

## **Tutorial para fotografiar cometas**

Por Fernando Gómez

### Introducción

Fotografiar cometas es un desafío interesante ya que estos objetos se mueven sobre el fondo estrellado y la técnica tradicional de apilar imágenes para lograr tiempos totales de integración altos se hace muy difícil.

Además de esto hay un tiempo óptimo de exposición si se quieren preservar los detalles de la cola del cometa. Si se excede mucho este tiempo la cola comenzará a borronearse debido a que el objeto se está moviendo.

Tiempos cortos de exposición adecuados para detectar detalles del cometa llevan al concebido deterioro de la relación señal/ruido (SNR) y por otra parte el apilado de muchas imágenes centradas en el cometa, para mejorar dicha SNR, conlleva a que las estrellas de fondo quedarán todas corridas.

### Descripción de la técnica

La determinación del tiempo óptimo de exposición la dejaré para el final porque es necesario hacer algunos cálculos orbitales y si empiezo por ahí muchos lectores desistirán.

Asumamos por ahora que las tomas individuales que haremos del cometa tiene una duración de 1 min (60s)

La idea para mejorar la relación señal/ruido es tomar varias de estas imágenes y luego apilarlas con algún software específico (Deepskystacker, Maxim DL, o Pixinsight)

Como regla general el tiempo máximo de la sesión no puede superar 1 hora para que no se noten los cambios propios en la estructura de la cola.

Antes de seguir adelante siempre es importante calibrar las imágenes crudas por lo que unos cuantos darks, flats y bias también serán necesarios.

Luego de tener las imágenes crudas calibradas será el momento de tomar una decisión sobre como apilarlas

Si apilamos tomando como referencia la cabeza del cometa, entonces obtendremos una imagen bien definida del cometa y de su cola pero las estrellas aparecerán como un tren de puntitos.



Si por el contrario apilamos tomando como referencia el campo estrellado (o sea la técnica habitual de espacio profundo), entonces las estrellas quedarán bien definidas, el fondo será terso, pero el cometa saldrá todo corrido.



Frente a este dilema la solución es tomar lo mejor de los dos mundos.

El procedimiento es así

### ***Primero***

Se registran (alinean) las imágenes tomando como referencia el Cometa.

Para hacerlo hay varias posibilidades, yo utilizo el Maxim DL seleccionando alineación manual con 1 sola estrella (centrando en la cabeza del cometa).

El DeepSkyStacker tiene una funcionalidad para cometas, y el Pixinsight también tiene un script específico pero nunca lo utilicé.

Personalmente prefiero el Maxim DL porque tengo todo el control en mis manos.

Luego que las imágenes están registradas (alineadas) se procede a integrarlas (apilarlas).

### **Aquí viene el primer truco**

Si para el resultado de la integración utilizamos el promedio (average) obtendremos una imagen definida del cometa pero las estrellas aparecerán como un trencito de puntos.



Si por el contrario utilizamos alguno de los algoritmos típicos para la eliminación de outliers como el Sigma Clipping o el SD mask entonces el cometa saldrá bien definido pero las estrellas desaparecerán.



Es importante seleccionar un valor de sigma pequeño y unas cuantas iteraciones para obtener una buena eliminación de las estrellas de fondo.

El propósito de ahora en más es quedarnos con la imagen aislada del cometa y tratar de que desaparezcan los rastros de las estrellas de fondo.

Trabajando con los niveles y con la herramienta de clonación (clone stamp) se puede lograr una imagen aceptable.

Yo utilizo el Photoshop para realizar esto, pero el GIMP (software libre) tiene las mismas funcionalidades y se logra el mismo resultado.

Con un poco de paciencia se logra obtener una buena imagen del cometa sobre un fondo oscuro.

Esta imagen se guarda y se “reserva” para el proceso final



### ***Segundo***

Ahora se vuelve a las imágenes crudas y se las vuelve a registrar (alinear) pero tomando en esta oportunidad como referencia las estrellas de fondo.

Todos los programas de alineación pueden resolver esto automáticamente pero a veces el cometa los puede confundir. Yo prefiero alinear nuevamente a mano con el Maxim DI utilizando en este caso dos estrellas como referencia.

Luego de la alineación es necesario integrar (apilar) las imágenes.

Si seleccionamos como criterio de combinación el promedio (Average) obtendremos estrellas puntuales y un largo trail de la cabeza del cometa y de su cola.



### Segundo truco

Si seleccionamos como criterio de combinación el Sigma Clipping o el SD mask entonces volveremos a obtener estrellas puntuales y un largo trail de la cola del cometa. La cabeza del cometa habrá desaparecido y por suerte es un problema menos.



En este punto debemos intentar deshacernos de los restos del Cometa y lograr un fondo estrellado puro.

### Tercer truco

En Photoshop o en Gimp duplicamos la imagen y luego le aplicamos un filtro de Polvos y rascaduras (Dust and scratches)

Como valores recomendados podemos utilizar un radio de 15 a 20 pixeles y un umbral de 5 a 7 niveles, pero en realidad es cuestión de probar.

A continuación se aplica un filtro gaussiano con un radio de 15 a 20 pixeles.

Al final de estas dos operaciones debemos habernos desprendido de las estrellas y habernos quedado solamente con los restos del Cometa. A esta imagen le llamaré Blur.



Ahora volvemos a la imagen original y le restamos la imagen Blur.

Obtendremos una imagen como la siguiente



Al hacer la resta es bueno colocarle a la imagen una máscara de estrellas para preservar el brillo de las estrellas que están sobre el cometa, pero esto no es estrictamente necesario por lo que obviaré esa explicación.

Si todo salió bien el resultado será el fondo estrellado sin el cometa (ni cabeza, ni cola)

### *Tercero*

#### Último truco

Ahora tomamos la imagen del fondo estrellado (sin cometa) y le pegamos la imagen del cometa aislado.

Para la combinación de las capas hay que elegir en Photoshop el modo Aclarar (o Lighten). En Gimp existe un comando idéntico.



### *Finale*

Si todo salió bien obtendremos una bonita imagen del cometa con todos sus detalles sobre un fondo estrellado inmaculado.

## *Anexo*

### *Sobre el tiempo óptimo para fotografiar cometas.*

Para poder captar de la mejor manera los detalles de la cola del cometa, el cuál es un objeto en movimiento, es necesario que el tiempo de exposición no provoque que la imagen quede movida.

Es el mismo problema que cuando queremos “congelar” la imagen de un atleta o un caballo en carrera. Si el tiempo de obturación no es lo suficientemente rápido entonces la imagen quedará borrosa.

Volviendo al cometa la regla es que el movimiento propio del cometa no supere 2 píxeles en el sensor.

Pero el movimiento aparente del cometa es en grados sobre el cielo y no en píxeles sobre el sensor, por lo que ahora hay que hacer cuentas (Sorry, but life is hard)

Lo primero que debemos saber o calcular es la escala de nuestra combinación telescopio-cámara.

En mi caso con un Meade SCT de  $D=200\text{mm}$   $f/10$  y una cámara Canon 1000D en foco directo la escala es  $0,56$  arcseg/píxel

Existen varias fuentes donde se explica como calcular la escala a partir de los parámetros del telescopio (focal) y del tamaño del sensor (dimensión del píxel, y cantidad de píxeles por línea y columna) por lo que no lo voy a repetir

En mi caso un desplazamiento inferior a 2 píxeles en el sensor implican que el cometa no se debe haber desplazado más de  $2 \times 0,56 = 1,12$  arc seg en el cielo.

**Nota-** Este valor de  $1,12$  arcseg sólo puede ser utilizado en buenos cielos y con un seeing excelente. En otros casos será el seeing el que determina el valor máximo en arc seg.

La pregunta es ¿cuanto tiempo demora el cometa en recorrer  $1,12$  arcseg en el cielo?

#### Solución difícil

A partir de los parámetros orbitales del cometa y del día y la hora de la observación se puede determinar su posición en la órbita y su velocidad respecto al sol.

Luego hay que hacer un complejo cambio de coordenadas para calcular su posición y velocidad aparente cuando lo vemos desde la tierra.

Descartemos esto porque es muy complicado

## Solución fácil

La solución fácil es utilizar algún programa planetario como el Cartes du Ciel, Stellarium, o heavens-above.com

Primero debemos cargar los datos orbitales del Cometa en cuestión. Eso es fácil porque todo estos programas tiene implementados una rutina para descargar los datos desde el MPC (Minor Planet Center)

Luego seteamos en el simulador la hora probable de inicio de la observación (x ej domingo 14 diciembre 2014 a las 21:30)

El programa nos dará la RA y la declinación del cometa para ese momento

Le llamaremos RA1 y dec1

Luego seteamos el simulador a una hora después del inicio (x ej domingo 14 de diciembre 2014 a las 22:30)

Apuntamos las nuevas coordenadas de RA y declinación. Las llamaremos RA2 y dec2

El desplazamiento del cometa en 1 hora será entonces

En Ascensión Recta RA2-RA1

En Declinación dec2-dec1

Aplicando Pitágoras nos construimos un triángulo rectángulo cuyos catetos son RA2-RA1 y dec2-dec1

La hipotenusa de ese triángulo será el desplazamiento aparente del cometa en 1 hora.

En mi caso la hipotenusa del triángulo midió 83 arcseg

Ahora es sólo una regla de tres

Sabemos que en 60 min (1 hora) el cometa se desplaza 83 arcseg y nosotros queremos que el tiempo de exposición no supere el equivalente a 1,12 arcseg, entonces

$$t_{\text{exp}} \leq 1,12 \times 60/83 = 0,81 \text{ min}$$

$$t_{\text{exp}} \leq 48,6 \text{ seg}$$

La respuesta correcta es que cada una de las tomas individuales debería ser de aproximadamente 50 seg para preservar los detalles de la cola del cometa.

NOTA-

En mi caso utilicé un tiempo de 180seg pero esto fue debido a dos causas

1-la primera es que yo fotografí desde la ciudad y con solamente 50 seg de exposición no logro captar muchos detalles y además el seeing me limita antes.

2-para ser honesto esta cuenta la hice después que tomé las fotos.

Para los que han llegado al final de este largo desarrollo recuerden siempre que

“LA ASTRONOMIA ES LA CIENCIA DE LA PACIENCIA”

Créditos

Optimizing Images of Comets, Bernhard Hubl, 2006-10-30

18 de diciembre de 2014

FG