

Seminario de astrofotografía

Jaime Fernández,
Agrupación Astronómica Madrid Sur

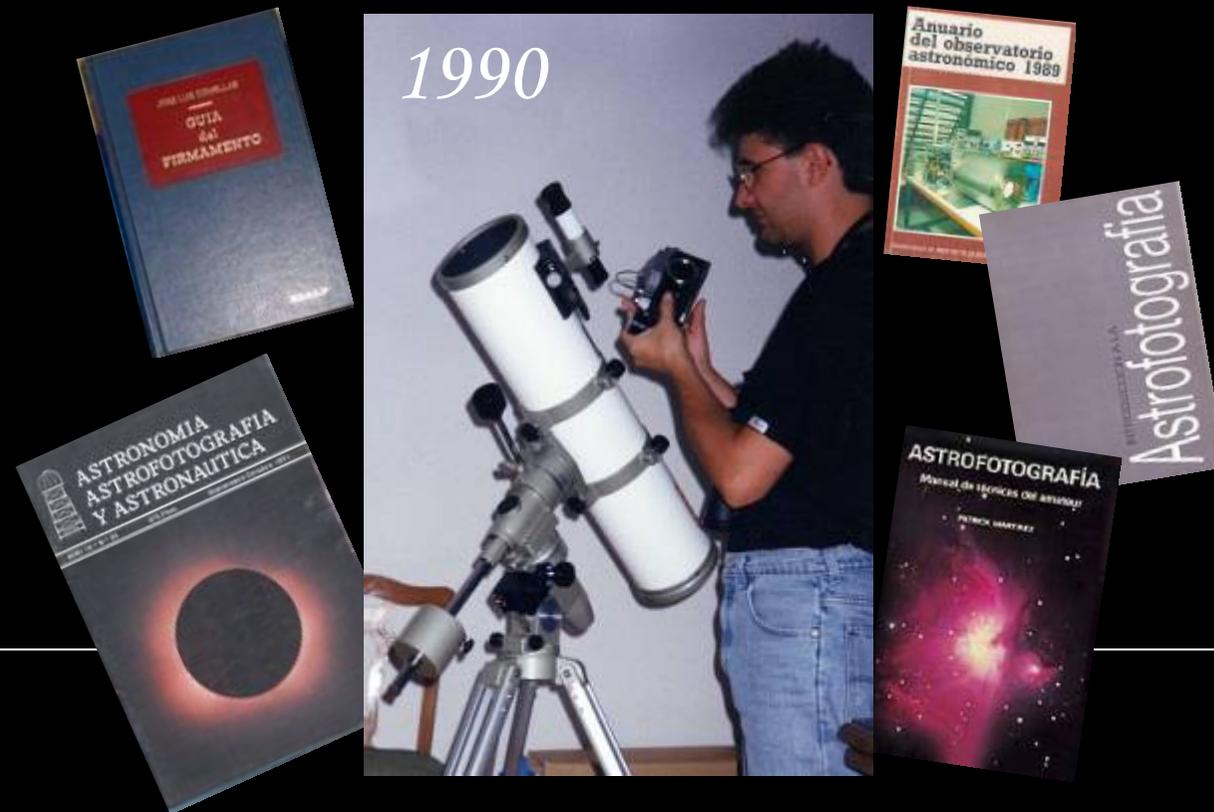
Tarde o temprano todos tenemos la tentación de enfocar una cámara a través del telescopio. Descubre en este seminario cómo abordar este reto y los principios del procesado

- La sesión fotográfica
- Monturas y guiado
- Instrumentos ópticos
- El enfoque
- El guiado
- Cámaras
- La relación señal/ruido
- Introducción al procesado
- Consejos prácticos y ejemplos



Los comienzos

Era pre-Internet



Planetaria vs. cielo profundo

Dos formas de trabajo



Planetaria vs. cielo profundo

	Planetaria	Cielo profundo
Tipo de cámara	Webcam	OSC (One Shot Camera)
Captura	Video	Imágenes
Seeing	Crítico	Aceptable
Seguimiento	Aceptable	Crítico
Focales	Medias-Largas	Cortas-Medias
Tiempo de expos.	Corto	Largo
Contaminación L.	Aceptable	Crítico
Ruido electrónico	Bajo	Alto
Dificultad	Baja	Alta

Instrumentos ópticos

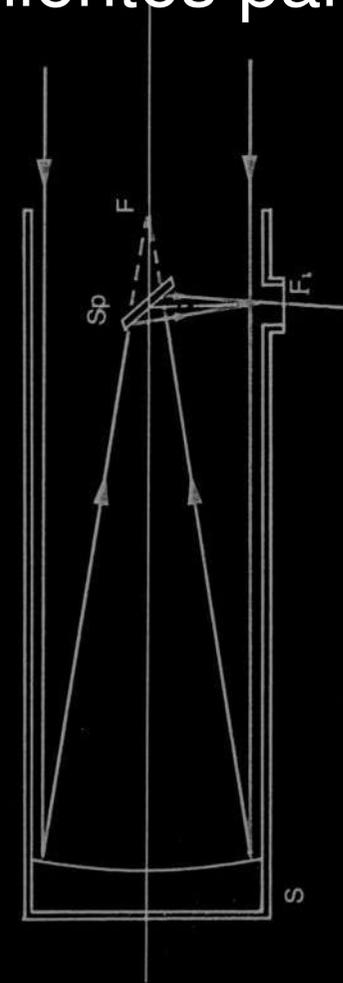
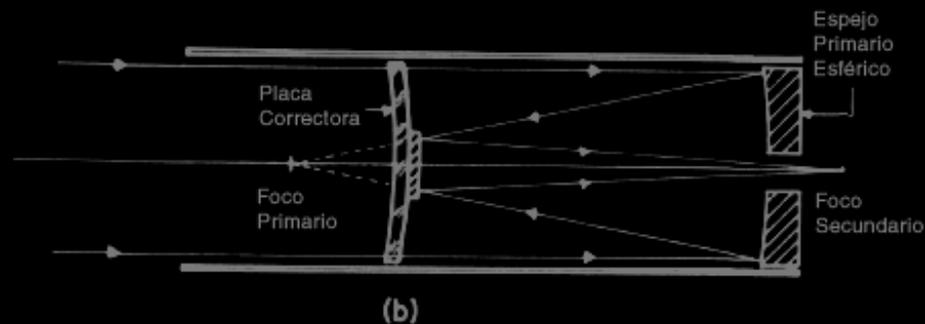
Recoger fotones



Instrumentos ópticos

Cada tipo tiene sus ventajas e inconvenientes para fotografía:

- Telescopios refractores y reflectores
- Smith-Cassegrain y Maksutov
- Astrógrafos
- Ópticas fotográficas



Instrumentos ópticos

¿Qué telescopio es el más indicado para iniciarse?

- Distancias focales cortas facilitan la fotografía (400-600mm) - menos problemas de guiado
- Relaciones focales cortas (f/4-f/5) proporcionan más luminosidad – reducción de tiempo de exposición

El tipo de fotografía que se quiera hacer es determinante: planetaria y/o cielo profundo



La cámara

Capturar la lluvia



La cámara

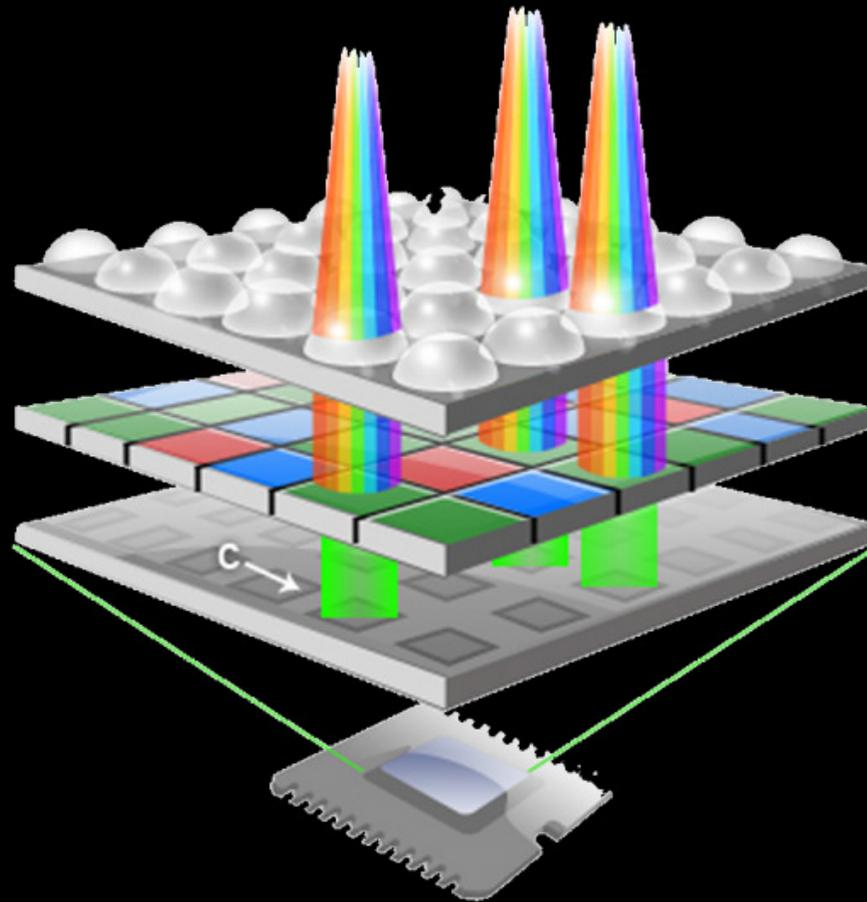
CCD: el símil de los cubos



*Adapted from Sky & Telescope
1989 - with kind permission*

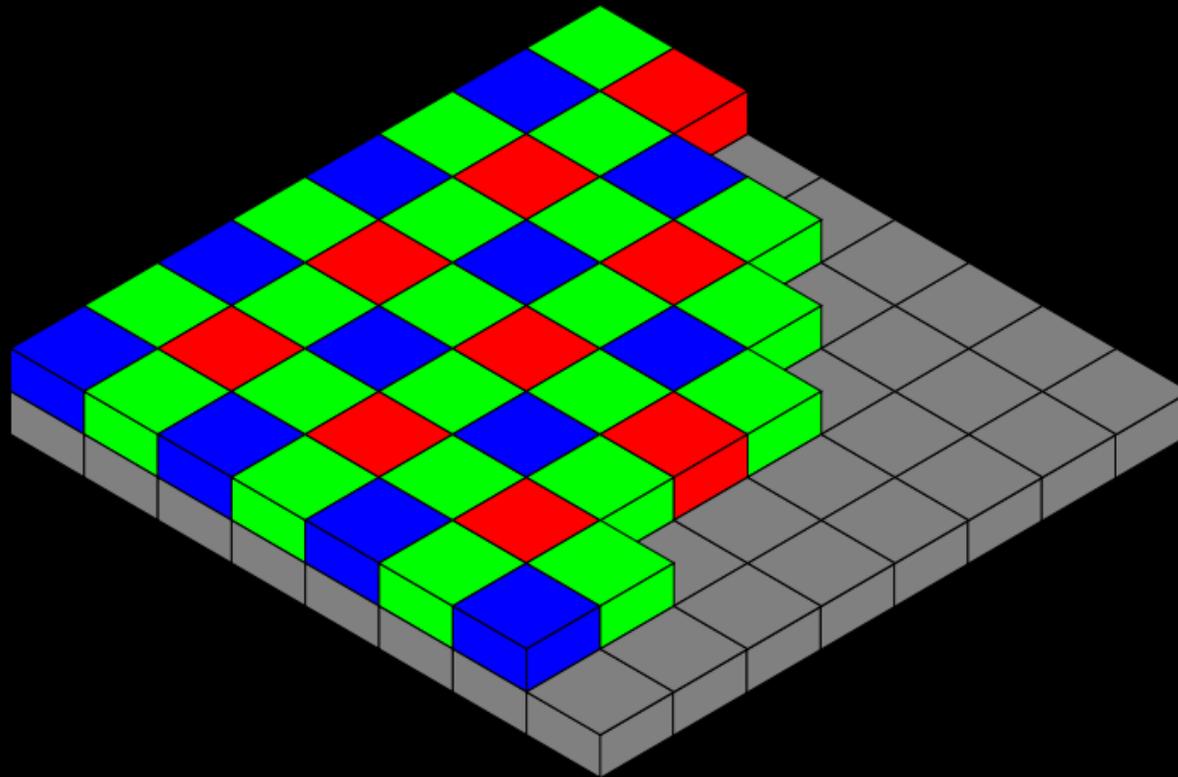
La cámara

Sensores... ¿de color?



La cámara

Matriz de Bayer e interpolación



La cámara

Cámaras de un disparo (OSC, One Shot Camera)

- DSLR (requiere modificación para máximo rendimiento)
- CCD específicas, refrigeradas y más sensibles



La cámara

Cámaras de múltiples fotogramas/webcams

- Webcams modificadas para iniciació



- Especializadas : DMK, The Imaging Source



La cámara

Tamaño de pixel y escala de imagen

$$\text{FOV (arcsec)} = \text{pix_sz} / F \times 206,265 \times \text{pixels}$$

<http://www.newastro.com> (Ron Wodasky)

The screenshot displays the 'New Astronomy Press CCD Calculator' software interface. The main window is titled 'Ron Wodasky's CCD Calculator - Luna QHY8'. It features several input fields and buttons for configuring telescope and camera parameters. The 'Telescope' section is set to '8-inch SCT f/10' with an aperture of 200, focal ratio of f/10, and focal length of 2000. The 'Camera' section is set to 'Luna QHY8' with a pixel size of 8x8 micrometers and an array size of 3000x2000. The 'Field of view' is calculated as 27.5 x 41.2 arcmin. A preview window titled 'FOV' shows a galaxy image with a white box indicating the field of view. The preview window also displays a scale bar for 10 arcmin and the calculated FOV of 27.5min x 41.2min.

La relación señal/ruido

Escarbar entre el polvo



La relación señal/ruido



La relación señal/ruido

Señal

Electrones registrados correspondientes a los fotones

Ruido

Electrones registrados de otras fuentes no deseadas

La relación entre ambas es lo que llamamos S/R

La relación señal/ruido

¿ Cómo aumentar la relación S/R en la toma ?

Incrementando la señal...

- Cámara eficiente
- Buen **enfoque y guiado**
- Incrementando el tiempo de exposición

La relación señal/ruido

¿ Cómo aumentar la relación S/R en la toma ?

...o reduciendo el ruido

- Fotónico: fondo del cielo
- De corriente oscura: calor
- De lectura: lectura sensor

La relación señal/ruido

¿ Cómo aumentar la relación S/R tras la toma ?

Combinación de varias tomas

- Algunos ruidos son aleatorios, mientras que la señal no lo es
- Las tomas DARK, FLAT y BIAS deben ser promediadas también para que no introduzcan ruido aleatorio

La sesión fotográfica

Método y precisión



La sesión fotográfica

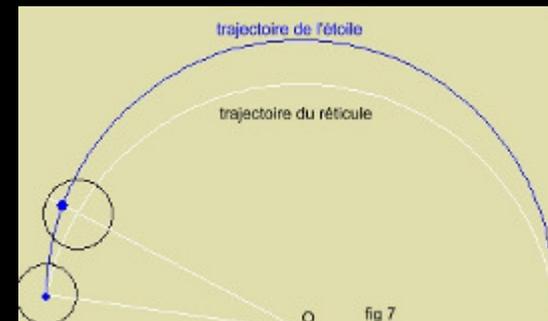
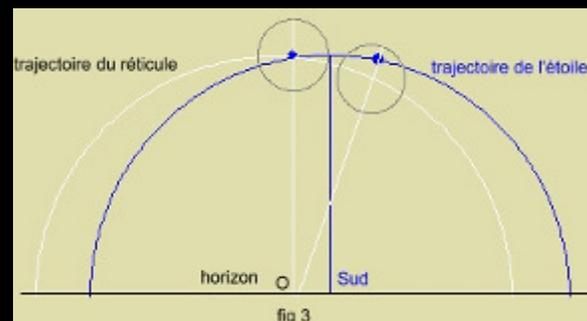
- Poner en estación
- Localizar y centrar objeto
- Enfocar
- Guiar
- Programar captura
- Revisar resultados
- Obtener flats, bias y darks



Poner en estación

Se deben usar monturas ecuatoriales o de horquilla con cuña ecuatorial (rotación de campo)

- Aproximado: imperfecto
Sólo válido para planetaria
- Buscador de la Polar: aceptable
Buscadores de calidad y bien ajustados
- Método Bigourdan: perfección
Descrito en 1893 por el astrónomo Guillaume Bigourdan



Localizar y centrar objeto

- Planetaria: mínima dificultad
- Cielo profundo:
 - Objetos “invisibles”
 - Narrowbanding
 - Mosaicos

Para cielo profundo es de gran ayuda GOTO

- Opciones de alta precisión GOTO
- Atlas celestes software (Cartes, Sky6,...)
- Máxima ganancia de la señal para centrado

Localizar y centrar objeto

- Planetaria: foco primario o fotografía por proyección



- Cielo profundo: foco primario



Enfocar

Métodos de enfoque:

- Visual: no recomendado.
- Con ayuda de máscaras de difracción:



Máscara de Hartmann



Máscara de Bahtinov



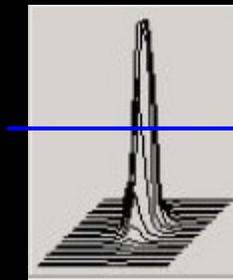
<http://astrojargon.net/maskgen.aspx>



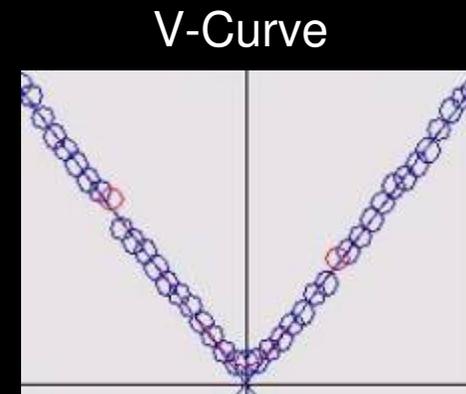
Enfocar

Métodos de enfoque:

- Manual asistido por software
 - Maxim-DL, DSLRFocus,...
 - Método de aproximación
- Motorizado
 - Enfocador motorizado: Seletek Lunático, NJF-S, Robofocus, TCF-S,...
 - Software: FocusMax & Maxim-DL, DSLRFocus,...
 - Método de Curva-V vs. aproximación



FWHM
Full Width
Half Maximum



Guiado

Eppur si muove...

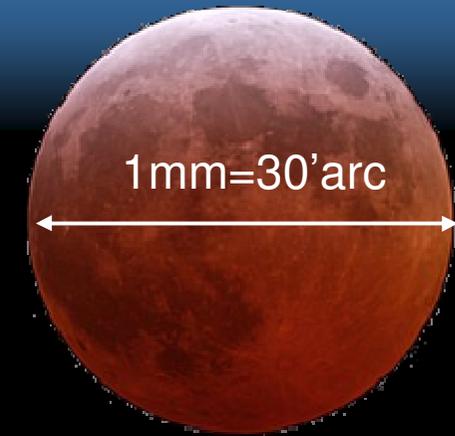
TODAS las monturas presentan defectos de seguimiento
periódicos y aleatorios.

El autoguiado compensa los defectos de seguimiento en
tiempo real

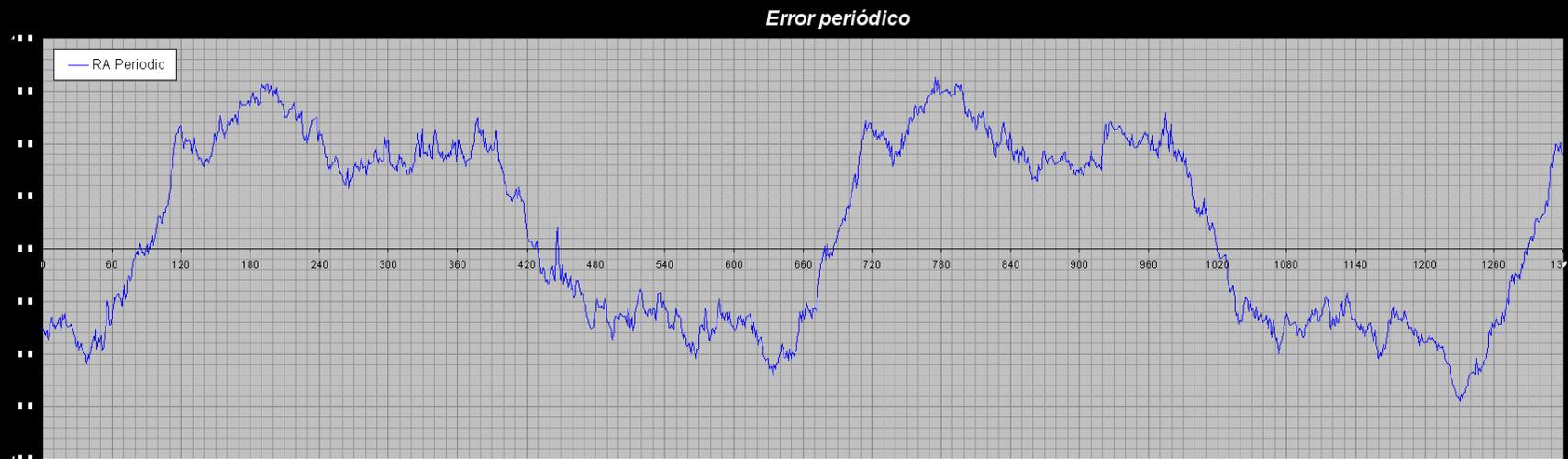


Guiado

Tolerancia de $0.025\text{mm} = 40''$ arc
para una corona de 100mm



Mejor cuanto más pequeño sea el error de guiado y más
periódico



Guiado

Se realiza siguiendo una estrella guía con una segunda cámara paralela con la principal



Guiado en piggyback

- + Simple
- Flexiones

Guiado fuera de eje

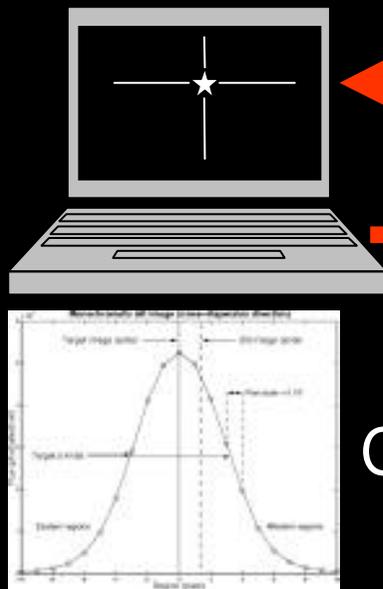
- + Sin flexiones
- Campo limitado

CCD con guiado

- + Sin flexiones
- + Precisión
- Precio

Guiado

- Los motores de seguimiento se realimentan con la información del sistema de autoguiado
- Análisis centroide = precisión subpixel
PHDGuiding (free), MaximDL, K3CCD,...



Centroide



Guiado

- Resolución (" / p) = $\text{pix_sz} / F \times 206,265$
- Resolución por pixel doble del FWHM



QHY2
3.45u
700mm
1.02"/p
250mm
2.85"/p

Canon 350D
6.4u
700mm
1.89"/p



Programar la captura

Programación de disparo de imágenes:

- DSLRShutter (free), DSLRFocus, MaximDL, K3CCD, propietario,...
- Disparador con DSLR: jack 2.5mm en Canon

Captura:

- Ordenador (CCD, Video, DSLR)
- Tarjeta de memoria (DSLR)

Light, dark, flat y bias

Siempre almacenar las imágenes en formatos sin pérdida de información (RAW vs. JPG, AVI)

En una sesión de astrofotografía de cielo profundo típica se realizan las tomas (como referencia):

- 10-20 Light
- 10-20 Flats / Darks-flats
- 10-20 Bias
- 10-20 Darks

Light, dark, flat y bias

LIGHT ¿Muchas cortas o pocas largas?

- Varias tomas del mayor tiempo que nuestro cielo (CL) y montura (guiado) nos permita

Ganancia/ISO ¿sensibilidad variable del sensor?

- Como regla general no pasar de 800ISO en DSLR



Light, dark, flat y bias

DARK

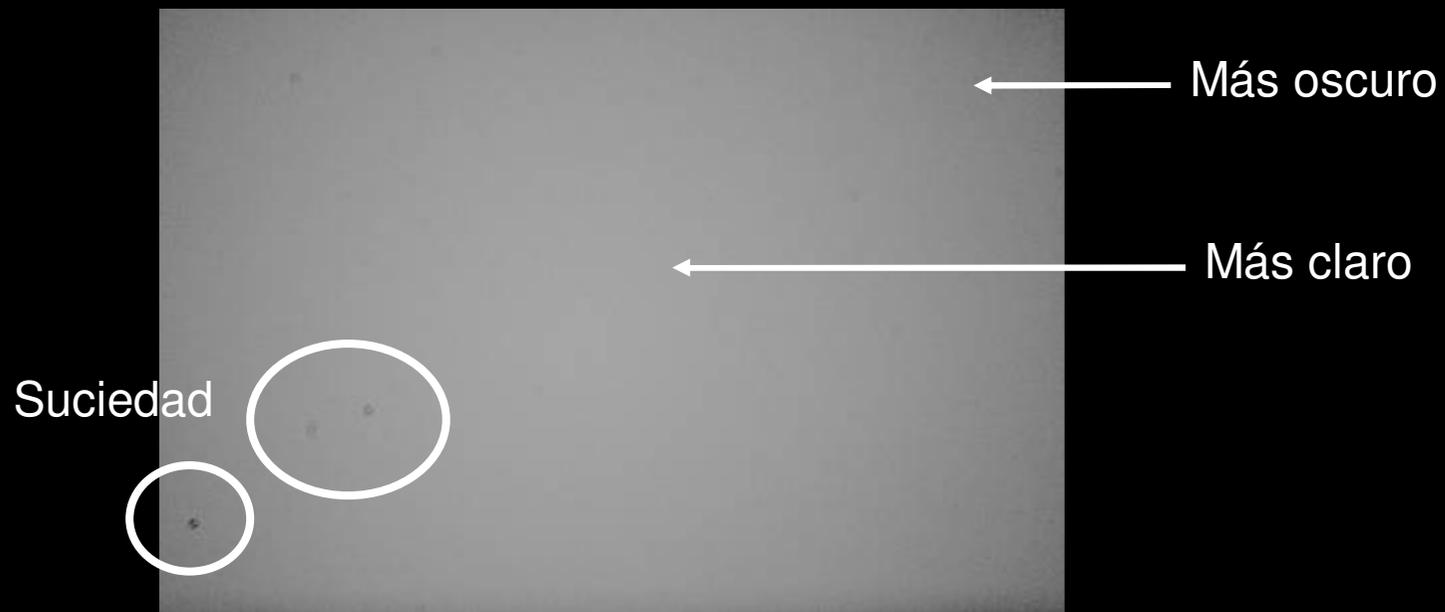
- Eliminación de ruido de corriente oscura
- Mismo tiempo, ganancia/ISO y **temperatura** que la toma light, con el sensor tapado
- Archivo de darks, darks de nevera



Light, dark, flat y bias

FLAT

- Eliminación de gradientes, viñeteo y suciedad
- Misma ganancia/ISO que la toma light
- Superficie uniformemente iluminada sin modificar el sistema óptico ni el enfoque



Light, dark, flat y bias

BIAS (offset)

- Eliminación de ruido de lectura
- Mínimo tiempo de exposición disponible en la cámara
- Sensor tapado.



Consejos prácticos

- Planifica la sesión
- Conoce tu equipo y sus limitaciones
- Ajusta tu montura y no la sobrecargues
- Usa focales cortas en cielo profundo y largas en planetaria
- Comienza con Luna y planetas, con webcam sin guiado
- Sigue con globulares, con DSLR y guiado webcam
- **¡Se creativo!**



Introducción al procesado

La magia digital



Planetaria

Captura de varios cientos o miles de fotogramas de un video que son alineados, filtrados, apilados y procesados con...

The logo for RegiStax5, featuring the word "Regi" in purple, "Stax" in green, and a red "5" in the top right corner, all on a white background with a blue gradient bar at the bottom.

Planetaria

Pasos básicos en Registax:

- 1- Seleccionar un video
- 2- Alinear
- 3- Crear fotograma de referencia
- 4- Optimizar y apilar fotogramas
- 5- Procesado final



Planetaria

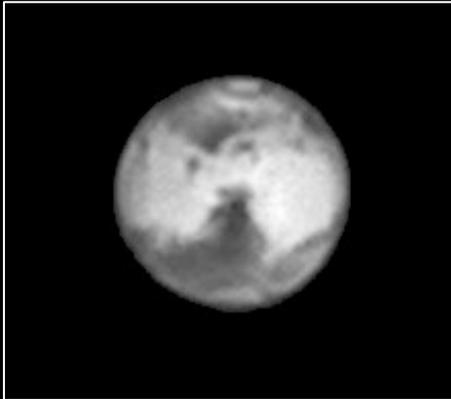


Antes

Después



Planetaria

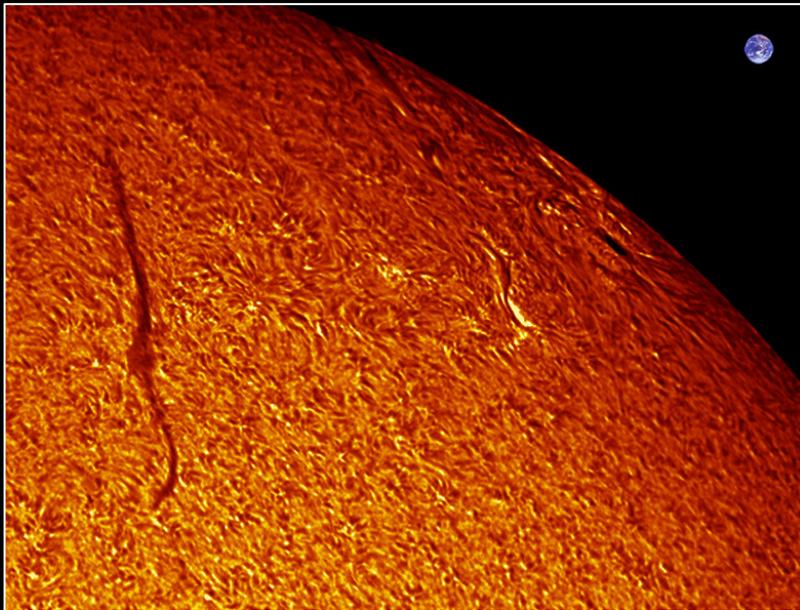
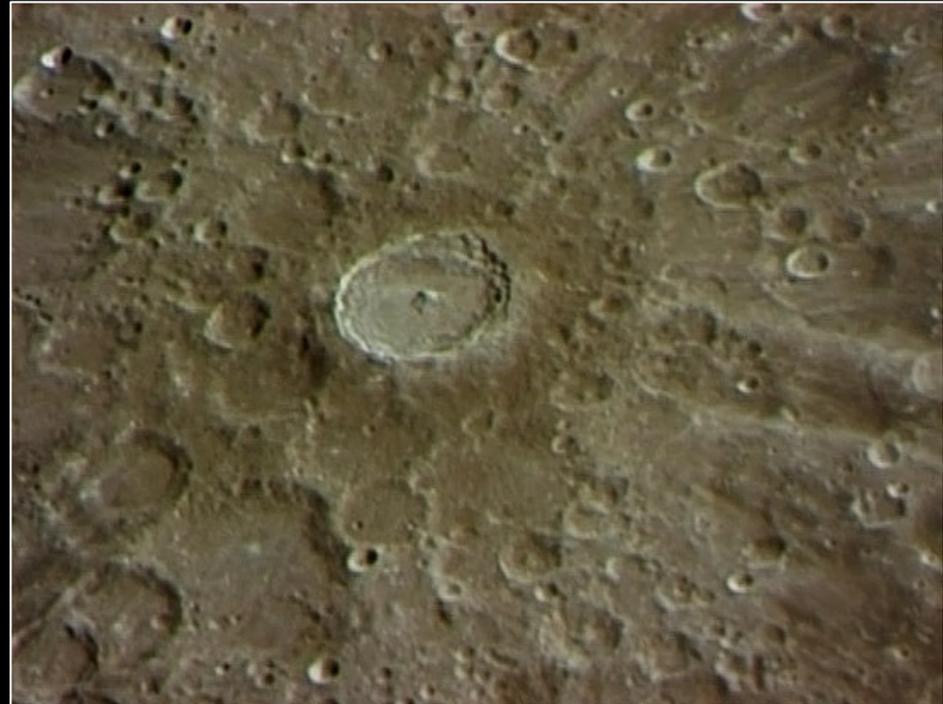


Jaime Fernández

<http://www.asrtonomica.es>

Patricio Dominguez

<http://www.youtube.com/arbacia>



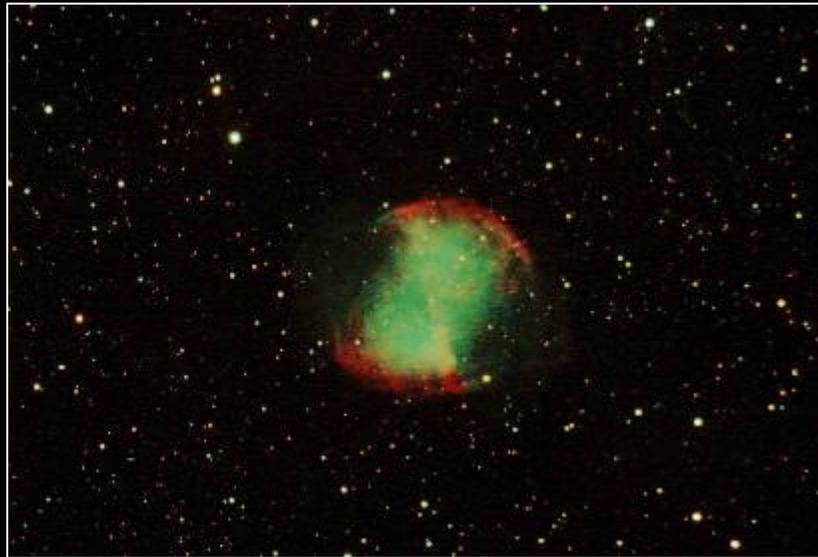
Jesús Carmona

<http://www.fobos.es>

Procesado cielo profundo

Una buena toma garantiza buenos resultados:
guiado, enfoque y una relación S/R favorable

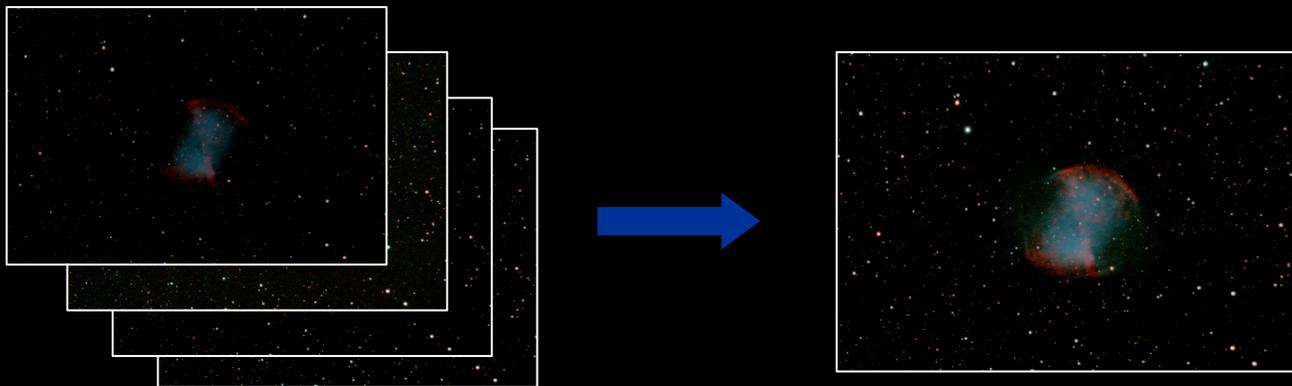
Documentarse antes sobre el aspecto y color del
objeto fotografiado



Procesado cielo profundo

1.- Apilado: Reducción, alineado y combinación

- Reducción de ruido, eliminación de defectos y aumento de la relación S/R mediante promediado de tomas light, dark, flat y bias
- Alineado de las tomas
- Combinación de las tomas: avg, med, sigma,...
- DSS, ImagesPlus, MaximDL, CCDstack, IRIS,...



Procesado cielo profundo

Narrowbanding en DSLR: Ha (canal R)

- Apilado RGB, extracción canal R



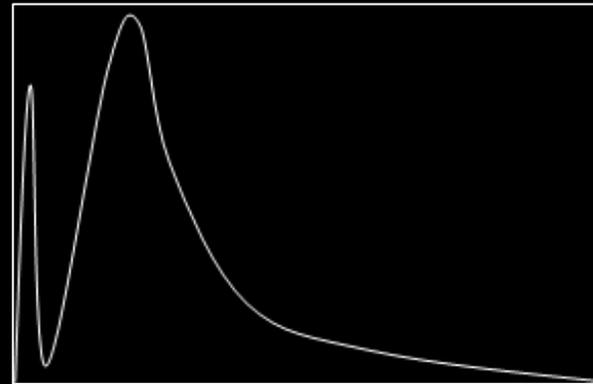
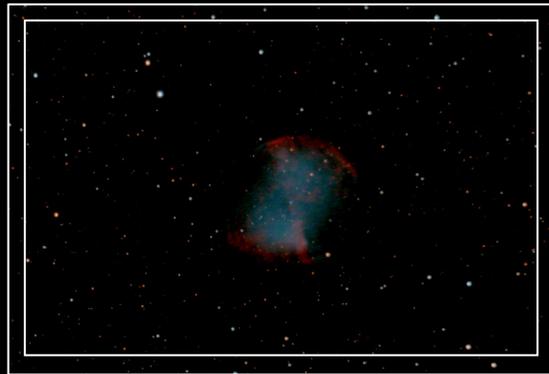
- Apilado solo canal R



Procesado cielo profundo

2.- Recorte de bordes

- Tras la alineación es normal tener bordes negros que “engañan” el histograma
- El histograma de una imagen contiene el número de píxeles que tienen el mismo tono

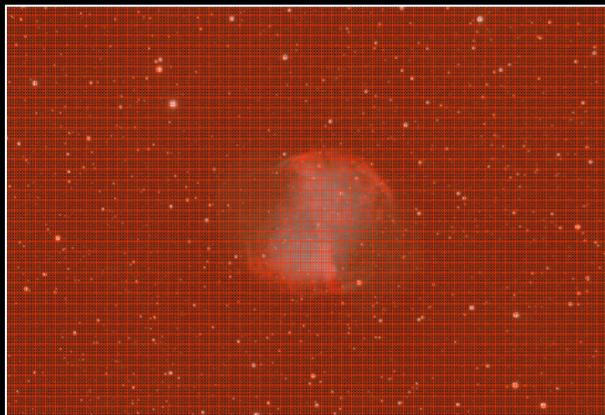


Procesado cielo profundo

3.- Balance de color

Problema habitual en DSLR modificadas

- **Método 1:** Obtener mediana R,G y B (estadísticas) y aplicarlo a histograma (PixInsight)
- **Método 2:** Desplazar canales R, G y B del histograma a mano buscando curvas similares.



Procesado cielo profundo

4.- Eliminación de gradientes y viñeteo

- Herramienta “Gradient Exterminator” de Russell Croman (<http://rc-astro.com/>) para PhotoShop
- Herramienta Dynamic Background Extraction en PixInsight (Core y LE)



Procesado cielo profundo

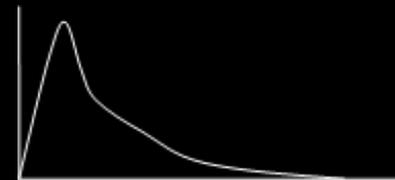
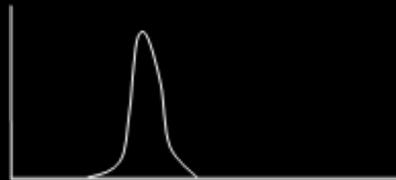
- 5.- Protección de estrellas con máscara de luminancia invertida – múltiples iteraciones
- Evitamos “engordar” y quemar las estrellas



Procesado cielo profundo

6.- Estirado, alineado de histogramas y curvas

- Puede aumentar el ruido inaceptablemente
- Paso a paso, ajustes ligeros
- El fondo NO es negro



Procesado cielo profundo

7.- Retoques finales

- Reducción de ruido
- Destacado de estructuras:
 - Wavelets
- Aplicación de filtros
- ...

La “ética” del procesado

- Corriente *postalera*
- Corriente *ortodoxa*



Procesado cielo profundo

Técnicas de reducción de ruido

- SCNR canal verde (PixInsight)
- ACDNR con máscara (PixInsight)
- NoiseNinja (PhotoShop)

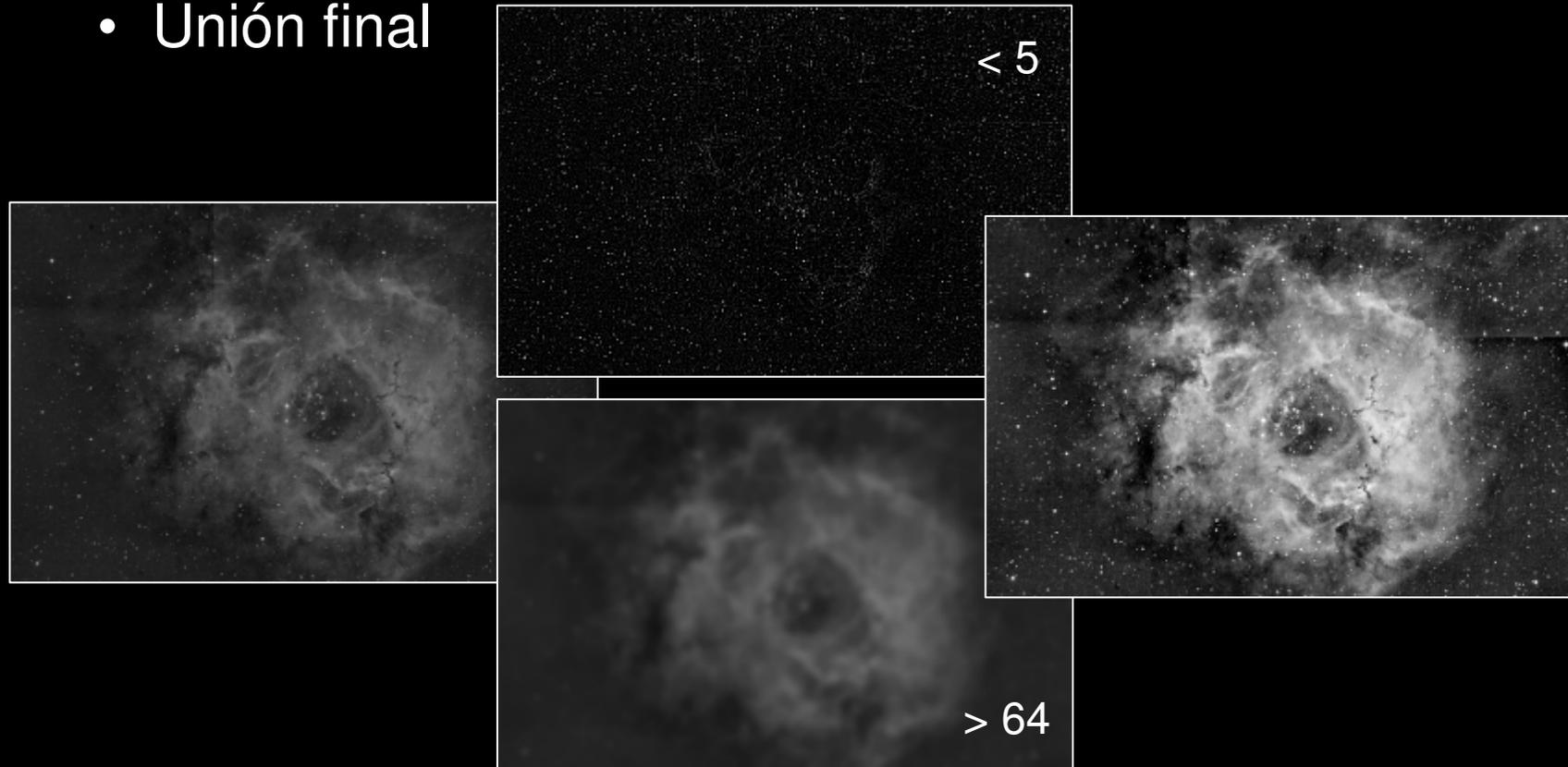
Evitar un “lavado” excesivo



Procesado cielo profundo

Wavelets (PixInsight, Registax)

- Separación de estructuras
- Procesado independiente
- Unión final



Procesado cielo profundo

Aplicación de filtros

- HDRW (PixInsight)
- Intensificación de zonas oscuras (PixInsight)
- High Pass enmascarado (<80% transparency) (PS)
- Minimum (<20% transparency) (PhotoShop)

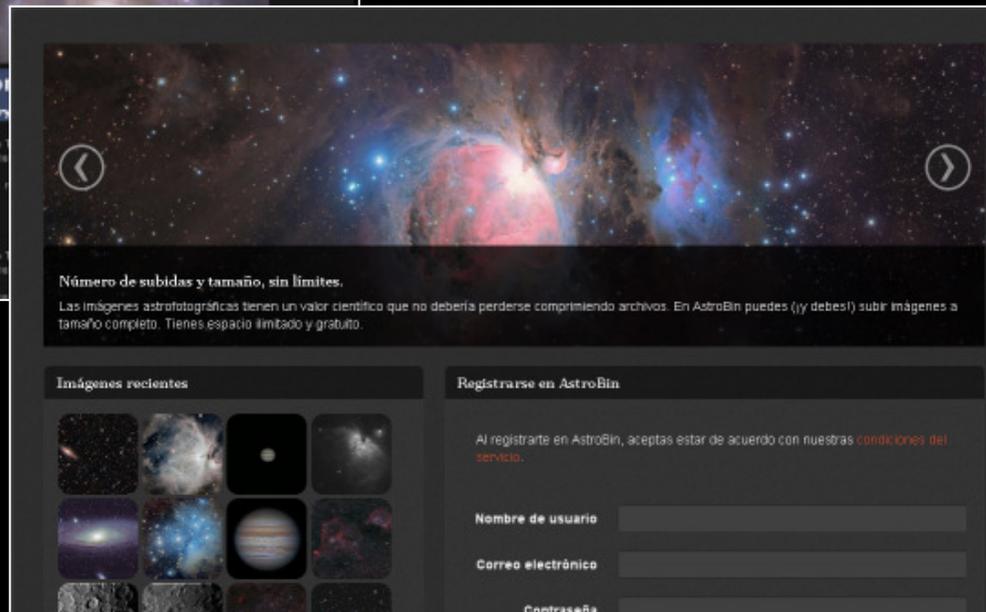


Procesado cielo profundo

Publicación



astrobin.com



Referencias

- *Relación Señal-Ruido en Astrofotografía Digital de Cielo Profundo*, por Antonio Fernández
- *The New CCD Astronomy*, Ron Wodaski, New Astronomy Press, 2002
- *Lunar and Planetary Webcam User's Guide*, Martin Mobberley
- *Photoshop for Astrophotographers*, Jerry Lodriguss
- *Videotutoriales Pixinsight*
- *asociacionhubble.org* y *fotografiaastronomica.com*
- Las astrofotografías mostradas para documentar esta presentación pertenecen a sus respectivos autores.

www.astronomica.es

Astrophotography: Jaime Fernández



www.astronomica.es