



FOTOGRAFÍAS DE CARLOS MILOVIC

PAISAJE
CELESTE

VOLUMEN I

Paisaje Celeste, Fotografías de Carlos Milovic. Volúmen I.
Carlos Milovic

1ra edición - Santiago: Villano de a pie, 2013.
46 p.; 25x19 cm.

ISBN 978-956-9266-00-3

© 2012, **Villano de a pie**
villanodeapie@gmail.com

Impreso en Chile

Agradecimientos del Autor

A Daniel Verschatse por la enseñanza, préstamos de equipos, espacio y todo lo que nos ha entregado en todos estos años. A la comunidad astrofotográfica chilena, en especial a Joaquín Perez, Eduardo Latorre, Sergio de la Fuente y Carlos Campos. Son un equipo genial para pasar las noches heladas. Ojalá que nunca perdamos la pasión por el cielo que compartimos ahora.

A Juan Conejero y Vicent Peris. Pese a que nunca nos hemos visto las caras, llevamos una amistad de más de 10 años, con lazos muy fuertes. Gracias también por la confianza, y compartir proyectos tan importantes como lo ha sido PixInsight. Finalmente, mis agradecimientos a mis padres, por el apoyo incondicional.

FOTOGRAFÍAS DE CARLOS MILOVIC

PAISAJE CELESTE

VOLUMEN I

PRÓLOGO

Se entiende por astrofotografía aquellas tomas fotográficas de los cuerpos celestes.

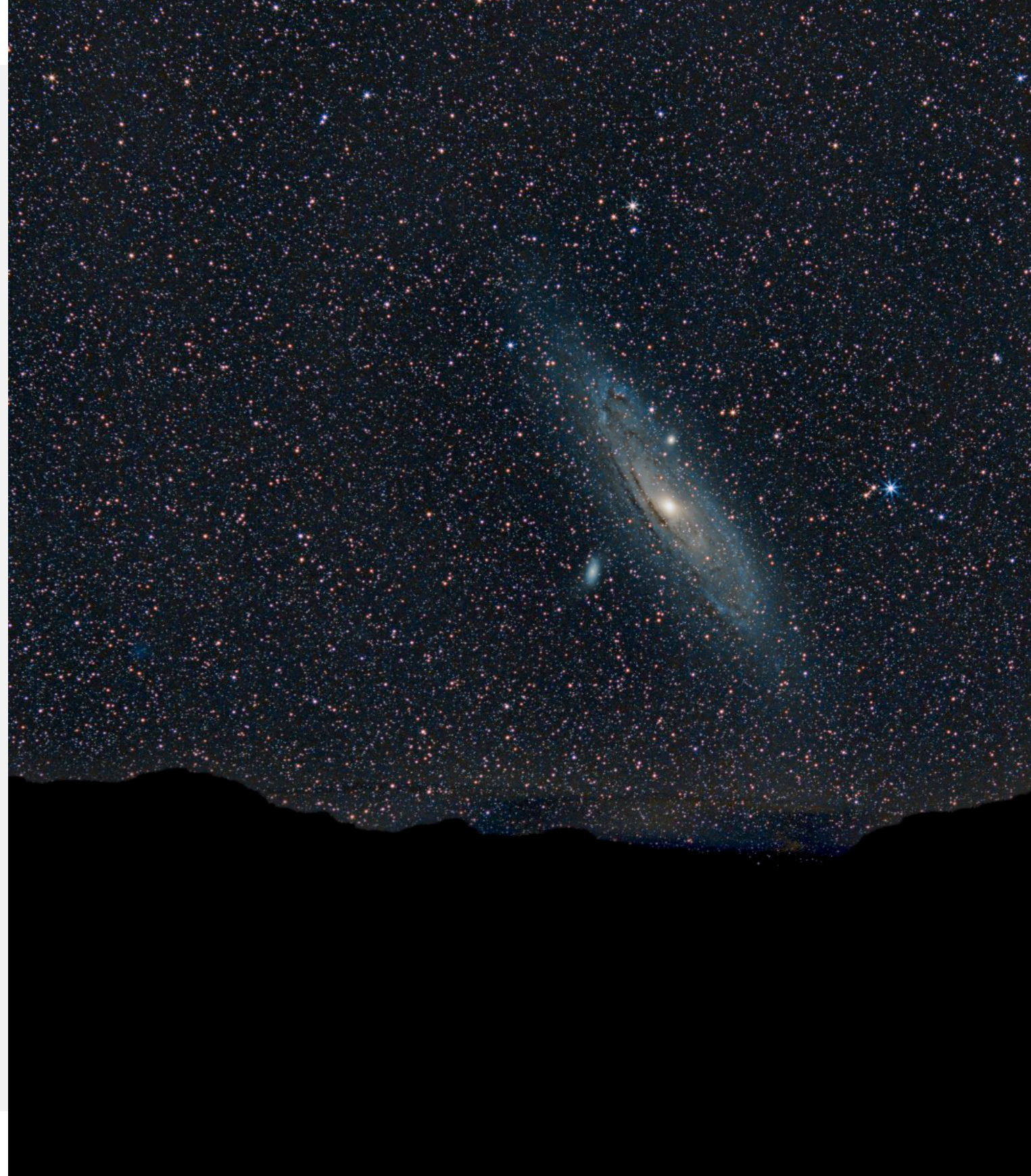
Desde los inicios, esta disciplina, al igual que la fotografía tradicional, utilizó película analógica. Las tomas requerían largos tiempos de exposición, para luego ser reveladas en laboratorio, obteniendo una copia en papel. Luego la copia en papel pudo ser escaneada. Si se contaba con la tecnología suficiente, era posible escanear directamente los negativos y realizar post-procesamiento sobre la imagen, consiguiendo mejores resultados que sobre el papel. Este proceso de digitalización significó la primera revolución en la astrofotografía, puesto que permitió obtener mayor cantidad de detalles, hacer mediciones científicas más precisas, y tener mayor control sobre el resultado final de la imagen.

Aún así, el momento del revelado continuaba siendo el momento de la verdad, en donde se verificaban los errores.

Hoy en día la tecnología ha facilitado mucho el trabajo del astrofotógrafo. Trabajar con cámaras digitales permite detectar errores y hacer correcciones en el momento, además de capturar mayor cantidad de información. Gracias al mayor poder de cálculo de los computadores, se han desarrollado nuevos algoritmos y técnicas de procesamiento digital de imágenes que permiten un mayor control sobre la toma fotográfica, abriendo posibilidades de procesamiento e incrementado exponencialmente la calidad de los resultados. Todo eso ha ocurrido en los últimos diez años.

Este libro da cuenta de un recorrido por esta disciplina, en donde el autor nos relata, a través de su experiencia, el proceso que hay detrás de la imagen obtenida. La particularidad de su trabajo tiene directa relación con el territorio donde ha vivido, Chile, que posee uno de los cielos más privilegiados del mundo para la observación astronómica. Una condición fortuita, de la que todos los que habitamos este territorio somos parte, acompañada de la perseverancia y rigurosidad le han permitido desarrollar el trabajo que aquí se presenta.

Las imágenes de este primer volumen fueron tomadas en diferentes años, durante el período estival, ya que lo que en nosotros repercute como cambio de estación, para el astrofotógrafo además es la oportunidad de capturar determinados cuerpos celestes, diferentes según la época del año.







INICIOS

Mi llegada a la astrofotografía fue quizás un evento inevitable. Desde muy pequeño estuve involucrado a la fotografía analógica gracias a mi padre. Él, en su juventud, fue un entusiasta fotógrafo amateur, que tenía un laboratorio propio, para revelar y ampliar fotografías en blanco y negro. Además, tuve la suerte de ir a un colegio que contaba con un taller de fotografía como actividad extraprogramática.

Paralelamente, en la enseñanza media, comenzó mi atracción por la astronomía. La lectura pronto no fue suficiente, y me hice socio de un grupo de astronomía para aficionados. Tal grupo contaba con un observatorio propio en las afueras de Santiago, en el cerro Pochoco.

Así, creo que fue un paso natural tratar de fusionar mis dos pasiones, y entrar en el terreno de la astrofotografía. Mi primer intento fue sacar unas fotos de unos pocos segundos usando un trípode, desde la azotea del edificio en que vivía, en medio de la ciudad. Por supuesto, solo muy pocas estrellas eran visibles, debido a la gran contaminación lumínica.

A esto continuó muy pronto el experimentar con uno de los telescopios fabricados por la agrupación, tanto la óptica como la montura.

Como la Tierra gira sobre su eje, es necesario que los telescopios utilicen motores que los mantengan apuntando en la misma dirección; a la misma estrella siempre. Esto es una montura. En el caso de las monturas ecuatoriales, se alinean de tal manera que uno de los ejes esté paralelo al eje de rotación de la Tierra, y entonces solo con el movimiento de un motor es posible seguir a las estrellas. Por supuesto, ese movimiento es muy lento. Una vuelta en aproximadamente un día. Por eso, podemos sacar fotografías de varios segundos con nuestras cámaras y objetivos gran angular, manteniendo estrellas puntuales. Sin embargo, con un telescopio, el movimiento es evidente inmediatamente, debido al mayor aumento, y es necesario utilizar dicho motor.

En mi condición de estudiante el acceso a un equipo astronómico era muy limitado. De modo que, usando la cámara de mi padre y los pocos lentes que tenía (era una cámara reflex), tuve que arreglármelas con ingenio. Contruí una plataforma ecuatorial, que es, básicamente, la solución más simple para emular una montura. Utilicé dos planchas de madera unidas mediante una bisagra y un trípode viejo. Como necesitaba un motor para contrarrestar el giro de la tierra, desarmé un reproductor de cassettes, lo adapté

con poleas caseras para mover el tornillo automáticamente y con un potenciómetro(*) ajustaba la velocidad del giro.

Luego debía resolver como corregir el seguimiento de las estrellas, que se conoce como guiado.

La solución en ese entonces fue agregar el lente de un binocular roto, a modo de mini telescopio, el cual lo ponía adosado a la plataforma, y mirando una estrella, me aseguraba que siempre se encontrara en la misma posición, corrigiendo la velocidad de la plataforma.

Un par de años estuve usando esa plataforma, hasta que pude ahorrar lo suficiente para comprar un telescopio pequeño, y mis padres me regalaron una montura ecuatorial adecuada para fotografía de principiante.

Ese fue básicamente mi equipo astronómico por 8 años. Pequeñas mejoras hicieron mi trabajo más sencillo, de forma progresiva, aunque con sus propios desafíos. El paso a la fotografía digital, implicó tener más control sobre el enfoque, y la capacidad de corregir los problemas en el momento. Luego adquirí una webcam me permitió alejarme del telescopio, y realizar el guiado de forma automática, todo controlado ahora desde un computador.

Las limitaciones mecánicas de entonces no eran la única barrera. El mismo cielo era un límite importante. Sacar fotografías en medio de la ciudad solamente nos deja espacio para sacarle imágenes a objetos muy brillantes, no comidos por la contaminación lumínica. Para llegar más profundo, hay que viajar fuera de las ciudades.

Mis primeros viajes fueron al desierto de Atacama, a unos 120 km al norte de La Serena. Con amigos nos instalábamos muy cerca de los observatorios La Silla y Las Campanas, aprovechando también las instalaciones de un restaurant cercano a la carretera para descansar durante el día. Ahí aprendí que es mucho mejor perseguir cielos ideales, programando sesiones maratónicas de varios días, aunque sea solo un par de veces al año, en vez de conformarse con fotografiar bajo cielos no óptimos.

Al comienzo estos viajes fueron bastante sacrificados, ya que la distancia es considerable y además había que acampar en el desierto. Tuvimos que adaptarnos al calor del día y al intenso frío de la noche. Se pasaba hambre también, ya que había muy pocas alternativas a las que recurrir. Con los años he ido mejorado el nivel de confort, viajando a una hacienda privada en la IV región, a pocos kilómetros de Cerro Tololo.









SALIDA A TERRENO . MONTAJE

La primera noche de una sesión astrofotográfica es la más intensa. Todo parte en la tarde, con el montaje del equipo. Primero la montura, luego los telescopios, las cámaras, y finalmente el computador y todo el cableado. Luego, a esperar que salgan las primeras estrellas. Con ellas, se alinean los lentes buscadores con el telescopio principal. También se empieza a enfocar cada una de las cámaras. El enfoque de la cámara guía es relativamente sencillo, y se hace a ojo, inspeccionando en tiempo real la imagen que se forma. Enfocar la cámara que toma las fotografías es más difícil, ya que es necesario obtener un foco muy preciso, o la calidad de las imágenes se degrada enormemente. Para eso se pueden utilizar máscaras que ayuden en el proceso. Una máscara es una placa que se coloca frente al telescopio, con varias ranuras. Esas ranuras generan un patrón de difracción en la imagen, que depende de la posición de la cámara con respecto al foco ideal. Las máscaras más conocidas son las de Haartman y las de Bahtinov. Esta última es quizás la más popular en la actualidad, debido a su facilidad de uso. Una máscara de Bahtinov genera tres líneas, dos de ellas fijas cruzando las estrellas, mientras que la tercera se mueve dependiendo de la distancia al foco. En el punto exacto de foco, las tres líneas cruzan la estrella, quedando la tercera como bisectriz entre las otras dos. Visualmente es sencillo encontrar así el punto idóneo, e incluso hay software que ayuda en el proceso.

La tarea más crítica de la primera noche es alinear la montura. Para lograr tal tarea, se utiliza usualmente el método de la deriva estelar. La idea es mirar una estrella que esté culminando (que esté pasando por la línea norte/sur), cerca del ecuador. Se compara su posición en un ocular reticulado, o en el sensor de la cámara entre dos tiempos distintos. Si la estrella pareciera que se mueve hacia el norte o al sur, significa que la montura no está puesta en el azimuth(*) correcto. Por lo tanto, hay que girarla para corregir esta posición. Este es un proceso de prueba y error, que consume bastante tiempo. Existe la posibilidad de

ayudarse con software, que nos dirige las correcciones, y mide con mayor precisión el error cometido. Cuando se logra calibrar el eje de azimut, es hora de ajustar la altura de la montura, y para ello se mira una estrella cercana al horizonte. En este caso, los movimientos hacia el norte o sur indican el error cometido en la altura, la cual se corrige siguiendo el mismo principio que antes. Normalmente se repite este proceso dos o tres veces, corrigiendo ambos ejes alternativamente hasta que se logra la precisión requerida.

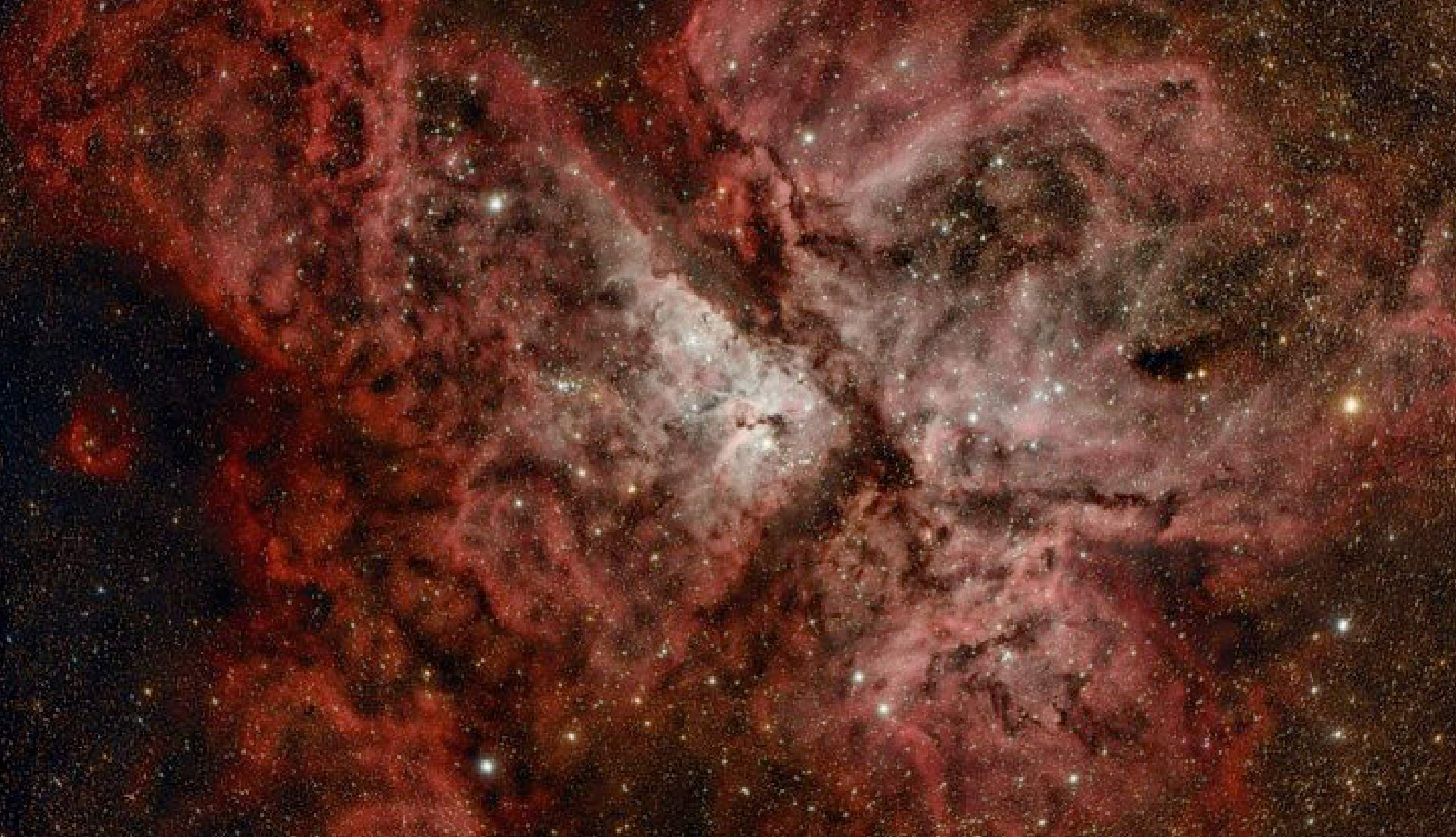
Con la montura ya alineada, y las cámaras enfocadas ya se puede buscar el objeto a retratar. Yo suelo tener programado el objeto, revisando el encuadre en algún software planetario. Estos softwares permiten calcular el campo de visión del equipo que uno posee, telescopio y cámara, ajustando la posición y ángulo del encuadre.

Como la Tierra orbita alrededor del Sol, durante el año las estrellas que vemos en el cielo son distintas. Mes a mes cambia ligeramente el cielo, saliendo cada vez más temprano lo que vemos día a día (aproximadamente 4 minutos). Entonces, para aprovechar al máximo una noche, se deben buscar objetos que estén visibles el máximo de tiempo, y a suficiente altura para no ser distorsionados por las capas de aire. En ocasiones, se pueden programar dos objetos por noche, aprovechando los tiempos óptimos de culminación de cada uno, y repetir estas tomas por dos o más noches.









SALIDA A TERRENO . CAPTURAS

Cuando tenemos el objeto bien enfocado y encuadrado, empieza la sesión de imágenes "lights". Las exposiciones se tratan de hacer de la mayor duración posible.

Como los objetos astronómicos son extremadamente débiles no basta con una sola fotografía para retratarlos. Se deben sacar muchas fotos, y promediarlas (?). Promediar muchas imágenes reduce el ruido, y la imagen se ve más limpia, más nítida y se pueden detectar estrellas y estructuras más débiles.

Existen también ciertos objetos que tienen un rango dinámico muy grande. Esto es, que contienen zonas muy débiles, pero también otras muy brillantes. Y estas zonas brillantes pueden ser tan distintas en intensidad de las otras que al exponer al tiempo máximo permitido por el equipo, estén completamente quemadas (o, el sensor se ha saturado). Por eso, adicionalmente, se suelen sacar sets limitados de exposiciones cortas, para aumentar el rango dinámico captado. Esta información se agrega a las tomas largas, para recuperar los datos perdidos por saturación. Dependiendo del objeto, uno puede llegar a requerir hacer tomas desde fracciones de segundo, hasta varios minutos, y fabricar una especie de pirámide de fotos, cada una de ellas mostrando de forma óptima cierto rango de brillo del objeto. Por supuesto, el desafío posterior, en el procesamiento, es cómo mostrar tanta información de forma adecuada, simulando la adaptabilidad del ojo humano a las diferencias de brillo.

Cuando la noche empieza a acabar, no significa que el trabajo del astrofotógrafo también lo haga. Es hora de empezar a hacer las fotografías de calibración. Básicamente hay tres tipos de imágenes de calibración: bias, darks y flats.

Bias: Los bias son tomas con el tiempo de exposición más corto posible, con la cámara tapada. La intención es capturar el ruido electrónico. Todas las pequeñas diferencias de voltajes en el sensor generan un patrón consistente en el tiempo, que se puede capturar al promediar muchas de estas imágenes bias.

Darks: Los darks, por otro lado, son imágenes del mismo tiempo de exposición que los "lights", las tomas del objeto. Estas tomas capturan el patrón generado por la emisión espontánea de electrones en el sensor, debido a la temperatura, y también se hacen a oscuras.

Flats: Los flats, por otro lado, son imágenes que tratan de modelar la forma en que se ilumina el sensor, mostrando las imperfecciones ópticas, la suciedad en el sensor, y las microdiferencias entre cada pixel. Para estas tomas se necesita iluminar una superficie de la forma más homogénea posible. Se pueden utilizar placas emisoras, o bien, iluminar la pared o techo del observatorio. También se pueden sacar imágenes al cielo, entre la puesta del sol y cuando empiezan a aparecer las estrellas, o en su momento equivalente al amanecer (estas tomas son llamadas "sky flats").

Estas tomas de calibración en realidad se pueden realizar en cualquier momento, aunque es importante que los darks se realicen a la misma temperatura a la cual se sacan las fotos, o el patrón generado será distinto en intensidad.

Cuando uno saca fotografías en el mismo lugar, por varios días, no es necesario realinear todas las noches, aunque sí se debe revisar el balance del equipo, y el foco en forma permanente. Esto permite obtener una mayor productividad en las noches posteriores.

Como se podrán imaginar, al final de un viaje astrofotográfico uno termina con cientos de imágenes, varios gigabytes de información, que hay que procesar digitalmente con posterioridad. Esta tarea puede ser tan consumidora de tiempo como la adquisición. Personalmente, requiero entre uno y dos jornadas completas de trabajo para procesar un objeto. Y cada viaje, de una semana, puede generar entre 3 ó 4 objetos.







La astrofotografía nos presenta un juego de reglas distinto a otro tipo de fotografía. En la fotografía tradicional la iluminación juega un papel clave en la propuesta del autor, en algunos casos, es el elemento más importante.

No ocurre lo mismo con los objetos astronómicos, ellos emiten o reflejan luz de la misma forma siempre. Salvo por el encuadre, las imágenes astronómicas deberían ser todas iguales. Pero, el caso es que si entregamos los mismos datos capturados a diferentes personas, el resultado será distinto. El procesamiento digital es el que entrega la diferencia. Y es un campo que lamentablemente no se ha desarrollado lo suficiente. Personalmente creo que el continuo crecimiento en la astrofotografía ya no se dará con el foco puesto en el equipo, sino en el desarrollo de un nuevo software y herramientas para post-procesamiento. Los resultados estarán más relacionados con el conocimiento y aprendizaje de las personas en esa área, y menos en el tamaño del telescopio.

INDICE DE IMAGENES



Galaxia de Andrómeda. Galaxia más grande del Grupo Local, muy similar a la Vía Láctea. Ambas se encuentran en trayectoria de colisión, en unos cuantos miles de millones de años más.



Pléyades, o Siete Hermanas. Cúmulo abierto muy joven. Todavía rodeado de las nubes de gas que dieron origen a sus estrellas.



Roseta. Nebulosa de emisión en el Unicornio (Monoceros), con una forma similar a un botón de rosa.



Gran Nube de Magallanes. Galaxia irregular enana, satélite de la nuestra. Se encuentra a unos 160 mil años luz. Visible fácilmente a ojo desnudo desde el hemisferio sur.



La Gran Nebulosa de Orión, M42. Esta es una de las nebulosas más brillantes del cielo, siendo una zona activa de nacimiento de estrellas. En su núcleo se puede ver la formación llamada "El Trapecio". Junto a M42 se encuentra M43, que le da una forma similar a una paloma en vuelo.



Pequeña Nube de Magallanes. Otra galaxia satélite de nuestra Vía Láctea, un poco más lejana que la GNM, con una forma mucho más irregular.



Cabeza de Bruja. Nebulosa de reflexión, iluminada por la cercana estrella Rigel, una gigante azul.



Cabeza de Caballo. Barnard 33 es una nebulosa oscura que se asemeja al perfil de un caballo. También se pueden ver la Nebulosa de La Flama, y bajo Barnard 33, IC434, una nebulosa de emisión.

Carlos Milovic es licenciado en astronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile e Ingeniero Civil Electrico de la misma casa de estudios. Hace 10 años que se dedica a la astrofotografía, desarrollando una depurada técnica de procesamiento de imagen para retratar las estrellas. Su prolijidad y búsqueda técnica lo han convertido en un referente al momento de procesar imágenes de alta complejidad. Pertenece a la asociación de Astrofotografía desde xxxx.



El Cono. Zona muy rica en nebulosas de emisión, el Cono es una nebulosa oscura pequeña, generando un llamativo contraste. Sobre el Cono se aprecia el cúmulo abierto llamado "Árbol de Navidad".



Cinturón de Orión, Mintaka y Alnilam. Dos de las estrellas de las llamadas "Tres Marías". De fondo existe bastante nebulosidad débil emitiendo y reflejando luz de estrellas vecinas.



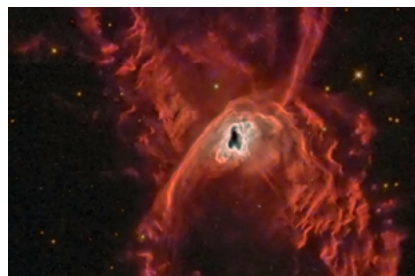
La Cruz del Sur. Otra de las constelaciones más famosas, e ícono del hemisferio austral. Fácilmente reconocible gracias a la nebulosa oscura "Saco de Carbón", a un costado de ella.



Eta Carina. Nombre tanto de la nebulosa como de la estrella rojiza más brillante en el campo. Esta estrella se cree que es una binaria es etapas previas a una gran explosión.



M78 y el Lazo de Barnard. M78 es una pequeña nebulosa de reflexión, mientras que el Lazo de Barnard pertenece a un gran arco de nebulosidades, de cientos de años luz de diámetro.



La Araña Roja. Nebulosa ubicada en la constelación de Sagitario, cerca del centro Galáctico. Esta imagen fue adquirida por el telescopio espacial, y sus datos se encuentran en dominio público gracias al Hubble Legacy Archives.

GLOSARIO Y ENLACES

Galaxia.

La galaxia por excelencia es el sistema de estrellas del que forma parte nuestro Sol; está descrita detalladamente en la voz Vía Láctea. Las galaxias en general son sistemas de miles de millones de estrellas mantenidas juntas por la fuerza de atracción gravitacional.

Vistos desde la Tierra, estos sistemas aparecen como minúsculas nebulosidades de forma esférica o elíptica, o bien como girándulas o nubes irregulares. Hasta el siglo XIX no estaban claras ni sus estructuras ni su situación con respecto a nuestra Galaxia. Sólo a principios del siglo xx se pudo determinar con certeza que esas tenues y pequeñas nubes son sistemas de estrellas completamente similares a nuestra Galaxia, pero mucho más lejanos, y se pudieron medir con diversos métodos sus distancias y su distribución en el espacio.

Vía Láctea

Cúmulo.

Son condensaciones locales de estrellas unidas por fuerzas gravitacionales que aparecen en el cielo como concentraciones de puntos luminosos o, incluso, como tenues nebulosidades.

Según su estructura se subdividen en cúmulos abiertos y cúmulos globulares.

Los cúmulos abiertos se encuentran en el disco galáctico, y están caracterizados por una densidad estelar un centenar de veces más elevada que la que se encuentra en las regiones que rodean al Sol; y sin embargo, las estrellas que las componen están relativamente dispersas. El diámetro medio de los cúmulos abiertos es de aproximadamente 10 años-luz y el número de estrellas que contienen varía desde algunas decenas a algunos miles.

Los cúmulos globulares están caracterizados por una elevada densidad estelar y por una alta concentración de estrellas en la parte central del cúmulo, hasta el punto que en muchos casos resulta imposible, incluso con un potente telescopio, distinguir cada estrella de las que aparecen como una única fuente luminosa. Estos son menos numerosos que los cúmulos abiertos, pero más grandes y más ricos en estrellas.

Los cúmulos abiertos, contienen estrellas de joven y media edad pertenecientes a la llamada Población I, similares a las estrellas que caracterizan las zonas circundantes de

nuestro Sol. Los cúmulos globulares, en cambio, son de antigua formación: unos diez mil millones de años.

Estrella.

Es un cuerpo celeste que brilla emitiendo luz propia.

En términos generales, una estrella está formada por una esfera de gas que se mantiene a elevadísimas temperaturas en virtud de los procesos termonucleares que se desarrollan en su interior. Nuestro Sol es una típica estrella de medianas dimensiones.

Nebulosa: de emisión; de reflexión

Satélite.

Cuerpos menores del sistema solar que se desplazan alrededor de los planetas.

Existen planetas con un numeroso cortejo de satélites como Júpiter y Saturno, planetas con un solo satélite como la Tierra, alrededor de la cual orbita la Luna, y planetas carentes de satélites como Venus.

El movimiento de la mayor parte de los satélites conocidos del Sistema Solar alrededor de sus planetas es directo, es decir, de oeste a este y en la misma dirección que giran sus planetas. Solamente ciertos satélites de grandes planetas exteriores giran en sentido inverso, es decir, de este a oeste y en dirección contraria a la de sus planetas; probablemente fueron capturados por los campos gravitatorios de los planetas algún tiempo después de la formación del Sistema Solar.

Constelación.

Son grupos de estrellas que no tienen necesariamente vínculos físicos o de proximidad y que son consideradas en conjunto para facilitar su reconocimiento.

Desde la antigüedad, los pueblos orientales, los griegos, los latinos, etc., atribuyeron a cada constelación semblanzas humanas o animales. Así tenemos la Osa Mayor, la Osa Menor, Hércules, Andrómeda, los Lebreles, etc. Se trata de figuras que no son completamente abstractas, pero que pueden lograrse, con un poco de imaginación, uniéndolas idealmente por medio de segmentos, las estrellas que forman parte de la constelación.

COLOFÓN

Esta edición contiene 15 imágenes impresas en papel xx de xx gramos, autoría de Carlos Milovic.

Se termino de imprimir el xx de julio de 2013
en Santiago de Chile.

