

ASTROFOTOGRAFIA



Original escrito por

DANIEL GOMEZ BERNAL

Revisado por

CARLOS ANDRES CARVAJAL TASCÓN

Historia

La fotografía astronómica no es nueva, el 19 de agosto de 1839, Daguerre realizó su primer intento de fotografía astronómica al tomar el disco lunar, el resultado fue una imagen débil, borrosa, sin detalles de nuestro satélite, pero marcó el punto de partida de la astrofotografía.

En marzo de 1840 John William Draper obtuvo en Nueva York, con un daguerrotipo, la primera fotografía Lunar detallada, mediante una exposición de 20 minutos y el 8 de julio de 1842, el astrónomo Maiocchi, en Milán, Italia, fotografíó las fases de un eclipse de Sol.

El físico alemán Alexander Edmond Becquerel, en 1843 imprimió las líneas de Fraunhofer en una fotografía de la porción ultravioleta del espectro solar y, por otra parte, Draper en 1841, estudio los cambios químicos producidos por absorción de radiación luminosa, construyó un instrumento para medir la intensidad de la luz en función de su actividad fotométrica y obtuvo las primeras fotografías de los espectros de difracción.

En 1845, Foucauld y Fizeau, en daguerrotipos fotografiaron el disco solar con sus manchas, a partir de 1847 comienza la fabricación de placas fotográficas en vidrio, tomando un gran impulso la fotografía astronómica, por parte de los Bond, padre e hijo en el Observatorio de Harvard College desde 1849 hasta 1854.

En los años de 1854y 1858 los astrónomos disponían de placas preparadas con emulsión de colodión (disolución densa y viscosa de algodón pólvora o nitrocelulosa en mezcla de dos partes de éter y una de alcohol etílico, muy inflamable), y la fotografía astronómica se extendió a los cometas y las estrellas.

Desde 1870 a 1882 Gould, fundador del Observatorio de Córdoba (Argentina), realizo numerosas fotografías de estrellas dobles y cúmulos estelares del hemisferio austral.

Entre 1885 y 1890 Sir David Gill obtuvo en la Ciudad del Cabo (Sur África) una serie de placas de la zona austral, que fueron leídas por el astrónomo holandés Jacobo Cornelius Kapteyn en Groningen, para formar el primer catálogo del cielo que se le llamo “Cape *Photographic durchmusterung*” (reseña fotográfica de la ciudad del cabo).

La esfera celeste

Antes de entrar en la técnica de la astrofotografía, tenemos que conocer el movimiento aparente de la esfera celeste ya que sin este conocimiento no podríamos hacer tomas puntuales de las estrellas y localizar los objetos a fotografiar, lo mismo que la naturaleza, estructura y distribución en el espacio de las constelaciones y demás elementos del conjunto del universo.

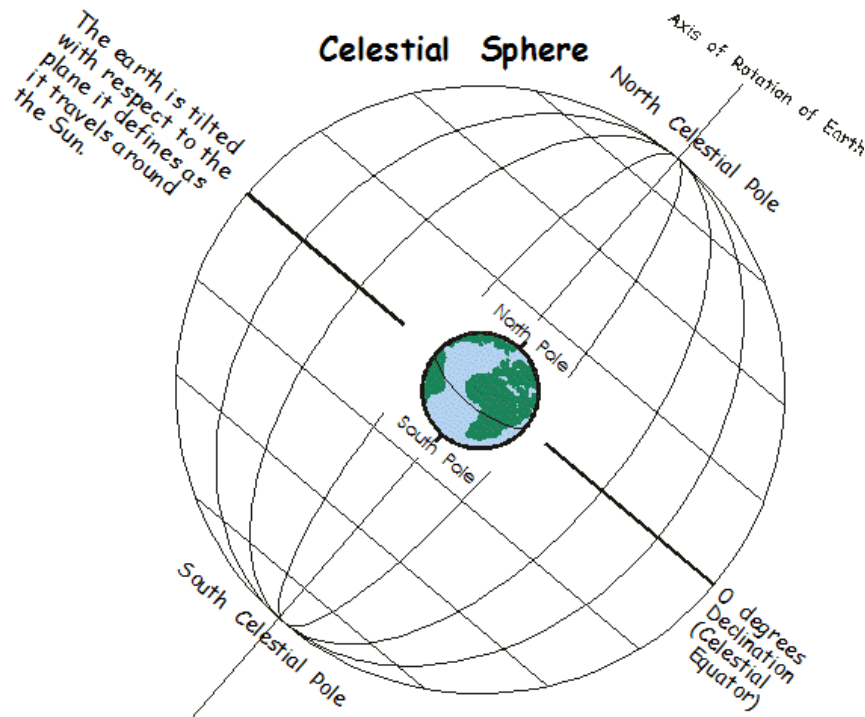
ASOCIACION DE ASTRONOMOS AUTODIDACTAS DE COLOMBIA

Sin entrar en un curso intenso de astronomía, ya que para esto existen varios textos de cosmografía y astrofísica, recordaremos algunos principios relativos a los distintos aspectos del movimiento de la esfera celeste con relación a la rotación aparente y a las coordenadas.

La fotografía astronómica solo es posible en la medida en que la luz solar haya desaparecido por completo. En la noche nos podremos dar cuenta del movimiento aparente de la bóveda celeste de oriente a occidente, debido al momento real de la Tierra sobre el eje de los polos, describiendo un giro completo en 24 horas con relación al Sol, y un giro con relación a las estrellas en un tiempo de 23 horas 56 minutos, 4,099 segundos, (tiempo o día sideral), mas corto en 3 minutos y 56 segundos.

Si proyectamos la línea ecuatorial terrestre al infinito se divide la esfera celeste en dos hemisferios, a partir del ecuador al Norte (hemisferio norte o +), del ecuador al Sur (hemisferio sur o -), y se mide en grados + o -, del ecuador a los polos.

Prolongando el eje de los polos terrestres hasta un punto imaginario en el cual este corte la esfera celeste, tendremos localizados los polos celestes, las líneas que se trazan uniendo los polos pasando se llaman círculos horarios, o de ascensión recta que dividen el círculo del ecuador en 24 horas, la hora cero corresponde al punto vernal.



Ascensión recta. Es el arco sobre el ecuador celeste desde el punto vernal hasta el punto de intersección con el círculo horario que pasa por la estrella medida se mide en horas minutos y segundos.

Declinación. Es el arco del meridiano que pasa por la estrella, se mide en grados desde el ecuador siendo su complemento la distancia polar. La ascensión recta corresponde a la longitud terrestre y la Declinación a la Latitud.

El ángulo horario es el punto en el cual se encuentra una estrella en determinado momento de la trayectoria. Mientras que la ascensión recta y la declinación son variables, el ángulo horario esta determinado por la hora sidérea del lugar en que se encuentre el observador.

Los astros que se nos presentan como adheridos al cielo, participan de este movimiento aparente, por que el movimiento verdadero es el de rotación diurna de la Tierra con relación a una estrella en 24 horas que corresponde al tiempo solar medio. La traslación de la Tierra en 24 horas (un día) es igual a 2.574.720 Km., es por este motivo que si observamos una estrella en el cenit a determinado momento, al día siguiente a la misma hora, la misma estrella paso por el cenit 3 minutos 55,9 segundos antes de la hora de observación. Con base en las anotaciones anteriores, podremos observar todo el firmamento durante un año.

Ahora, nos iniciamos en las primeras prácticas de la fotografía celeste comenzando por la forma más sencilla.

Fotografía sin telescopio ni seguimiento.

Requiere de una cámara fotográfica de tipo Reflex, lentes intercambiables, películas sensibles, un buen trípode y un cable disparador, para que en lo posible el conjunto no vibre.

Se instala el trípode en un sitio completamente oscuro y sin luna. Se coloca la cámara con la película, lente normal o teleobjetivo en infinito, el diafragma abierto y obturamos la cámara en velocidad "B" dirigida al cielo, con el cable disparador.

Al obturar la cámara se controla el tiempo de exposición. Para un principiante en la materia, es conveniente que exponga la película por un tiempo de 4 minutos, tiempo en el cual el objeto fotografiado se habrá desplazado 1 grado, se cierra el obturador bloqueando el lente con una cartulina negra durante un minuto y se destapa por 4 minutos mas y cerrando el diafragma 1 punto, se vuelve a bloquear por dos minutos, cerrando nuevamente otro minuto hasta hacer 10 exposiciones en la misma placa. Obtenido esto se vera en las exposiciones los trazos del movimiento de las estrellas con marcas de un grado y separaciones de medio grado, y la diferencia de brillo y numero de estrellas en cada exposición.

Los trazos serán concéntricos si la cámara esta dirigida a los polos, tendrán forma de arco hacia objetos a 45 grados y rectas cuando se enfoca el ecuador. Los trazos de las estrellas nos demostraran el desplazamiento de la cámara, que se encuentra fija en la superficie terrestre (movimiento real) durante la exposición y no al movimiento aparente de la bóveda celeste.

Fotografía con seguimiento

Astrógrafo. Es un conjunto mecánico compuesto por una montura o trípode con un sistema de relojería, que nos permite suprimir el movimiento aparente de un objeto en la bóveda celeste, una cámara fotográfica y un sistema buscador que nos permitirá ubicar el objeto a fotografiar. Este sistema se monta en un lugar donde quede completamente fijo, con un desnivel de la parte orientada y dirigida al norte, la cantidad de grados como los que tenga de latitud del sitio donde se instale el astrógrafo, para Bogotá la altura del eje polar será de $4^{\circ} 37'47''$, Medellín $6^{\circ}15'$; Pamplona $7^{\circ}24'$. Puerto Rico 18° , Berlín $52^{\circ}30'$.

El mecanismo de relojería está construido por medios mecánicos o eléctricos que nos permiten obtener imágenes puntuales de las estrellas, suprimiendo los trazos que obtuvimos al iniciarnos en las primeras prácticas.

La construcción del astrógrafo esta calculado para realizar un movimiento inverso al de la Tierra, compensando así el movimiento aparente de las estrellas.

Hay dos tipos de montura, la acimutal que no es la mas adecuada por que requiere de dos movimientos que complican el requieren pulso y paciencia del fotógrafo, y la montura ecuatorial es la más conveniente por que una vez bien orientada necesita únicamente de un movimiento que lo hace el mecanismo de relojería y solo pequeños ajustes manuales. Como resultado se facilita el seguimiento de la trayectoria del sector del cielo que estamos fotografiando, durante el tiempo que sea necesario.

La montura ecuatorial esta formada por dos ejes, uno de ellos tiene que estar paralelo al eje de la Tierra, o sea apuntando al polo norte celeste, al que llamaremos eje polar o eje horario y, perpendicular al primero, se encuentra un segundo eje que coincide con el plano del ecuador celeste y se denomina eje de declinación.

Para utilizar el astrógrafo, se mueve el eje de declinación hasta ubicar el objeto y se fija definitivamente, luego se inicia el movimiento de rotación a velocidad de un giro en 23 horas 56 minutos 4,1 segundos, al eje polar en sentido contrario a la rotación de la Tierra, para que la cámara siga el movimiento del objeto a fotografiar.



En la época actual, la fotografía guiada en la mayoría de los casos se realiza con la técnica llamada Piggyback, que consiste en montar la cámara sobre un telescopio que tiene montura motorizada.

Fotografía con telescopio

Para los aficionados que tengan telescopios reflectores o refractores, estos se pueden utilizar como telescopios cámaras obteniendo mayor aumento del objeto. Existen varias formas de

fotografiar a través de un telescopio:



Foco Primario

Se monta la cámara fotográfica en la montura del ocular actuando el sistema óptico del telescopio como lente primario enfocando directamente sobre el plano de la película; en esta forma entra mayor cantidad de luz que es recogida por el objetivo y proyectada sobre la película.

Proyección

Se monta la cámara sin lente sobre el ocular, este proyecta la imagen sobre la película, obteniendo mayores aumentos

Proyección con multiplicador.

Se monta la cámara sin lente sobre el Barlow; dando una imagen mas aumentada sin incrementar la longitud del telescopio.



Proyección con lente

Montar la cámara con la lente normal sobre el ocular del telescopio; Es el sistema más conveniente, por que no requiere una cámara especial Reflex, pero en esta forma no se transmite tanta luz, por que debe atravesar más elementos ópticos donde parte se pierde por reflexión.

El diámetro del sistema indica la capacidad de transmisión de luz, y se expresa mediante el número f ; un sistema telescopio – cámara con abertura $f4$ transmitirá 4 veces más luz que otro que tenga $f8$, una fotografía tomada a $f4$ requiere una cuarta parte de la exposición que la misma tomada a $f8$.

Cuando se toman fotografías de estrellas, la intensidad de la luz es proporcional al diámetro del objetivo y no al número f , y la luminosidad del telescopio será proporcional al cuadrado del diámetro de la misma.

¿Que podemos fotografiar?

El Sol, pero no intente verlo fotografiarlo sin la protección de filtros especiales, por que se puede correr el riesgo de perder o quemar la retina, dañar la película, y aun la cámara, para mayor seguridad utilice filtros neutros de densidad 4, 5, o 6, o filtros metálicos de densidad 6, con diafragma $f 11$ a 32 y velocidades de $1/30$ a $1/1000$.

La Luna. Requiere la misma exposición que cualquier objeto iluminado por la luz solar. Durante el día, en su fase de luna llena, en las fases de cuarto creciente o menguante, se necesita el doble de exposición, o sea un punto mas en el diafragma, en Luna nueva cuando aun no a llegado a media, necesita 10 veces mas de exposición o 3,5 puntos mas en el diafragma.

Cuando tomamos una fotografía de la Luna o el Sol con lente normal (50 mm) obtenemos una imagen de menos de 0,5 mm, pero se obtienen resultados muy buenos con teleobjetivos de más de 300 mm. Para obtener el diámetro de la imagen sobre la película se divide la distancia focal del objetivo utilizado en 110.

Estrellas. El astrónomo griego Hiparco de Nicea ideó un sistema de clasificar en seis categorías de magnitudes de acuerdo al brillo de las estrellas, siendo de primera las más brillantes y las más débiles, de sexta magnitud. Siglos después esta clasificación fue ratificada matemáticamente por la escala actual de Norman R. Pogson, que dice: si una estrella de magnitud 2 se compara una de magnitud 3, esta es 2,512 veces menos brillante que la de segunda, si se designa por 100 la cantidad de luz recibida de una estrella de primera magnitud los valores de las 6 clases visibles con el ojo desnudo están representadas por los números 100, 40, 16, 6,3, 2,5 y 1, esto nos indica que la última estrella que distinguimos a simple vista es 100 veces menos brillante que la de primera.

Esta relación nos ayuda a escoger la exposición correcta para tomar fotografías, cada magnitud corresponde a una diferencia de exposición de 2,512 veces, así al fotografiar estrellas de quinta magnitud se requerirá de una exposición 2,512 veces más que la de cuarta magnitud.

Satélites. Por ser tan pequeños y brillantes se pueden fotografiar con lente normal, utilizando exposiciones prolongadas, ya que estos objetos dan la vuelta alrededor de la Tierra en 90 minutos, forman trazos diferentes a los formados por las estrellas.

Lluvias de estrellas. La técnica fotográfica es la misma que para los satélites.

Cometas. Se pueden fotografiar con películas rápidas y velocidades de 5, 8, 10 o más segundos.

Constelaciones. Se toman con el diafragma completamente abierto y exposiciones de 5, 10, 15 o 20 minutos. Para constelaciones grandes se utilizan lentes de gran angular.

Películas

Las películas a utilizar deben ser rápidas (ASA 400), o más sensibles para hacer exposiciones cortas, pero el grano de la película es de gran importancia ya que a mayor sensibilidad mayor es el grano que se nota en las ampliaciones.

La luz impresiona la emulsión sensible que está formada por gran cantidad de gránulos microscópicos de bromuro de plata, formando una imagen alterando los gránulos. A mayor tiempo de exposición las emulsiones fotográficas tienen la propiedad de acumular más luz, llegando a registrar estrellas de magnitudes muy bajas (8 a 10 o más). El ojo humano no tiene esta capacidad y únicamente puede distinguir estrellas de las magnitudes más brillantes hasta 6, alcanzando algunas personas máximo hasta 7.

Las películas fotográficas en cuanto a la sensibilidad de los colores se dividen en general en:

Películas de emulsión común. Son películas de gran sensibilidad al color azul y el violado, un poco para el verde y nulas para los colores amarillo y rojo.

Películas ortocromáticas. Con emulsiones de gran sensibilidad para el verde y al amarillo o anaranjado.

Películas pancromáticas. Tienen una gran sensibilidad extendida y suficiente que cubre todos los colores, incluso el rojo.

Cámaras CCD



La utilización actual de de sistemas electrónicos que poseen un Chip CCD (Charge Coupled Device), que es un detector muy sensible a la luz ha revolucionado la fotografía astronómica. Cuando los débiles fotones de luz golpean la superficie del CCD, los electrones son almacenados en los píxeles. Estos chips están contruidos de materiales semiconductores tales como la silicóna que los hace sensibles al impacto de la luz en su superficie. Las diferencias entre las diferentes CCDs se refieren a las dimensiones físicas (entre mas grande mayor el área capturada), el tamaño de los píxeles (entre mas pequeños mayor resolución), la capacidad de los píxeles (el numero total de electrones que pueden ser capturados antes de saturarse), el nivel de lleno o porcentaje de área del chip que es sensitivo a la luz y la eficiencia del quantum o el nivel de sensibilidad a la luz.

La ventaja de un CCD es que se incrementa la sensibilidad a la luz por lo que pueden utilizarse exposiciones mas cortas, otra gran ventaja es la posibilidad de obtener la imagen de una manera instantánea. la cabeza del CCD que contiene el chip se acopla al portaocular del telescopio y se enfoca, la imagen pasa al procesador del PC y es vista inmediatamente en el monitor en donde se puede realizar su procesamiento posterior.