

26a

CONVENCIÓN DE ASTRONOMÍA



SABADELL
14, 15, 16 MARZO
2025

Más allá de la observación, promoviendo la colaboración PRO-AM

Fotometría de cometas con Tycho

Ramon Naves



Hace 25 años, bueno, 24 para ser precisos, fundamos un grupo de observadores de cometas. Lo primero que nos llamó la atención fue que no encontramos una metodología clara para hacer fotometría de cometas. Y cuando hablábamos con los expertos en fotometría de estrellas, nos decían: "Hombre, pues se hace igual." Pero no, no tiene nada que ver. Hay varios hándicaps.

Los cometas se mueven, por lo que las estrellas de calibrado cambian cada noche. Primer drama. Además, los cometas no son puntuales, sino extensos. Entonces, ¿qué tamaño de caja (box) eliges para medir?

Hace 24 años tuvimos una reunión en Barcelona, donde vinieron varios colegas de Valencia, entre ellos el doctor Marc Kidger y otros destacados, Julio Castellano (el autor de Fotodif, Focas, fase 3, Órbitas, entre otros programas). Dos personas, a las que no citaré porque abandonaron el grupo y no quiero dejar mal con nadie —aunque me encantaría—, vinieron expresamente a enseñarnos su método. Cuando nos mostraron su forma de hacer fotometría de cometas, Julio Castellano se plantó y dijo: *"Esto no es un método, esto es arte"*. Porque dependía de qué estrella elegías para calibrar: se obtenía un resultado diferente según la estrella seleccionada. Dijimos que esa no era manera de trabajar y Julio afirmó que no haría fotometría hasta que no desarrolláramos un método fiable. Este método se llamó en un principio fase 3 y funcionaba con un programa llamado AstroArt.

En aquella época, nos repartimos el trabajo para ver qué software calculaba mejor los centroides. Probamos AstroArt y otros. Al final, AstroArt fue el ganador.

Entonces, con un programa que desarrolló Julio, llamado fase 3, correlacionábamos las estrellas de calibrado con las imágenes del campo. Usábamos el USNO 2.0, un catálogo basado en película química con errores considerables, pero era lo que había.

Con el tiempo, llegó Astrométrica. Fui uno de los primeros en utilizarlo y le dije a Julio: *"AstroArt está muy bien, pero Astrométrica permite hacer astrometría de forma espectacular"*. Sin embargo, no estaba diseñado para la fotometría de cometas. Así que le pedí a Julio que desarrollara un programa que se integrara con Astrométrica. Así nació FOCAS, que revolucionó la forma en que trabajábamos, facilitando el proceso y obteniendo resultados espectaculares.

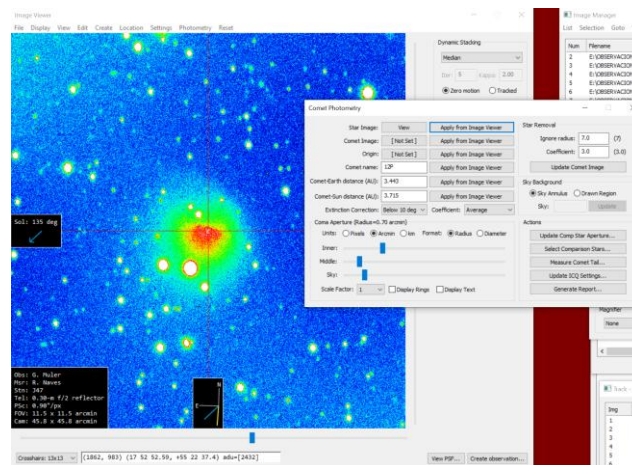
Con el tiempo, Astrométrica quedó obsoleto, sobre todo con las cámaras actuales. Entonces apareció Tycho. Nos pusimos en contacto con su creador, Daniel Parrott, y le explicamos la necesidad de adaptar el método al nuevo software. Su respuesta fue clara: *"Si me explicáis bien lo que queréis, yo os lo hago"*.

Para hacer fotometría de cometas hoy en día, utilizamos el catálogo Atlas. Antes usábamos CMC15 en la banda R y luego Gaia, aunque este último tiene una limitación: astrométricamente es casi perfecto, pero fotométricamente deja que desear.

Atlas ha resultado ser el mejor catálogo hasta ahora, superando incluso a APASS en nuestras pruebas. Para fotometría de cometas, normalmente no usamos filtro, pero si se usa, el R es el más adecuado, ya que la mayoría de los cometas reflejan la luz del Sol y tienden a ser rojizos.

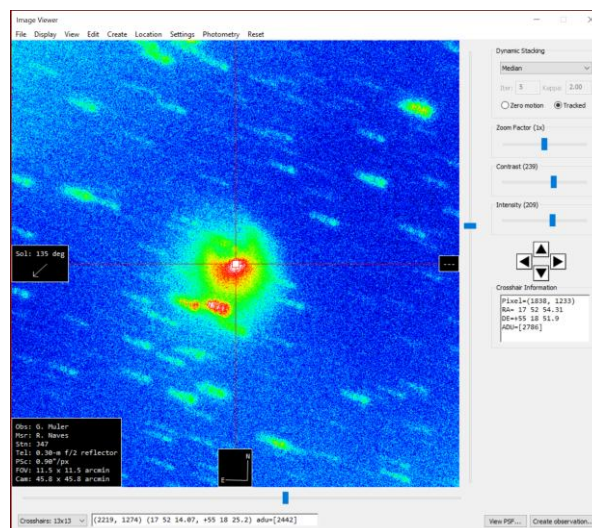
El proceso paso a paso es el siguiente:

1. Alineación de imágenes: Primero, se apilan las imágenes para que las estrellas sean puntuales, aunque el cometa salga movido.



Alineación de las imágenes sobre las estrellas

2. Apilado del cometa: Luego, se alinean las imágenes sobre el cometa, aunque eso distorsione las estrellas.



Alineación de las imágenes sobre el cometa

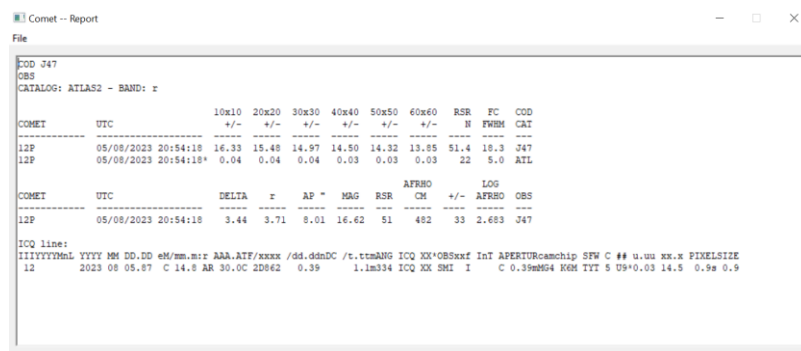
3. Fotometría con Tycho: Se eliminan estrellas cercanas al cometa para minimizar su impacto en la medición del brillo.

En la época de fase 3, utilizábamos un box cuadrado de 10x10 segundos de arco. Luego nos dimos cuenta de que lo ideal era usar un box circular, equivalente en área a 5,64 segundos de arco de radio.

En Tycho, el radio se introduce en píxeles, por lo que se debe dividir 5,64 entre la resolución en segundos de arco por píxel. Por ejemplo, con una resolución de 0,9"/px, el radio del box es 6,26 px.

También filtramos estrellas problemáticas con criterios fotométricos para mejorar la precisión.

Tycho nos proporciona la fotometría en distintos tamaños de box: 10x10, 20x20, 30x30, 40x40, 50x50 y 60x60. Cuanto mayor es el box, más brilla el cometa, siempre que tenga coma y sea extenso. Si es un cometa débil de magnitud 18-19, los valores apenas varían entre un box pequeño y uno grande.



```

COD 347
OBS
CATALOG: ATLAS2 - BAND: r

COMET      UTC      10x10  20x20  30x30  40x40  50x50  60x60  RSR  FC  COD
      +/-      +/-      +/-      +/-      +/-      +/-      N  FWHM CAT
12P      05/08/2023 20:54:18 16.33 15.48 14.97 14.50 14.32 13.85 51.4 18.3 347
12P      05/08/2023 20:54:18* 0.04 0.04 0.04 0.03 0.03 0.03 22 5.0 ATL

COMET      UTC      DELTA  r      AP *  MAG  RSR  CH  +/-  AFRHO  OBS
      +/-
12P      05/08/2023 20:54:18 3.44 3.71 8.01 16.62 51 482 33 2.683 347

ICQ line:
IIIIYYThL YYY MM DD.DD eH/mm.m:r AAA.ATF/xxxx /dd.ddnDC /t.ttmANG ICQ XX*OB$xf InT APERTUR$amchip SFW C ## u.uu xx.x PIXELSIZE
12      2023 08 05.87 C 14.8 AR 30.0C 2D862 0.39 1.1m334 ICQ XX SMI I C 0.35m854 KHM TTT 5 U9*0.03 14.5 0.9s 0.9

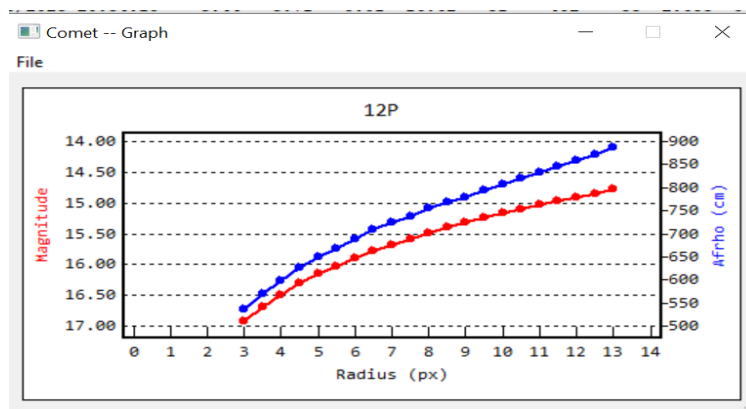
```

Fotometría del cometa para distintos tamaños del box

Este método, Multi-box, solo lo usamos los españoles, pero como generamos un tercio de todas las medidas mundiales de cometas, es, de facto, el más utilizado.

El doctor Michael Ager, especialista de la NASA, propuso el método AFRHO. Nos sorprendió ver que nuestro Multi-box permitía calcularlo fácilmente.

El AFRHO mide el vigor del cometa, independientemente de su distancia a la Tierra. Es un parámetro clave para comparar cometas. Por ejemplo, el Yakutake parecía espectacular, pero solo porque pasó cerca. En cambio, el Hale-Bopp fue un cometa verdaderamente brutal, aunque pasó mucho más lejos.



Medida de Afrho

Para clasificar cometas, propuse una escala similar a la de los huracanes, basada en el logaritmo del AFRHO:

- 3: Cometa moderado
- 5-6: Cometa potente
- 7-8: Cometa excepcional (Hale-Bopp)

Tycho aún tiene opciones que no hemos explorado a fondo, pero los primeros resultados son consistentes.



L'ASTRONÒMICA
DE SABADELL