

01

LA SECUENCIA PRINCIPAL

Un blog sobre astronomía

Glosario de conceptos básicos, telescopios, monturas y cámaras para astrofotografía

Murcia, noviembre de 2019

Este post contiene información recopilada de diversas fuentes públicas (Wikipedia, Youtube, etc) y otros de elaboración propia.

Glosario de conceptos

Conceptos y cálculos importantes que se usan en astronomía:

Distancia focal: es la longitud focal del telescopio, que se define como la distancia desde el espejo o la lente principal hasta el foco o punto donde se sitúa el ocular. Camino al ocular procedentes del espejo secundario los rayos de luz terminan cruzándose en un punto llamado foco.

En cuanto a distancia focal podemos encontrar:

- Tubos de guiado, menos de 200 mm
- Amplio campo y sol, por debajo de 450 mm
- Tubos de espacio profundo y luna, entre 450 y 1500 mm
- Planetaria, entre 1000 y 2000 mm

Diámetro del telescopio/Teleobjetivo: diámetro del espejo o lente primaria del telescopio.

Los diámetros de un telescopio de aficionado generalmente están entre 76 y 250 mm. Se suele expresar en pulgadas, es decir, de 3" a 10".

No debemos confundir DIÁMETRO con DISTANCIA FOCAL. Normalmente el primero se designa en pulgadas y el segundo en milímetros. Así, es muy común escuchar *un telescopio de 8" y 1250 mm*. En cambio, en teleobjetivos fotográficos no suele darse el factor de diámetro, al tener apertura variable y en focales siempre se habla de mm.

Razón focal: es el cociente entre la distancia focal (mm) y el diámetro (mm). (número f/), también llamado *luminosidad*

Teniendo en cuenta que 1 pulgada = 2,54 mm en nuestro ejemplo anterior tendríamos que:

Diámetro de nuestro telescopio = 8" = 203 mm

Distancia focal= 1250 mm

Entonces su luminosidad (número f/) sería de $1250/203 = f/6$

Un telescopio por encima de f/7.5 es un telescopio "oscuro" ya que va a requerir de más tiempo de exposición (recordemos que el diafragma es fijo en los telescopios)

Recientemente se están poniendo de moda los del tipo RASA (Rowe Ackerman Schmitdt-Cassegrain Astrofotographer) que tienen luminosidades de f/2. Son instrumentos increíblemente buenos pero tienen el inconveniente que no son usables para visual, su precio es elevado y es complicado automatizar el cambio de filtros en cámaras monocromas.

Ocular (observación visual): accesorio pequeño que colocado en el foco del telescopio permite magnificar la imagen de los objetos. Asimismo la distancia entre el foco y el ocular es la distancia focal (d_f , en minúsculas) del ocular. A través del ocular veremos una imagen virtual del objeto aumentada e invertida.

Portaocular (observación visual): orificio donde se colocan el ocular, reductores o multiplicadores de focal (p. ej. lentes de Barlow) o fotográficas.

Lente de Barlow (observación visual): lente que generalmente duplica o triplica los aumentos del ocular cuando se observan los astros.

Filtro: accesorio que se interpone en algún lugar de nuestro tren óptico y nuestro ocular ó cámara.

Normalmente se emplean para mejorar la observación, como por ejemplo los lunares UHC (verde-azulado, mejora el contraste en la observación de nuestro satélite), los de eliminación parcial de la contaminación lumínica (CL), los solares, con gran poder de absorción de la luz del Sol para no lesionar la retina del ojo y los de banda estrecha (NB) para dejar pasar sólo determinadas longitudes de onda.

Calentadores (Dew-heaters). Cintas que se le ponen al tubo para evitar la condensación sobre la óptica o espejos en las noches de alta humedad relativa o con diferencias térmicas importantes.

Magnitud Límite Estelar MALE (observación visual): El cálculo de la *magnitud límite* es un método muy útil para realizar una estimación de la calidad del cielo que estamos observando. La magnitud límite (MALE) es la magnitud de la estrella más débil que podemos ver a simple vista, esta magnitud límite será mayor o menor en función de la oscuridad del cielo, la transparencia de la atmósfera y el ojo del observador. Este último detalle hace que no sea extraño que diferentes personas obtengan distintos valores de MALE al mismo tiempo.

Magnitud Límite del Telescopio. Se refiere a la magnitud máxima que vamos a poder observar con nuestro telescopio. Cuanto mayor es la magnitud, más débil es la luz que nos llega del objeto observado.

Esta característica depende del diámetro del objetivo, a mayor diámetro mayor será el poder recolector de luz lo que permitirá observar objetos más débiles. Para calcularla se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Mag. límite} = 7,5 + 5 \cdot \text{Log del diámetro del objetivo (cm)}$$

Por ejemplo: en un telescopio de 114 mm (4,5") de objetivo la magnitud máxima observable será del orden de 12.78, en condiciones muy favorables, noche sin Luna y una atmósfera estable y transparente.

Hay que notar que el dato obtenido está dado para magnitudes estelares (objetos puntuales) y no para objetos con superficie como galaxias, nebulosas, cúmulos globulares, etc. En los catálogos el dato que aparece como magnitud está referido a la magnitud integrada del objeto, pero como posee superficie esta se distribuye en ella. Por eso, aunque una galaxia posea magnitud 10, su brillo se distribuye sobre su superficie y eso hace que probablemente no será observable con un telescopio cuya magnitud límite sea 10. El cálculo sí es válido para estrellas, asteroides y demás objetos puntuales (también con planetas lejanos como Urano y Neptuno). Hay que tener en cuenta que las condiciones atmosféricas y de polución lumínica así como la agudeza visual del observador cambian sustancialmente la magnitud visual límite observable.

Resolución. Se llama resolución (o poder separador) a la capacidad de un telescopio de mostrar de forma individual a dos objetos que se encuentran muy juntos, es el llamado "límite de Dawes".

Esta medida se da en segundos de arco y está estrechamente ligada al diámetro del telescopio/objetivo, dado que a mayor diámetro mayor es el poder separador del instrumento. Cuando se dice que un telescopio tiene una resolución de 1 segundo de arco se está indicando que esa es la mínima separación que deben poseer dos objetos puntuales para ser observados de forma individual.

Hay que destacar que no depende de la ampliación utilizada, o sea que no se aumenta la resolución por utilizar mayores aumentos, un instrumento posee cierto poder separador intrínseco definido por las características técnicas que lo componen.

Para calcular la resolución de un telescopio se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Resolución en " de arco} = 115.82 / \text{diámetro del telescopio u objetivo en mm}$$

Es importante aclarar que el resultado del cálculo es totalmente teórico, dado que el poder separador de cualquier instrumento se ve reducido de forma importante por la influencia de la atmósfera. Así, un telescopio de 114 mm de diámetro (4.5 pulgadas), posee una resolución teórica de aproximadamente 1 segundo de arco, pero en la práctica esta se ve disminuida muchas veces a más de la mitad. Más adelante veremos que en astrofotografía existe una fuerte unión entre el concepto resolución y el tamaño del pixel de nuestro sensor.

Aumentos (observación visual): Es la cantidad de veces que un instrumento multiplica el tamaño aparente de los objetos observados. Equivale a la relación entre la longitud focal del telescopio y la longitud focal del ocular (DF/df). Por ejemplo, un telescopio de 1000 mm de distancia focal, con un ocular de 10mm de df. proporcionará un aumento de 100 (se expresa también como 100X).

Existe un límite para los aumentos en un telescopio que depende del diámetro del objetivo. Si se sobrepasa el límite recomendado no es posible obtener imágenes nítidas y aparece la llamada "mancha de difracción", una aberración óptica producto del exceso de aumentos.

A la hora de observar cualquier objeto lo importante no es verlo "lo más grande posible" sino poder observarlo de la manera más nítida que nos permita el instrumento y las condiciones de observación.

Se puede calcular el **límite de ampliación teórica** (en condiciones óptimas) para cualquier telescopio conociendo simplemente el diámetro del objetivo.

$$\text{Aumento máximo} = 2.36 \times \text{diámetro del objetivo.}$$

Por ejemplo: para un telescopio de 5" (pulgadas), es decir, 127mm de diámetro D y 950 mm de distancia focal DF, la máxima ampliación es de unos 300X (950/127) y se corresponde con un ocular de distancia focal *df* de 3,2 mm (950/300).

De todas formas recordemos que es un límite teórico sólo aplicable a ópticas perfectas en condiciones ideales. Lo más importante es recordar que los aumentos no son importantes, no hay que preocuparse, a la hora de adquirir un telescopio, de la cantidad de aumentos que brinda, dado que en la práctica es mucho más apreciada la definición y la nitidez de la imagen.

Campo de Visión (FOV). Se denomina campo de visión, en inglés lo veréis como FOV *Field of View*, al tamaño de la porción de cielo observado o fotografiado a través del telescopio utilizando un determinado ocular (visual) o dado un tamaño de sensor de nuestra cámara (astrofoto).

Si hablamos de OBSERVACIÓN VISUAL para calcularlo se deben conocer los aumentos que proporciona el ocular utilizado y el campo visual del ocular (un dato técnico que depende del tipo de ocular y que lo facilita el fabricante).

Por ejemplo: si utilizamos un ocular Plössl de 25 mm, el cual posee unos 50 grados de campo aparente en un telescopio de 910 mm de focal, entonces la ampliación es de unos 36x. (910/25) Para calcular el campo visual se divide el campo aparente del ocular (50 grados en este caso) por la ampliación utilizada (36x), obteniéndose un campo real de unos 1.38 grados. Así podemos deducir que en esa configuración se podría observar perfectamente la Luna completa (que como promedio solo posee 0.5 grados de diámetro angular). Es decir,

$$\text{Campo real [grados]} = \text{Campo aparente [grados]} / \text{Ampliación del ocular}$$
$$Cr = Ca/Axx$$

como antes hemos visto

$$\text{Ampliación del ocular } Axx = DF/df$$

tendríamos el campo real cubierto por el conjunto ocular-telescopio. Expresado de otras formas prácticas

“¿qué FOV abarco con mi conjunto?”

$$Cr = df \times Ca / DF$$

y Otra. ¿qué distancia focal necesito para un determinado FOV?

$$DF = df \times Ca / Cr$$

y Otra. ¿que ocular necesito para cubrir un determinado FOV?

$$df = DF \times Cr / Ca$$

Las fórmulas son válidas siempre y cuando NO se estén utilizando multiplicadores de focal como los Barlows. Si se utilizan reductores de focal DF, considerar la focal ya reducida como la estándar del telescopio, es decir un 1.500 mm con reductor 0,7 considerar DF como 1.050.

En función del tamaño de campo de visión que queramos observar utilizaremos uno u otro ocular. Si queremos observar un cúmulo abierto extenso es conveniente utilizar oculares de campo amplio, con pocos aumentos. En observaciones planetarias o lunares sacrificar algo de campo visual para obtener más ampliación es aceptable, sobre todo por que estos cuerpos son brillantes (recordar que al aumentar la ampliación se pierde algo de luz y algo de campo visual)

Si hablamos de ASTROFOTOGRAFÍA el campo visual depende de la longitud focal del telescopio, de las dimensiones del sensor de la cámara y del tamaño del píxel que proporciona el fabricante.

Este cálculo es algo más complejo y normalmente es calculado por nuestro software de planetario favorito (en mi caso Stellarium o Cartes du Ciel) y el software de disparo que estemos usando (APT, ó SGP)

Pero para curiosos el cálculo es el siguiente :

$$FOV \text{ en minutos de arco (de conjunto cámara-tele)} = \frac{\text{ancho sensor mm} \times 3460}{DF \text{ en mm}}$$

Ejemplo: si usamos un telescopio de 950 mm de DF con un sensor full frame (que tiene 24*36 mm) nuestro FOV será:

$$36 \times 3460 / 950 = 131,12 \text{ minutos de arco,}$$

es decir 2° 11,12' nos cabrá cuatro veces la luna.

Otro ejemplo: Si usamos un teleobjetivo de 200 mm con nuestra cámara Canon reflex (DSLR con sensor APS-C de 22,2 x 14,8 mm) el campo de visión será:

$$FOV=22,2*3460/200 = 384,06 \text{ minutos de arco,}$$

es decir 6° 40,10'. Nos cabe mucho cielo.

Escala del pixel. Un dato muy importante en astrofotografía. Para saber si un guiado es bueno o no, debemos saber cuánto cielo/objeto nos cubre un pixel, es decir, la escala del pixel.

Supongamos que consultando las guías de nuestra cámara reflex Canon (DSLR) sabemos que es una cámara con un sensor APS-C de 3.264 x 2.448 pixels. Además de saber que tenemos una cámara de 8 megapixel (3,26*2,45), debemos saber el tamaño de cada pixel, expresado en micrones (μm). En el caso de esta Canon la ficha nos dice que es de 5,1 micrones.

La escala del pixel para un tele dado, expresado en minutos de arco sería $FOV/anchura \text{ del sensor}$ en pixels. Veamos un cálculo completo de qué podemos esperar de nuestra cámara, esta vez considerando que la vamos a montar a foco primario sobre un teleobjetivo de 950 mm de DF.

CAMPO DE VISION

$FOV= 22,2*3460/950 = \underline{80,8547 \text{ minutos de arco}}$, lo que es lo mismo 1° 20,85' de arco

ESCALA de LA CAMARA (en función del pixel)

$80,8547/3264 = 0,0248 \text{ min. arco}$ es decir **1,5 segundos de arco**

Qué nos dirán estos números? algo importantísimo.

- Nos cabe una porción de cielo o un objeto celeste que tenga menos de 1° 20' de dimensión,
- Que si erramos en 1.5 seg de arco en nuestro foco primario nuestra foto se moverá un pixel en cualquier dirección (AR, DEC o una combinación de ambas)

Ampliaremos esto en el post sobre GUIADO

Hagamos el ejercicio inverso

Queremos observar y fotografiar todo el conjunto de la Gran Nebulosa de Orión (M42) y otros objetos cercanos. Por la carta vemos que M42 cubre como mínimo un área del cielo de 1°, ese será el FOV mínimo que debemos cubrir.



Queremos contestar estas tres preguntas:

Mi Telescopio es de 950 mm. ¿qué ocular necesitaré para verlo entero, en visual?

Suponiendo que tenemos un juego de Plössl de 50° de campo aparente, con las fórmulas que hemos visto:

$df = 950 \times 1^\circ / 50^\circ = 19$. Con un **ocular de 19 o 20 mm** de df meteríamos el M42 entero

¿Si le pongo un reductor de focal de 0,7 para aumentar la luminosidad, entonces que ocular pongo?

nueva DF del telescopio = $950 \times 0,7 = 665$ mm

$df = 665 \times 1^\circ / 50^\circ = 13$. Con **un ocular de 13 mm** meteríamos el M42 entero. Si tu telescopio es de F/7, ahora es de F/5, aunque perderás algo de luminosidad por el ocular de más aumento.

Vamos con cámaras y fotos

¿Qué distancia focal necesitaré con mi Canon que lleva un sensor APS-C para meter todo el M42?

1° = 60 minutos de arco, por lo que

$$60 = 22,2 \cdot 3460 / D$$

debemos averiguar D, por lo que $D = 22,2 \cdot 3460 / 60 = 1280 \text{ mm}$

Si nuestro telescopio tiene 1.500 mm se nos saldrá de campo y deberíamos ponerle un reductor de focal 0,7, con lo que el tubo se nos quedaría en 1.050 mm, (1.500 x 0,7).

¿cuál será el error máximo aceptable de guiado con PHD2 si quiero hacer un guiado de 1 o más minutos con mi Canon y mi telescopio es de 950 mm con reductor de focal 0,7?

Esto lo cubriremos en el post sobre GUIADO

Colimación: Consiste en el ajuste periódico que debemos hacer en los espejos de los telescopios reflectores.

Montura: conjunto de tres patas generalmente metálicas que le dan soporte y estabilidad al telescopio.

Error Periódico (PE). Defectos que produce la montura en las sesiones de seguimiento debido a imperfecciones de los engranajes. Dado que estos engranajes son circulares, es posible predecirlos y corregirlos en nuestra montura. La misma montura se autoanaliza mediante las funciones PEC

Backslash. Simplemente holguras que se producen en la montura. Son un incordio serio. Si la montura es de baja calidad no es posible dedicarla a astrofoto, porque no saldrá ni una sola foto en condiciones. En monturas de calidad media es posible una cierta corrección. En monturas de alta calidad (Losmandi, etc) no existen o es despreciable.

IMPORTANTE:

No os angusties mucho con todos estos cálculos están aquí. Los ponemos para que se conozca el concepto. Tan solo es necesario conocer algunos parámetros de tu cámara, tus oculares y tu telescopio y si usas un software adecuado no tienes que

llevarte la calculadora al campo. Además los más importantes te los sabrás de memoria.

Hemos dejado fuera de este glosario una gran parte de los términos que se usan en astrofotografía porque se está confeccionando un post exclusivo.

Tipos de telescopios

Refractor

Un telescopio refractor es un sistema óptico centrado, que capta imágenes de objetos lejanos utilizando un sistema de lentes convergentes en los que la luz se refracta. La refracción de la luz en la lente del objetivo hace que los rayos paralelos, procedentes de un objeto muy alejado (en el infinito), convergen sobre un punto del plano focal. Esto permite mostrar los objetos lejanos mayores y más brillantes.

Refractores acromáticos

Estos equipos limitan los efectos de la aberración cromática y de la aberración esférica. Los dos lados de cada pieza son amolados y pulidos, y luego las dos piezas se ensamblan juntas. Las lentes acromáticas se diseñan para que dos longitudes de onda (típicamente el rojo y el azul) se enfoquen en el mismo plano.

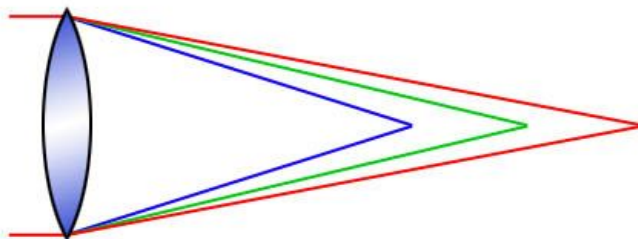


imagen:telescopios.org

Refractores apocromáticos

Los refractores apocromáticos tienen objetivos contruidos con materiales especiales de dispersión extraordinariamente baja. Están diseñados para enfocar tres longitudes de onda (típicamente rojo, verde y azul) en el mismo plano.

Estos telescopios contienen elementos de fluorita o vidrio especial de dispersión extra-baja (ED) en el objetivo y producen una gran nitidez de imagen que está prácticamente libre de aberración cromática. Debido a los materiales especiales necesarios en la fabricación, los refractores apocromáticos son generalmente más caros que los telescopios de otros tipos con una apertura comparable.

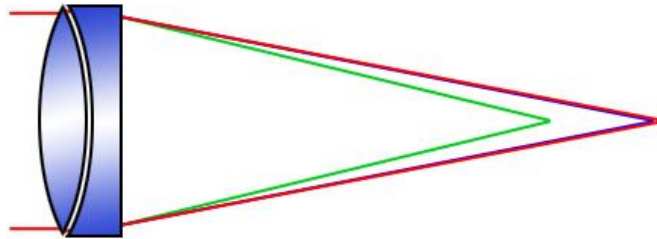


imagen:telescopios.org

Reflector

El diseño del telescopio reflector, se lo debemos a Isaac Newton, quien diseñó el primer telescopio reflector (newtoniano) en el siglo XVII.

Un telescopio reflector es un telescopio óptico que utiliza espejos en lugar de lentes para enfocar la luz y formar imágenes. Los telescopios reflectores o Newtonianos utilizan dos espejos, uno en el extremo del tubo (espejo primario), que refleja la luz y la envía al espejo secundario y este la envía al ocular.

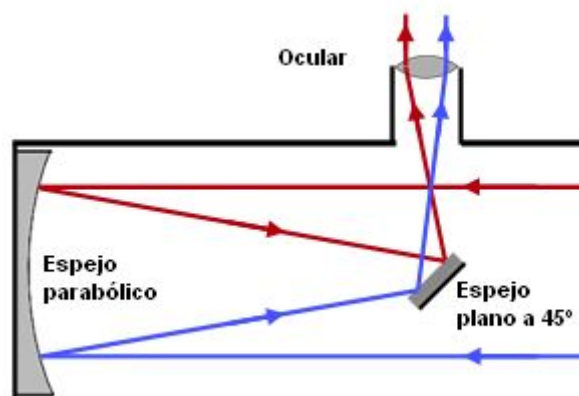


imagen:telescopios.org

Este tipo de telescopio tiene varias ventajas con respecto a los refractores, entre ellas la ausencia de aberración por cromatismo y el menor peso a similar distancia focal.

En cambio en reflectores de baja calidad (basados en espejos esféricos) la aberración por coma es bastante habitual. Además la necesidad de un espejo secundario para desviar la luz al ocular incide negativamente en el contraste de la imagen.

La principal ventaja de estos equipos es la relación entre calidad, apertura y precio. Un reflector newtoniano de calidad medio-alta es más sencillo de fabricar y por lo tanto mucho más económico que un refractor de calidad y apertura similar.

Dentro de los reflectores se encuentran los del tipo DOBSON, que por su sencillez, economía y calidad se han puesto muy de moda entre los aficionados aunque no sirven para astrofotografía por su tipo de montura (ver más adelante)

Catadióptrico

Es básicamente un telescopio compuesto que utiliza tanto lentes como espejos. Existen varios diseños:

Schmidt-Cassegrain. La luz penetra en el tubo a través de una lente correctora, viaja hasta el fondo del tubo, donde es reflejada por un espejo, y vuelve hasta la "boca" del tubo. Aquí, es de nuevo reflejada por otro espejo y enviada al fondo del tubo. Pasa a través de un orificio que posee el espejo primario e incide en el ocular, colocado detrás.

Su ventaja radica en su relativo pequeño tamaño en relación a su distancia focal.

Cassegrain

El Cassegrain es un tipo de telescopio reflector que utiliza tres espejos. El principal es el que se encuentra en la parte posterior del cuerpo del mismo. Generalmente posee forma cóncava paraboloidal, ya que ese espejo debe concentrar toda la luz que recoge en un punto que se denomina foco. La distancia focal puede ser mucho mayor que el largo total del telescopio.

El segundo espejo es convexo se encuentra en la parte delantera del telescopio, tiene forma hiperbólica y se encarga de reflejar nuevamente la imagen hacia el espejo principal, que se refleja, en otro espejo plano inclinado a 45 grados, enviando la luz hacia la parte superior del tubo, donde está montado el objetivo.

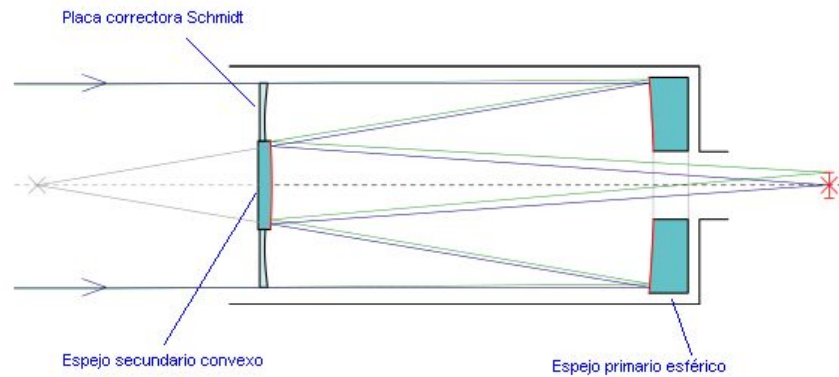


imagen:telescopios.org

En otras versiones modificadas el tercer espejo, está detrás del espejo principal, en el cual hay practicado un orificio central por donde la luz pasa. El foco, en este caso, se encuentra en el exterior de la cámara formada por ambos espejos, en la parte posterior del cuerpo.

Tipos de monturas

Montura altazimutal

Una montura de telescopio sencilla es la montura altitud-azimut o altazimutal. Es similar a la de un teodolito. Una parte gira en acimut (en el plano horizontal), y otro eje sobre esta parte giratoria permite además variar la inclinación del telescopio para cambiar la altitud (en el plano vertical). Una montura Dobson es un tipo de montura altazimutal que es muy popular dado que resulta sencilla y barata de construir.

Montura ecuatorial

El principal problema de usar una montura altazimutal es que ambos ejes tienen que ajustarse continuamente para compensar la rotación de la Tierra. Incluso haciendo esto controlado por computadora, la imagen gira a una tasa que varía dependiendo del ángulo de la estrella con el polo celeste (declinación). Este efecto (conocido como rotación de campo) hace que una montura altazimutal resulte poco práctica para realizar fotografías de larga exposición con pequeños telescopios.

Existen varios tipos de montura ecuatorial, "Montura Ecuatorial Alemana" (CGEM). y montura ecuatorial "de Herradura" u horquilla.

Una montura ecuatorial es un soporte para telescopios y/o cámara fotográficas, que permite moverlos en combinación de dos ejes perpendiculares de movimiento horizontal

(declinación) y vertical (ascensión recta). El eje vertical es paralelo al eje de rotación de la Tierra, por lo que esta montura a veces también puede encontrarse referenciada como montura paralela. Mientras las monturas azimutales utilizan como referencia los paralelos y meridianos terrestres, el polo norte y el polo sur, las ecuatoriales utilizan una proyección de estos en el cielo, el polo norte celeste (muy próximo a la estrella polar) y el polo sur celeste.

La montura ecuatorial alemana es la más adecuada para observación de objetos celestes y para ASTROFOTOGRAFÍA.

En la actualidad existe un tipo de monturas ecuatoriales que se han hecho muy populares por su precio y portabilidad. Son los conocidos **Startracker**. Estos dispositivos se montan entre nuestro trípode y nuestra cámara DSLR y nos hacen un seguimiento sideral autónomo en un solo eje, de forma que podemos planificar exposiciones más largas y no cargar con un pesado equipo.

En *ascensión recta*, (ver post de “coordenadas celestes”) el telescopio o la cámara con la montura, se gira de forma paralela al eje de rotación de la Tierra, cada 23 horas y 56 minutos. La mayoría de monturas tienen la opción de mover el telescopio de forma automática mediante un control computarizado, por ejemplo un mando GoTo, que permite buscar y seguir una gran variedad de objetos celestes.

Junto con los dos mencionados ejes de "Ascensión Recta" y "Declinación", existe un tercer eje, el de "Altitud". El cual solo se utiliza en el momento de la puesta en estación, ajustando la altura del cielo a la que apunta la montura con el eje de rotación de la Tierra. Para ello se ajusta con la altura correspondiente a la coordenada de "Latitud" geográfica del lugar donde nos encontremos, en el caso de Murcia estamos a 38°

El procedimiento ordinario de puesta en estación de la montura comprende:

- Orientación al norte de la montura y situación aproximada del tubo de acuerdo a nuestro paralelo. En Murcia estamos en el paralelo 38°, por lo que con la ayuda de una brújula y un inclinómetro (el teléfono móvil vale) nos situaremos Norte y +38°
- Ajuste preciso al polo celeste (como estamos en hemisferio norte éste está cerca de la estrella polar, pero NO es la estrella polar). Este ajuste lo podemos hacer de 3 formas. a) mediante el introsopio de la montura ecuatorial, b) mediante software, si disponemos de PC y cámara, con PHD2, c) con cámara dedicada “QHY Polemaster”.
- Alineación a 1, 2 o 3 estrellas

La alineación con el polo o “**puesta en estación**” es uno de los puntos más críticos en **astrofotografía de cielo profundo** y dedicaremos un post completo y prácticas de campo para hacerlo de forma precisa. De lo contrario no obtendremos NINGÚN resultado.

Tipos de cámara y su montaje en tubos

Tipos de cámara

En astrofoto se suelen usar cinco tipos de cámaras:

1) **Cámaras DSLR con sensor CMOS** (las ordinarias de uso doméstico)

Los sensores CMOS van desde el tamaño full frame hasta el 1/ 2,5" de las webCams. Las cámaras digitales domésticas tienen la ventaja de ser baratas, accesibles y multiuso. Cuanto más grande sea su sensor y mayor luminosidad tenga su óptica mejor, pero aunque parezca increíble, no es bueno tener muchos "megapixels" porque el tamaño del píxel será más pequeño (ver post de "conceptos básicos de fotografía digital") y baja mucho en prestaciones cuando se someten a largas exposiciones y a bajo nivel de luz, incluso llegan a ser un desastre. Con estas cámaras podemos hacer Vía Láctea, campo amplio de estrellas, luna y algo de planetaria. Son muy decepcionantes en cielo profundo, excepto algunas cosas como M42 y grandes objetos de emisión. Realmente pobres resultados

El grave inconveniente de este tipo de cámaras para cielo profundo es que bloquean los INFRARROJOS y perdemos una gran parte de la belleza de esos objetos. Tampoco aceptan filtros de Hidrógeno, Sulfuro y Oxígeno, (Ha, SIII, OII) por lo que perdemos casi toda la información del espectro. Repito, muy decepcionante.

2) **Cámaras DSLR modificadas, con sensor CMOS** (exclusivamente Canon). Idem que apartado anterior pero se les ha retirado el filtro de infrarrojos y además tenemos la posibilidad de adaptar filtros Ha, SIII y OII. Se hace de forma artesanal esta adaptación y sólo una persona la hace en España.

Lo que se suele hacer es comprar una Canon de segunda mano (menos de 150€) y dedicarla en exclusiva a esto. No es posible hacer fotos familiares con la cámara modificada

3) **Cámaras CMOS de astrofotografía**. Estas cámaras son las que se han impuesto en astrofotografía por precio - calidad y prestaciones. Existe infinidad de marcas, siendo las ZWO o QHY las que mejor relación calidad precio ofrecen.

4) **Cámaras CCD de astrofotografía**. Estas cámaras son las de más calidad y prestaciones pero con el inconveniente de tener un precio bastante elevado. Son las usadas en los observatorios profesionales, aunque la tecnología CCD ha llegado a su límite y la CMOS en pocos años la igualará o superará y a un coste varias veces inferior.

5) Web Cams. Ya prácticamente en desuso. Hace 10 años se empezaron a utilizar mucho porque fueron los primeros sensores CMOS baratos accesibles en el mercado. Los resultados son muy pobres ya que el sensor apenas es de unos milímetros. Aún se sigue empleando algo en planetaria, por la alta capacidad de captura de miles de fotogramas, aunque en la actualidad se emplean cámaras DSLR dotadas de capacidad de filmación en MP4 para la extracción de fotogramas de alta calidad para el apilado de fotos en planetaria.

Las cámaras usadas en astrofotografía también suelen dividirse en:

- **OSC (one-shot camera).** Esto es lo que los mortales llamamos cámara de color. Con un solo disparo se obtienen los tres colores repartidos en la matriz de Bayer (ver post “conceptos básicos de fotografía digital”). Pueden ser DSLR, CMOS o CCD. Este tipo de cámaras serán imprescindibles para Vía Láctea, planetaria y luna ya que el apilado no es posible si mezclamos paisaje o estrellas, excepto que procesemos en Photoshop. Para espacio profundo y amplio campo de estrellas (sin paisaje) podemos usar las mono.
- **MONO,** en blanco y negro. Este tipo de cámara hay dispararla con rueda de filtros en RGB (ver post “conceptos básicos de fotografía digital”). Para componer una sola foto hacen falta tres disparos de la misma duración, aunque cada uno de los disparos contiene tres veces más información que las OSC. Con el proceso de apilado (stacking) que se verá en cielo profundo aprenderemos ésto.

A su vez, las cámaras dedicadas a astrofotografía tanto en CMOS como en CCD se suelen dividir en termo refrigeradas y sin refrigerar.

Este mecanismo consiste en dotar al sensor de un circuito *peltier* de forma que se le baja la temperatura hasta los -35°C . De esta forma los sensores no se calientan y aumentan su calidad y rendimiento. La refrigeración se controla mediante software

Montaje de la cámara en el tubo

El lugar en el que colocamos la cámara se clasifica en:

- Cámara DSLR sobre **trípode**.
- **Foco Primario.** Esta forma consiste en colocar la cámara en lugar de nuestro ocular. Es la única para cielo profundo y fotografía de calidad. Normalmente se podrá obtener partes del cielo comprendidas entre 1° y 4° , dependiendo de la distancia focal (DF) del tubo y la dimensión del pixel y el sensor de la cámara

- **Piggy Back.** En este caso montamos sobre nuestro telescopio la cámara reflex, previamente alineada con el tubo y/o buscador. Con esta disposición y si nuestra montura lleva guiado, podemos hacer tiempos de exposición más largos que la “regla de 600”

- **Autoguiding.** Para que el telescopio guíe durante horas el recorrido sidereal y que la cámara puesta en foco primario esté obteniendo sus fotografías, hay que contar con un sistema de guiado por pulsos y computerizado, conectado directamente a la montura y a una cámara pequeña “guía”. Normalmente es software es gratuito y corre sobre Windows.
