponibles.



Figura 9. Montaje de la cámara en un Newton. La toma del cable USB mira hacia la boca del tubo.



Figura 10. Desfase entre la posición del sensor y el cielo.



Figura 11. Procedimiento para orientar la cámara.



Figura 12. Máscara de tres triángulos equiláteros utilizada en el observatorio del autor (Observatorio Astronómico Camino de Palomares, OACP). Aunque puede construirse de muchas maneras, ésta se hizo con una tapa de plástico de un bote de pintura: por casualidad su diámetro ajusta perfectamente en la boca del Newton 200. La plantilla fue dibujada utilizando el generador en línea disponible en <u>http://www.billyard-ink.com/Hartmann.shtml</u>. Es totalmente configurable e introduciendo los datos necesarios se genera un fichero pdf con la plantilla específica para nuestro telescopio.



Figura 13. Arriba: Aspecto típico de un tránsito estelar sobre el chip de la cámara DSI Pro. Se obtuvo con una exposición única de 30 segundos a motor parado. La sinuosidad observada en el trazo es debida a los efectos de la turbulencia atmosférica. Abajo: Tratamiento de la estela por Reduc.







Figura 15. Localización de la estrella doble STI2673 mediante comparación con una carta celeste generada con Guide 8.0.



Figura 16. Telescopio refractor auxiliar en paralelo con el principal y dotado de ocular con retículo iluminado. Resulta muy útil un laser verde para el apuntado preliminar a una estrella brillante situada en las inmediaciones de la estrella doble a localizar.



Figura 17. Dark Frame tomado por Envisage en la cámara DSI Pro. Tiempo de exposición 8 segundos. Es patente el ruido térmico por toda la superficie del sensor.

Dark Frames: procedimiento (i)

Seleccionar Take Darks.

First Exp y Last Exp:



- El programa toma dark frames con diferentes tiempos de exposición escalonados según el rango elegido.
- A la hora de restar utiliza el dark frame cuyo tiempo de exposición más se aproxime al de la imagen tomada. En la DSI Pro III, también se tiene en cuenta la temperatura del sensor, medida internamente.
- Informa del tiempo total que consumirá el proceso.
- Seleccionar valor para Avg Exp: (valor típico 10). Es el nº de exposiciones que se tomarán para crear cada dark frame compuesto. Cada dark frame estará compuesto por 10 imágenes combinadas y alineadas.
- Del Existing Darks: Borra los Darks Frames grabados en otras sesiones.

Dark frames: procedimiento (ii)

Mono Mono Dark Sub

- Elección del directorio de almacenaje en *Setting Menu*. Por defecto C:\Meade Images\Dark
- Pulsar Start. (Aviso: Poner la tapa al telescopio)
- Después de hacer la tomas aparece
 Darks Frames Done en Status
 Display. (Aviso: quitar la tapa del telescopio)
- Seleccionar *Dark Sub* para que se resten automáticamente de la imagen que se vaya a tomar.

	Take Darks	
	Be sure telescope objectiv	e is covered!
	Aceptar]
1	Object Name	Save Proc
	Fits	Abort
	Normal Operation	•
ļ	Dark Frame :10	
	Object Name Deep Sky	Save Proc
	Fits Normal Operation	Start
	Dark Frames Done	
	Dark Frames Comp	lete 🔀
	Be sure to uncover te	elescope!
	Aceptar]

Caja de seguimiento y centroides

- La caja de seguimiento permite seguir una mancha brillante rodeada de una zona oscura. Ej.: Estrellas.
- Para el caso contrario (seguir una mancha oscura rodeada de una zona brillante), seleccionar *Dark Spot.* Ej.: Manchas solares.
- Centroide: punto de intersección de los hilos. Usado para alinear una imagen antes de combinarla en la imagen compuesta. También utilizado en el autoguiado.

Zoom: Util para centrar un objeto en un caja o como ayuda en el enfoque. Aumenta hasta un 500%. Imagentes



Preprocesado de imagen

- Image Processi al seleccionar el tipo de objeto se establece un preprocesado específico para la imagen.
- Pueden aplicarse ciertos filtros básicos.
- Al dar un nombre a la imagen Envirage añade un número de secuencia para no sobreescribir los ficheros de salida.
- Evaluation count: número de imágenes utilizadas como patrón de calidad a la hora de combinar frames. Envisage compara imágenes continuamente. Con valor 1 se graban todas las imágenes.
- Min Quality % modifica el nivel mínimo de calidad. Con valor 0 se graban todas las imágenes.

Alizo & Combine	Min Evaluation	Object Name	In the strength of the
Kernel Filter	Quality % Count	Moon	Save Proc
Image Process	50 💼 10 💼	Fits Save all Uncombined images	Start
Drizzle Terrestrial	File Name	Num Images	Image Qual
Moon Planet Deep Sky			() ×

Tiempo de exposición

÷

IV Long exp

IV LIVE

÷

1,0

Preview

Auto Exp

Long exp

V LIVE

Count Do

- Auto Exp: Exposición automática calculada por Envisage para el tipo de objeto seleccionado.
- Si no se usa Anto Exp, puede cambiarse el T/E manualmente y suele utilizarse para T/E menores de 1 segundo.
- Long Exp: Larga exposición.
- Preview: Toma una imagen previa con el T/E especificado para realizar ajustes antes de grabar.
- Count Down: Cuenta atrás del tiempo de exposición seleccionado en Long Exp.
- Live: Muestra la imagen en vivo en la ventana de captura.
 Review



-

Auto Exp

Proceso de grabación: opciones

- Normal operation: Una sola imagen compuesta.
- Save every composite image: Todas las imágenes compuestas intermedias.
- Save all uncombined images: Todas las imágenes sin combinar.
- Save all raw images: Todas las imágenes brutas.
- Save a time-lapse sequence: Secuencia programada para animaciones
- Web Cast overwrite file



Object Name

Save all Uncombined

32 Images 12 Secs

Fibe

images

3, 2, 1 ... ¡Grabando!

- El proceso de grabación comienza pulsando el botón *Start.*
- Este mismo control se auto-rotula como Stop para parar la grabación.

Se muestra:

- Nombre de objeto.
- Formato de fichero de salida.
- Proceso de grabación.
- Barra de proceso.
- El número de imágenes combinadas.
- Tiempo total de exposición acumulado.
- Un índice de calidad en tanto por ciento.

Nota: El 90% del nivel de calidad se alcanza después de combinar unas 50 imágenes. A partir de aquí la calidad aumenta muy lentamente.

Save Proc ..

Start

Image Qual

Save Proc ...

Stop

 $\pi\pi$

79% Oual

Prohibido escribir correctamente ...

- No se permite grabar en formato Fits?
- Aparece un insistente mensaje como este?

File save Error Status=207

 \mathbf{X}

SOLUCIÓN: No escribir en la ventana Settings acentos u otros signos ortográficos! EXPLICACIÓN: Los ficheros en formato FITS, además de la propia imagen, llevan asociados otros datos en un fichero anexo llamado CABECERA. Aquí se guardan datos importantes relativos a la imagen registrada, tales como hora y fecha, instrumental utilizado, tipo de cámara, etc. Es algo parecido a un parte de observación. En la ventana Settings de Envisage escribimos algunos datos que serán incluidos en la cabecera de un Fits, pero ... no se admiten ciertos caracteres, por lo que el programa da error si los encuentra.

iettings		
Telescope Model	Telescope Size	
Newton Bluestar	200 🛨 mm	
Object Name	Image Directory	
STF2590	c:\Meade Images	Browse
Site	Dark Frames Directory	
OACP (Valladolid)	c: \Meade Images\Darks	Browse
Observer Name		
Edgardo Rubén Masa Martin		
User Setup	Tenperature	
Foco Primanio	hin 3 F hin	±0
Filter		1
ND	Cancel	OK

Manipulación de imágenes pregrabadas

- Envisage permite cargar imágenes pregrabadas para actuar sobre ellas.
 - Post-procesado: Muy útil para cambiar el formato de fichero o modificarlas con el histograma. Es posible alinear y combinar una lista de frames en una sola imagen compuesta.
- Funciona como una cámara virtual: normalmente esta función se utiliza con la cámara desconectada. AutoStar Envisage



Aprovechamiento científico de la imágenes: Medición de STF2590



		Pa	iso	1:0	Jb	tencio	n de datos del WDS
Observaci	ones his	stóricas	STF 25	907B (1	IDS 19	523+1021)	Observaciones históricas STF2590CD (WD519523+1021)
Date	P. h.	Sep.	Nag-a	Kag-b		Ref.	Date P.A. Sep. Nau-a Kau-b B Bef
1781.56	306.5	12.0	4	21	1	H_1814A	
1882.79	309.3				1	H_1906A	1909.55 271.9 6.60 11.6 12.2 2 D001915B
1827.75	309.9	13.51			2	StF1837	
1833.31	308.5	13.52	7.1	10.0	2	StF1837	Aquí se muestran todas las medidas
1834.63	307.8	15.0			1	Sny1844	históricas de este sistema acumuladas
1843.71	309.7	14.20		8.0	1	Mad1844	en el archivo de medidas del
1844.70	308.9	13.67	7.7	11.2	2	Gsh1908	en el alento de medidas del
1867.32	309.7	13.31	6.6	10.2	4	D_1884	Washington Double Star Catalog.
1868.680	310.3	14.28	- 24	10	1	Vog1882	Se aprecia que el par principal (AB).
1894.65	308.2	13.73		- 10	4	Ser1916	préstissmente les permanagide file
1898.59	308.5	13.53	6.3	10.1	2	G1p1899	practicamente na permanecido njo
1902.74	308.6	13.42			1	L_1902a	desde que <i>Herschel</i> observara el
1908.53	309.7	13.50		3.1	2	Wz_1912	sistema por primera vez en 1781. La
1909.66	308.7	13.52		-	1	Jan1909b	no variación de los perómetros
1910.3	300.	10.	6.8	11.5	1	J_1910d	no valiación de los parametros
1918.75	308.7	13.53	- 14	- 65	2	Frk1919a	permite que este sistema pueda ser
1959.55	308.6	13.75			2	Wor1967a	usado como un buen par de
1980.000	309.0	13.00	6.7	9.9	3	C112003	colibración lo que europe que los
1982.539	310.1	12.93			1	Lef1982	canoración, lo que suporte que los
1983.729			6.7		1	Tob2003	resultados que obtengamos deberán
1991.25	308.7	13.535	6.52	10.31	1	HIP1997a	ser muy parejos a los va publicados. El
1991.42	308.7	13.54	6.50	10.31	1	TYC2002	per CD ten colo quenta con una
1991. 512	306.5	13.00	6.7	9.5	1	Teb2 00 3	par CL tan solo cuenta con una
2000.19	309.6	13.58	- 24	10	1	TNA2 00 3	medida oficial (<i>Doolitle</i> , 1909), por lo
2002.722	308.7	13.41			2	1/512004a	tanto deberemos confirmar su
2803.620	308.3	13.43		10	1	1/SI2004b	1 11

el observador n.º 4 – 54

existencia con una segunda medida.

Paso 2 (a): Reducción astrométrica previa

- Con la imagen corregida (en formato Fits) del sistema cuádruple STF2590 tomada con DSI Pro se realizó una reducción astrométrica previa mediante el software Astrometrica en conjunción con el catálogo UCAC-2.
- Con ello se obtuvo la rotación de la placa con respecto al Polo Norte celeste y la constante de placa (número de segundos de arco por píxel), asumiendo que los píxeles son ya cuadrados (7,5 micras x 7,5 micras).



referencia que el catálogo UCAC-2 ha encontrado sobre la placa. Con estas posiciones se determinarán las posiones del par que estamos estudiando.

Paso 3 (a): Obtención de Theta y Rho

- La reducción final, (astrometría relativa) se calcula utilizando los datos anteriores junto con el software *Reduc* de Florent Losse.
- Este programa está diseñado específicamente para trabajar con estrellas dobles.



Paso 4: resultados

Fecha : !	9/07/06 3	:02:45	local		
Lugar: C)ACP Val	ladolid	L		
Condicio	nes: See	ing pol	ore		
Instrume	nto : New	rton 20	0		
Cámara : Imágenes	Meade I s en BMF	OSI Pro) (píz	teles : 7,5 x 7,5)	
Escala de	e placa: 1	,55			
Delta Ma	atriz : 6,8	4			
-=== STI	F 2590 A	8 ===			
theta = :	308,56				
rho = 1	13,562				
deltaM=1	1,82				
Nb:6					
Datos Re	ducidos	Detaila	dos :		
Theta	Rho	dM	rThe	rRho Image	
308.31	13.685	0.98	-0.25	0.122 Deep Sky6-7.bm	ф
308.55	13.65	2.19	-0.01	0.088 Deep Sky4-11.bn	np
308.55	13.482	2.19	-0.01	-0.08 Deep Sky4-8.bm	р
308.62	13.499	2.19	0.06	-0.064 STF2590.fit	
308.8	13.496	2.19	0.24	-0.066 Deep Sky4-10.br	np

STF 2590 CD Theta = 272,822 Rho = 8,125

El par CD ha quedado confirmado. Las componentes se están alejando desde el descubrimiento debido a movimientos propios incompatibles. Es un par óptico.

Comparación con datos publicados en WDS (par AB):

1991,25 308,7	13,535 HIP
2002,72 308,7	13,41 WSI (speckle)
2006,683 308,6	13,56 OACP

Algunas mejoras (propias) ...



Problema: Cuando no se usa el portafiltros las aberturas laterales del carril permiten la entrada de luz parásita al sensor. **Solución:** se mecanizó una pieza de material plástico (= poco peso) ajustada al carril que evita la entrada de luz.





Esta pieza, en conjunción con una tapa frontal, evita la entrada de polvo o suciedad cuando la cámara no está en uso.



El Congreso Pro-Am de Córdoba: imágenes para el recuerdo

A finales de noviembre (20, 21 y 22 para ser más exactos) se celebró en Córdoba un evento memorable: un encuentro entre astrónomos profesionales y amateurs. Allí estuvieron presentes algunos doblistas, entre ellos los editores de el observador que, por primera vez, pudieron conocerse en persona.

Aquí os dejamos algunas imágenes del evento. Echamos en falta a muchos de vosotros. iLa próxima vez será!

Si queréis tener más detalles, no dudéis en leer las correspondientes crónicas en nuestros blogs:

- http://algieba.blogalia.com
- http://ladecimaesfera.blogspot.com
- http://duaestellae.blogspot.com

Además, reproducimos los dos pósteres que sobre temática *doblística* presentamos en Córdoba.



Los editores de el observador confraternizando... hubo tiempo para todo...





La inevitable foto de familia (cortesía de Joanma Bullón).



De izq. a dcha.: Rafa Benavides, Francisco Rica, Edgar Masa, Juan-Luis Glez. y el gran variabilista Miguel Rodríguez.



El Congreso Pro-Am de Córdoba: imágenes para el recuerdo



Lo mejor de estos eventos es poder conocer a gente interesante; aquí, junto a Edgar Masa y Paco Rica, **Pablo Santos** (investigador del IAA y coresponsable del genial podcast "A través del Universo") y el gran variabilista **Adolfo Darriba**.



Las pausas entre conferencias eran aprovechadas para confraternizar, como puede verse aquí. Edgar y Rafa entablan tertulia con el nutrido grupo de astrónomos extremeños que asistieron al evento (en primer plano, junto a Rafa Benavides, **Florentino Sánchez**).





Juan-Luis saluda a Carles Snchabel y Antoni Arnaduy de la Agrupación de Sabadell







DESCUBRIMIENTO Y ESTUDIO DE 141 NUEVAS BINARIAS DE MOVIMIENTO PROPIO COMÚN

R. BENAVIDES^{13*}, F. RICA¹, E. REINA², J. CASTELLANO⁴, R. NAVES⁵, L. LAHUERTA⁶, S. LAHUERTA⁶

de Estrellas Dobles de la LIADA (Argentina); ² Observatorio de Masquefa Cod. MPC-IAU 232 (España); ³ Observatorio Astronómico "Rodeno" con código MPC-IAU J53 (España); ⁴ Observatorio Astronómico "Rodeno" con código MPC-IAU J53 (España); ⁹ Observatorio de Manises, código MPC-IAU J98 (España);
 ⁹ Observatorio de Manises, código MPC-IAU J98 (España);

* e-mail: rafaelbenpal@gmail.com

Resumen

Presentamos el descutimiento de 149 nuevas binarias visuales de movimiento propio común. Se tomaron 1 071 málgenes CCDa y se realizaron 1528 mediciones astrométricas de imágenes CCDa propia, de placas DSS y de catálogos astrométricos. Los or para las medidas CCDs resultaron ser de 0,04 arco segundos. La naturaleza fisica de las estretisas dobles se determinó a través de 9 tests basados en métodos emplicos, estadísticos, mecánica coletas, eter Soló el 3% de los sistemas resultanon ser ópricos. Previamente se realizó un estudio para caracterizar astrofisicamente a cada componente estélar, poblaciones estelares, etc. En algunos casos se corrigieron los paralmetros por el efecto del entojecimiento. Para los astemas binarios, se calculó el semieje mayor esperado y el periodo orbital aptoximado. Planajo completos este nervició e la revista semicará obroardo y el periodo orbital aptoximado el tabajo completos este nervicia e la revista semicaria of 20 obre Sel Observalonos.

Introducción

En los últimos años los astichomos no-profesionales han contribuido a la ciencia con interesantes trabajo (ver apartado intenduction en Rica (2008), Rindler Caballes (2009)), un ejemplo mas es el trabajo que exponenos aquí donde reportanos el descubrimiento de 141 nuevas binarias separadas de movimiento propio común. Las nuevas binarias fueron descubientas por Rifael Benavides inspeccionando visualment el cantografiado del programa Guide 8.0 con la visualización de los vectores de movimiento propios. Esta binarias separadas de movimiento común son otorizo de considerable nibretes observacional y teórico. So buenos sensoces para detectar concentracionar de massa desconocidas que se encuentran en su trayectorias galácticas. Son importantes cara el infendimiento de la evolución dinámica y procesos di fomación de la Galaxia.

Consultando la literatura astronomica

La literatura astronomical"hue consultada en busca de datos fotométricos (bandas BVU-HK), astrométricos (separación angular y ángular) de posición, paraligiest y cimentácias (movimientos propolos y velocidader radulad). Para ello se accedio a las webs del cataliogo WDS, del Centro de Datos estelares de Estrasburgo (CDS) (herramientas Aladin, VizieR, Simbad y fervices abstract"), mantenida por e observatorio de Estrasburgo, y la web del Estracio de Datos Astrofísicos (ADS) mantenido por la NASA.

Caracterización astrofísica

Para optener los parametros astorniscos de las componentes y de los satemas etensires, tenemos uni línes de trabajo ben définida cuya clave es el conocimiento que nos proporciona los más de 700 paper leidos. En nuestros trabajos obtenemos los tipos espectrales y clases de lumnosidades (utando li focometria 8U/LIK y los movimientos propios mediante la distribución espectral de energia), magnitudar absolutas, masas, velocidades tangenciates y LVW, edades y petenencia a poblaciones estellares, etc. E entipecimiento interestelar es determinado y los parametros astorfísicos corregidos. Todo eño es nellizado de forma somi-automática emplenado hojas Excel detodamente programadas com macros en Visual Basic.

Estudio de la naturaleza de las estrellas doble-

Para clasificar las estrellas dobles en su na roloca, optica, orgen comun y fisica, se utilizan varios test bisasdos en principios estadisticos, probabil viccos y especialimente en la necinica celeste. Estos test hacen uso de los datos astrofísicos descritos en el apartado anterior. La astrometría y cinemática relativ de la componente 8 sobre A es de vital importáncia. Ce nuevo, hojas Excel con programación Visual Basi son desarrolladas para este antálisis.

Mediciones astrométricas

Se realizaron 1,538 mediciones promediadas en 638 medidas. Para 170 de esas medidas se usó câmara CCDS (en total se obtuivero 1071 inágenes CCDS), Para 437 medidas se emplecano los catalogo AC2000, Tycho-2 y 2MASS. Placas del DSS fueron utilizadas para 29 mediciones. Las mediciones fueror realizadas usando los asthware Astrometrica y REDUC. Julio Castellano diseño el software DOBLES para calcular 0 y p en base al log de Astrometrica. El error interno de las mediciones CCDe fue de 0,040° en 0 ; en p.

Resultados

Se crearon gráficas que muestran la distribución de los errores astrométricos, de la naturaleza de las dobles, de los semiejes mayores orbitales, la distribución de las magnitudes de las componentes, lo movimientos propos tolales y los movimientos orbitales, etc.

Planes de Futuro

En un futuro próximo profundi conces en el estudio de estas binarias centrándonos en: (1) medición de placas fotográficas procederario 66: DSS (2) determinación de la edida de las binarias usando vano indicadores de edida (cinemática UWA, rayos X, rotación estelar e isócronas de evolución); (3) observación de componentes estelares de las binarias para detectar duplicidades no resueltas. Para ello se usará e telescopio Carlos Sánchez, de 1,52m, empleando la cámara FASTCAM, (4) biasqueda semiautomática de nuevas compañeras mas debies podráno en entallogos como: UCAC-3 y USNO-B1.0 dond posibles compañeras mas debies podráno en entallogos como: UCAC-3 y USNO-B1.0 dond posibles compañeras mas debies podráno en entallogos como: UCAC-3 y USNO-B1.0 dond posibles compañeras mas debies podráno en entallogos como: UCAC-3 y USNO-B1.0 dond posibles compañeras mas debies podráno en entallogos como: UCAC-3 y USNO-B1.0 dond posibles compañeras mas debies podráno en entallogos como: UCAC-3 y USNO-B1.0 dond posibles compañeras mas debies podráno entallogos como: UCAC-3 y USNO-B1.0 dond posibles compañeras mas debies podráno entallogos como: UCAC-3 y USNO-B1.0 dond posibles compañeras mas debies podráno entallogos como: UCAC-3 y USNO-B1.0 dond posibles compañeras mas debies podráno entallogos como debies podráno entallogos debies podráno entallogos como debies podráno entallogo

Bibliografia

Caballero, R. 2009, JDSO, 5, 156 Rica, F. 2008, RevMexAA, 44, 137





position (R) Earthmatic & and separate within the





situates a units 17 pc, fits 2000, 197 estatum wit $\theta = 20,1$ 19,32



Pours & Comparative error has database mysocratic

Common Proper motion

Tabla 1. Observadores colaborando con imágenes CCDs						
Observador	Observatorio	Instrumento				
Rafael Benavides (Agropeción Astronómica de Córdoba)	Observatorio de Poradas, códego MPC-IAU 353	Telescopic C11, 0,21-m, 610 CCD Atik 16HR Resolución 0, 50"/pinst y 0,99"/pinst. Usardo diatks				
Julio Castellano	Observatorio Astronómico Rodeno, código MPC-LAU 939	Telescopic S/C LX200 0,20-m, #3,3 CCD: 3big ST-7 ME Resolution 2,7"/parel Urando darks y flate				
Ramón Nevez	Observatorio de Montrabret, cóskgo MPC-IAU 213	Telescopio S/C LX200, 0,30-m, 810 CCD: 379 Resolución: 1,4"/pins1 Urando dadis y flate				
Esteban Reina	Observations de Masquefa, código MPC-1AU 232	Telecopio: S/C LX200 0,25-m, \$3,3 CCD: S77 Resolución: 2,17 "/pixel Usendo dados y flats				
Luis Lahoerta y Salvador Lahoerta	O E O.D.A., Observatorio de Manises, código MPC-IAU J92	Telescopic S/C Meade LX200 0,25-m #733 CCD: Starlight Xpress MX316 Resolución: 1,86x2,39 "/pixel Urando darlo v flata				

Investigación en Estrellas Dobles Visuales

Rafael Benavides Palencia¹², Juan-Luis Glez. Carballo²³, Edgardo R. Masa Martín²⁴⁵

Agrupación Astronómica de Córdoba | ²Sección de Estrellas Dobles de la LIADA | ³Agrupación Astronómica de Sabadell ⁴Sociedad Astronómica Symma (Valladolid) | ⁶Grupo Universitario de Astronomia (Universidad de Valladolid)

1. Introducción

1902 William Herschol cannoció el desculorimiento de las estrefias bina ica. Dada estantes, el estudio de una ó biasa, super siculo la histori herranismita, per perinde el ciclical diverto de las mesos endores. Tes deisentimento, fue hober de las astrónomos emutants en esta man de la Astronomía ha divel conomisido, funnia, que narchos de las granicas de historia hudicizos convenzos en un diverto de las las delas de las destancian ha de las estas de las estretidades en las estas en las estas en las medes de las estas estas en las estas en las estas en las historia hudicizos convenzos en un diversita de las de las estas estas han estas estas estas estas estas estas en las estas estas en en mede el Roullo guara estadenda hudita de las estas de las estas de eligitar, quin másica el tarterás de en deneración y estadade continuada. Trabajar en acterilía deblas es formar parte de sano las hor conjuntar y provendes na el las estas formas parte de sano las hor conjuntar y provendes en el las estas de las electricas el deblas en de constituidas de astronomicas relativas des estas electricas partes anatores esponse, sún hay sue peno sues aparificacios el deblas en las hor conjuntar y provendes en el las estas formas partes de sano las hor conjuntar y provendes en el las estas formas partes de sano las hor conjuntar y conservantes de las estas de las estas de las anatores esponses, sún hogo se penos sues aparificacios el deblas en las hor conjuntar penetrados de astronomicas de las estas de las estas de electricas estas estas estas estas y las partes estas y las y matificad penetras estas estas estas estas estas y las partes estas y las y matificad penetras estas estas estas estas y las y matificad penetras estas estas estas estas y las y matificad penetras estas estas estas y las y matificad penetras estas estas estas estas y las y matificad penetras estas estas estas estas estas y las y matificad penetras estas estas estas estas estas y las y matificad penetras estas estas estas estas estas y las y matificad penetras

照 .

Metodología e instrumentación

En meston escludes sobre estrellas dobes visuales se emplane exploso améticos to viel mécodo al dere los que mesen detacarte téresopoin de behan modulas o granda y camisa de carpe el control de los explos mecodostas al como para la trabanem los y entrellas esposos mecodostas, al como para la trabanem los y entrellas contrel para la vectora de las esposos para la control de los esposos mecodostas, al como para la trabanem los y entrellas orderas ostenidos. Para último, se espican catalosas como para la obtenido nel magarete antigas. - Antirumenteción genca. Depositoria de delos, así como para la obtenido nel enagarete antigas. - Manterente de las delos del del como de delos de delos regionados persistentes e a sel de los delos deleminativos así regionados persistentes e a sel de los delos deleminativos así regionados persistentes e a sel de los deleminativos de delos regionados persistentes e a sel de los deleminativos de delos regionados persistentes e a sel de los deleminativos de los deleminativos regionados persistentes e empleos estas de las deleminativos de las deleminativos regionados persistentes de los deleminativos de las deleminativos regionados persistentes de las deleminativos de las deleminativos regionados persistentes de las deleminativos de las deleminativos regionados persistes de las deleminativos de las deleminativos regionados persistes de las deleminativos de las deleminativos regionados deleminativos de las deleminativos regionados de las deleminativos de las deleminativos regionados deleminativos de las deleminativos deleminativos regionados deleminantes deleminativos de las deleminativos regionados deleminantes deleminativos de las deleminativos de las deleminativos regionados deleminantes deleminativos deleminativos deleminativos regionados deleminantes de las deleminantes d

para la gestión de las montrus y las clamara CCD utilizanos vertos payatels de subvarse de relaciocol, hordamentalmente, abornantos Hentos Ruals y el potente Relac (sesamitado por naesto colationaario en Floren Losal, liguamente a envileixa colatigos estellave (entre esta, UCAC), Tyrolo y 204X53), hantamentas colto el Deservatoro Virtual (Adad). Sameary Viseni) para la localización del paras oxidades, verificación de las porsa del celo a estudiar; obtención de carcara de comenzicion, der con de carcara de comenzicion, der servicio de carcara de center comenza de las porsas del celo a estudiar; obtención de carcara de comenzicion, der servicio de carcara de comenzicion, de servicio de comenzicio de servicio de servicio de carcara de comenzicio de servicio de servicio de servicio de carcara de la de servicio de servicio de carcara de la de servicio de servicio de comenzicio de servicio de servi





sería la divigación de nuetras experiencias, modide, estudios y potenciales desubirmento. Pro ota para, el margon tos importancia de sia e acostor los revaltas desponsibilitados, conciderances nom y relevante el acasto to transito (el homanto). Un bues general de ello es la ección fíja o la revalta Activiconió (constinuida pol Refael Binancides) en la gue mensualmente se dimente no puestas de observacion, mietidos de tancia (internaria sería) mayates de sobrera espochos, lasidos de las des ello esta esción de namestra de la puesta entre en transmission puestas de observaciones el para puesta de sobre esta esción de namesta pares, este la puestemiste esta esciences o la socialmente espochos, lasidos de preferecionnos (tipuesta del acastones), en escia bortenes y publicaciones de las asocialmente a la DA y especialmente, el JOBO la revalta sem-profesional de la Universitad de Alabama del Sur es la periorita para de las des una supercisio buen gante din exercisio de contravente, astreta agundos de ellos, en estes comentencia de las calidación.

No obstarte, conscientes di a necessidad de contra con una publicación periódes en espeñiol decicade exclusivamente a las embrais dotes, incon a nels, acconamisariemen, nel asarcana de las doctars publicación de la primate muntal ese poculariza en nuerra tempa a nivel municini. El Observador de Entretes Doctes (CDI), no casico nuormente en poculariza en nuerra tempa a nivel municini. El Observador de Entretes Doctes (CDI), no casico nuormente en poculariza en nuerra tempa a nivel municini. El Observador de Entretes de Contra de la Observativamente en anaburu de municipa en casico publicaciones en casicos estimation en el municipa de la doctes publicaciones en CED papero en el catilogo de publicaciones de casidore estimotionobartorisco materiado por GADMAGA Adorphysics Data System (ADI) y es encondos por el 1000 como un publicación de inferences en el publicación de medica de estimata obdes que posentemente, sente nuclease el NVOB.

Alle, La Décime Esliva y Cuademo de Observación, habiendose convertido, en poco tempo, en lugares preferentes de enquen tro entre los dobistas de habla hispana.

N+

2009

POSADAS

2. Áreas de trabajo

Depende el puerte de valo deservaciones, nuevas a reguerans de tratajos te proposo como en condecisacion cará la descritor de Entratalina Debasis e al 10. Esta de la esta de l

Para meningar specifica de la induziónica de las estenties debas (brueno a potobol) resources a vanes contrava de casadentación unifican unifican de en deventos intelandes professionales y que permiter descrimentar con un la debase de la contrava de la contrava de la contrava de la contra la debase propertación y en electración de entregramente del las principales propertacións antidians (contentecos en el dobos) parastro, anance debase de la contrava de la contrava parastro, nança hodes atexandos, comocorrea (contentos en el dobos) parastro, anaphabete atexandos, comocorrea (contentos en el dobos) parastro, manya hodes atexandos, comocorrea (contentos de el dobos), del contos, luminacidades acións, comocorrea (contentos de la dobos), dobos respectantes y coleses de annotación de un de contos. Casados de la dobos de contentos (contentos de la dobos), de la contento casados de periodos contentos (contentos de la dobos), de la contentos casados de periodos contentos (contentos de las dobos), de la contentos casados de periodos contentos (contentos de las dobos), de la contentos de las dobos de las dobos de las dobos de las dobos de las dobos), de las dobos de

Como perspectiva de futuro a medio plazo se contempla afrontar el calculo orbital, una de las disciplinas menos cultivadas por la comunidad amateur, aunque no instructivade

4. Let A consistente na catalute 2008/2 y la fondaria priva a tatesta 1.4 et a las fondarias e a tatesta e a de las estas entre a de las estas entre entre e a de las deres entre entre e a de las de las estas entre entre e a de las de las estas entre entre e a de las de las estas entre entre entre e de las de las estas entre entre entre e de las de las estas entre ent

que la componente Filmer una compañeia servidas das exectamente el sur y a una indiante de positivale de 7. Tras las setudios partimentes, el par EC, servid propuesto para su incluente en MER como una nueva distel.

4. Resultados

	100.01.000								
								1.1.22	
(TATING MARK)	11.000	-		-	and a	100	ineres in		
partnerse.	- beinter		10.00	-	44.11		Concession in the	100	
percent.	MARCH.			1005,780	1000	CARE	100.000		
THEN, MIT	101.00	DOM:	10	100,18	- 80.	A.00	200100		
Thire ber	stations .	1.40	1.84	1000.040	and 1	14.00	1044-040		
(and a set			1.000	-	CHAPT, 1	-			
painting.	An people.	10.00	10.00	100.00	(Bell)	1000	2009-000		
Longe Street	and index.	10.00		100,000	1001	1404	Page 100	_	
200.000	10.000	1.0.00	11.00	104.14	100.00	1.00	-		
(adjustments)				ing for	STORE OF	100	OW PRO		
distant.	and the lot	10.00	100	-	1000	100	100.000		
(designed)	-		1.04	100.00	100.0	0.080	1008.000		
30000 AUX	10.000	1.00	2.000	-		8.00	2010 100		
DOT-INC.	10.1		100	208,250	1000	10.00	- IM REC		Bancaulture: Bulleville (1981) (1994)
(Internal Contents)	10.0.00	1.00.00	1.00	100,750	and.	1.4	10.00		Machines its secondary children port its
-	No.	-	140	-	-	100			water an OED ID Covervager de Cat
Concession of the local division of the loca	ad attr	1.04	1000	distant in the	1848	Max.	100.00		These Chapterson of the parking that the

Un campo que esta actuamente en augé es el descutimiento en ruevas estimaisa doceas, con realiva finocancia mensa electricada parejas la imientaria en invester inangeres y asía su posterior esticida actividada entretes catendo a de catecidarización protecidades, se ha confirmado su velsidare nanuelas a finca. Del mano modo, guassa a la miente la dada, en to en a consistencidades en esti a su esti anteres a manuelas a finca de la catecidada entretes catendo a de la dada, en a consistencidades en a catecidade a supercisada guarda entreta de la catecidade esta de la desta entreta da consistencidades en alguna de las reventas teleposas entretas antes de ser inclusos en el Wanhington Double Star Catation VMDID.

ta que una de las metas prioritarias os. Por otra parte, al margen de la o (e informativo). Un buen ejemplo		CRB Juan-Luis Genzález Carbo	
is que una de las metas prioritarias os. Por otra parte, al margen de la 5 (6 informativo). Un buén ejemplo		CHI Juan-Luis Gonzaez Carb	
a que una de las metas proritárias. os. Por otra parte, al margen de la o (e informátivo). Un buen ejemplo		LADIE Extension Division Married Married	
ue mensualmente se ofrecen pro- tware específico, listados de medi-	Algunas de	las dobles visuales descubiertas p	or los autores
et de las ascelaciones a las que los de Estevilas Doties de la LIA- z; en la que han aparécido buena ublicación.			
tol declada exclusivamente a las blicación de la primeira revista es- e caracter cuatrimetinal y que ac- sublicada y en el de colaboraciones por SAO/NASA Astrophysics Data de acetidade de entre debine primeira de esta debine primeira de esta debine de acetidade de acetidade de las debines de acetidade de acetidade de las debines de acetidade de acetidade de las de las debines de acetidade de acetidade de las de las de las debines de acetidade de acetidade de las d			
sobre estrellas dobles: Duae Ste- in lugares preferentes de encuen-	1. Se und un intercopio C11 (3.28 m) can una CCD Alex 1948. Enel computed per dise se magnitudes 3.28 (29 V) o 11.35 (28 V) an a units 100 persona cus mediate fueros 19.64" an in associ 2006 544	CP00 1. Imagen terreta con un CP III.2 m y una né- mera COS Ale 1962. Se terreta dos estivites de may- mitades 12.00 (2014) (2020 (2014) estados o unos 120 persona fin 2000 (2014) estados a 2020 (7 y 10.27)	WHI 2 Imagen tensels con un vehicler de 52 M y ore carries OCD Masce DRI Pro. Computers por dos es- tentes de magnitudes 12.0 677 V j. et 100 977 V j. hades à 592 pérses. En 2007 503 escates a 117 M y 17.727.



STI2679

E.

El 20 de diciembre de 1996, estábamos a punto de inaugurar en cuatro planetarios españoles el primer proyecto conjunto, un programa que se titulaba Crónicas Marcianas y que preten-

día recoger cuánto hemos imaginado, cuánto hemos estudiado, y cuánto nos queda por aprender, sobre Marte. Ese mismo día nos llegaba la noticia de la pérdida de Carl Sagan, de su muerte irremediable tras una larga lucha contra una enfermedad incurable. Sin duda una casualidad, pero un hecho que gravitó sobre esa fiesta de los planetarios, de los centros de divulgación de de la ciencia. Al menos, he de confesar que yo sentí un foco de dolor en el corazón.

Sería casi veinte años antes. la memoria es así de imprecisa, cuando pude ver la serie de Sagan para la tele, el Cosmos. Tan maravillosa como imperfecta, o quizá tan maravillosa porque imperfecta. Por lo personal, por esa impronta Sagan que rodeaba la serie de comienzo a fin. Y, como tantos otros, en esa y sucesivas reemisiones de la serie, me quedé enamorado, perdidamente atrapado por el Universo contado por ese tipo menudo, un poco redicho acaso, que era capaz de saltar de la antigua Persia a la NA-SA sin solución de continuidad. Nunca he podido establecer un criterio preciso, una crítica racional, del valor de la serie: comprobé en mis tiempos de profesor en la Universidad que había oleadas Sagan, años en los que el número de alumnos de la especialidad de Astrofísica aumentaba debido a la emisión por la TV de la serie: posiblemente habían sido, como yo, atrapados por la misma.

Me he pasado después mucho tiempo hablando del cielo, y

de lo divino y lo humano en torno a él, y una y otra vez he regresado, queriendo u obligado, a las referencias de Sagan. No me arrepiento: no podría, porque sigo viéndolo como un modelo (es decir, como una luz de un faro que te sirve de referencia de una costa que es imprecisa o desconocida) de lo que hay que hacer para transmitir conceptos, emociones, actitudes, en un mundo como el de la divulgación científica. Y no le resto las críticas: no podría ser de otro modo, que nadie está exento de ellas, ni siquiera los ídolos, porque eso los hace más humanos, y al menos te deja la posibilidad de imaginar que un día podrán ser superados... ojalá.

No podría hacer un panegírico: estoy hablando de la manera en que uno queda a veces atrapado por una

Una vela en la oscuridad

por

Javier Armentia

una persona que apostó no sólo por la ciencia como divulgación, sino por la ciencia como sostén de una civilización en progreso, la era de los derechos humanos. El Sagan del escepticismo, del pensamiento racional, de la vela en la oscuridad como metáfora de una ciencia que está siendo atacada por los que prefieren la oscuridad del pseudoconocimiento, me acabó de convencer de que la tarea del científico, o del divulgador, es

de interés general, es algo casi necesario en esta era de la trivialización y la relativización de todo. Uno se entristece al pensar lo que podría haber sido de una persona si no hubiera muerto. Es lógico, y más cuando la aprecias. En el caso de Carl Sagan, a pesar de todo, uno siente que afortunadamente tuvo tiempo para decir muchas cosas (menos de las que habría dicho de seguir vivo, obviamente). Pero ahí quedan sus escritos, su actitud ante la vida, es decir, ante muchos problemas de la vida. Con opiniones que podemos o no compartir, pero en cualquier caso dichas de forma sincera, argumentadas convincentemente.

El día en que inauguramos Crónicas Marcianas se nos murió Sagan... y quiero pensar que ese proyecto que se hacía realidad ese día pudo llegar a recoger un poco de la ideas que le movieron a lo largo de su vida. ¿Petulante? Acaso. Al menos, sé que en esa especie de espíritu que mueve un proyecto de divulgación, estuvo ese afán de gentes como Carl Sagan de reivindicar la ciencia como algo tan nuestro que no podemos dejarlo de lado; algo que es capaz de conmovernos

o de hacernos reír; algo sobre lo que no podemos pasar ignorantes, como si no fuera con nosotros. Supongo, quiero creer, que alguien como Carl Sagan habría coincidido en esa idea. 🖲

- Javier Armentia, es director del Planetario de Pamplona desde 1993. Importante divulgador de temas científicos, especialmente astronómicos, ha destacado como uno de los más firmes defensores del pensamiento crítico y el escepticismo frente a las pseudociencias. Mantiene un interesante javarm.blogalia.com/ blog: http://





conocer

al

digamos beligerante,

Sagan

[&]quot;Una vela en la oscuridad" fue publicado originalmente en "Astronomía Digital" (nº 9, 2000). Además de por su indudable interés, nos ha parecido conveniente recordar desde estas páginas a nuestro querido y admirado Carl Sagan justo cuando hace poco hemos celebrado el 75º aniversario de su nacimiento.