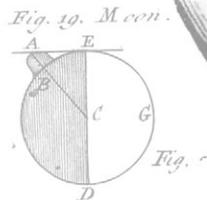


# REVISTA ASTRONÓMICA

ISSN: 0374-4272 • Número 287 • Año 95 • Invierno 2024



## TELEVIDEOSCOPIO

por Jorge Luis Cabrera

## UN NOMBRE SINÓNIMO DE GRANDES TELESCOPIOS

por Jorgelina Cieri  
y Marcelo Monópoli

## CAZADOR DE ECLIPSES

Entrevista a Denis Le Guiff

## CÓMO ES SER GUÍA DE TURISMO ASTRONÓMICO

Entrevista a Silvana  
Luna Manrique

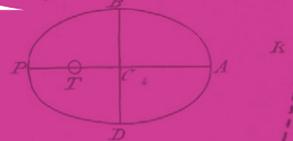
## FUENTES DE RUIDO EN IMÁGENES ASTROFOTOGRAFICAS

por Hugo Landolfi

## FOTOGRAFÍA ASTRONÓMICA CON TELÉFONO CELULAR

por Mariela David  
y Yasmín Olivera Cuello

Fig. 16. Moon.



# Revista Astronómica – N° 287

Fundador: Carlos Cardalda.

Directora: Yasmin Olivera Cuello.

Secretario: Santiago Schroeder.

Mariela David. Andrés Esteban Zapata.

Diseño y diagramación: Santiago Schroeder.

## Colaboradores:

Ricardo Allega, Lilian Ayala, Emmanuel Barok,  
Jorge Luis Cabrera, Jorgelina Cieri, Pablo Iglesias,  
Hugo Landolfi, Ignacio Gustavo Llaver, Denis Le Guiff,  
Silvina Luna Manrique, Marcelo Monópoli, Gabriel  
Olivares, Cyntia Olivera, Claudio Pietrasanta, Daniel  
Rozenzon, Guadalupe Sánchez, José Luis Sánchez,  
Martín Telechea.

## Contacto:

[revista@amigosdelaastronomia.org](mailto:revista@amigosdelaastronomia.org)

La Revista Astronómica es un órgano de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, entidad sin fines de lucro fundada el 9 de enero de 1929, con personería jurídica por decreto C-1812, del 12 de mayo de 1937. Incluida en el registro de entidades de bien público con el número 6124.

REVISTA ASTRONÓMICA es propiedad de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía. REVISTA ASTRONÓMICA es marca registrada bajo el número 2.968.244. AAAA: Av. Patricias Argentinas 550 (C1405BWS). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina. ISSN: 0374-4272. Registro Nacional de la Propiedad Intelectual: 79773.

## Comisión Directiva AAAA:

Presidente: Mónica Inés Konishi.

Vicepresidente: Julio Patamia.

Secretario: Eduardo Chamadoira.

Prosecretaria: Marcela Dorfman.

Tesorero: Ignacio Gustavo Llaver.

Protesorero: Nicolás Braschi.

Vocales titulares: Carlos Magliano, Giovana Zuccarino,  
Carlos Cebal, Gabriel Brichetto Orquera, Joaquín Ruiz  
Luque, Lucas Vazquez.

Vocales suplentes: Marcela Molina, Lidia Panasiuk,  
Eliana Flament.

## Revisores de cuentas:

Martín Monteverde, Mónica Williman, Andrea Schachter.

## Biblioteca:

Lunes a viernes de 19 a 23 hs.

[biblioteca@amigosdelaastronomia.org](mailto:biblioteca@amigosdelaastronomia.org)

Asociación Argentina Amigos de la Astronomía

Av. Patricias Argentinas 550. CABA.

54 11 4863 3366

[info@amigosdelaastronomia.org](mailto:info@amigosdelaastronomia.org)

<http://www.amigosdelaastronomia.org>

Instagram: [@asaramas](https://www.instagram.com/asaramas)

Facebook: [amigosdelaastronomia](https://www.facebook.com/amigosdelaastronomia)

YouTube: [amigosdelaastronomia](https://www.youtube.com/amigosdelaastronomia)

X: [@amigosastro](https://www.x.com/amigosastro)

# EDITORIAL

Nos encuentra este año en el número 287 de nuestra revista social, en el año del 95° aniversario de la Asociación. No es menor el detalle ya que esta revista fue uno de los ejes clave de la fundación de la Asociación. A principios del siglo 20 en Buenos Aires particularmente era crucial la información publicada para los astrónomos aficionados. Tanto la publicación de calendarios, mapas, efemérides, así como las noticias del mundo de la ciencia astronómica no eran tan sencillas de encontrar como lo es hoy con el desarrollo de los medios de información y la velocidad instantánea que hasta a veces no nos deja asimilar una noticia y ya estamos recibiendo otras. En este contexto cabe preguntarnos ¿qué esperamos que sea nuestra revista?, ¿qué tipo de información una publicación de periodicidad irregular, como los contextos actuales nos obligan a editar, es la que esperamos encontrar? Quienes trabajamos en esto en la actualidad constantemente nos encontramos con estas interrogantes y las respuestas que generamos no siempre son congruentes. Lo que siempre al final logra prevalecer es el interés en la producción de los socios y de utilizar este medio como una forma de compartir la información de las actividades que hacemos, y nuestros intereses.

En particular para este nuevo ciclo que comienza mi compromiso es lograr devolverle a nuestra revista un poco de la importancia que tuvo en el pasado en la cotidianidad de la AAAA, desde otro punto de vista pero aún ligado al quehacer social de nuestros miembros.

Si revisamos los números de la revista a lo largo del tiempo el punto de discusión siempre ha sido la complejidad en lograr acortar los intervalos entre ediciones, y más cerca en el tiempo, también la dificultad de la impresión. Este último punto se presenta con grandes interrogantes en el contexto particular de la economía de la asociación ligado al contexto económico y social del país.

Viendo con pesar las noticias con las que día a día nos enfrentamos como argentinos, como integrantes de una asociación civil cuyo fin es cultivar y difundir una ciencia desde nuestro lugar de aficionados, con los recursos únicos que nosotros mismos generamos. Pese a todo nuestra postura es optimista, porque nuestra intención es generar un espacio de refugio social en tiempos adversos, desde todos los ámbitos de la asociación, como entendemos que lo ha sido siempre. Y en particular desde esta revista, esperamos lograr ser parte de ese refugio de manera activa y concreta.

## Yasmin Olivera Cuello.

Directora.



# Beneficios de asociarse



- Acceso al observatorio.
- Instrumentos a disposición según los cursos de capacitación.
- Talleres, salidas, actividades gratuitas.
- Descuentos en cursos pagos y cursos gratuitos.
- Acceso al taller de óptica.
- ¡Y mucho más!



**¡Asociáte!**



Marcelo Monópoli.  
19/07/2023

Canon EOS Rebel T5i. 300 mm.  
1 segundo de exposición.  
ISO 800. f / 5.7

## SUMARIO



# 08

## Televideoescopio

por Jorge Luis Cabrera

# 40

## Cómo es ser guía de turismo astronómico

por Mariela David



# 16

## Un nombre sinónimo de grandes telescopios

por Jorgelina Cieri y Marcelo Monópoli



# 44

## Fuentes de ruido en imágenes astrofotográficas

por Hugo Landolfi



# 24

## Cazador de eclipses

por Mariela David

# 62

## Fotografía astronómica con teléfono celular

por Mariela David y Yasmín Olivera Cuello



# 70

## Astrofotografía

# Televideoscopio

Por Ing. Jorge Luis Cabrera



La noche del 6 de enero de 1609, Galileo Galilei estrenó su pequeño telescopio refractor mirando la Luna, las estrellas y el planeta Júpiter, dando comienzo a una verdadera revolución cultural. Nació así la astronomía moderna.

A partir de allí, comenzaron a desarrollarse mejores y más poderosos telescopios, revelando los secretos del cielo imposibles de observar a simple vista. Isaac Newton ideó el telescopio reflector, Guillaume Cassegrain inventó el innovador telescopio reflector que lleva su nombre y así una larga lista de nuevos telescopios que facilitaron la observación y el estudio de los astros.

Consecuentemente y ante la necesidad de documentar las observaciones a través de imágenes, se empleó el dibujo astronómico, posteriormente en el siglo XIX se utilizó la fotografía astronómica con las placas fotográficas y finalmente en el siglo pasado la astrofotografía logró consagrarse como una herramienta fundamental en la Astronomía, primeramente con películas específicas e hipersensibilizadas y posteriormente con los chips sensores tipo CCD y CMOS, que permitieron iniciar la era de la astrofotografía digital.

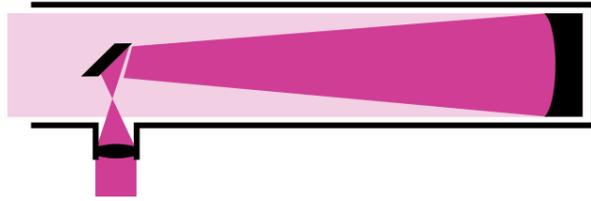
Actualmente, existen varias técnicas empleadas por los aficionados para la toma de las imágenes mediante telescopios, aunque la más empleada es a foco directo, que consiste en reemplazar el ocular por la cámara

digital o cámara de video. Al prescindir de los oculares u otras lentes en el camino óptico, se pueden obtener buenas astrofotografías.

Es esperable que cuanto menos superficies reflectoras o lentes se interpongan entre el objeto celeste y el sensor, menos pérdidas de luz y aberraciones ópticas tendremos y mejores imágenes se lograrán.

Siguiendo este concepto, se me ocurrió ensayar un telescopio "minimalista" que contara sólo con los elementos imprescindibles para la astrofotografía.

Teniendo en cuenta el hecho de que un espejo parabólico de apertura considerable se puede elaborar artesanalmente o adquirir a precio razonable, me pareció un buen punto de partida para construir ese telescopio minimalista analizando los pocos componentes del legendario reflector Newton. Este telescopio resulta destacable por su sencillez y buen desempeño. Sólo requiere de un espejo cóncavo esférico o parabólico, un espejo secundario plano para desviar el cono de luz perpendicularmente y un ocular para poder observar la imagen.



Esquema típico de un telescopio reflector tipo Newton.

Obviamente, el objetivo, o sea el espejo principal, resulta imprescindible por ser el elemento que capta la luz proveniente del astro y la concentra en su foco, a partir del cual el ocular permite magnificar la imagen. El espejo secundario, que desvía el cono de luz hacia el costado donde se encuentra el ocular, es comparativamente de pequeñas dimensiones y evita la obstrucción total de la entrada de luz en el objetivo que se produciría con la cabeza del observador si el ocular se ubicara sobre el eje del espejo principal.

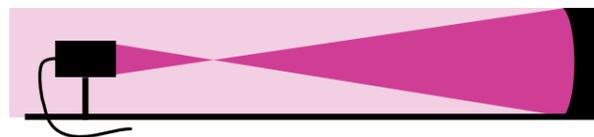
Gracias al uso de cámaras tipo webcam o con cámaras pequeñas específicas para astrofotografía que tienen dimensiones similares a un espejo secundario, surgió la idea de reemplazar el espejo secundario por este tipo de cámara ubicada convenientemente para lograr una buena imagen en la computadora. De esta manera, tenemos un telescopio solamente formado por un espejo principal y una cámara (y obviamente una computadora).

La eliminación del espejo secundario evita los inconvenientes propios de una mala colimación, de una pérdida de luz por la reflexión no perfecta o por ser más pequeño perdiendo parte del cono de luz primario a causa de una mayor obstrucción por ser más grande de lo necesario.

Asimismo, al no necesitarse un enfocador donde se aloje un ocular, se obvia la posibilidad de que su tubo recorte el cono de luz. En la cámara de video empleada, dada la notable diferencia de diámetros entre el barril de 1,25" y el sensor de 0,19", no existe este problema.

Ubicando convenientemente el sensor de la cámara, la totalidad del cono de luz llegará al plano focal, obteniendo mayor contraste.

Obviamente, este artilugio no es apto para observación visual directa y solo puede emplearse para la observación del video a través de una pantalla. Es por esto que quizás sería etimológicamente más correcto denominarlo video-telescopio o TELEVIDEOSCOPIO.



Esquema básico del televideoescopio

## Construcción del prototipo

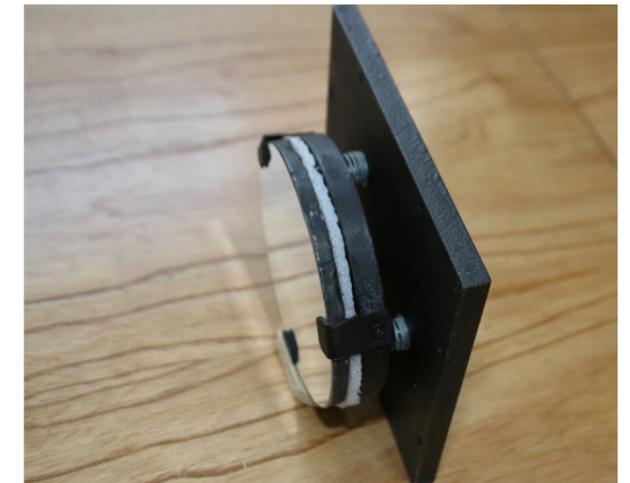
El espejo primario es un espejo artesanal (no tallado por mí) de sólo 105 mm. de diámetro y una relación focal de aproximadamente f/10. Como soporte, elaboré una celda típica ajustable de madera y tornillos con resortes, como se aprecia en la fotografía.

Este telescopio no se armó dentro de un tubo, es del tipo abierto y se soporta sobre un caño del tipo estructural de 40mm x 10 mm. Casi en el otro extremo, se encuentra una videocámara ASI 120 MC soportada por un collar montado sobre una varilla roscada ubicada cerca del foco primario.

Para apantallar las luces parásitas y protegerlo en su guarda, el espejo se aloja en un cubo contenedor con tapa extraíble.

Es destacable que tanto el cubo contenedor del espejo como la cámara son fáciles de desinstalar, resultando un telescopio totalmente desarmable sin herramientas y sumamente transportable.

El conjunto posee un simple agujero roscado de 1/4" en el caño estructural y sobre el centro de gravedad para instalarse en un trípode u otro tipo de montura con similar fijación.



### Características técnicas.

De acuerdo con los parámetros de los elementos de este televideoescopio, sus características teóricas son:

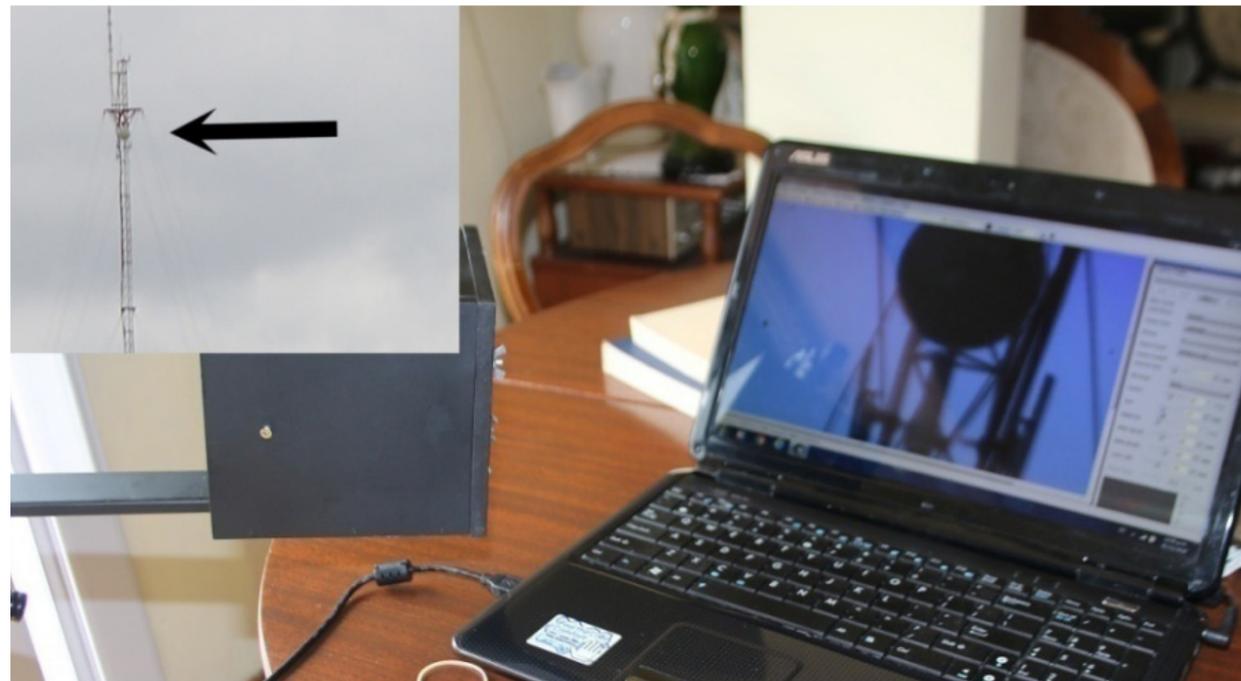
- Apertura: 105 mm.
- Distancia focal: 1007 mm.
- Relación focal: aprox.  $f/10$ .
- Aumento: aproximadamente 200x (teniendo en cuenta que por el tamaño del sensor, la cámara se comporta como un ocular de 5 mm de distancia focal).
- Obstrucción central: aproximadamente 25%.

### Pruebas

Para alinear el conjunto, primeramente ubiqué el centro del collar de sujeción de la cámara alineado con el eje óptico del espejo ajustando el largo de la varilla que se fija sobre la barra. Finalmente, realicé la colimación del espejo de manera tradicional, ubicando en el centro del collar (a modo de portaocular) la imagen de mi ojo.

Las pruebas preliminares las realicé de día y apuntando a una antena lejana (estimo a 300 metros). El ajuste fino del foco lo obtuve deslizando el cuerpo de la cámara sobre el collar soporte.

En la imagen compuesta se aprecia sobre la pantalla de la notebook la antena parabólica que se encuentra instalada en la torre e indicada con una flecha sobre el ángulo superior izquierdo.



La noche del 22 de diciembre del 2018, la Luna se encontraba casi llena e iluminada en un 99,5%. Me pareció una ocasión oportuna para probar el televideoescopio. Dirigiendo este particular telescopio sobre el sur de la Luna y reajustando el foco, grabé un vídeo en AVI de 30 segundos a 17 fps, mediante el software FireCapture.

Luego de procesar el video con Registax 5.1 y mejorarlo con PS CS5, obtuve la siguiente fotografía.

Se destaca el hermoso cráter Tycho con parte de su ostensible sistema de rayos.

## Conclusiones

De las imágenes obtenidas y teniendo en cuenta la pequeña apertura del espejo, se puede inferir que el comportamiento de este telescopio es muy satisfactorio para hacer astrofotografía, principalmente planetaria. Es esperable que con aperturas mayores y menores focales tenga un comportamiento similar para espacio profundo.

A modo de resumen, se pueden enumerar sus principales pros y contras.

## Ventajas:

- Muy buen desempeño en astrofotografía.
- Relativamente económico y muy sencillo de construir.
- Fácil y rápido de armar.
- Muy transportable.
- Brevísimo período de aclimatación, por ser del tipo abierto.
- Posibilidad de observar las imágenes en vivo simultáneamente por varias personas.

## Desventajas:

- No apto para observación visual directa, solo a través de la cámara.
- Es parcialmente pasible de reflejos de luces parásitas, a causa de no estar totalmente dentro de un tubo.
- Tiene aumento fijo, aunque no he comprobado agregarle un Barlow o un reductor de focal.
- Es imprescindible contar con una PC para usarlo.

Finalmente, creo que el televideo telescopio puede resultar de interés para alguna aplicación particular, especialmente en astrofotografía y difusión. Además, estimo que tiene numerosas posibilidades de mejoras.

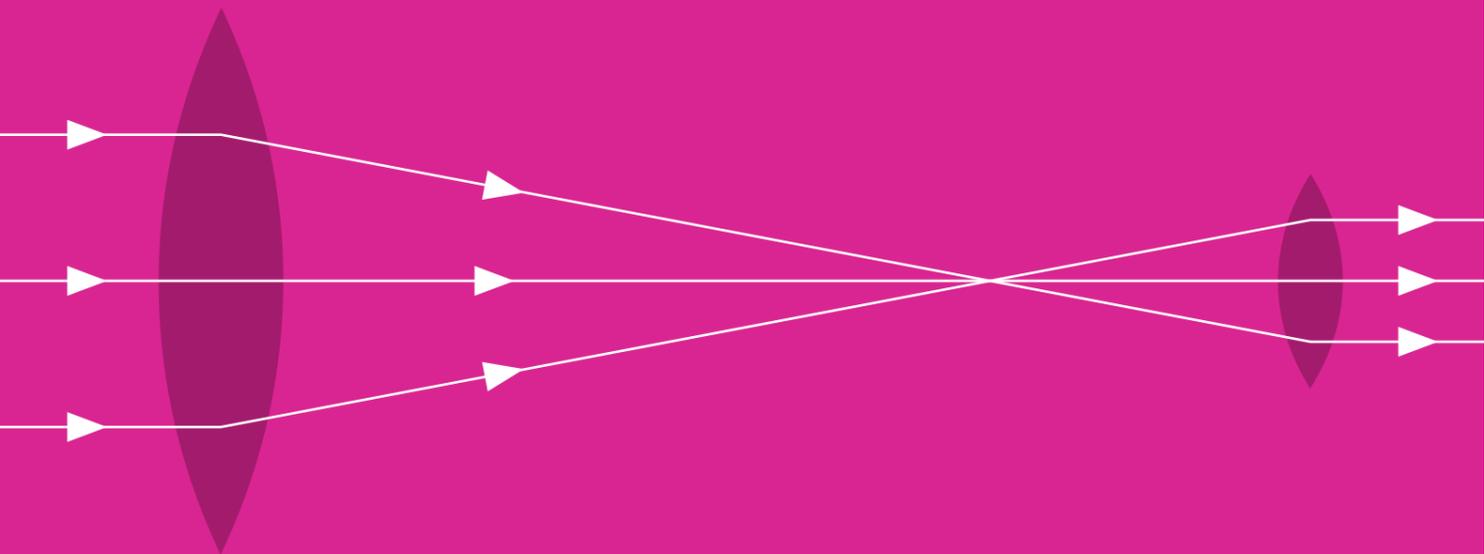


Jorge Luis Cabrera es Ingeniero en Electrónica, (UNLP). Su actividad profesional se desarrolló en el ámbito de la ingeniería, principalmente como investigador y docente universitario en la Facultad Regional Avellaneda, UTN. Es astrónomo aficionado desde hace más de 20 años y socio de la AAAA. Es autor y editor de los siguientes libros: "Astronomía urbana"(2019), "La Luna" (2020), "El Sol" (2020) y "Los Planetas" (2021).

**Paul Ferdinand Gautier.**

# Un nombre sinónimo de grandes telescopios.

**Por Jorgelina Cieri y  
Marcelo Monópoli.**



Todos los que somos parte de nuestra querida Asociación, los que lo fueron, y los miles de visitantes que nos han visitado desde la inauguración de la sede social y observatorio, allá por 1944, disfrutamos de un telescopio único, de una larga historia, y que aún a pesar de sus 140 años (cumplidos en diciembre de 2022) y rodeado de modernos equipos computarizados, sigue prestando servicios: El refractor "Gautier", o sencillamente como lo llamamos todos, "el Gautier".

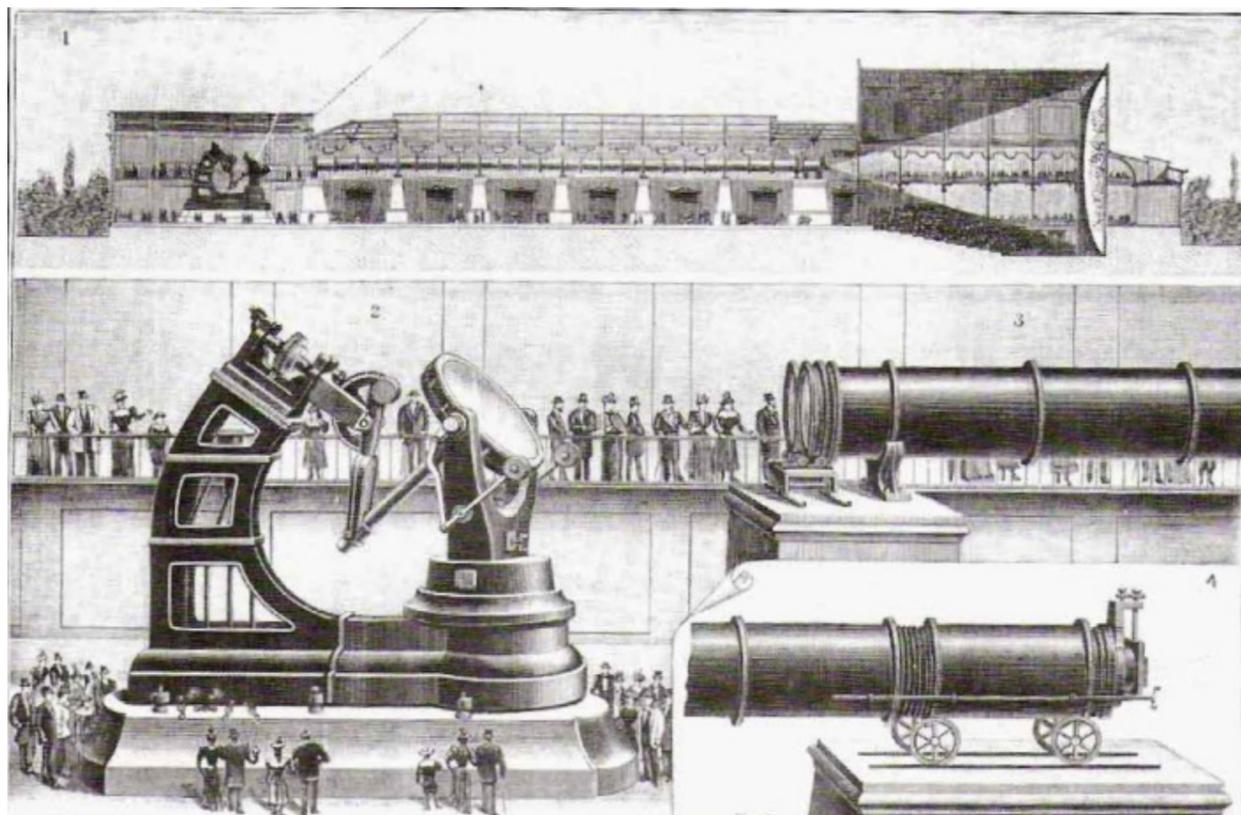
Como breve reseña podemos contar que fue encargado a Francia por Dardo Rocha (gobernador de la provincia de Buenos Aires y fundador de la ciudad de La Plata) en 1882 para la observación del tránsito del planeta Venus por el disco del Sol en diciembre de aquel año (Argentina había sido invitada por el Observatorio de París para participar del evento, por su ubicación geográfica privilegiada). Una vez arribado al puerto de Buenos Aires, se instaló temporariamente en la ciudad de Bragado y luego del registro del fenómeno astronómico pasó a formar parte del recién inaugurado Observatorio de La Plata, siendo su primer telescopio importante. Muchos años después, y ya fundada nuestra Asociación, por gestión de nuestro socio Dr. Bernhard Dawson (que era astrónomo de La Plata) fue cedido por dicha institución para ser instalado en el edificio de nuestra sede social que se estaba construyendo a principios de 1940. Así se convirtió en el primer y principal telescopio que existió en nuestro observatorio (fig. 6).

Volviendo al origen de este telescopio, habíamos comentado que fue durante el gobierno de Dardo Rocha que se adquirió en Francia, a la Casa Gautier de París. Y no fue una elección al azar. A cargo de dicha prestigiosa casa estaba un gran constructor de telescopios, cuyos equipos aún se pueden encontrar en distintos países además de Argentina: Francia, Austria, Grecia, Países Bajos, España, Brasil, Algeria y hasta el Vaticano.

¿Su nombre? Paul Ferdinand Gautier (fig. 1), y ésta es su historia.



**Fig. 1: Paul F. Gautier en 1887. Foto: Wikipedia.**



**Fig. 2: El Gran Refractor en la Exposición Universal de París de 1900. Foto: Wikipedia.**

Nació en París, el 12 de Octubre de 1842 en una modesta familia burguesa. Abandonó a los 13 años la escuela y a los 18 años ingresó a trabajar en la firma de instrumentos de precisión "Secretan" dirigida por William Eichens. Luego en 1866 al abandonar Eichens la firma para crear su propia compañía, Gautier lo acompaña durante los posteriores 10 años, cuando luego es él mismo quien lo abandona para crear su propia empresa.

Dos años después, en 1878, Gautier participó por primera vez en la Exposición Universal de París (cuyos temas incluían la industria, la arquitectura y el arte). A partir de ahí, comienza su trayectoria como importante constructor de telescopios (cuyas ópticas eran manufacturadas por los hermanos Paul y Prosper Henry), y diversos instrumentos astronómicos como micrómetros.

En 1880 Gautier pudo comprar la firma Eichens. En 1889, presenta en la exhibición de París un círculo meridiano

de 22 cm. de apertura y 310 cm. de distancia focal, construido para el observatorio de La Plata, así como otros instrumentos astronómicos.

En la década posterior, 1890, con el inicio del proyecto internacional "Cartes du Ciel", organizado por Francia y que consistía en un relevamiento fotográfico de todo el cielo, fabrica una serie de telescopios astrográficos de tubo doble, de sección rectangular, de madera (ver fig. 3 y 4), uno para observación visual y otro para el registro fotográfico propiamente dicho (al final de uno de los tubos existía un portaplacas fotográfico), con montura ecuatorial inglesa (que permite la observación sin necesidad de invertir el instrumento al pasar por el meridiano) que fueron adquiridos e instalados no sólo en observatorios de Francia sino también en otros importantes de China, Brasil, Austria, Japón y España. Dos de estos equipos también fueron adquiridos por Argentina, uno para ser instalado en el Observatorio



**Fig. 3: Astrógrafo en el Observatorio de la ciudad de Córdoba, Argentina. Foto: Museo Astronómico del Observatorio de Córdoba (OAC).**

de la Ciudad de Córdoba y otro para ser instalado en el Observatorio de la Ciudad de La Plata para la participación en dicho proyecto (actualmente ambos se encuentran como piezas de museo). Gautier se había convertido en la firma más importante y requerida de instrumentos astronómicos de esa época.

La cima de la carrera de Gautier llegaría en 1900. Hasta ese momento tenía 17 telescopios ecuatoriales, 7 coudé, 13 astrógrafos para "Cartes du Ciel", 7 círculos meridianos, 5 sideróstatos, 3 telescopios altazimutales, y otros instrumentos más pequeños. Pero así como estaba en la cima, también llegaba su decadencia, debido a grandes problemas financieros. Ésto se debió a que en 1896 un diplomático francés, llamado Francois Deloncle creó una sociedad para financiar la construcción de un refractor gigante, el más grande del mundo (fig. 2). Éste sería presentado en la Exhibición de París de 1900. Dado que dicho instrumento iba a ser de gran tamaño, no se le podría fabricar una cúpula por el elevado costo. Tenía dos objetivos intercambiables para su uso visual y fotográfico de 1,25 metros de diámetro y una distancia focal de 57 metros. Como era demasiado grande se tuvo que instalar en posición fija y horizontal. El tubo medía 60 metros



**Fig. 4: Astrógrafo en el Observatorio de La Plata, Argentina. Foto: FCAG UNLP, Observatorio de La Plata.**

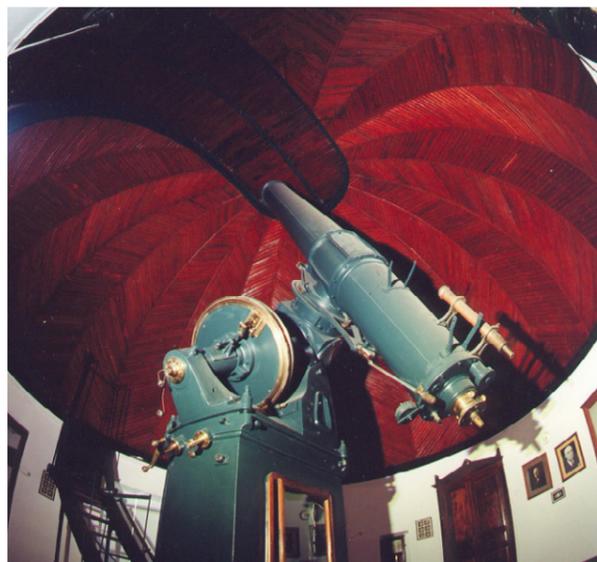


Fig. 5: Refractor en el Observatorio Dorides - Atenas, Grecia.  
Foto: The Hellenic Archives of Scientific Instruments.

de longitud, y estaba compuesto por 24 cilindros de 1,5 metros de diámetro que descansaban sobre 7 pilares de hormigón. La luz de los objetos astronómicos se redirigía al tubo del telescopio mediante un sideróstato Foucault, un espejo plano móvil de 2 metros de diámetro, montado sobre un gran bastidor de hierro delante del objetivo. El ocular del telescopio podía desplazarse sobre unos rieles hasta 1,5 metros para enfocar las imágenes. Con la menor magnificación (500 aumentos), el campo visual abarcaba 3 minutos de arco. El sideróstato pesaba 45 toneladas, y el tubo 21 toneladas. Éste también funcionaba mediante un mecanismo de relojería.

Si bien atrajo la atención de mucho público, la contaminación lumínica de París (para ese entonces ya empezaba a ser un problema), y la contaminación atmosférica debida al humo de las chimeneas de algunas fábricas cercanas, hacían que las vistas no fueran de buena calidad, incluso teniendo en cuenta el tamaño del telescopio (tal vez, de haberse ubicado en las afueras de la ciudad, con mejores cielos, el resultado hubiera sido distinto). El destino de este equipo fue finalmente el desmantelamiento y la posterior subasta de distintas partes, salvo las lentes y espejos que fueron enviados al Observatorio de París para su exhibición.

La construcción de este telescopio refractor, el más grande que haya existido (incluso más grande que el aún existente en el Observatorio Yerkes en EE. UU. de 1,02 m. de diámetro) resultó un enorme fracaso que le costó una enorme pérdida de dinero a la firma ocasionando el fin de la carrera de Gautier.

Aún así, continuó en actividad, fabricando ocasionalmente algunos pocos instrumentos más, hasta su fallecimiento en 1909.

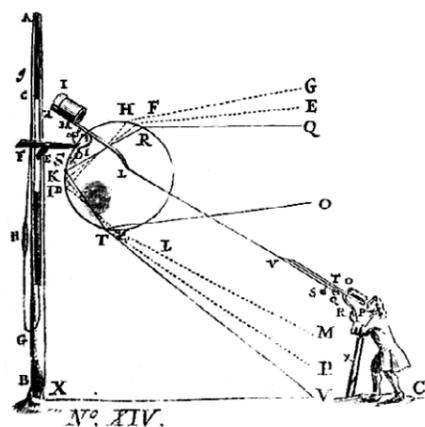
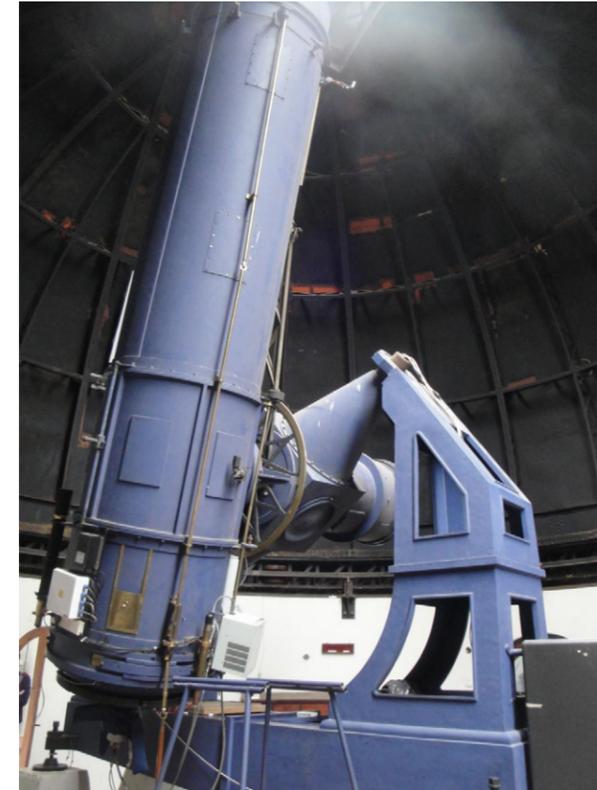


Fig. 6: Refractor de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía - Ciudad de Buenos Aires, Argentina. Foto: Jorgelina Cieri.



**Fig. 8: Refractor de 43 cm. en el Observatorio de La Plata, Argentina. Foto: Dario Alpern.**



**Fig. 7: Reflector de 80 cm. en el Observatorio de La Plata, Argentina. Foto: Gudrun Wolfschmidt.**

La empresa fue comprada posteriormente por G. Prinn (otra empresa importante constructora de instrumentos astronómicos) en 1910.

Paul Gautier aún hoy sigue siendo considerado uno de los más famosos e importantes constructores de telescopios de la historia.

En Argentina, además del refractor de 21,5 cm. existente en nuestra Asociación (fig. 6) y los dos astrógrafos citados (fig. 3 y 4), podemos destacar el Gran Ecuatorial del Observatorio de La Plata de 43 cm. (fig. 8), y la montura del telescopio reflector de 80 cm. del mismo observatorio (fig 7).

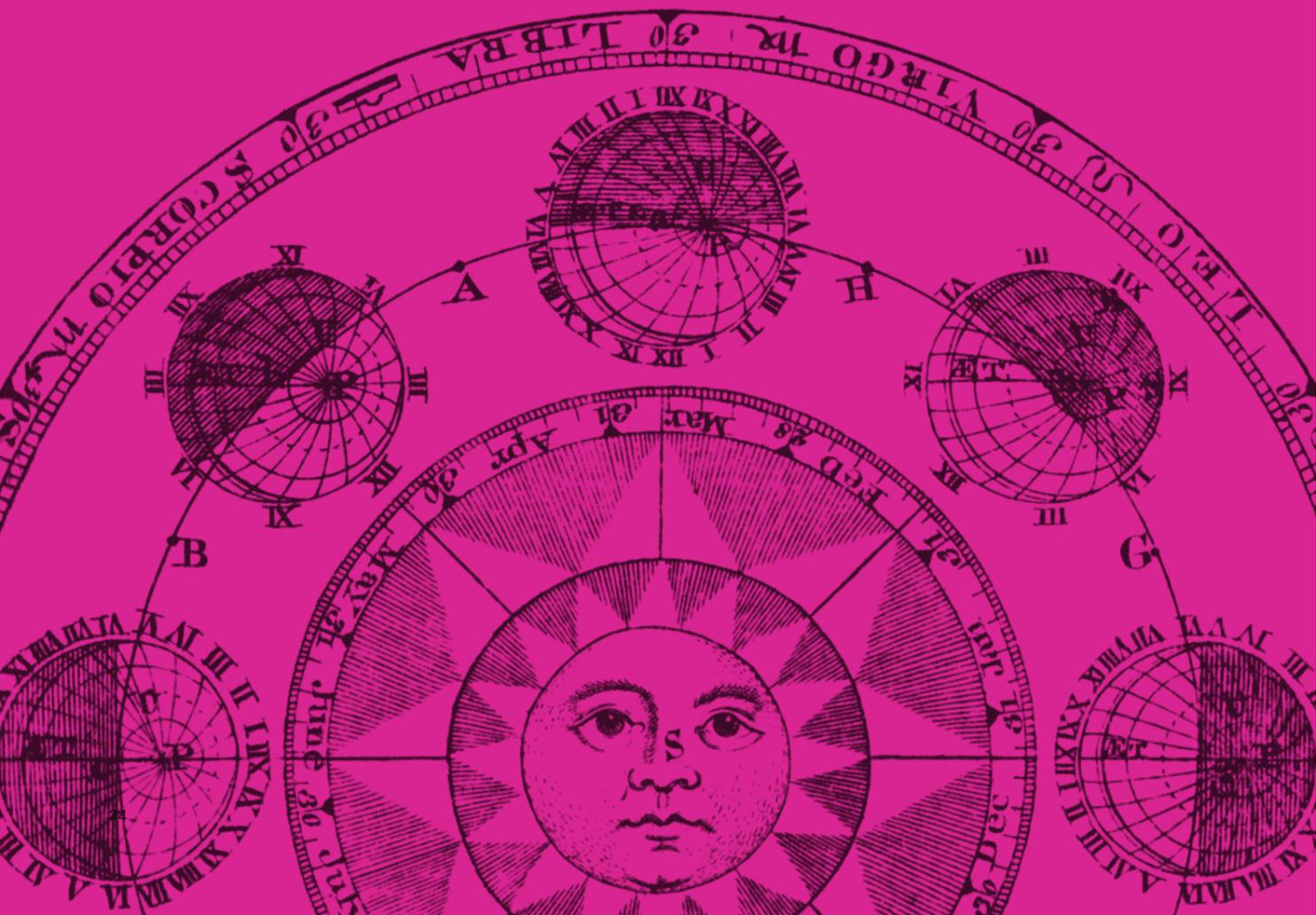
Bibliografía: Bulletin of the Scientific Instruments Society – Paolo Brenni. "19th Century French Scientific Instrument Makers". N° 49 (1996).

Marcelo Monópoli es aficionado a la astronomía y socio de la AAAA, en donde se desempeña en la atención de visitas guiadas de público y escuelas, dicta el taller "Iniciación a la Observación Astronómica con Binoculares", y también se dedica a la astrofotografía.

Jorgelina Cieri es aficionada a la astronomía y socia de la AAAA, en donde se desempeña en la atención de visitas guiadas de público y escuelas. Es Doctora en Medicina, UBA.

# Cazador de eclipses.

Entrevista por Mariela David.



Entrevistamos a Denis Le Guiff, un gran apasionado de la astronomía, pero en particular de los eclipses de Sol.

Estudió ingeniería informática. Trabajó como desarrollador informático, director de proyectos y experto técnico. Actualmente a cargo de la gestión de procesos de calidad en una empresa de servicios IT. En relación a la astronomía, estudió y obtuvo diplomas en el Observatorio de París. Desde 1999 viaja por el mundo observando y fotografiando eclipses solares: Francia, Ibiza, Turquía, China, USA, La Réunion, Argentina.

Viaja por todo el mundo cazando eclipses y editó su propio libro con recopilación de bellas imágenes. Tuvimos el privilegio de que nos haya visitado en Argentina en 2019.

En esta entrevista nos va a contar cómo hace para planificar sus viajes y nos deja muchos consejos útiles para todos los que quieran hacer este tipo de travesías.

## ¿Podrías hablarnos un poco de vos y de tus primeros pasos en la astronomía?

Soy jefe de proyectos en informática y trabajo en el mundo de servicios a sociedades. En sí, nada me predisponía a interesarme por la astronomía. Descubrí la astronomía en la escuela alrededor de los 12 años cuando nuestro profesor de física nos hizo subir al techo de la universidad para mirar a través de un telescopio con algunos de mis compañeros de clase. Fue sobre todo el desarrollo de la astronáutica lo que me interesó entonces (NASA estaba lanzando el programa Space Shuttle). Las hazañas técnicas llegaban mucho más a los medios que las ciencias duras como la astronomía.

Luego por muchos años me alejé de esta actividad para cursar estudios de ingeniería que me dejaban muy poco tiempo libre.



Observación con mi Maksutov.

En agosto de 1999 tuvo lugar en Francia un eclipse solar total que pude ver mientras trabajaba en París. Al no estar bien posicionado y como el tiempo no era bueno, verdaderamente no pude verlo.

La astronomía no volvió a entrar en mi vida hasta mucho más tarde durante una cita con mi médico. De hecho, en la sala de espera me topé con una revista que hablaba de los próximos eclipses solares de 2005 y 2006. Arranqué las páginas para prepararme tranquilamente en casa y comencé a organizarme para ir a verlos y fotografiarlos. De hecho, me gusta mucho hacer fotografías. Desde los 10 años tengo



**Telescopio de 1,93 metros de l'OHP que permitió el descubrimiento de 51Peg B en 1995.**

conocimientos de fotografía, revelado de negativos y de impresión de fotografías en papel, habiéndolo practicado durante 2 años en el club de fotografía de mi escuela.

Así que me compré una réflex digital y un telescopio tipo Maksutov (por su tamaño y facilidad de transporte en avión).

Como no tenía muchas bases teóricas sobre astronomía, decidí unos años más tarde obtener un diploma universitario en el Observatorio de París con clases nocturnas. Tomé cursos de dos años (uno en 2007/2008 y otro en 2011/2012). Durante este curso tuve la oportunidad de utilizar un telescopio de 1 metro en el observatorio de Haute Provence (donde Michel Mayor y Didier Queloz descubrieron el primer exoplaneta 51PegB en 1995).

Hoy viajo por el mundo para observar eclipses solares y cuando hay buen tiempo saco mi telescopio y fotografío las manchas solares.

Cuando puedo, asisto a las conferencias astronómicas mensuales que organiza el Instituto de Astrofísica de París.

Estoy suscrito a la revista Ciel et Espace desde hace varios años para seguir las noticias de la investigación astronómica y mantenerme informado de los últimos descubrimientos.

### **¿Podrías explicarnos los tipos de eclipses que existen?**

Un eclipse ocurre cuando un objeto celeste pasa delante de otro y lo oculta (total o parcialmente). Hay estrellas que son eclipsadas por la Luna, estrellas que son eclipsadas por asteroides.

En lo que concierne al Sol, hay 3 tipos de eclipses.

Eclipses totales: Cuando la Luna oculta completamente al Sol al interponerse entre la Tierra y el Sol en perfecta alineación.

La Luna y el Sol tienen características bastante inesperadas: la Luna es 400 veces más pequeña que el Sol pero también está 400 veces más cerca de la Tierra que el Sol. Además, el diámetro aparente de la Luna es sustancialmente idéntico al del Sol. Por lo tanto, la Luna puede, para un observador que se encuentra en la Tierra, ocultar el disco solar por completo.

A pesar de circunstancias completamente excepcionales, sucede a veces que la Luna no oculta completamente al Sol porque la Luna se mueve alrededor de la Tierra en una órbita elipsoidal y en ocasiones está demasiado lejos de la Tierra y por lo tanto su diámetro aparente es ligeramente menor que el del Sol y por lo tanto, no oscurece completamente el Sol.

Entonces hablamos de eclipses anulares porque solo queda visible un anillo de luz solar.

También existen los llamados eclipses híbridos que comienzan como eclipses anulares y pasan por una fase de eclipses totales. Son anulares en algunos lugares de la Tierra y totales en otros. Cabe recordar que un eclipse es un fenómeno dinámico: la Tierra continúa girando alrededor del Sol dejando ver un movimiento aparente del Sol en el cielo, durante este tiempo la Luna gira sobre sí misma y sobre su órbita alejándose o acercándose a la Tierra. Además, al ser la Tierra esférica, la distancia desde la superficie de la Tierra

hasta la Luna varía para un observador en la Tierra y, por lo tanto, el diámetro aparente de la Luna puede variar en un pequeño porcentaje, lo que puede explicar este fenómeno.

Finalmente están los eclipses parciales. En este caso, la alineación de la Tierra, la Luna y el Sol no es exacta. En este caso no hay lugar en la Tierra desde el cual la Luna oculte totalmente al Sol.

Un eclipse dura unas 2-3 horas pero el periodo en el que el eclipse es anular o total dura solo unos minutos (pero si uno viaja en un avión supersónico como el Concorde, es posible observarlo durante varias decenas de minutos -74 exactamente - como fue el caso en 1973). Las fases anteriores y posteriores a la totalidad se denominan fases parciales.

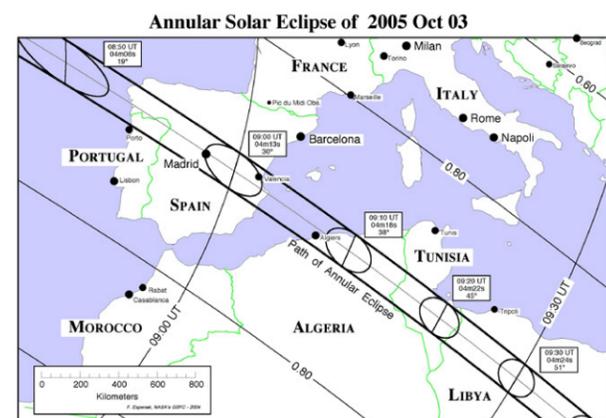
Cabe señalar que otros objetos también pasan frente al Sol y se pueden observar desde la Tierra. Estos son los tránsitos de Venus y Mercurio. Estos dos planetas sí pueden intercalarse entre la Tierra y el Sol. Sin embargo, no pueden provocar eclipses anulares o totales porque su diámetro aparente es demasiado pequeño en comparación con el Sol. Por lo tanto, podemos ver pasar pequeños discos negros frente al sol sin reducir su luminosidad.

Pero también hay eclipses de luna. En este caso, durante la Luna llena, es la Tierra la que se interpone entre el Sol y la Luna, tapando así la luz del Sol que ya no puede iluminar a la Luna. La Luna desaparece entonces casi por completo ya que no emite luz propia y se contenta con reflejar la luz del Sol. Si permanece ligeramente visible en el cielo, es gracias a una pequeña parte de la

luz solar que atraviesa la atmósfera terrestre en dirección a la Luna.

### ¿Desde hace cuánto tiempo viajás a la caza de eclipses de Sol?

Mi primer eclipse data de 1999. Al no estar informado con suficiente antelación, no anticipé este fenómeno y me contenté con observarlo desde mi oficina en el trabajo después de haberle pedido prestado a mi padre un vidrio máscara de soldadura para proteger los ojos e intentar hacer una foto a través de él. Al no estar en la banda de centralidad (estaba a solo cien kilómetros de París donde trabajaba) solo vi las fases parciales del eclipse. Además, el tiempo fue particularmente caprichoso ese día de verano en el que podríamos haber esperado buen tiempo. Solamente algunas personas lo vieron en Francia. Conocí a gente de Estrasburgo (ciudad del este de Francia situada en la banda de centralidad del



Franja de totalidad del eclipse de 2005, Ibiza no está en la línea central.

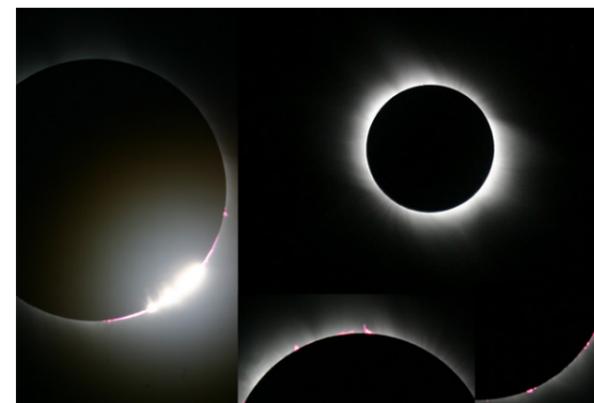


Mi primer eclipse en Ibiza 2005.

eclipse del eclipse de 1999) que para ver el eclipse y escapar del mal tiempo atravesaron en coche Alemania, Austria, Hungría para finalmente detenerse exhaustos en Rumanía bajo la lluvia tras haber recorrido más de 1500 km. Y como por milagro en el momento del eclipse cesó la lluvia y pudieron ver la fase de totalidad del eclipse.

Mi primer eclipse que realmente vi fue en la Isla de Ibiza en octubre del 2005. Era un eclipse anular (la Luna estaba muy alejada de la Tierra para tapar totalmente al Sol).

Al año siguiente (marzo de 2006), fui a Turquía para ver mi primer eclipse total. También pude ver las fases de la parcialidad de un eclipse en agosto de 2008 desde Francia. En julio de 2009, fui a Shanghái en China para ver un eclipse total, pero como era el período de los monzones, el clima no me permitió ver la totalidad. En mayo de 2012 fui a Estados Unidos a ver un eclipse anular. En marzo de



Eclipse total 2006 en Turquía.

2015 pude ver las fases de parcialidad de un eclipse desde Francia. En septiembre de 2016 viajé al Océano Índico, a la Isla de la Reunión para ver un eclipse anular. En agosto de 2017, regresé al oeste americano para ver un eclipse total. Luego, en julio de 2019, fui a Argentina para ver un eclipse total desde la zona de Merlo (provincia de San Luis). Tenía que volver a Argentina para ver el eclipse del 14 de diciembre de 2020 pero la crisis sanitaria del Covid-19 me lo impidió. Lo seguí por internet en el canal de argentina TN. En junio de 2021 pude ver las fases de parcialidad de un eclipse desde mi terraza. En abril de 2024 fui finalmente a Texas en la región de Dallas, donde el eclipse fue total.

En cuanto a los eclipses lunares, he visto hasta ahora 2 en buenas condiciones y 2 con muy mal tiempo. A diferencia de los eclipses de Sol, son visibles en un área mucho más grande, lo que evita tener que moverse demasiado. Sólo gestionar las condiciones climáticas.

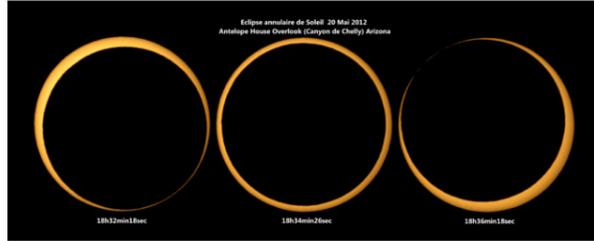
Mi programa para los próximos eclipses solares totales podría ser España en agosto de 2026; Marruecos, Túnez o Egipto en agosto de 2027, Australia para julio de 2028 y Sudáfrica para noviembre de 2030.

### Ya que fuiste a ver un eclipse y se nubló, ¿podrías contarnos cómo se vio?

En julio 2009, fui a China, a Shanghái más precisamente para ver un eclipse total. El momento no era el más propicio porque era el período de monzón, con nubes y lluvia. Igualmente tomé el riesgo de emprender el viaje. Me puse "objetivos" anexos además de ver el eclipse, que eran visitar Shanghái, ver el ejército de terracota de Xi'An, ver la gran muralla y la ciudad prohibida en Beijing. No había siquiera llevado mi telescopio. Me había conformado con una cámara de fotos réflex y un gran zoom. Estuvo muy nublado pero en los huecos entre las nubes se podía ver el progreso del eclipse.



Eclipse total de Luna del 28 de septiembre 2015.



**Eclipse anular de 2012 en Estados Unidos.**

Desgraciadamente, durante la fase de la totalidad, las nubes eran demasiadas y no pude ver el sol totalmente eclipsado. Sin embargo sabía que era el momento porque en la playa donde me encontraba se sumergió en la oscuridad de la noche durante varios minutos.

Me sorprendió igualmente ver a unos cientos de metros a las personas gritar y aplaudir. A menudo durante los eclipses, las personas que están presentes aplauden. Me dije que era sorprendente tal reacción con todas las nubes que había.

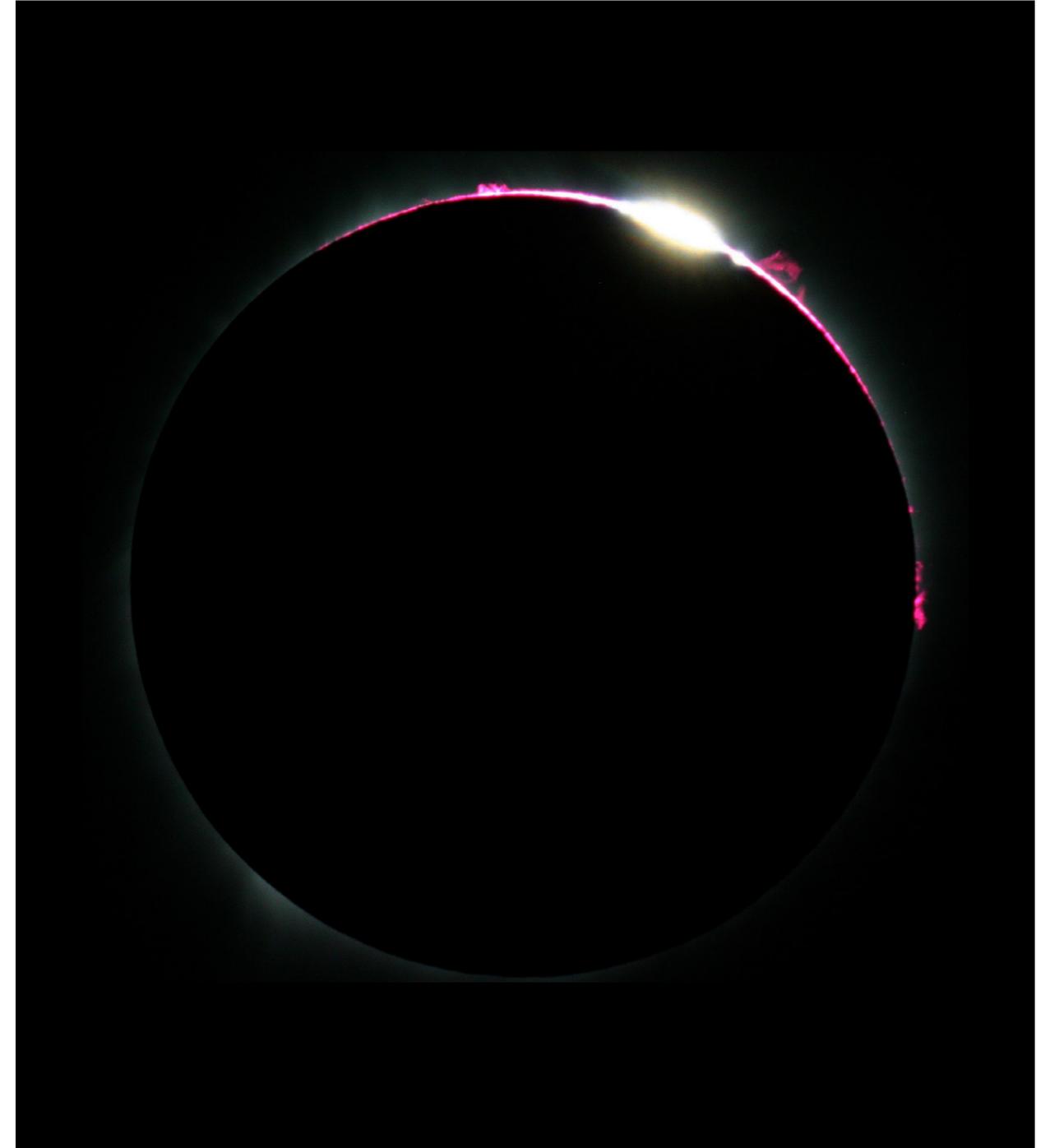
Fue al día siguiente que supe las causas del aplauso. Haciendo la fila para visitar el museo de Shanghái entablé una conversación con un grupo de israelitas que habían ido también a ver el eclipse. Estaban el día anterior en la misma playa que yo y fueron ellos quienes gritaron. De hecho, a unos cientos de metros de mí, se habían beneficiado de un hueco en las nubes y habían podido ver el Sol completamente tapado por la luna. Yo era escéptico. Ellos formaban parte de un club de astronomía del que memoricé el nombre. A mi regreso en Francia encontré en internet un video del eclipse que ellos hicieron. Tuvieron la suerte de verlo mientras que yo, a unos cientos de metros de ellos, no pude.

Lo que me llamó la atención durante este eclipse fue que la cobertura de las nubes fue muy pronunciada. Por lo que ya estaba oscuro durante las fases de la parcialidad del eclipse. Durante la totalidad, fue verdaderamente una noche oscura en la que estuvimos inmersos. La noche cayó en unos veinte segundos como si alguien hubiera apagado el interruptor. Este no es el caso durante los eclipses que tienen lugar en un cielo despejado porque en el horizonte, en 360°, vemos en general las luces brillantes del crepúsculo. Este no era el caso. Se hizo totalmente de noche.

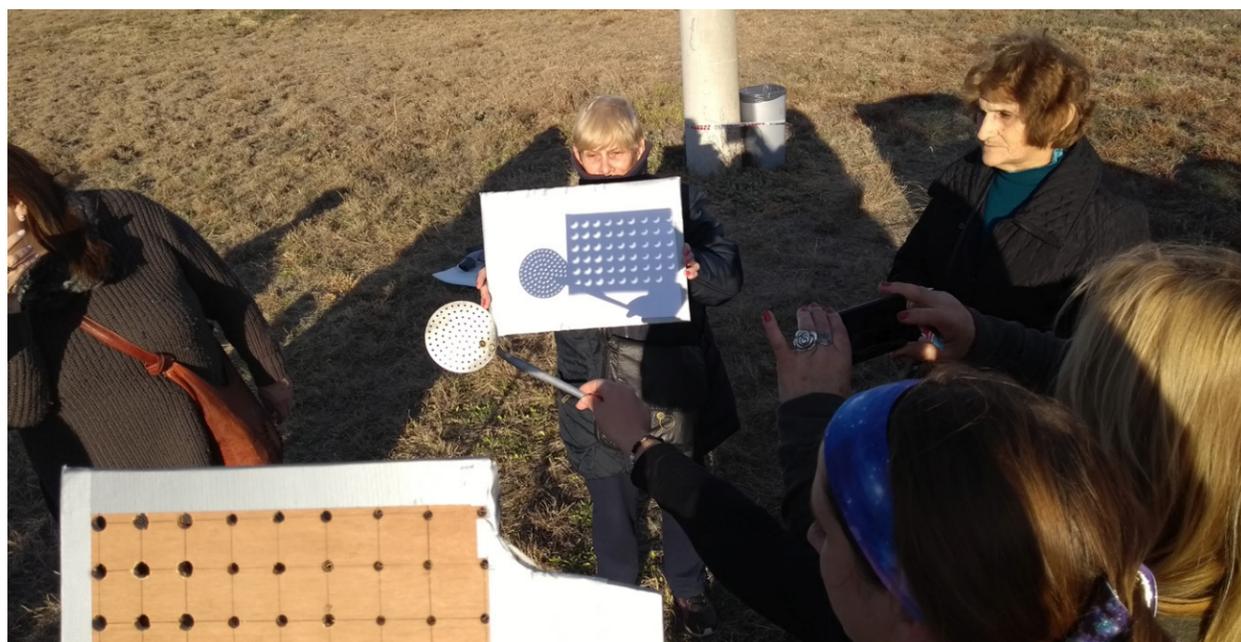
Durante este eclipse no llevé conmigo un termómetro pero un grupo de personas al lado mío hizo un relevamiento de la temperatura durante el eclipse. Esto me dio la idea de hacerlo yo también para los próximos eclipses a los que



**Eclipse en China, 2009.**



**Eclipse total de 2017 en Estados Unidos.**



**Astronomía con un colador.**

asistiera. La caída de la temperatura tuvo lugar aunque sea menos espectacular que durante los eclipses en los que el cielo está despejado porque la temperatura a la “sombra” es la que baja y no “al sol”. Vi durante un eclipse de total en Turquía en marzo del 2006 que tuvo lugar al mediodía a las personas en traje de baño que debieron cubrirse con toallas durante el eclipse porque la temperatura al sol bajó cerca de 15-20 grados Celsius.

Recordaré este eclipse en China por el pasaje del día a la noche y volver al día en algunos segundos, es el más espectacular de los que pude ver hasta ahora.

### ¿Cómo viviste el eclipse solar en nuestro país en 2019?

Para un europeo, ir a Argentina es un viaje muy largo y complicado de organizar. No hablando español, tenía que buscar agencias de turismo pero los precios que proponían eran elevados. Por suerte, un conocido que encontré durante un eclipse del 2006 en Turquía me contactó con Mariela David, una aficionada a la astronomía que me propuso su ayuda para ir a ver el eclipse en la región de Merlo en la provincia de San Luis,

sobre la “Ruta del eclipse”. Ella se encargó de reservar un alojamiento y los transportes (en coche pullman, medio de transporte que no existe en Europa) y estando en contacto con otros conocidos encontró un lugar despejado en el aeropuerto de Valle de Conlara que se encontraba exactamente en la banda de la centralidad, donde el eclipse dura el mayor tiempo posible.

En este período del año, en esa región, suele estar



**Ruta del eclipse.**

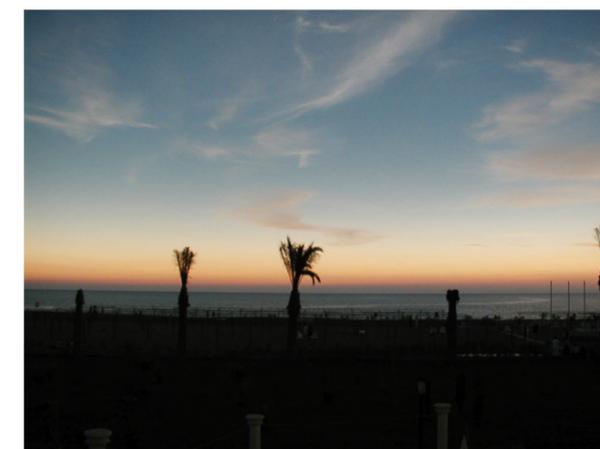
lindo y es seco, y la observación del eclipse fue óptima. Éramos muchos en el lugar y los intercambios entre los participantes pudieron tener lugar. Muchas personas miraban a través del ocular de mi telescopio. Pude hablar con otros astrofotógrafos que nunca antes habían fotografiado eclipses y darles consejos sobre cómo configurar sus cámaras.

Para este eclipse llevé también un colador. De hecho con un colador y sin ningún otro instrumento de astronomía se puede seguir el progreso de un eclipse y las fases de la parcialidad por proyección de la imagen sobre una superficie plana. Esto sorprendió a muchas personas.

Para este eclipse, llevé varias cámaras de fotos, un telescopio y un termómetro digital. Pude relevar la temperatura. La temperatura a la sombra bajó 7 grados durante el eclipse y 17 grados al sol. También pude filmar el eclipse gracias a una cámara que tenía un gran zoom casi tan poderoso como mi telescopio.

Guardo naturalmente un excelente recuerdo de este eclipse mismo si hacer un video, tomar fotos, modificar la configuración de los aparatos, retirar los filtros ópticos me tomaron mucho tiempo para los 2 minutos 15 segundos de la fase de la totalidad que pasaron muy rápido a mi gusto (como siempre!).

Como habitualmente, aproveché mi estadía en el país para hacer turismo. Tuve la suerte de poder ir a ver los glaciares en la Patagonia, ver los lagos salados en los Andes, ver las cataratas del Iguazú, visitar Buenos Aires y conocer otros aficionados a la astronomía con los que sigo en contacto.



**Puesta de Sol en 360°.**

### ¿Qué es lo que más te impacta de los eclipses solares?

Los eclipses tienen siempre un poder irreal. Verlos me dio siempre mucha felicidad. Como es un fenómeno raro (dos eclipses por año en promedio visibles en la Tierra), y por su fugacidad, hace que sean momentos intensos.

Pero lo que más me sorprende es la increíble coincidencia entre los diámetros aparentes del Sol y de la Luna que los hace sensiblemente idénticos. Situado 400 veces más lejos de la Tierra que la Luna, el Sol es 400 veces más grande que la Luna lo que los hace visibles con el mismo diámetro aparente desde la Tierra.

Si la luna estuviera 10% más lejos de la Tierra, habría solamente eclipses anulares. Es lo que debería pasar en los próximos millones de años porque la Luna se aleja algunos centímetros de la Tierra todos los años.

En la época de los dinosaurios los eclipses totales eran más frecuentes porque la Luna giraba más cerca de la Tierra y tenía entonces un diámetro aparente superior lo

que aumentaba las chances de tapar totalmente al disco solar en el cielo.

Otro punto impactante es la regularidad de la mecánica celeste y el conocimiento fino que tienen hoy los astrónomos para calcular las trayectorias de la Tierra, de la Luna y así poder predecir al segundo cuando tendrá lugar un eclipse y dónde será visible en la Tierra.

Seguro que es un poco frustrante decir que todos los próximos eclipses se conocen para el próximo siglo. Eso quita el efecto sorpresa pero permite también poder organizarse para ir a verlos en lugares excepcionales.

### **¿Qué recomendaciones podés darnos para mirar eclipses?**

Los eclipses son un fenómeno raro (si bien hay alrededor de dos eclipses visibles por año en la Tierra, la probabilidad de ver varios eclipses en el mismo lugar durante la vida de un humano es casi nula), todo observador si no viaja, corre el riesgo de ver pocos en su vida. Por eso para muchos observadores su primer eclipse es también el último. Y ante este fenómeno celeste excepcional, muchas veces están poco preparados para observar correctamente este momento mágico.

Es primordial notar que nunca hay que mirar un eclipse a ojo desnudo ni con un instrumento (binoculares, telescopios, cámaras de fotos) sin haber puesto antes las protecciones adecuadas para no quemar la retina. La quemadura es irreversible y puede conducir a un estado de ceguera permanente. Es lo que le sucedió a Galileo con su telescopio intentando observar las manchas solares sin protección.

El uso de anteojos especialmente hechos para los eclipses es obligatorio durante las fases donde la Luna no tapa totalmente al Sol. Solamente cuando el Sol es totalmente eclipsado, es posible observarlo (o más bien la Luna en este caso) sin protección. Durante los eclipses anulares, hay que conservar los anteojos durante todo el eclipse.

Para los telescopios y cámaras de fotos hay que usar filtros especiales que no dejen pasar que  $1/100000$  de la luz solar. También es posible usar hojas de mylar (astrosolar) que se pueden pegar sobre el objetivo de la cámara de fotos o sobre los instrumentos astronómicos. Pero cuidado, si las hojas están dañadas y presentan agujeros pueden ser peligrosas para la visión. Estas hojas son menos caras que los filtros que se enrollan sobre los instrumentos pero también mucho más frágiles y peligrosas cuando se estropean.

Las tiendas de equipos de astronomía disponen en general de anteojos solares adaptados a los eclipses sobre todo cuando hay un eclipse visible cerca.

Hemos visto a menudo en los medios de comunicación, en algunas partes del mundo, fotos de personas mirando eclipses a través de radiografías, de placas de vidrio ennegrecidas por velas... pero estos son ejemplos que no hay que seguir porque la filtración de la luz solar de esos dispositivos no es suficiente y es posible que se produzcan lesiones oculares irreversibles. La utilización de una máscara de soldador puede ser posible después de haber verificado su índice de filtración de luz.



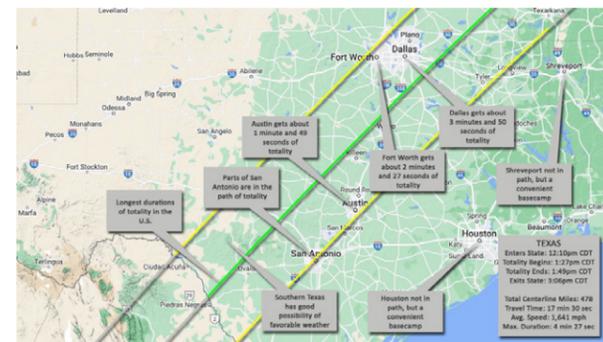
**Proyección con binoculares.**



Con todas estas recomendaciones de seguridad, la observación de un eclipse es un verdadero placer. A veces, incluso cuando las nubes se unen a la fiesta, es posible ver el eclipse y sus diferentes fases sin necesidad de protección ocular pero es muy variable según el grosor de la capa de nubes y las condiciones pueden cambiar muy rápidamente, lo que puede llevar al deslumbramiento.

Eclipses of the Sun: 2015 - 2030						
Calendar Date	TD of Greatest Eclipse	Eclipse Type	Saros Series	Eclipse Magnitude	Central Duration	Geographic Region of Eclipse Visibility
2015 Mar 20	09:46:47	Total	120	1.045	02m47s	Iceland, Europe, n Africa, n Asia [Total: n Atlantic, Faeroe Is, Svalbard]
2015 Sep 13	06:55:19	Partial	125	0.788	-	s Africa, s Indian, Antarctica
2016 Mar 09	01:58:19	Total	130	1.045	04m09s	e Asia, Australia, Pacific [Total: Sumatra, Borneo, Sulawesi, Pacific]
2016 Sep 01	09:08:02	Annular	135	0.974	03m06s	Africa, Indian Ocean [Annular: Atlantic, c Africa, Madagascar, Indian]
2017 Feb 26	14:54:32	Annular	140	0.992	00m44s	s S. America, Atlantic, Africa, Antarctica [Annular: Pacific, Chile, Argentina, Atlantic, Africa]
2017 Aug 21	18:26:40	Total	145	1.031	02m40s	N. America, n S. America [Total: n Pacific, U.S., s Atlantic]
2018 Feb 15	20:52:33	Partial	150	0.599	-	Antarctica, s S. America
2018 Jul 12	03:02:16	Partial	117	0.336	-	s Australia
2018 Aug 11	09:47:28	Partial	155	0.737	-	n Europe, ne Asia
2019 Jan 06	01:42:38	Partial	122	0.715	-	ne Asia, n Pacific
2019 Jul 02	19:24:07	Total	127	1.046	04m33s	s Pacific, S. America [Total: s Pacific, Chile, Argentina]
2019 Dec 26	05:18:53	Annular	132	0.970	03m39s	Asia, Australia [Annular: Saudi Arabia, India, Sumatra, Borneo]
2020 Jun 21	06:41:15	Annular	137	0.994	00m38s	Africa, se Europe, Asia [Annular: c Africa, s Asia, China, Pacific]
2020 Dec 14	16:14:39	Total	142	1.025	02m10s	Pacific, s S. America, Antarctica

### Predicción de eclipses.



### Próximo eclipse de 2024 en Texas.

Para todas las personas que no disponen de material astronómico existen pequeños kits de observación (solarscope) que permiten por proyección observar un eclipse sin riesgo de lastimar los ojos. Un montaje con un par de binoculares sobre un soporte también puede funcionar.

### ¿Qué recomendaciones podrías darnos concerniente a la elección del mejor lugar para observar?

Elegir un lugar para observar un eclipse es demasiado complicado. La solución fácil es pasar por un operador turístico especializado que habrá pedido consejos a astrónomos para elegir el mejor lugar.

Si queremos gestionar nosotros mismos el desplazamiento, hay que encontrar los mapas de la trayectoria de la sombra de la Luna sobre la Tierra. En función de esta trayectoria (que atraviesa a veces un continente) hay que elegir el país donde ir en función de las restricciones (sanitarias, de seguridad, económicas...) como el período. Ir a Asia durante el monzón compromete las chances de ver un eclipse como me sucedió en 2009. Las zonas desérticas son a veces buenos lugares pero la ausencia de rutas puede complicar las cosas.

Hay que tratar de encontrar también estadísticas de meteorología para ver las probabilidades de coberturas de nubes. Durante el eclipse de diciembre 2020, era posible ver el eclipse en Chile o la Argentina. Pero en este período de verano en este hemisferio la cordillera de los Andes bloquea los vientos húmedos del pacífico y los observadores chilenos estaban bajo la lluvia durante el eclipse mientras que en Argentina, el tiempo era mucho mejor.

Idealmente se buscará siempre estar lo más cerca de línea de la centralidad del eclipse para beneficiarse de una duración máxima.

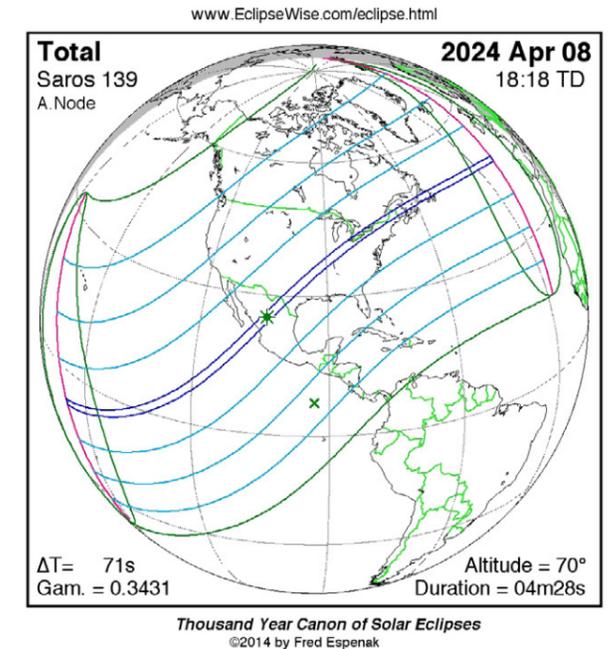
Una vez elegido el lugar, deben considerarse alternativas: qué hacer si en el lugar el día está feo. En general se miran las previsiones meteorológicas los 15 días precedentes al eclipse para ver cómo evoluciona la situación. 2-3 días antes, cuando las previsiones meteorológicas se hacen relativamente fiables, hay que decidir si se va o no al sitio planificado o se va a un sitio alternativo.

Lo ideal es acudir al lugar el día anterior para ver las condiciones de visibilidad (presencia de árboles, edificios, montañas) que podrían dificultar la visión. Y en el día D, hay que tener en cuenta que puede que tengamos que movernos rápidamente unos cientos de metros, algunos kilómetros o más si un imprevisto lo requiere. La movilidad es la clave para asegurarse de poder ver un eclipse en buenas condiciones.

Por supuesto, siempre entra en juego el factor azar, como lo demuestran los observadores israelíes que conocí en Shanghái, quienes bien situados a algunos cientos de metros de mí, vieron el momento de la totalidad cuando yo solo pude ver nubes.

### ¿Querés agregarnos algo más?

Observar eclipses se convirtió para mí en un modo de vida. Entre cada eclipse, ahorro para poder pagar un viaje cada 2-3 años. Aprovecho para elegir destinos que no conozca con el fin de descubrir países fascinantes, personas enriquecedoras, nuevas culturas y la gastronomía local. Y para un francés como yo, la gastronomía no es una palabra en vano.

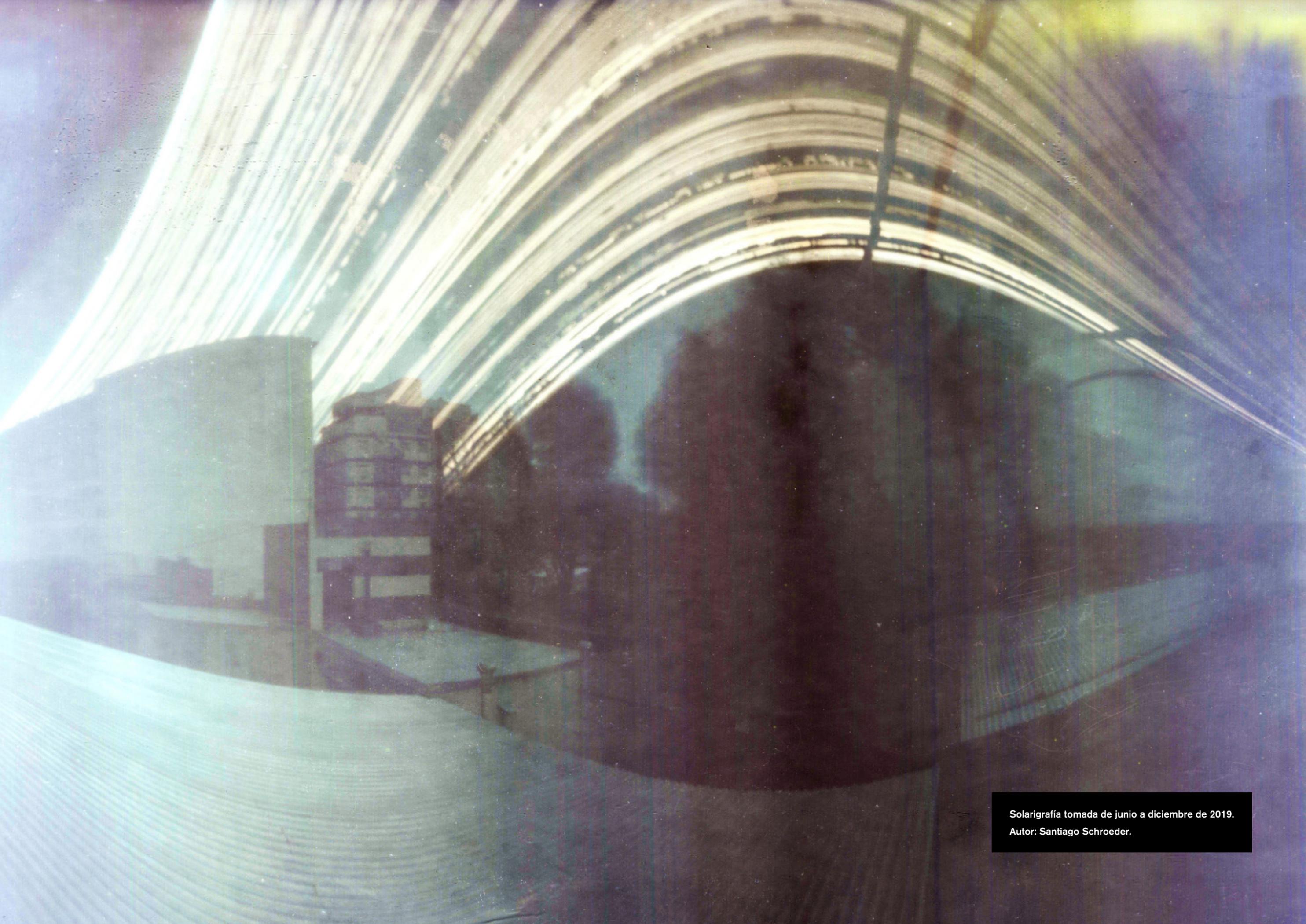


### Próximo eclipse de 2024.

### Links:

- [Éclipse de 1973 suivie depuis le concorde.](#)
- [Le site de Fred Espenak sur les éclipses.](#)
- [Le solarscope.](#)
- [Feuille astrosolar.](#)

Mariela David es contadora pública y aficionada a la astronomía. Colabora en las visitas guiadas para público y en esta Revista.



Solarigrafía tomada de junio a diciembre de 2019.  
Autor: Santiago Schroeder.

# Cómo es ser guía de turismo astronómico.

Entrevista por Mariela David



El turismo astronómico participa en la difusión de la Astronomía, utiliza como recurso el cielo y los lugares con poca contaminación lumínica además de museos y rutas temáticas. Cada vez son más los guías de turismo en nuestro país que se interesan en esta rama, en particular porque los une a su pasión por los misterios del universo.

Mariela David, del equipo editor de la Revista Astronómica, realizó algunas preguntas a la Licenciada en Turismo Silvina Luna Manrique, de la provincia de San Juan. Silvina hace más de 15 años que se dedica a la divulgación de la Astronomía y actualmente tiene su propio emprendimiento de Astroturismo en su provincia.

## ¿Cómo te acercaste a la Astronomía?

Mi pasión por la Astronomía se despertó desde muy chica. A los 4 años aprendí a leer y uno de los primeros libros que agarré fue sobre esta ciencia. A partir de ahí siempre me gustó. Mis padres me inculcaron el amor por la lectura y la ciencia comprándome libros y a los 5 años tuve mi primer telescopio.

## ¿Cómo se te ocurrió incursionar en el astroturismo?

Todo comenzó en el segundo año de la carrera de Turismo, cuando se abrió la posibilidad de hacer prácticas pre-profesionales en CASLEO, en el 2008. Eran sólo para estudiantes avanzados, pero dado mi conocimiento en Astronomía y que ya venía de haber

estudiado en la facultad, me permitieron hacer estas prácticas en el observatorio, y ahí descubrí que podía fusionar mi profesión con lo que realmente amo. Empecé a guiar, aprendiendo de a poco, y luego fui guía del otro observatorio de San Juan. Hasta el día de hoy me suelen llamar para los fines de semana largos y temporadas altas.

## ¿Cómo es la actividad en tu región?

En el 2019 San Juan fue declarada por ley como la Capital Nacional de la Astronomía, ya que tenemos los dos complejos astronómicos más grandes del país. Además tenemos un promedio de 260 a 300 noches despejadas por año y escasa o nula humedad, lo que hace que sea un lugar muy apropiado para desarrollar ésta actividad. Si bien los observatorios funcionan hace más de 50 años, el Eclipse Solar Total de Julio de 2019 fue un antes y un después para el desarrollo del astroturismo en San Juan. Se creó la Ruta del Cielo, donde no solo están los observatorios sino también los prestadores turísticos que nos dedicamos a ofrecer experiencias del cielo.



### ¿Qué tipo de actividades ofrecés?

Las actividades son variadas, desde hacer un trekking con Luna llena, degustación de vinos y maridaje, hasta charlas y actividades lúdicas para todo tipo de público. También tengo un proyecto que se llama "El cielo de mi escuela" dónde realizamos observación solar y actividades para acercar la Astronomía de manera divertida a los estudiantes de todos los niveles educativos.



### ¿Cómo es la reacción de la gente?

En general es muy buena, se sorprenden al saber que hay otras opciones para observar el cielo sin necesidad de viajar más de 200 km para ir a los observatorios. El visitante sanjuanino y el turista, busca experiencias distintas, no solo llevarse conocimientos básicos, sino también el disfrute de todo lo que se ofrece.

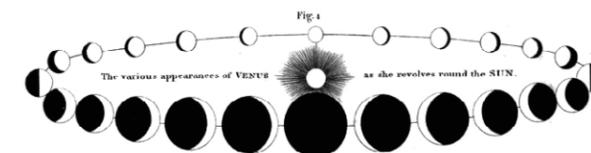
### ¿Cómo ves en Argentina la evolución del Astroturismo?

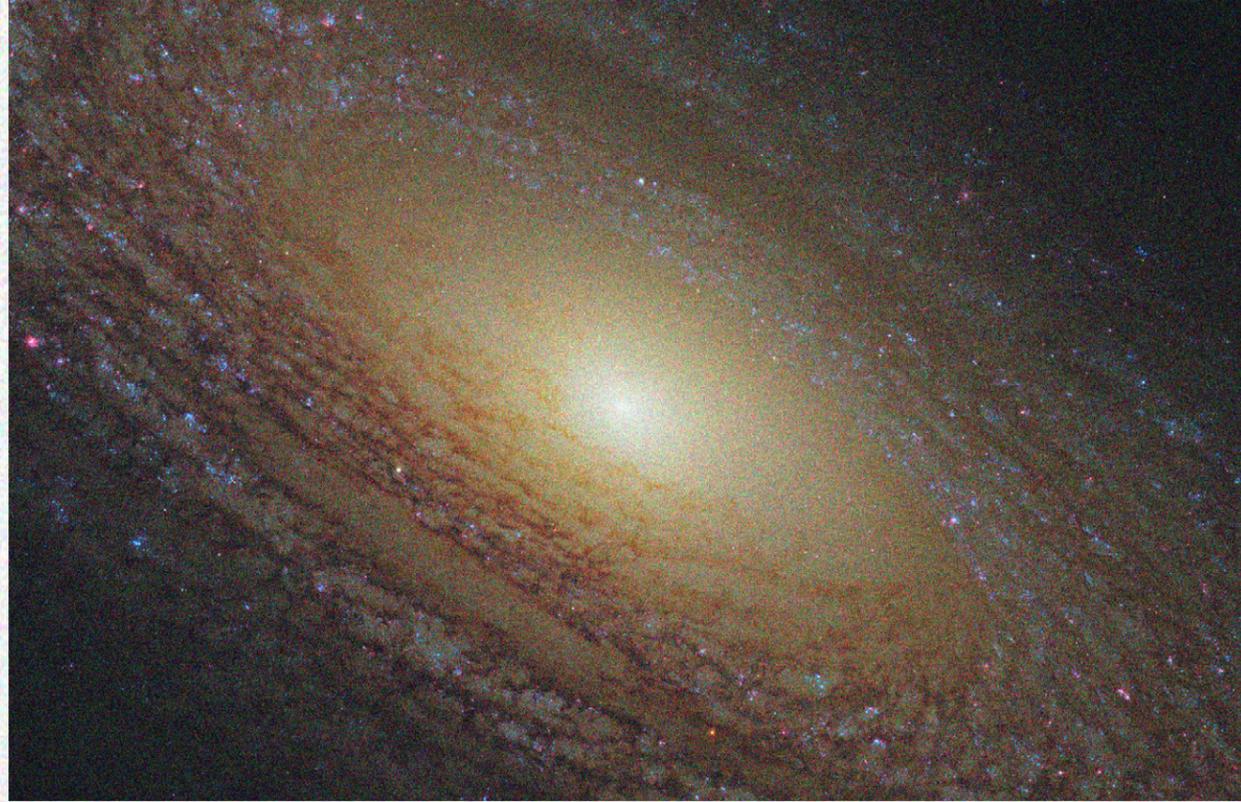
Está evolucionando a pasos agigantados. Cada vez hay más provincias que utilizan el "recurso cielo" como un producto a destacar, que es inagotable y muy rentable si se lo sabe fusionar con otro tipo de turismo alternativo.

### ¿Qué consejos le darías a alguien que quiere incursionar en este ámbito?

El consejo que le daría es que si realmente le gusta la Astronomía, si le apasiona todo lo que tiene que ver con el cielo, que siga adelante. Se aprende todos los días, no es algo fácil porque sabemos que es una ciencia bastante dura, pero al turista le importa lo básico no algo tan específico. Le diría que se perfeccione, que haga cursos y sobre todo que sepa que el cielo no es el límite para cumplir los sueños

Mariela David es contadora pública y aficionada a la astronomía. Colabora en las visitas guiadas para público y en esta Revista.





# Fuentes de ruido en imágenes astrofotográficas.

Por Hugo Landolfi

El ejercicio de la astrofotografía consiste, como todos sabemos, en tratar de captar a través de una cámara fotográfica que posea sensor electrónico fotosensible, información, señal o, mejor dicho, fotones que provengan de un objeto del cielo que deseamos registrar.

El problema de este ejercicio consiste en tener que lidiar con el hecho de que es prácticamente imposible que dicha captación de información o fotones del objeto que deseamos fotografiar, no se vea contaminada por información, falsas señales o fotones espurios que van a quedar alojados en nuestra astrofotografía, y que deberemos luego tratar de eliminar de un modo lo más eficiente posible a través de los distintos procesos digitales que se realizan a la fotografía durante de la fase de procesado digital.

Dicha información, falsas señales o fotones espurios, provienen fundamentalmente de dos fuentes diferentes.

La primera de dichas fuentes es interna. Nace en la misma cámara fotográfica que posee el sensor fotosensible mencionado, cuyas características de diseño, tanto en su parte electrónica como en las características del

sensor, puede generar información espuria en nuestra foto que simplemente será producida por el mismo equipo fotográfico que estamos usando. Aquí aparece información espuria que no proviene de fotones reales provenientes del cielo. A esta señal espuria, la podemos llamar "falsa señal", como pronto veremos.

En función de esta fuente de ruido, incluiremos un breve y sintético análisis del funcionamiento y estructura de los sensores de las cámaras fotográficas, antes de pasar al análisis de cada uno de los ruidos astrofotográficos específicos.

La segunda fuente de ruido es externa. Esto significa que cuando esta forma de ruido se presenta, estaremos captando fotones o información espuria, pero proveniente de fotones reales, es decir, se trata de fotones que fluyen realmente desde el mismo cielo bajo el cual nuestra cámara está captando información. Esto implica que no es ya la cámara en sí misma la que genera falsas señales, como en el caso anterior sino información —fotones— reales pero indeseados, que contaminan nuestra astrofotografía.

De este modo, entonces y, a modo de resumen, podemos decir que existen dos fuentes fundamentales de ruido. Una de ellas contiene información o fotones reales que provienen del flujo de fotones del segmento de cielo que estamos fotografiando. La segunda se trata de defectos en la cámara fotográfica, tanto por parte de su sensor como de su diseño electrónico, que generará un ruido o una "falsa señal", no ya proveniente de una fuente de fotones real, como en el caso anterior, es decir, proveniente de fotones que fluyan del cielo, sino de falsas activaciones en diversos sectores o píxeles del sensor que simulan, de un modo u otro, la misma activación que cada pixel puede tener cuando un fotón real cae sobre él.

Para distinguir con mayor claridad estos dos tipos de ruido, debemos analizar primeramente cómo funciona el sensor típico de estas cámaras fotográficas, analizar cuáles son sus variantes y explicitar sus principales características.

## Cámaras usadas para astrofotografía

Básicamente, en las cámaras actuales, existen principalmente dos tipos de sensores:

- CCD (Charge-Coupled Device).
- CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor).

Cada uno de ellos tiene sus propias características, así como sus ventajas y desventajas. Nos limitaremos, sin embargo, a brindar una breve explicitación de su arquitectura de tal modo que nos sea útil a los fines del tema del presente texto.

### Aspectos básicos de un sensor astrofotográfico

En general, un sensor fotográfico se encuentra conformado por una matriz de fotodiodos combinados con un sustrato de silicio sensibles a la luz, capaces de transformarla en electrones, dispuestos, según los diferentes diseños, en conjunto con otros elementos que enumeraremos a continuación. Es importante mencionar que los fotodiodos y el sustrato de silicio son ambos compuestos de silicio pero de diferentes características y funciones.

Cada una de dichas unidades de la matriz se llama **pixel** y es la unidad mínima de señal, en cuanto a su superficie o tamaño, que puede ofrecer un sensor determinado. Sus componentes esenciales son los siguientes:

- **Sustrato de silicio:** El sustrato de silicio —que se encuentra íntimamente vinculado, tanto en su estructura como en gran parte de su composición, al fotodiodo que pronto analizaremos— juega un papel crucial en la conversión de la luz en una señal eléctrica que luego puede ser procesada y convertida en una imagen.

El sustrato de silicio es la parte del sensor que realmente detecta y responde a la luz. Cuando la luz llega al sustrato de silicio, interactúa con los átomos de silicio para liberar electrones. Este proceso se conoce como efecto fotoeléctrico.

Estos electrones liberados generan una carga eléctrica que puede ser medida y almacenada. La cantidad de carga eléctrica generada depende de la cantidad de luz que llega al sensor. Así, los diferentes niveles de luz pueden ser convertidos en diferentes niveles de carga eléctrica, lo que a su vez puede ser convertido en una señal digital que representa la imagen.

- **Fotodiodo:** Como mencionamos al pasar recientemente, recordemos que el fotodiodo y el sustrato de silicio conforman un conjunto funcional, integrado y dinámico que, en forma asociada, se ocupan de captar la luz.

Cuando la luz incide sobre el fotodiodo, la energía de los fotones de luz es absorbida por los electrones en el material del diodo, por lo general también hecho de silicio. Si la energía del fotón es suficiente, puede hacer que un electrón salte de la banda de valencia (donde los electrones normalmente no son libres

de moverse) a la banda de conducción (donde los electrones pueden moverse libremente).

Cabe aclarar que la banda de valencia es una región energética en la estructura de bandas de los materiales sólidos. Se trata de la banda de energía más alta ocupada por los electrones en un material a temperatura ambiente. Estos electrones son responsables de la mayoría de las propiedades eléctricas y químicas de los materiales.

A la banda de valencia también se la conoce como la banda de energía de valencia o la banda de convección. A menudo, los electrones en la banda de valencia están fuertemente ligados a los átomos del material y no pueden contribuir fácilmente a la corriente eléctrica.

Cuando llega a la banda de conducción, el electrón libre puede entonces moverse a través del material, creando una corriente eléctrica. Este proceso es conocido como efecto fotoeléctrico, como ya mencionamos.

En el contexto de un sensor de cámara, cada fotodiodo corresponde a un píxel en la imagen final. La cantidad de luz que incide en cada fotodiodo determina la carga eléctrica que se genera. Esta carga se mide y se convierte en un valor digital que se utiliza para producir la imagen final.



- **Sustrato de componentes electrónicos:**

Este sustrato varía mucho entre los diversos tipos de sensores, ya sean CCDs o CMOSs, y además, varían grandemente dentro de cada uno de dichos grupos tanto en su diseño como así también en su ubicación en las distintas zonas del sensor.

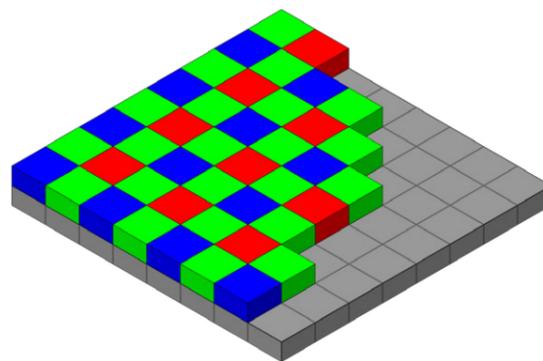
Los mismos contienen los elementos electrónicos que van a cumplir algunas de las funciones necesarias para captar, transformar, transferir y medir la incidencia de carga del conjunto fotodiodo-sustrato de silicio.

- **Sustrato de cableado:** Se trata de una cinta plana conductora que cumple la función de transferir información eléctrica entre los píxeles y las unidades posteriores de procesamiento. Puede hallarse en planos superiores e inferiores del diseño del sensor, es decir, más cercanos a la capa de microlentes o más cercanos a la capa del conjunto fotodiodo-sustrato de silicio.

- **Matriz de Bayer (solo en cámaras color):** La matriz de Bayer en un sensor fotográfico es un filtro de color que se coloca sobre el sensor de la imagen. Este filtro permite que el sensor detecte el color en las imágenes capturadas.

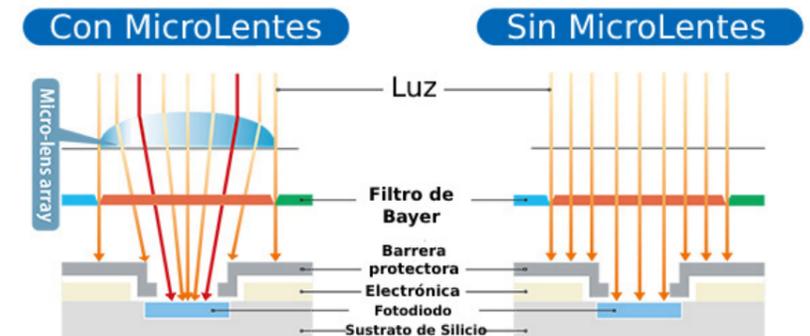
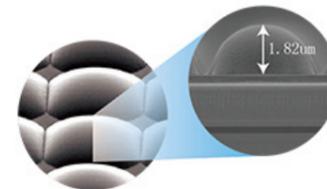
El sensor de imagen en sí mismo, hecho generalmente de silicio, sólo puede detectar la intensidad de la luz, no su color. Por lo tanto, para capturar imágenes en color, las cámaras digitales a color utilizan una matriz de Bayer, que es una cuadrícula de filtros de color rojo, verde y azul dispuesta en un patrón específico sobre el sensor. La matriz de Bayer sigue un patrón específico: la mitad de los filtros son verdes, un cuarto de los filtros son rojos y un cuarto son azules. Esta distribución refleja la forma en que los ojos humanos perciben el color, siendo más sensibles al verde y menos al rojo y al azul.

Cada filtro permite que sólo un color de luz pase a través de él al sensor. Por lo tanto, cada píxel del sensor sólo detecta un color: rojo, verde o azul. Luego, a través de un proceso algorítmico llamado debayerizado, la cámara o un software específico calcula los colores que faltan para cada píxel, basándose en los colores de los píxeles vecinos. Este proceso produce una imagen a todo color.



Típica matriz de Bayer de un sensor fotográfico color.

Al cambiar la dirección de la luz a través de la lente, se logra que un mayor volumen de luz llegue al fotodiodo.



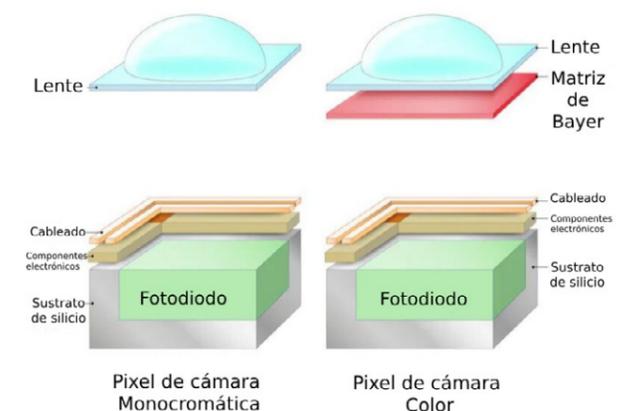
- **Lente o microlente:** Este elemento posee la función de ayudar a concentrar los fotones incidentes y reorientarlos hacia el fotodiodo.

Las microlentes son pequeñas lentes ubicadas encima de cada píxel en un sensor de imagen, ya sea CCD o CMOS. Su propósito principal es mejorar la eficiencia y calidad de la imagen aumentando la cantidad de luz que llega al fotodiodo del píxel.

En un sensor de imagen sin microlentes, una parte significativa de la luz incidente puede ser absorbida o dispersada por otras estructuras del sensor, como los circuitos de lectura o las pistas de cableado, antes de llegar al fotodiodo. Esto reduce la cantidad de luz que se convierte en una señal eléctrica, lo que puede reducir la calidad de la imagen, especialmente en condiciones de poca luz.

Las microlentes ayudan a solucionar este problema al concentrar la luz incidente directamente en el fotodiodo. Esto permite que más luz se convierta en una señal eléctrica, lo que puede mejorar la eficiencia del sensor y aumentar la calidad de la imagen.

Las microlentes también pueden ayudar a corregir el efecto llamado "viñeteo", que es una disminución en el brillo de la imagen ubicada generalmente en los bordes de la imagen. Esto se debe a que la luz que llega a los píxeles en el borde del sensor, a menudo llega inclinada, es decir, en un ángulo, lo que significa que una parte de ella puede perderse. Las microlentes pueden ayudar a redirigir esta luz hacia el fotodiodo, reduciendo así el efecto de viñeteo.



## Formas de ruido más comunes en imágenes astrofotográficas

Existen varios tipos de ruido que pueden afectar a la lectura real de los píxeles en cuanto a si su información acumulada proviene de fotones reales o de una fuente espuria. Los distintos tipos de ruidos pueden estar causados por factores geométricos propios del sensor, físicos y electrónicos, y pueden estar distribuidos aleatoriamente o ser constantes.

A continuación, presentaremos un esquema de los más típicos de entre ellos con los que se encontrará el astrofotógrafo, para luego pasar a analizarlos individualmente.

Se denominará a cada una de las variantes de ruido que analizaremos, tanto con su nombre en español como con su nombre típico en lengua inglesa, para que el lector interesado pueda indagar en textos de dicha lengua si desea profundizar sus conocimientos o para que pueda comprender las especificaciones de las cámaras fotográficas usualmente escritas en manuales utilizando la lengua de Shakespeare.

### 1. Ruido de disparo (Shot Noise o Ruido Cuántico)

- a. Clásico: Causado por la naturaleza aleatoria de la llegada de fotones al sensor.
- b. Ruido de ganancia: Producto del incremento manual de ganancia del sensor por parte del usuario.

### 2. Ruido de lectura (Read Noise)

- a. Ruido Bias u offset: Originado durante el proceso de lectura de datos del sensor de la cámara.
- b. Ruido electrónico aleatorio: Se introduce en la imagen durante el proceso de lectura y digitalización de los datos del sensor de la cámara.

### 3. Ruido térmico (Thermal Noise)

- a. Amp Glow: Ruido generado por el calentamiento del amplificador de señal.
- b. Dark Current: Generado por el calor del sensor durante exposiciones largas. Puede variar dependiendo de la temperatura.

### 4. Ruido de patrón fijo (Fixed Pattern Noise)

- a. Dark Fixed Pattern Noise: Causado por irregularidades en la respuesta de los píxeles individuales del sensor.
- b. Hot Pixels: Píxeles que aparecen demasiado brillantes.
- c. Cold Pixels: Píxeles que aparecen demasiado oscuros.

### 5. Ruido Walking Noise

- a. Se trata de una forma específica y particular de presentación del ruido oscuro de patrón fijo.

### 6. Ruido causado por rayos cósmicos

- a. Clásico: Artefactos aleatorios causados por partículas de alta energía golpeando el sensor.

### 7. Ruidos por polución luminosa

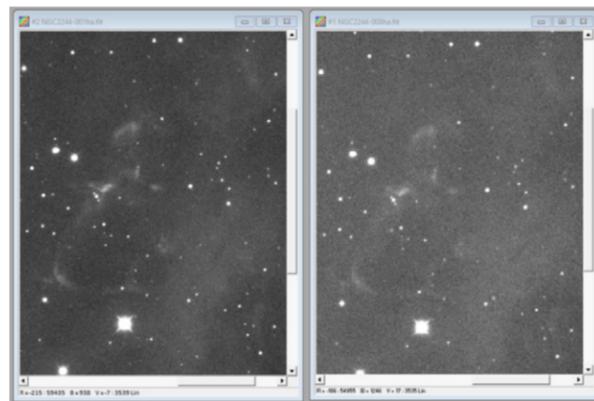
- a. Ruido de fondo: Generalmente se refiere al ruido presente, sin variar en intensidad en toda la imagen, en las partes más oscuras de una imagen producto de la polución luminosa.
- b. Ruido de gradiente: Consiste en la variación en el brillo del fondo de la imagen debido a la contaminación lumínica, el cual varía, a lo largo de la imagen, en intensidad.

## 1. Ruido de disparo (shot noise)

**a. Ruido de disparo clásico:** El ruido de disparo, "shot noise" o ruido cuántico de tipo clásico, es consecuencia de la naturaleza discreta de la luz. Cuando la intensidad de la luz es muy baja —como ocurre considerando la pequeña superficie de un único píxel—, la fluctuación relativa del número de fotones en el tiempo será significativa, del mismo modo que la probabilidad de cara o cruz se aleja significativamente del 50% al lanzar una moneda unas pocas veces.

El ruido de disparo procede de la variación estadística de las emisiones de fotones de una fuente a lo largo del tiempo. Esta variación genera incertidumbre o, en nuestro caso, ruido, en el recuento de fotones.

El fundamento estadístico de este tipo de ruido se funda en que los fotones reales caen al sensor según una distribución estadística de Poisson, la cual es comparable al modo en como cae la lluvia. Esta distribución estadística implica que, dada la aparición de un fotón real captado por el sensor, a partir del mismo no se puede estimar estadísticamente dónde caerá el próximo, como sí podría hacerse en una distribución estadística Gaussiana.



La imagen de la derecha posee mayor ruido de disparo que la de la izquierda debido a un menor tiempo de exposición. Las zonas más tenues del objeto fotografiado muestran menor contraste y definición en la imagen con menor tiempo de exposición.

Dicho de otra manera, dado puede aparecer cierta complejidad en la comprensión de este tipo de ruido, diremos que se trata de la fluctuación aleatoria en la llegada de fotones a medida que el sensor los capta en cada uno de sus píxeles.

Como dijimos a modo de ejemplo ilustrativo, pensemos en gotas de lluvia tenue que caen sobre la calle. Advertiremos que aparece una gota por aquí y otra por allá, las cuales dejan un aspecto moteado, sin llegar a cubrir completamente la calle, hasta que caen suficientes gotas de lluvia para mojar uniformemente toda la acera. Por el contrario, una lluvia torrencial mojará toda la calle de inmediato.

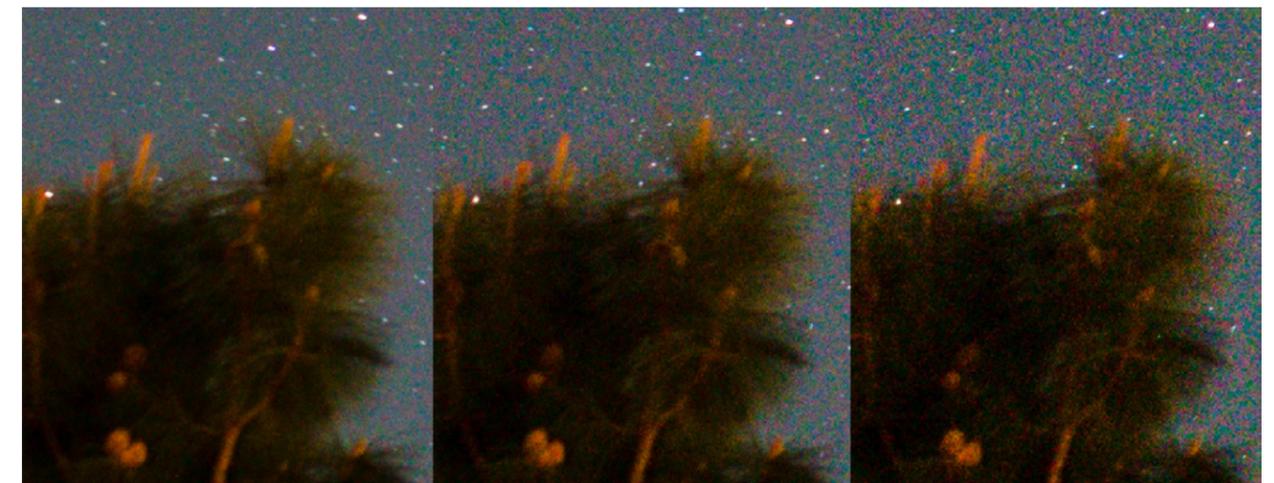
La luz que incide sobre el sensor de imagen se comporta de forma similar. Con muy poca luz, se obtiene un aspecto muy desigual y salpicado —en la jerga astrofotográfica llamamos a este aspecto "granulado"— hasta que el detector acumula lentamente suficiente señal. Cuanta más luz tenga, más rápidamente obtendrá una imagen agradable, suave y uniforme. Nuestra principal arma para este tipo de ruido es tomar exposiciones más largas y apilar imágenes.

Debido a esto, este tipo de ruido es mayormente evidente en las regiones más tenues o con menos flujo de señal del objeto del cielo que deseamos fotografiar.

**b. Ruido de ganancia:** Este tipo de ruido es una forma especial del ruido de disparo y está causado por la diferencia de comportamiento de los distintos píxeles, en términos de sensibilidad y ganancia.

Cuando aumentamos la ganancia o ISO de la cámara, estaremos aumentando artificialmente, a través de amplificadores, la sensibilidad del sensor a la luz. Esto puede permitirnos capturar imágenes de objetos celestiales muy tenues, pero también aumentará el ruido en la imagen.

Este ruido adicional es en gran parte el resultado de las fluctuaciones cuánticas en el número de fotones que llegan al sensor, pero potenciadas por su amplificación, lo que se conoce como "ruido de disparo", como ya mencionamos en el punto anterior.



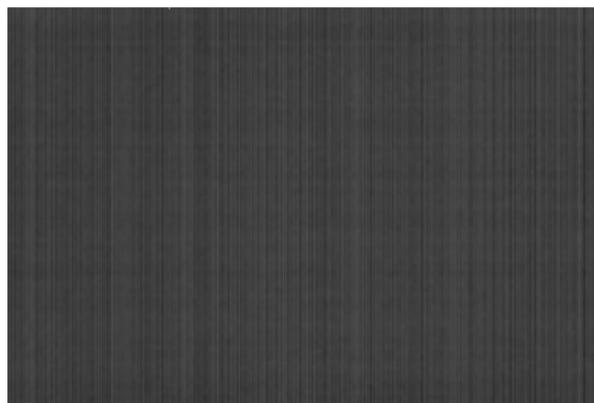
De izquierda a derecha se puede apreciar el incremento de ruido de ganancia al aumentarse la ganancia del sensor.

## 2. Ruido de lectura

**a. Ruido Bias u offset:** En astrofotografía, el término "bias" se refiere a la señal mínima generada por la cámara y su electrónica asociada, incluso cuando no hay luz presente. Este "bias" es inherentemente ruidoso, y su patrón tiende a ser bastante constante de una imagen a otra.

El ruido de "bias" se origina en la electrónica de la cámara y el sensor, y puede incluir una combinación de ruido de lectura, ruido térmico y ruido de patrón fijo. Por ejemplo, cada vez que se lee un pixel del sensor, el convertidor analógico-digital de la cámara introducirá una pequeña cantidad de ruido. También puede haber variaciones entre píxeles individuales en el sensor, de modo que algunos píxeles pueden tener una señal de bias ligeramente más alta o más baja que otros.

Esto genera ciertos patrones característicos de ruido que se agregan a la imagen astrofotográfica al modo de información espuria. En la siguiente fotografía podemos ver un apilado de tomas bias de una cámara astrofotográfica donde se aprecia el patrón característico de este tipo de ruido.



Típica presentación del ruido de lectura tipo Bias.

**b. Ruido electrónico aleatorio:** El ruido electrónico aleatorio en astrofotografía, es un tipo de ruido que se introduce en la imagen durante el proceso de lectura y digitalización de los datos del sensor de la cámara. Este ruido proviene de la electrónica de la cámara y no tiene nada que ver con la luz que entra en la cámara.

A diferencia del "bias", que es contante y responde a un patrón específico en cada sensor, este es aleatorio.

Como ya mencionamos, el proceso de lectura de los datos del sensor es complejo y requiere varias etapas, cada una de las cuales puede introducir pequeñas cantidades de error o ruido. Además, debido a la naturaleza aleatoria de los electrones y otras partículas que interactúan en los componentes electrónicos, hay una cierta cantidad de variabilidad inherente en el proceso de lectura.



Típica imagen presentando ruido de lectura aleatorio no-Bias.

El ruido electrónico aleatorio se puede pensar como una forma de presentación aleatoria, sin seguir ningún patrón específico, en forma de "granos" o "textura" que se añaden a la imagen, similar al grano que se ve en las películas fotográficas de alta sensibilidad. Este tipo de ruido se distribuye uniformemente a través de la imagen y no tiene un patrón discernible.

Una de las principales características del ruido electrónico aleatorio es que aumenta con la raíz cuadrada del nivel de señal. Esto significa que cuanto mayor es la señal, es decir, cuanto más brillante es la imagen, mayor es el ruido de lectura.

## 3. Ruido térmico

Este ruido es causado por la vibración térmica de los electrones en el sensor. A temperaturas más altas, los electrones tienden a moverse más y de formas aleatorias, lo que puede generar una señal eléctrica espuria que se suma al ruido general de la imagen. Es por eso que las cámaras específicamente diseñadas para astrofotografía poseen mecanismos de enfriamiento del sensor para reducir el ruido térmico.

**a. Amp Glow:** Se trata de un tipo de ruido que puede aparecer en las imágenes de astrofotografía durante las exposiciones largas. Se presenta como un brillo o resplandor, a menudo en los bordes de la imagen, que aumenta con el tiempo de exposición. Este fenómeno es particularmente visible en las imágenes tomadas con alta sensibilidad y durante largos períodos de tiempo, condiciones comunes en la astrofotografía.

El amp glow es causado por la acumulación de calor en la electrónica de la cámara, especialmente cerca del amplificador (amp) de señal del sensor de la cámara,

de ahí su nombre. Este calor puede causar la liberación de electrones que pueden ser recogidos por los píxeles del sensor y generar una señal adicional espuria que se suma a la señal de la luz capturada por la cámara.



Ruido típico de amp glow de una cámara ZWO ASI 183.

## b. Dark Current Noise o ruido de corriente oscura:

Este ruido es causado por la liberación térmica de electrones dentro del sensor de la cámara. A altas temperaturas, los electrones pueden ser liberados de sus átomos y generar una señal que se suma al ruido de la imagen. Este ruido aumenta con la duración de la exposición y la temperatura del sensor.

En una imagen astrofotográfica, el ruido de corriente oscura puede parecerse al ruido que generan los "hot pixels". La diferencia entre ellos, sin embargo, es que los "hot pixels" siempre se presentan en los mismos píxeles, lo cual hace más sencilla su remoción con técnicas de procesado digital, mientras que el ruido de corriente oscura tiene una tendencia aleatoria. Esto hace que en su remoción intervengan los algoritmos de eliminación de información espuria durante el apilado.

La siguiente imagen presenta un típico ejemplo de ruido de corriente oscura.



**Dark Current Noise o Ruido de corriente oscura.**

#### 4. Ruido de patrón fijo

Este tipo de ruido es causado por variaciones en las características de los píxeles individuales del sensor y en la electrónica de la cámara. Esto puede llevar a que algunos píxeles sean consistentemente más brillantes o más oscuros que otros, creando un patrón de ruido fijo.

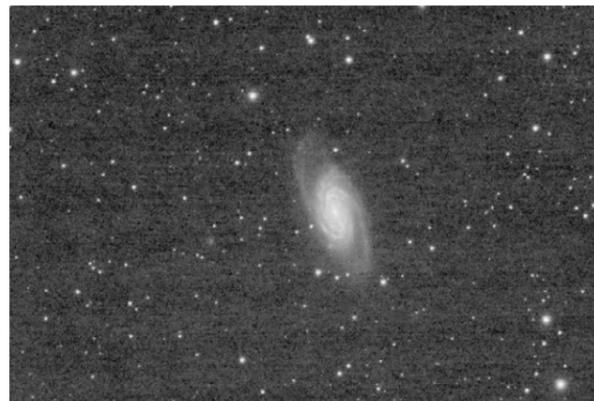
**a. Ruido oscuro de patrón fijo o "Dark Fixed Pattern Noise":** El "Dark Fixed Pattern Noise" en astrofotografía es un tipo de ruido que proviene de las inconsistencias en la respuesta de los píxeles individuales del sensor de la cámara durante las exposiciones a largo plazo. Este ruido es causado por pequeñas variaciones en la eficiencia de cada píxel individual del sensor de la cámara, que se vuelven más notables en las exposiciones a largo plazo donde la señal es débil.

Las principales características del Dark Fixed Pattern Noise son las siguientes:

**Constante y predecible:** A diferencia de otros tipos de ruido, el Dark Fixed Pattern Noise tiene un patrón constante que no cambia de una imagen a otra. En otras palabras, los mismos píxeles siempre mostrarán el mismo nivel de ruido en todas las imágenes, independientemente de las condiciones de disparo.

**Dependiente de la exposición y la temperatura:** La cantidad de Dark Fixed Pattern Noise puede aumentar con la duración de la exposición y la temperatura del sensor de la cámara. A mayor duración de la exposición y mayor temperatura, mayor será el nivel de este tipo de ruido.

**Distribución espacial no uniforme:** El Dark Fixed Pattern Noise puede manifestarse como una serie de manchas, rayas o patrones en la imagen que no se deben a las características reales del cielo, sino a las inconsistencias en la respuesta del sensor de la cámara.



**Dark Fixed Pattern Noise en forma de patrón de manchas oscuras y claras.**

**b. "Hot pixels":** Estos píxeles son una forma de ruido de patrón fijo. Los hot pixels son píxeles que aparecen artificialmente brillantes debido a una tasa de generación de carga superior a la normal. Esta carga adicional puede ser el resultado de defectos en el sensor o puede ser inducida por calor, lo que lleva a una mayor liberación de electrones.

En condiciones normales de fotografía, estos hot pixels pueden pasar desapercibidos, pero en astrofotografía, donde las exposiciones son a menudo muy largas y se utilizan sensibilidades altas, estos píxeles pueden destacar y aparecer como puntos brillantes que no corresponden a estrellas reales.

**c. "Cold pixels":** Los "cold pixels" son básicamente lo contrario de los "hot pixels". Mientras que un hot pixel es un pixel que se muestra más brillante de lo que debería, un cold pixel es un pixel que se muestra más oscuro de lo que debería.

Esto puede ocurrir debido a un defecto en el sensor de la cámara que impide que el pixel registre correctamente la luz que cae sobre él. En la práctica, esto puede dar lugar a un pixel que aparece constantemente oscuro o incluso negro en todas las imágenes, independientemente de la cantidad de luz que debería estar registrando.

#### 5. Walking noise

El ruido "que camina" o "walking noise" es el resultado de una forma de presentación del ruido oscuro de patrón fijo o "Dark Fixed Pattern Noise" del sensor, ruido que ya hemos analizado, y que se mueve lentamente en una dirección consistente a lo largo del fotograma con el paso del tiempo. Esto es normalmente causado por la deriva de una alineación polar imperfecta, pero también puede ocurrir por otras razones.



**Las flechas señalan hot pixels típicos.**



**Los pequeños puntos negros de la imagen corresponden a "cold pixels".**



Una forma de presentación del ruido de marcha o "walking noise".



Otra forma más evidente de presentación del "walking noise".

El ruido "que camina" en sí resulta, en realidad, del registro de los lights en las estrellas. Antes del registro, el Dark Fixed Pattern Noise se encuentra en el mismo lugar en cada fotograma. Sin embargo, si la deriva es lo suficientemente pequeña como para no ser un problema en cada fotograma, las partes más brillantes del Dark Fixed Pattern Noise, es decir, los "hot pixels", se "correlacionan" a través de cada fotograma registrado, produciendo los débiles patrones de rayas en el apilado integrado resultante. De ahí el ruido "correlacionado", que es el resultado de la correlación de patrones en la integración.

## 6. Ruido por Rayos cósmicos

Los rayos cósmicos son partículas cargadas de alta energía provenientes del espacio exterior que atraviesan el universo a velocidades cercanas a la de la luz. Estas partículas son en su mayoría protones, pero también pueden incluir núcleos de helio y electrones.

En astrofotografía, la interacción de los rayos cósmicos con el sensor de la cámara puede causar artefactos diversos en las imágenes.

Cuando un rayo cósmico golpea el sensor de la cámara, puede depositar una cantidad de energía que puede ser registrada como un píxel brillante o una línea de píxeles brillantes, lo que puede distorsionar la imagen final.

Estos artefactos son relativamente raros y suelen ser más notables en las exposiciones a largas y en las cámaras que están en el espacio, en telescopios orbitales como el Hubble, donde la protección de la atmósfera terrestre contra los rayos cósmicos es mucho menor.



Típica presentación del rastro de un rayo cósmico.

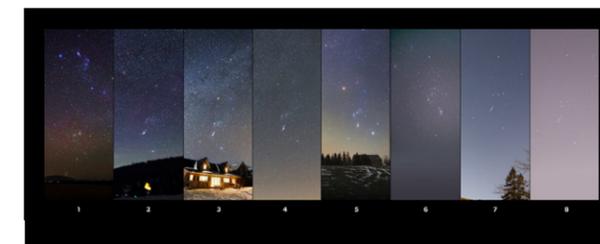
## 7. Ruidos por polución luminosa

**a. Ruido de fondo (Background Noise):** Debido a la contaminación lumínica, el cielo nocturno no es completamente oscuro, lo que aumenta el nivel de luz de fondo en las imágenes. Este ruido de fondo puede dificultar la visibilidad de los objetos celestes más tenues y puede hacer que las estrellas parezcan menos contrastadas contra el cielo nocturno. La mejor manera de disminuirlo es fotografiar desde cielos más oscuros.

### La escala Bortle

La escala de Bortle es una medida de nueve niveles de la polución luminosa del cielo nocturno. Fue creada por John E. Bortle en 2001 para ayudar a los observadores del cielo y astrofotógrafos a evaluar la oscuridad de un sitio de observación o de realización de fotografías astronómicas. A continuación, se presenta una descripción detallada de cada nivel de la escala de Bortle:

- **Bortle Clase 1. Cielo oscuro excelente:**  
Se trata de un sitio de observación prácticamente prístino. En caso de que esté sobre el horizonte, podremos ver que la Vía Láctea llenará el cielo. Algunos objetos celestes de alto brillo relativo, como galaxias, cúmulos globulares y nebulosas, pueden ser visibles a simple vista.
- **Bortle Clase 2. Cielo oscuro típico:** Se trata de un sitio de observación alejado de las fuentes de luz artificial. La Vía Láctea usualmente puede verse claramente y puede advertirse una débil presencia de luz zodiacal.
- **Bortle Clase 3. Sitio rural:** En estos casos, aunque hay una presencia levemente notable de contaminación lumínica en el horizonte, es posible ver la Vía Láctea y la luz zodiacal.
- **Bortle Clase 4. Zona de transición de área rural a suburbana:** Aquí, la contaminación lumínica comienza a ser más evidente. La Vía Láctea es aún visible, pero está oscurecida.
- **Bortle Clase 5. Sitio suburbano:** En estos casos, el cielo está considerablemente iluminado. La Vía Láctea es apenas visible y sólo los objetos celestes más brillantes y contundentes se destacan.



Muestra de polución luminosa en las distintas escalas Bortle.

- **Bortle Clase 6. Suburbios brillantes:** Se trata de casos donde el cielo está fuertemente iluminado. La mayoría de los objetos celestes son difíciles de ver a simple vista debido a la contaminación lumínica.
- **Bortle Clase 7. Zona de transición de suburbios a ciudad:** En estos casos el cielo está muy iluminado y las estrellas más débiles son invisibles. Solo se pueden ver las estrellas intermedias y más brillantes.
- **Bortle Clase 8. Ciudad:** En estos casos el cielo está extremadamente iluminado. Solo las estrellas y planetas más brillantes son visibles.
- **Bortle Clase 9. Cielo del centro de una ciudad:** El cielo está saturado de luz artificial y solo las fuentes de luz más brillantes, como la Luna, las estrellas muy brillantes como Sirio y los planetas, son visibles.

**b. Ruido de gradientes de iluminación:** Este es un tipo de ruido que puede ser más evidente en una parte de la imagen que en otra, dependiendo de la fuente y la dirección de la contaminación lumínica.

Por ejemplo, si estás tomando una foto de las estrellas y hay una ciudad cercana en una cierta dirección, la parte de la imagen que se orienta hacia la ciudad puede ser más brillante que la parte alejada de la ciudad. Esto puede resultar en un gradiente de luz a través de la imagen.

La polución luminosa proviene usualmente de fuentes artificiales de luz que se encuentran típicamente en las ciudades o cerca de ellas, como luces de calle, edificios iluminados, carteles publicitarios, etc., que iluminan el cielo nocturno.

Esta luz se difunde en la atmósfera, siendo que la cantidad de dispersión varía con la distancia desde la fuente de luz hasta nuestra posición. Por lo tanto, la cantidad de contaminación lumínica y, por lo tanto, el brillo del fondo del cielo, será mayor cerca de las fuentes de luz mencionadas y disminuirá con nuestra distancia a las mismas.

Además de la variación en la luminosidad a lo largo de la imagen, los gradientes de polución luminosa también pueden introducir variaciones de color. Esto se debe a que diferentes fuentes de luz artificial tienen diferentes espectros de color.

Por ejemplo, las lámparas de sodio de alta presión, que son comunes en las luces de calle de algunas ciudades, emiten una luz de color amarillo-anaranjado, mientras que las luces LED pueden emitir una luz más blanca o azulada.



**Típico gradiente de polución luminosa debido a una ciudad cercana.**



**Típica polución de gradiente por luminarias de sodio en una ciudad cercana.**

Los desafíos que presenta la polución luminosa en forma de gradiente al astrofotógrafo se pueden sintetizar en dos elementos principales.

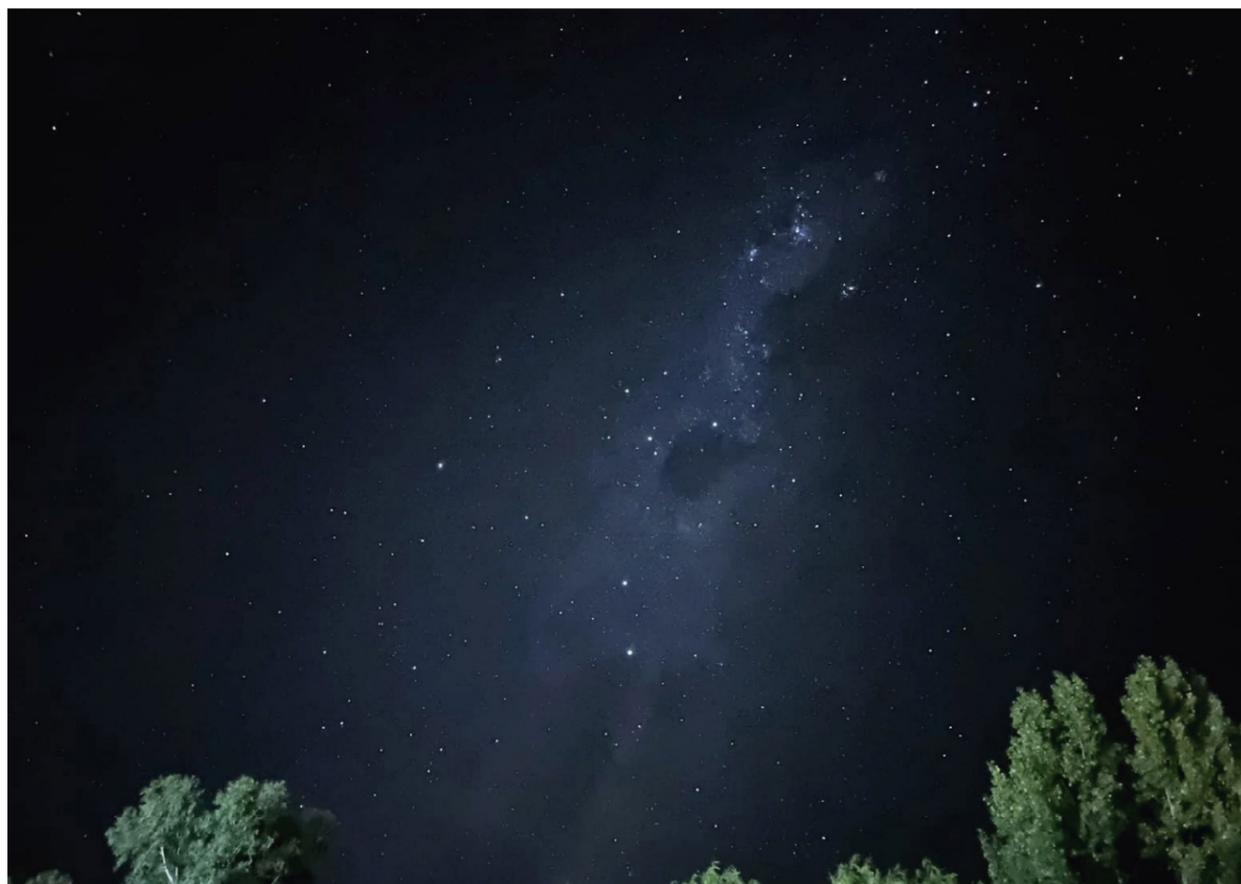
El primero de ellos consiste en buscar la mejor composición de la imagen. Los gradientes de polución luminosa pueden limitar la composición de tus imágenes, ya que puede ser necesario orientar la cámara de manera que las fuentes de luz artificial estén fuera del campo de visión o al menos lo más alejadas posible de tu objeto de interés.

La segunda de ellos es evitar la invisibilidad de los objetos débiles, los gradientes de polución luminosa pueden hacer que sea difícil ver y capturar objetos celestes débiles, ya que estos pueden quedar ocultos en el aumento del brillo del fondo. Esto hace que debamos encuadrar la imagen de la mejor manera posible para evitar su invisibilidad o atenuación, en la medida de lo posible.

Hugo Landolfi es profesor y licenciado en Filosofía por la Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino. Astrónomo y astrofotógrafo aficionado desde el año 1992. En los últimos años, dedicado al estudio y práctica de la astrofotografía en formato digital y a la optimización del procesamiento de imágenes mediante PixInsight.

# Fotografía astronómica con teléfono celular.

Por Mariela David y  
Yasmín Olivera Cuello.



A lo largo de la historia de la fotografía, siempre se ha intentado plasmar la inmensidad del cielo, sus diversos e interesantes objetos, desde las primeras fotografías astronómicas registradas a mediados de 1800 en adelante. Con el paso del tiempo, los soportes se han hecho cada vez más accesibles, así como las técnicas e instrumentos, en particular para los aficionados a la astronomía.

El rol de la fotografía astronómica siempre ha sido muy importante en la investigación. Incluso en un principio sólo se la asociaba con el trabajo de los telescopios, y fue y continúa siendo una herramienta muy útil y valiosa en este campo, así como también es una gran distracción para el aficionado (Galli, 1945).

Desde la popularización de los teléfonos móviles, han ido colonizando cada vez más facetas de nuestro trabajo, pasatiempos, y demás partes de nuestras vidas. Entre esto podemos situar la fotografía, y en particular la fotografía astronómica aficionada.

En un principio, las cámaras de los teléfonos móviles no podían competir con las cámaras profesionales, pero se ha avanzado mucho en diversos aspectos como los procesadores que hacen que las imágenes tengan menos ruido o distorsión visual, en los tiempos de exposición posibles, sensibilidad y enfoque. Las imágenes HDR permiten que se graben múltiples imágenes a diferentes valores de exposición combinándolas en una sola. Algunos celulares cuentan

con múltiples lentes y sensores. El manejo específico del tiempo de exposición es uno de los principales detalles a tener en cuenta para la fotografía astronómica, permitiendo tomar imágenes donde se ven estrellas, objetos de espacio profundo y hasta auroras polares.

Una combinación interesante es el uso de un teléfono celular y otra herramienta óptica como un telescopio, binoculares o prismáticos. Simplemente apoyando el teléfono en el ocular, a pulso o utilizando un adaptador, se pueden obtener muy buenas imágenes de objetos brillantes como la Luna, planetas o nebulosas.

En esta nota les contamos un poco sobre los procesos y equipos utilizados para tomar las imágenes que nos acompañan.

## José Luis Sánchez:

"Hace poco cumplí 68 y me dedico a la astronomía aficionada desde los 11 años. En 1984 inauguré mi observatorio que bauticé "Géminis Austral", colaboré en varias campañas a nivel internacional, y soy coautor en el descubrimiento de la Supernova Argentina cuyo descubridor es Víctor Buso. Hasta el día de hoy seguimos en la búsqueda de supernovas."

Imagen de la Vía Láctea (página izquierda). San Rafael, Mendoza. Fotos de 8 segundos de exposición, sin seguimiento. El teléfono es un Samsung S21 Ultra.

**Gabriel Olivares, de Chile.**

Nebulosa de Orión (derecha). Foto de 4 segundos de exposición y con un adaptador de celular para telescopio. El teléfono es un Xiaomi Redmi Note 7, y se utilizó un telescopio reflector de 114 mm. de diámetro. Pargua, X Región de Los Lagos, Chile.



Cruz del Sur (abajo). Xiaomi Redmi Note 7, 8 segundos de exposición. Pargua, X Región de Los Lagos, Chile.



**Guadalupe Sánchez**

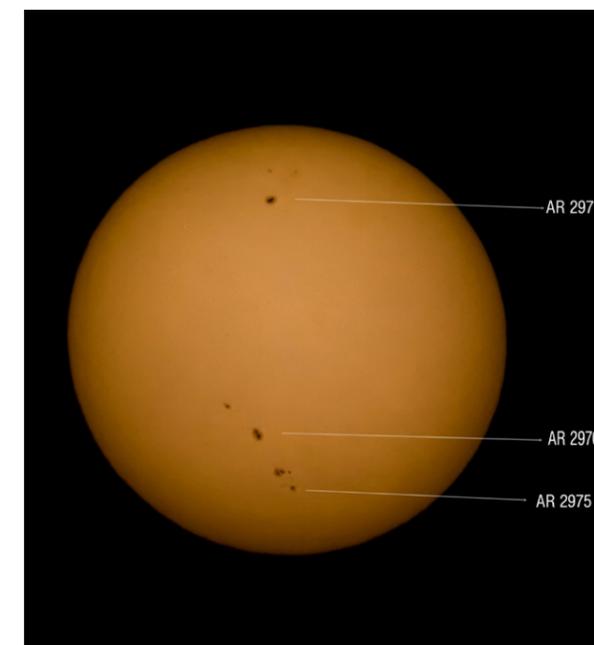
Foto del eclipse de Sol del 14/12/2020, con un refractor 70 mm. y el celu Xiaomi Note 8. La foto fue a pulso sobre el ocular del telescopio. La Lobería, Río Negro.



**Cyntia Olivera**

Foto del Sol (abajo): Telescopio Shilba 114/900 y celular Samsung J5. Método de proyección en una cartulina blanca. Falso color editado en PS Express.

La "X" Lunar (derecha) a través de un telescopio reflector 114/900 y un ocular de 9 mm. Celular Samsung J5.



**Cyntia Olivera**

Imagen de Saturno (abajo). Telescopio 11/900 y un ocular de 9 mm. Celular Samsung J5.

Imagen de Júpiter (abajo). Son dos tomas, una con ISO 800 para los satélites, y otra con ISO 100 para el planeta. El equipo es un telescopio 11/900 y un ocular 9 mm. Celular Samsung J5.

Edición en Snapseed.

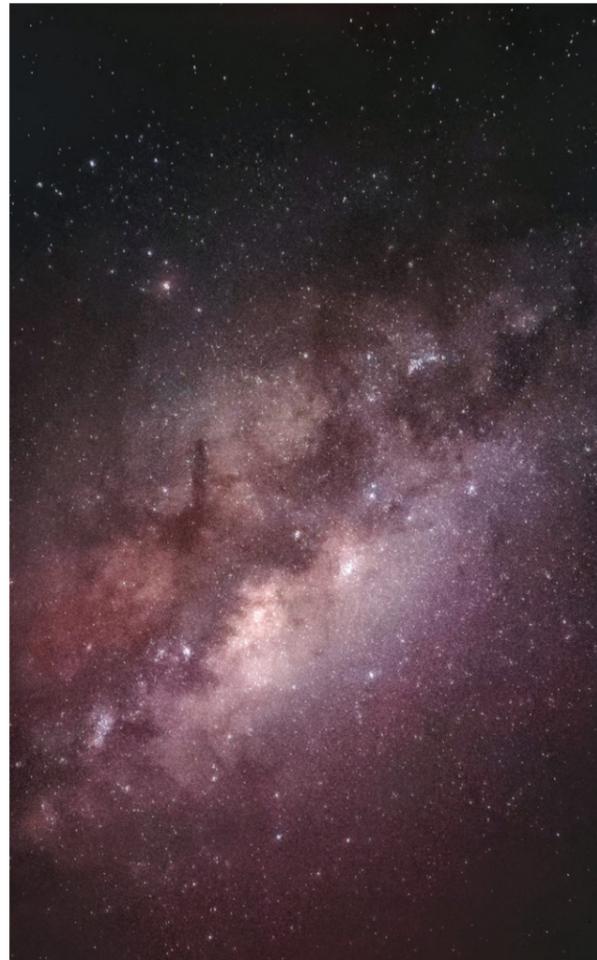


**Martín Telechea**

Fotos de la Vía Láctea desde San Rafael, Mendoza, en abril de 2023 (abajo, y arriba en la página siguiente). Teléfono celular Xiaomi Redmi Note 10 Pro, 30 seg. de exposición, ISO 6400. Luego la retoqué con las misma app de edición de imagen que trae el celular.

**Emmanuel Barok y Lilian Ayala**

Vía Láctea desde San Rafael, Mendoza, en abril de 2023 (página siguiente, abajo). Samsung Galaxy S23 ULTRA. F/1.7, 10,00 seg. 6,30 mm. ISO 800.



**Mariela David**

Fotos de auroras boreales en la región de Laponia, Finlandia, con celular Xiaomi Redmi Note 9. ISO 5000. La exposición es de 0,5 segundos.



Mariela David es contadora pública y aficionada a la astronomía. Colabora en las visitas guiadas para público y en esta Revista.

Yasmín Olivera Cuello es estudiante de Bibliotecología y Ciencia de la Información en la UBA. Encargada de la biblioteca de la Asociación. Directora de la Revista. Colabora en varias actividades de la AAAA.

# ASTROFOTOGRAFÍA



Nebulosa del delfin (Sharpless 308).  
Autor: Hugo Landolfi.

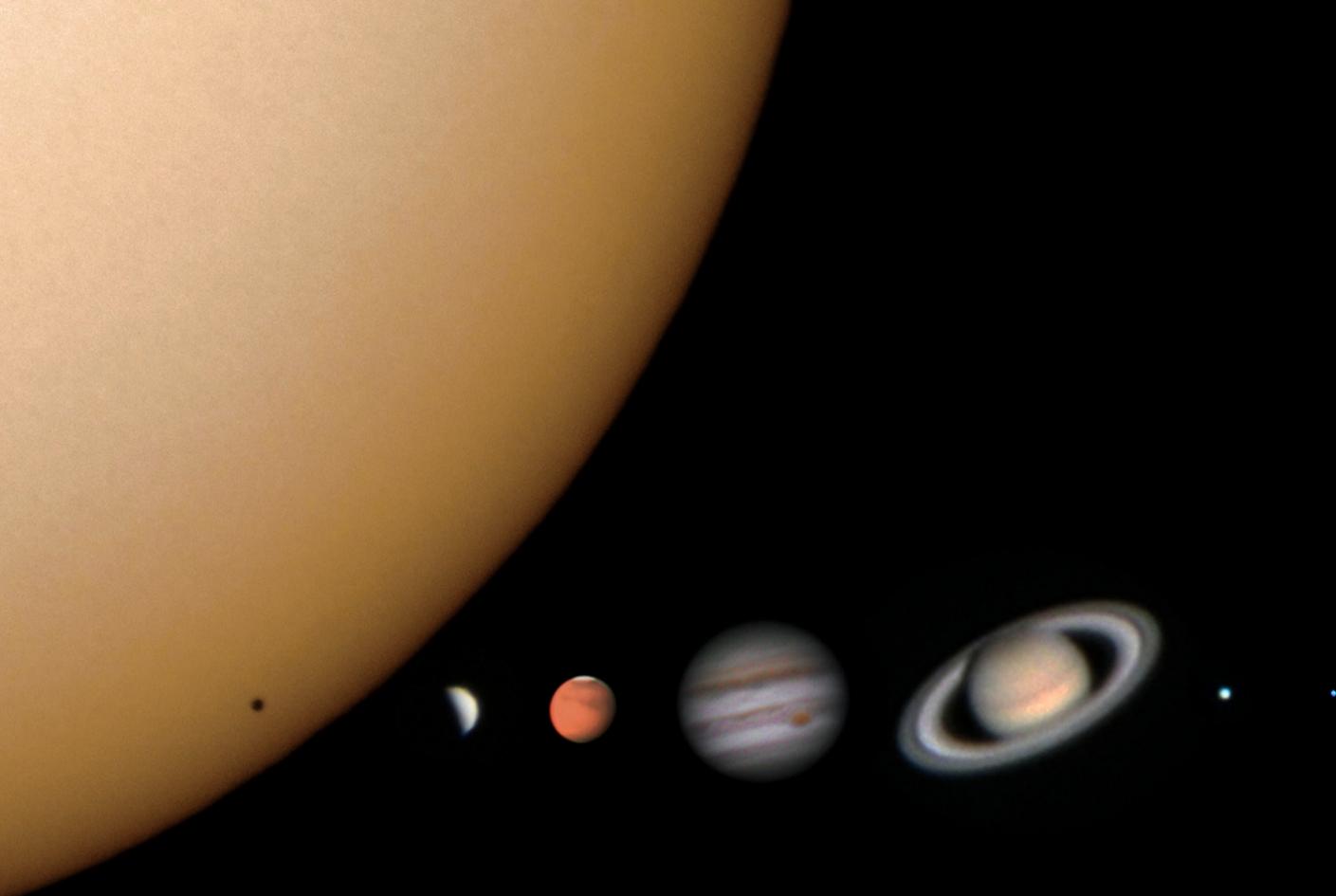
Nebulosa de la gamba (IC 4628).

Autor: Claudio Pietrasanta.





Nube Mayor de Magallanes (LMC).  
Autor: Daniel Rozenzon.



#### **Familia solar.**

Autor: Marcelo Monópoli.

Collage armado con Photoshop CC.

Telescopios usados: Reflector SW150/750 y SW SkyMax 102.

Cámara: Canon EOS Rebel T5i.

Todas las fotos fueron tomadas desde Buenos Aires.

En las páginas anteriores:

#### **Nebulosa del Delfín - Sharpless 308.**

**Autor: Hugo Landolfi.**

Premio medalla de Plata "Herman Potocnik Noordung" en el 4to. concurso internacional de fotografía de Eslovenia.

Telescopio: Meade 130 APO series 6000.

Montura: iOptron CEM 70.

Cámara: ZWO ASI 294 MM Pro enfriada a -20°C.

Telescopio guía: William Optics 60. Cámara ZWO ASI 120 mm.

Técnica fotográfica: Banda angosta

Fotografía compuesta por lights 35 x 600 seg. en Ha y

lights 35 x 600 seg. en OIII.

Paleta de color: HOO.

Imagen procesada con el software Pixinsight.

#### **Nebulosa de la gamba (IC 4628).**

**Autor: Claudio Pietrasanta.**

Tomada desde la AAAA en Buenos Aires. (Bortle 9).

Telescopio Takahashi fsq 106. Montura Ioptron 120. Cámara principal Starlight Xpress monocromática 814 a -20°C. Cámara guía Starlight Lodestar. Rueda de filtros Starlight. Filtros Astrodón banda estrecha 3nm. H alfa, oxígeno y azufre. Filtros LRGB astrodón.

50 fotos de 15 minutos por cada filtro de banda estrecha, más fotos de calibración dark, dark flat, flat y bias. Fotos de entre 15 y 60 segundos RGB para las estrellas.

Calibrado, apilado y procesado con Pixinsight.

#### **Nube Mayor de Magallanes (LMC).**

**Autor: Daniel Rozenzon.**

Lugar: Casleo - 18/08/2023.

Equipo: Cámara Canon EOS 6D

Lente Canon 24/105 mm a 105mm @ f/5,6.

Montura Skywatcher Star Adventurer.

27 lights x 180 seg. a ISO 3200 y 4500K.

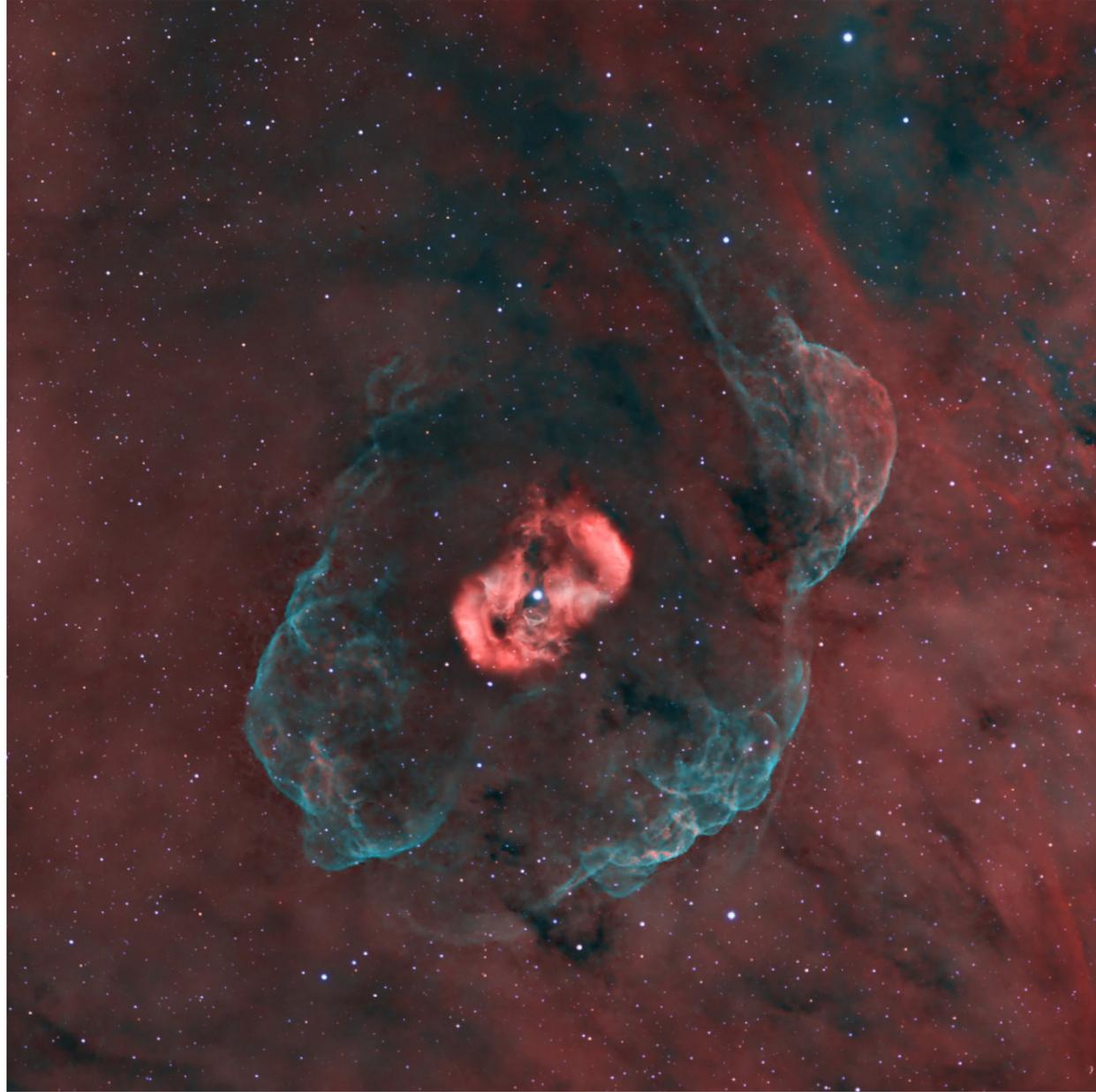
Temperatura del sensor entre 8 y 12° C. 12 darks.

Procesado:

Apilado y estirado con Siril.

Gradientes y denoise con GraxPert.

Postprocesado con Lightroom.



**NGC 6164. Autor: Hugo Landolfi.**

Telescopio: Meade 130 APO series 6000. Montura: iOptron CEM 70.

Cámara: ZWO ASI 294 MM Pro enfriada a -20°C. Telescopio Guía: William Optics 60 con cámara ZWO ASI 120 mm.

Técnica fotográfica: Banda angosta. Fotografía compuesta por lights 109 x 300 seg. en Ha y lights 164 x 300 seg. en OIII.

Paleta de color: HOO.

Imagen procesada con el software Pixinsight



**Nebulosa de Eta Carinae (NGC 3372). Autor: Pablo Iglesias.**

Tomada el 11/05/2021 a las 22 hs. desde el centro de Miramar.

Canon T7i + SkyWatcher 200P y un escudo de luz casero. 35 fotos de 120 seg. de exposición a ISO 800, mas 20 darks para calibrar.

Deep Sky Stacker para apilar, Siril para hacer la calibración fotométrica y parte del laburo de estirado y GIMP para los pocos retoques finales



**Luna creciente gibosa. Iluminada 66,4%. Edad lunar: 8,9 días.**

Autor: Ricardo Allega.

Buenos Aires - 25/08/2023 - 19:15 UTC-3.

Telescopio SkyWatcher 200/1000 mm. / f 5.

Nikon D5100 - ISO 200 1/250". Foco primario.

8 tomas apiladas y procesadas en Photoshop.



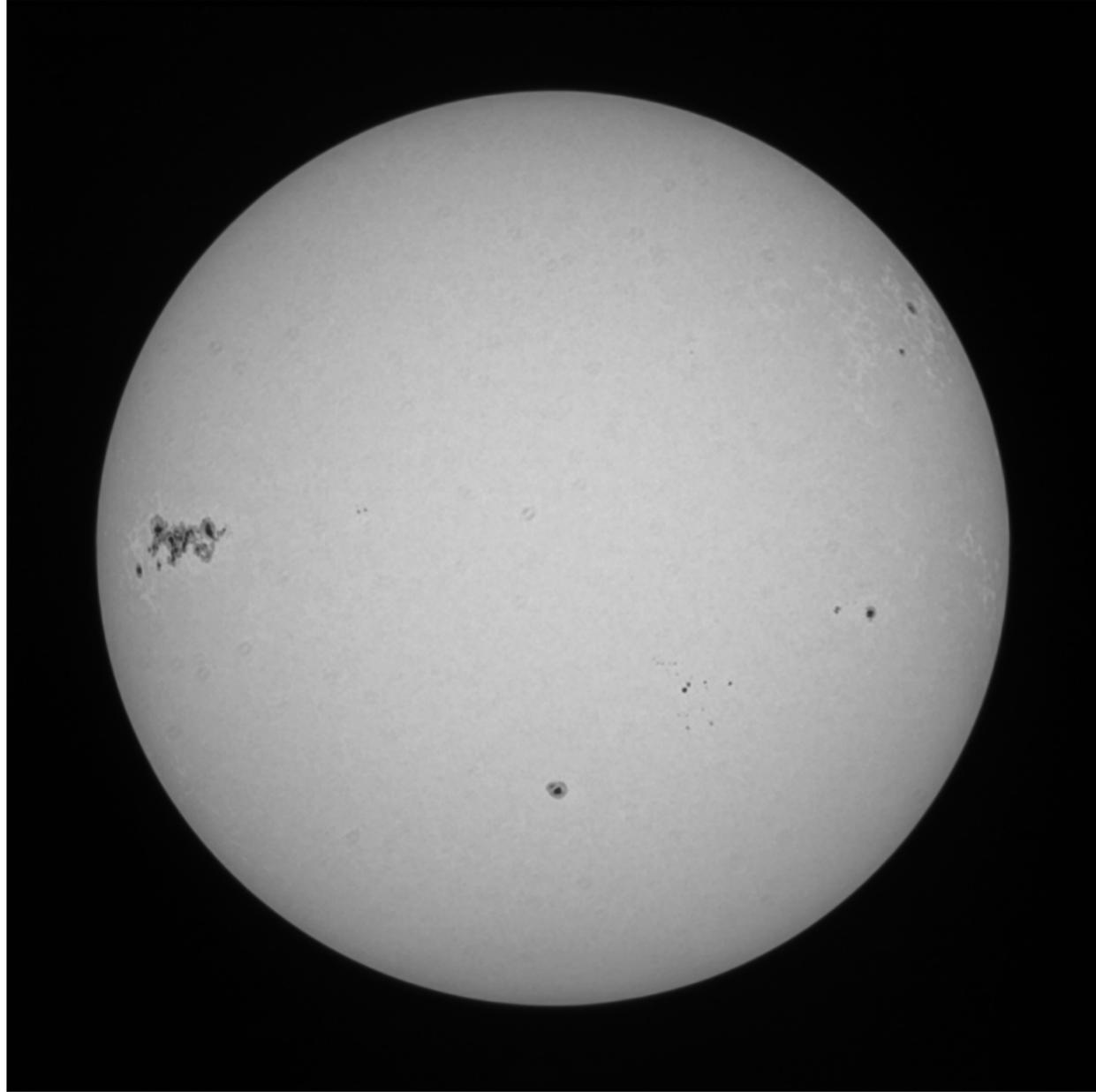
**Ocultación de Júpiter por la Luna.**

Autor: Marcelo Monópoli.

Buenos Aires - 22/02/2023 - 20:20 UTC-3.

Telescopio SkyWatcher SkyMax 102/1300 mm. / f 12.7.

Canon EOS Rebel T5i - ISO 800 1". Foco primario.



**Manchas solares y detalle de AR3664.**

Autor: Daniel Rozenzon.

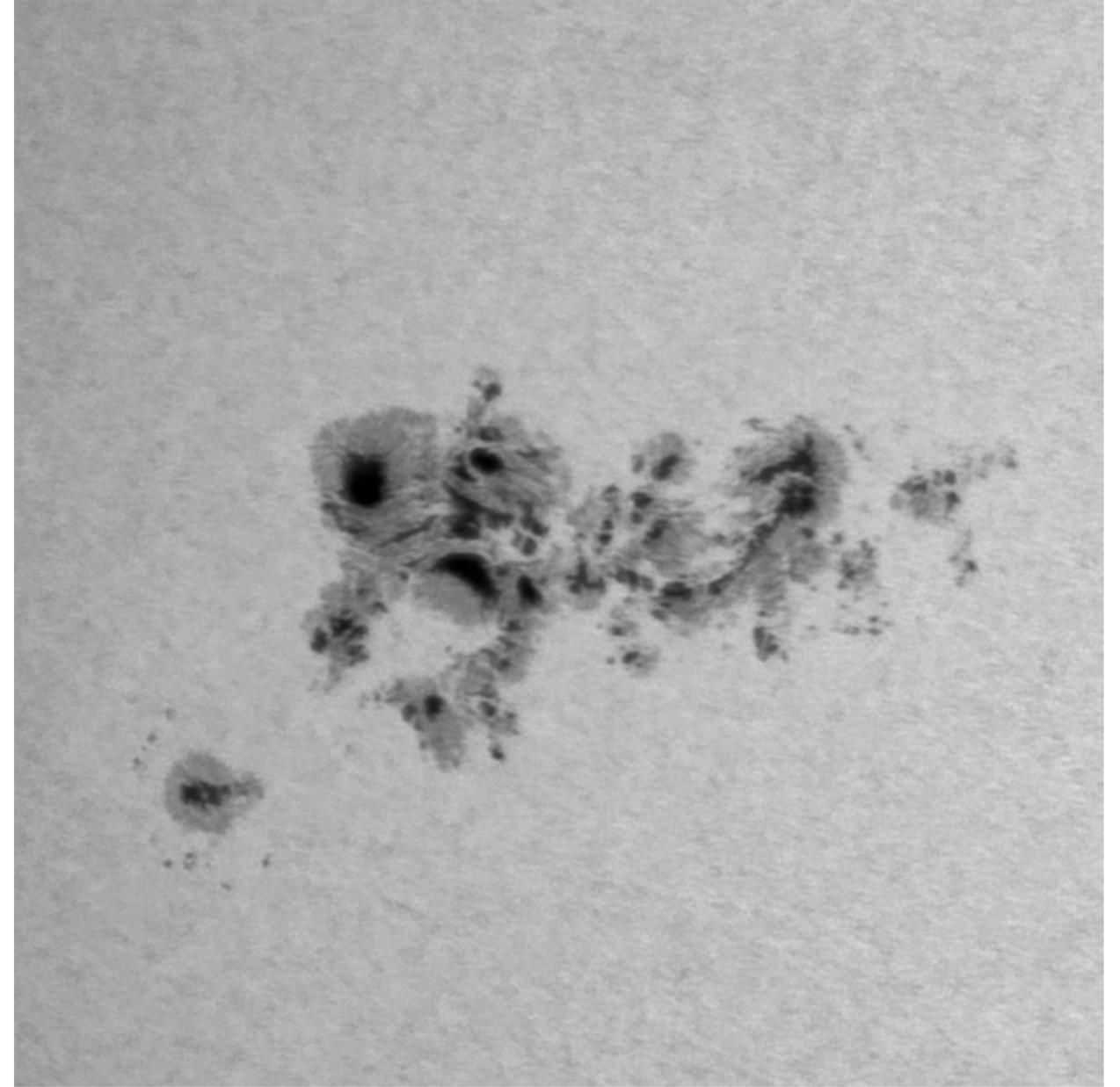
Buenos Aires, entre el 09 y 11/05/2024.

Telescopio Maksutov-Cassegrain 102mm / DF 1300mm (Mak 102).

Montura Skywatcher Star Adventurer. Cámara Canon 60D a foco primario.

Filtro solar tipo Baader. Videos RAW obtenidos con Magic Lantern.

ISO 800 y 1/1000 seg.



Resolución 1152 x 1152 pixeles para las tomas del sol completas.

960 x 960 pixeles en modo crop para las manchas en detalle.

Procesado:

Conversión de video RAW a cuadros en DNG.

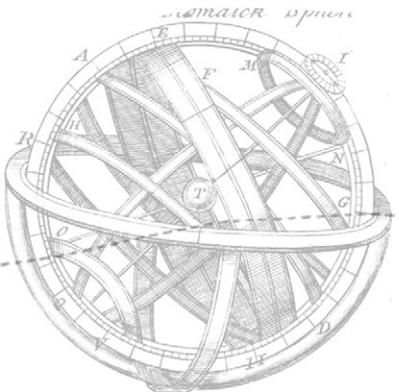
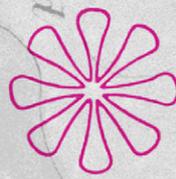
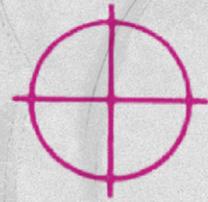
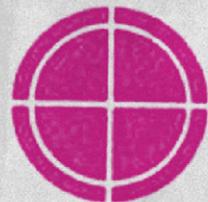
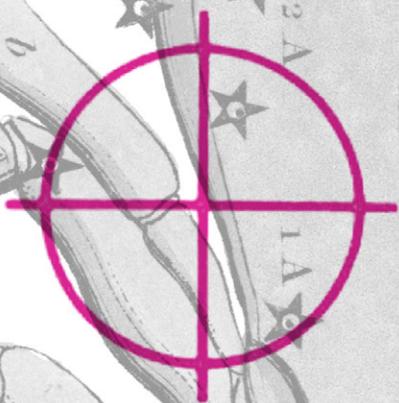
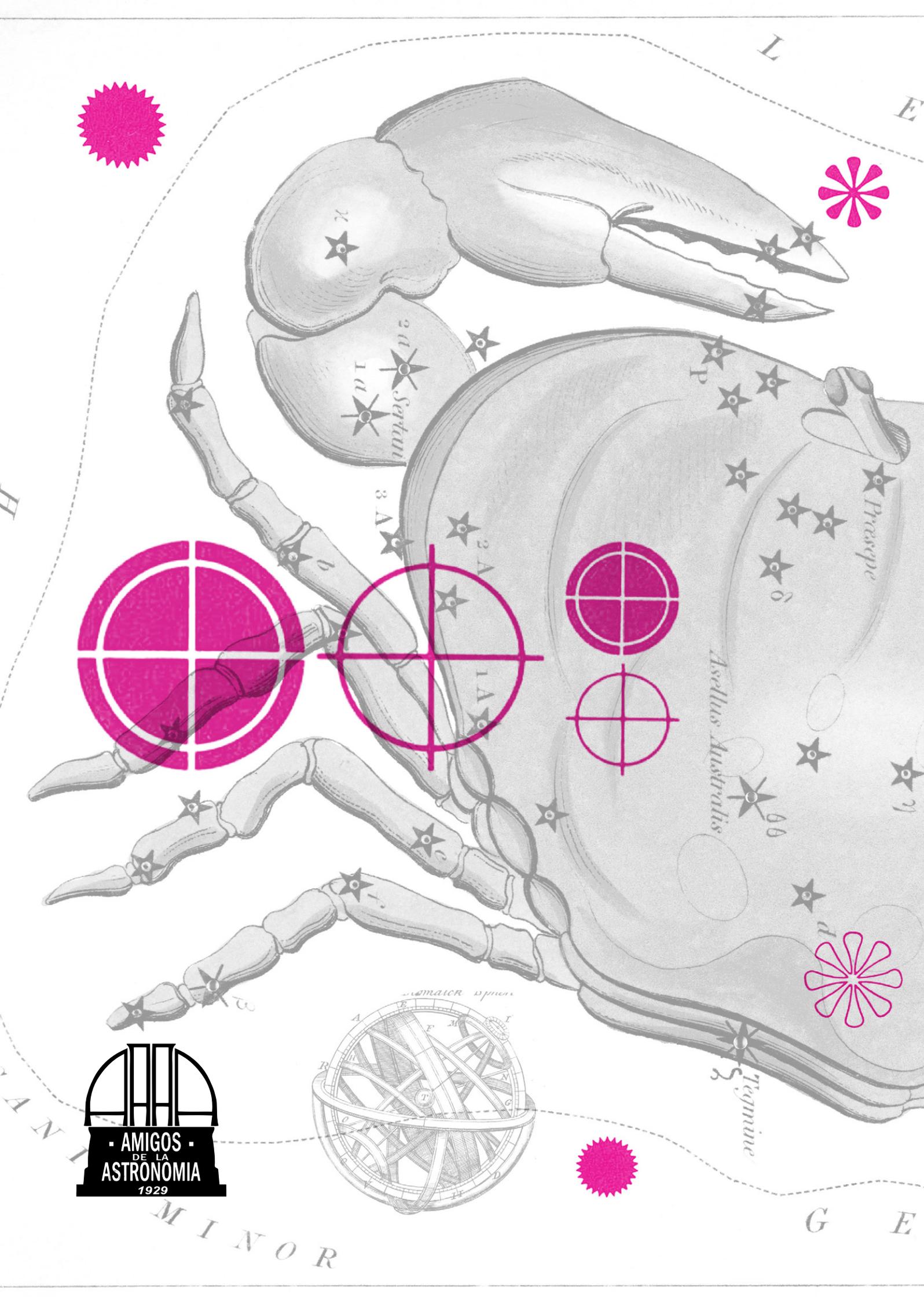
PIPP para centrar y generar salida SER.

Autostakkert para apilado y selección de mejores frames a TIFF.

Lightroom para postprocesado.

Cúpula del Cerro Burek.  
Autores: Yasmín Olivera Cuello e Ignacio Llaver.  
Cerro Burek, CASLEO. Canon T5i y lente Tokina 11 mm.





MINOR