ESTADO ACTUAL DE LA ASTROFOTOGRAFÍA PLANETARIA

Luis Farinós

La astrofotografía planetaria de alta resolución exige un procedimiento de captura y procesado muy distinto del que se emplea habitualmente en cielo profundo. Las técnicas y los programas evolucionan con rapidez, por lo que resulta útil revisar periódicamente el flujo de trabajo. El objetivo de esta conferencia es explicar cómo obtener y procesar imágenes de los planetas aprovechando al máximo las posibilidades de cada telescopio, independientemente de su apertura.

La principal dificultad es el reducido tamaño aparente de los planetas. Mientras que el Sol y la Luna ocupan aproximadamente medio grado en el cielo, los planetas presentan diámetros angulares mucho menores. Si además queremos registrar detalles como las bandas de Júpiter, una tormenta en Saturno o las estructuras de la superficie marciana, necesitamos trabajar a escalas todavía más pequeñas. De ahí la importancia de combinar una óptica con suficiente poder de resolución, una cámara apropiada y una técnica de captura muy cuidadosa.

El telescopio y la importancia de la apertura

En fotografía planetaria se utilizan con mucha frecuencia telescopios Schmidt-Cassegrain. Ofrecen aperturas relativamente grandes en un tubo compacto, relaciones focales nativas largas y una construcción mecánica estable. También pueden utilizarse reflectores Newton de gran apertura y telescopios Maksutov-Cassegrain. Los Schmidt-Cassegrain tienen, no obstante, inconvenientes: su precio y peso aumentan con la apertura y la placa correctora puede sufrir condensación.

La apertura determina el poder de resolución del telescopio. Una abertura mayor permite separar detalles más pequeños, siempre que las condiciones atmosféricas y el resto del equipo lo permitan. En una comparación de imágenes de Marte tomadas con distintas aperturas, las obtenidas con un C14 muestran más detalles que las realizadas con instrumentos más pequeños. Esto no significa que una fotografía obtenida con un telescopio modesto carezca de valor: el reto consiste en conocer sus límites y aprovecharlos de la mejor manera posible.

Para extraer el máximo detalle se utiliza un muestreo de imagen más fino que la resolución óptica nominal. Como orientación práctica, puede buscarse una escala de imagen del orden de cuatro a seis veces menor que ese límite de resolución, aunque el resultado real dependerá del seeing y de la configuración utilizada.

Relación focal, tamaño de píxel y tren óptico

El muestreo depende de la distancia focal efectiva del telescopio y del tamaño de los píxeles de la cámara. No basta con aumentar indiscriminadamente la focal: un sobremuestreo excesivo reduce la señal por píxel y puede empeorar los resultados. Para ajustar la escala pueden utilizarse extensores de focal o lentes Barlow, pero es imprescindible conocer la ampliación efectiva de todo el conjunto.

El orden de los elementos del tren óptico importa. En una Barlow convencional, la amplificación suele aumentar al separar la lente del sensor. Una Barlow nominal de dos aumentos puede comportarse como una de tres o cuatro si se intercalan accesorios. Algunos extensores

telecéntricos mantienen una amplificación más estable. Conviene, por tanto, calcular o comprobar la focal efectiva y no dar por supuesto el valor indicado en el accesorio.

Como configuración orientativa, una relación focal próxima a f/20 con píxeles de 2,9 micrómetros puede funcionar bien en muchos equipos. Sin embargo, un Maksutov que ya trabaja a f/12 o f/15 puede aprovechar cámaras de píxeles más pequeños sin necesidad de añadir una Barlow. La regla no es universal: debe adaptarse a la óptica, al sensor y a las condiciones de observación.

Las cámaras monocromas aprovechan la luz sin la matriz de Bayer y permiten trabajar con filtros independientes, pero las cámaras de color modernas ofrecen excelentes resultados y simplifican mucho la captura. En este procedimiento se parte principalmente de una cámara de color, con un filtro de bloqueo infrarrojo cuando corresponde. También pueden emplearse filtros infrarrojos para aplicaciones específicas.

Un accesorio especialmente útil es el corrector de dispersión atmosférica (ADC), disponible en versiones manuales y electrónicas. La atmósfera separa ligeramente los colores de los objetos situados a poca altura. Corregir ópticamente esa dispersión antes de registrar la imagen proporciona mejores resultados que intentar alinear después los canales por software.



Figura 1. Conociendo al rival

Preparación: puesta en estación, aclimatación y colimación

La preparación del equipo debe convertirse en una rutina rigurosa. En primer lugar, es conveniente realizar una buena puesta en estación de la montura. A distancias focales de cuatro o cinco metros, incluso una deriva pequeña dificulta mantener el planeta dentro de una región reducida del sensor durante la grabación.

La aclimatación térmica es fundamental, especialmente en los Schmidt-Cassegrain de gran apertura. Un tubo de ocho pulgadas puede estabilizarse en un tiempo relativamente corto, mientras

que uno de catorce pulgadas puede necesitar varias horas, según la estación, la temperatura previa del instrumento y las condiciones ambientales. Las corrientes de aire internas degradan notablemente la imagen. También conviene evitar fuentes de calor próximas al trayecto óptico.

Solo después de alcanzar el equilibrio térmico debe realizarse una colimación precisa, preferiblemente con el mismo tren óptico que se utilizará para fotografiar. Puede emplearse una estrella cercana al planeta y, en determinadas circunstancias, incluso un satélite brillante como Titán. La colimación se ajusta observando la simetría de la imagen desenfocada y, cuando el seeing lo permite, la figura de difracción cerca del foco. Una noche de buena estabilidad atmosférica puede desaprovecharse por completo si el telescopio está mal colimado.

Captura de vídeo y técnica lucky imaging

En lugar de obtener una única exposición, la fotografía planetaria moderna registra vídeos con un gran número de fotogramas. Esta técnica, conocida como lucky imaging, busca aprovechar los instantes breves en los que la turbulencia atmosférica disminuye. Posteriormente se seleccionan y combinan los fotogramas de mejor calidad. Una sesión de una hora puede generar cientos de gigabytes de datos.

Durante la captura interesa maximizar la velocidad de fotogramas por segundo sin elevar excesivamente la ganancia. Cada cámara tiene un intervalo de ganancia en el que ofrece un compromiso favorable entre sensibilidad y ruido; es importante conocerlo mediante pruebas. Como criterio práctico, se puede situar la señal alrededor del 80 % del histograma en el canal más intenso, evitando la saturación.

El enfoque es crítico. A grandes distancias focales, pequeños desplazamientos del punto de foco hacen desaparecer detalles de bajo contraste. Un enfocador motorizado de ajuste fino facilita mucho el trabajo y evita vibraciones.

La duración de cada vídeo depende del planeta, de su velocidad de rotación y de la escala de imagen. En Júpiter, una grabación de alrededor de sesenta segundos puede ser aceptable en determinadas configuraciones, pero con focales más largas y mayor detalle visible la rotación puede desplazar las estructuras durante la captura. Por ello, cuanto más exigente es la escala, más cuidado hay que poner en limitar la duración de las secuencias.

FireCapture es una herramienta habitual para controlar las cámaras. Permite definir una región de interés (ROI) alrededor del planeta, de modo que solo se lean o guarden los píxeles necesarios. Esto aumenta la velocidad y reduce el volumen de los archivos. Resulta recomendable trabajar con un SSD rápido y mantener abundante espacio libre, porque un disco saturado o un búfer de captura insuficiente pueden provocar pérdidas de fotogramas.

Apilado de los mejores fotogramas

El primer tratamiento de los vídeos puede realizarse con AutoStakkert!, que analiza los fotogramas, los ordena según su calidad y permite apilar los mejores. Uno de los parámetros importantes es el tamaño de los puntos de alineación. No siempre los puntos más pequeños producen el mejor resultado: conviene comparar diferentes tamaños y observar cómo afectan a los detalles finos y al contraste.

En el ejemplo mostrado, las mejores pruebas se situaban cerca de puntos de alineación de unos 72 píxeles, aunque esta cifra depende del planeta, la focal, la cámara y la calidad del vídeo. También hay que decidir qué porcentaje de fotogramas se apila. Un porcentaje muy bajo puede

ofrecer imágenes aparentemente nítidas, pero con demasiado ruido; uno demasiado alto puede incorporar fotogramas borrosos.

Como referencia inicial, el ponente propone probar porcentajes del orden del 5 al 10 % y procurar que el apilado incluya al menos unos 400 o 500 fotogramas. No son cifras obligatorias: deben ajustarse a la calidad de los datos. Una vez fijada una configuración satisfactoria, es posible procesar lotes completos de vídeos.

Primer procesado con AstroSurface

El resultado del apilado todavía necesita recuperar el contraste de los detalles. AstroSurface ofrece herramientas que combinan wavelets, reducción de ruido y procedimientos de deconvolución, entre ellos el método de Wiener. Una de sus ventajas es que permite aplicar ajustes reproducibles y guardar configuraciones para procesar varias imágenes por lotes.

En esta primera etapa no conviene exagerar el contraste. El objetivo es obtener imágenes limpias y suficientemente definidas para seleccionar las mejores y utilizarlas después en la desrotación. Un procesado agresivo puede generar artefactos que serán difíciles de eliminar.

Desrotación con WinJUPOS y nuevas herramientas

Una vez procesadas las imágenes de los diferentes vídeos, se seleccionan las de mejor calidad. Con WinJUPOS se mide la posición y orientación del planeta en cada una y se aplica la desrotación, que compensa el desplazamiento de los detalles producido por la rotación planetaria. Así pueden combinarse imágenes tomadas en instantes distintos como si correspondieran a una misma referencia temporal.

La combinación mejora la relación señal-ruido y permite un segundo tratamiento suave para recuperar algo más de contraste. No obstante, agregar demasiadas imágenes o abarcar un intervalo temporal excesivo puede producir bordes artificiales y otros defectos. El número de tomas aprovechables depende sobre todo de la estabilidad atmosférica y de la calidad de la sesión. En muchos casos es útil disponer de unas siete a diez imágenes buenas, aunque no existe un número fijo.

También se presentó Planetary Derotation (PLD), una aplicación todavía en desarrollo en el momento de la conferencia. Entre sus funciones previstas o en evolución figuran la medición automática, la desrotación de satélites separados del planeta, la selección de calidad y algunas herramientas de procesado. Su interés reside en automatizar tareas que en WinJUPOS requieren intervención manual.

Acabado final y conclusiones

Tras la desrotación puede aplicarse un último procesado muy moderado, por ejemplo mediante un filtro de paso alto en Photoshop o GIMP y una deconvolución suave en AstroSurface. Después se ajustan el balance de blancos, el brillo y la presentación de la imagen, incorporando los datos de observación, como la fecha, la hora y el meridiano central.

La prioridad en todas las etapas es conservar los detalles reales. Un resultado de alta resolución no depende de un único programa, sino de una cadena de decisiones: elegir un muestreo adecuado, estabilizar y colimar la óptica, capturar muchos fotogramas de calidad, apilar con criterio, desrotar correctamente y evitar el sobreprocesado. Un buen tratamiento no puede recuperar la información que se perdió por una mala preparación del equipo.

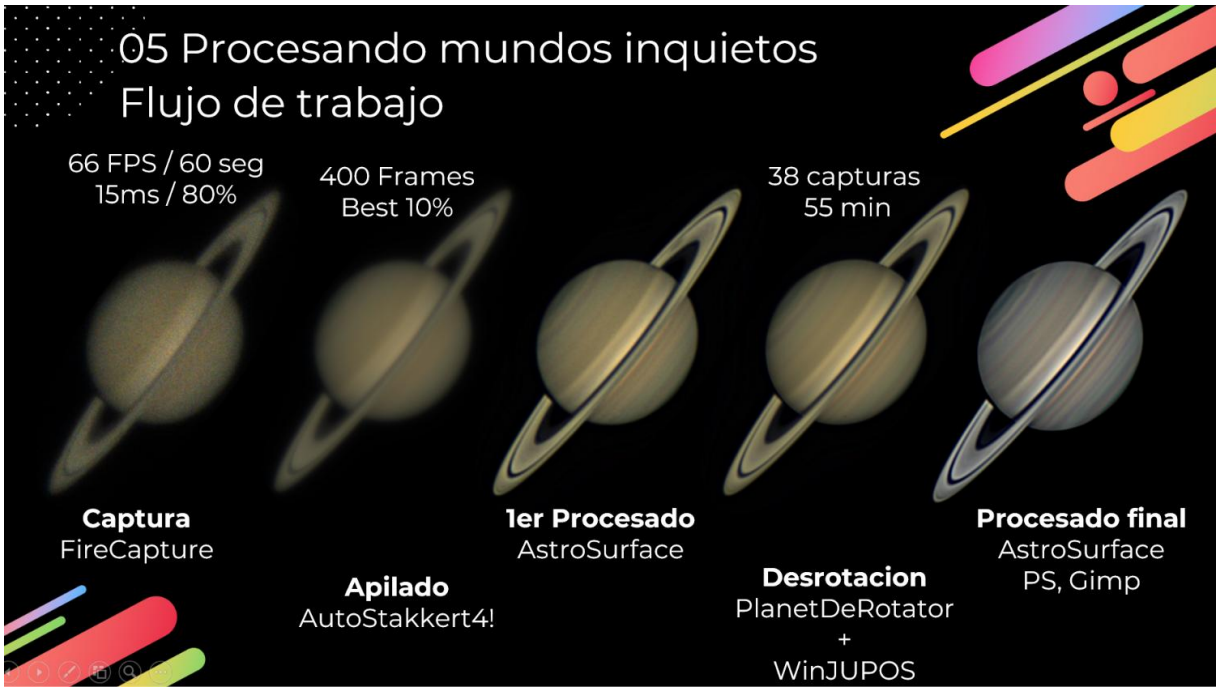

Figura 2. Procesado de las imágenes

Preguntas

¿Cómo pueden mejorarse las imágenes planetarias obtenidas con un equipo pequeño, cuando apenas se distinguen las bandas de Júpiter?

Conviene evitar la saturación, registrar varios vídeos y acumular suficientes fotogramas mediante el apilado. También pueden combinarse los mejores resultados de distintas secuencias. Aunque un instrumento pequeño no ofrecerá el detalle de otro de gran apertura, una captura bien ajustada puede revelar las principales bandas de Júpiter.

¿Se pueden utilizar cámaras refrigeradas para fotografía planetaria?

Sí, siempre que permitan capturar a una velocidad suficientemente alta. La refrigeración no es imprescindible en este tipo de observación, y algunas cámaras concebidas para cielo profundo ofrecen menos posibilidades de ajuste de ganancia o de velocidad. Si ya se dispone de una cámara refrigerada adecuada, puede utilizarse; no es necesario comprarla específicamente para planetaria.

¿Cómo se centra un planeta cuando se trabaja con un telescopio remoto?

Puede resultar más difícil que en cielo profundo, especialmente con focales largas. Una solución es utilizar un buscador electrónico o un tubo auxiliar que facilite localizar el objeto. También ayuda comenzar con una región amplia del sensor y reducirla después, una vez centrado el planeta.

¿Cuántos vídeos de Saturno se realizan y cómo se eligen las imágenes para WinJUPOS?

La duración de la sesión depende de la estabilidad del cielo: a veces se aprovecha una hora completa y otras solo unos veinte minutos. En el procedimiento explicado, la selección de las mejores imágenes se hace manualmente. Se recomienda disponer de varias tomas buenas, aproximadamente entre siete y diez como punto de partida, y comprobar que la desrotación no introduzca artefactos.

¿Utilizas enfoque automático y la herramienta PSF Stellar?

El enfoque se realiza manualmente mediante un sistema motorizado. PSF Stellar permite utilizar la imagen de difracción de una estrella cercana como referencia para una deconvolución de Wiener. Es una técnica interesante, aunque en la experiencia presentada las herramientas combinadas de AstroSurface ofrecen resultados muy satisfactorios.

¿Qué resolución por píxel es adecuada para astrofotografía planetaria?

Como orientación, puede buscarse una escala de imagen entre cuatro y seis veces menor que la resolución óptica nominal del telescopio. Una configuración cercana a f/20 con píxeles de 2,9 micrómetros es una referencia útil, pero un telescopio de f/15 puede trabajar bien con píxeles de unos 2 micrómetros sin aumentar la focal. La elección final debe adaptarse a cada equipo.