

REVISTA ASTRONÓMICA

ISSN: 0374-4272 • Número 286 • Año 93 • Invierno 2022

**SIMULACIONES
NUMÉRICAS DE
FORMACIÓN Y
EVOLUCIÓN DE
GALAXIAS**

por Federico Monti

**TELESCOPIO PARA
PROYECCIÓN SOLAR
CON MONTURA
GERRISH**

por Jorge Luis Cabrera

**¿DÓNDE ESTOY?
UN INTENTO DE
CALCULAR MI
UBICACIÓN EN LA
TIERRA USANDO EL
SOL Y UN RELOJ**

por Santiago Schroeder

**OJOS EN
LOS CIELOS
ARGENTINOS**

por Sebastián Musso

**ODISEA
ECLIPSE**

por Adrián Bogao

**EL ESPECTRO DE
LA CROMOSFERA**

por Luis Manterola



Revista Astronómica – Nº 286

Fundador: Carlos Cardalda.

Directora: Yasmin Olivera Cuello.

Secretario: Santiago Schroeder.

Yanina Capdepón D'Amario. Mariela David.

Andrés Esteban Zapata.

Diseño y diagramación: Santiago Schroeder.

Colaboradores:

Ricardo Allega, Nicolás A. Arias, Adrián Bogao, Gabriel Brichetto, Jorge Luis Cabrera, Pablo Cirielli, Artemio Fava, Oscar Ferro, Carolina Folger, Mauricio Heredia, Pablo Iglesias, Hugo Landolfi, Luis Manterola, Marcelo Monópoli, Martín Monteverde, Federico Monti, Sebastián Musso, Claudio Pietrasanta, Enrique Rubinstein, Daniel Rozenon, Giovana Zuccarino.

Contacto:

revistaastronomica@gmail.com

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: Enrique Rubinstein.

Vocales titulares: Carlos Magliano, Giovana Zuccarino,

Carlos Cebal, Eliana Flament, Pablo Gabriel Brichetto

Orquera, Nicolás Braschi.

Vocales suplentes: Jorge Weselka, Joaquín Ruiz Luque,

Santiago Schroeder.

Revisores de cuentas:

Marcelo Frontalini, Martín Monteverde,

Andrés Esteban Zapata.

Biblioteca:

Lunes a viernes de 19 a 23 hs.

biblioteca@amigosdelaastronomia.org

Asociación Argentina Amigos de la Astronomía

Av. Patricias Argentinas 550. CABA.

54 11 4863 3366

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)

Twitter: [@amigosastro](https://twitter.com/amigosastro)

EDITORIAL

Durante el 2020, en plena pandemia, armamos un nuevo equipo de trabajo para la **Revista Astronómica**. Se incorporaron socios con diferentes intereses como el periodismo, el diseño gráfico y la edición, que sumaron diversas miradas en el trabajo.

Llevar adelante este nuevo grupo de distintas personas, que no habían trabajado antes juntas, ni tampoco editado una revista de estas características, fue todo un desafío. Sin embargo, gracias a la buena predisposición y el entusiasmo de todos, pudimos completar este tan esperado número. El equipo de la Revista Astronómica está siempre abierto a nuevos aportes, ideas, críticas y, en especial, a aquellos socios que quieran incorporarse.

Ahora que ya ha pasado el peor momento de la pandemia, estamos recuperando la mayoría de las actividades presenciales, pero sin dejar de lado a aquellas que son virtuales y que surgieron como imposición de las circunstancias, que se revelaron como una opción de gran aceptación que continuará.

Otra de las consecuencias de la pandemia fue el atraso en el pago de las obligaciones fiscales de la Asociación. En los próximos meses nos veremos obligados a saldarlas. Esto impacta negativamente en la ya difícil situación que afrontamos. Sin embargo, estamos seguros de que con la colaboración de todos los socios podremos salir adelante, como tantas otras veces. Esa colaboración es importante tanto en trabajo y presencia como en el compromiso con el pago de la cuota social, indispensable para el sustento de la institución, sobre todo en este contexto.

Por el momento, este número se editará exclusivamente en formato digital por el alto costo de las impresiones, pero esperamos que en el futuro podamos contar también con una pequeña tirada impresa de este número y de los próximos.

En esta edición incluimos una sección de fotografía astronómica, donde publicamos los trabajos de algunos de nuestros socios aficionados a dicha actividad. Esperamos continuar con este segmento en los próximos números y que más socios puedan contribuir.

En el 2020 tuvimos la gran oportunidad de presenciar un eclipse solar total. En consecuencia, publicamos una nota sobre este tema, además de sumar las fotografías que distintos socios hicieron del evento. Asimismo, nos enfocamos en incluir aquellas notas que estaban atrasadas y en rediseñar el estilo general de la publicación.

Nuestros próximos objetivos son mejorar la periodicidad de la revista y aumentar la cantidad y calidad de notas relacionadas a las actividades que se realizan en la Asociación.

Yasmin Olivera Cuello.

Directora.



Beneficios de asociarse



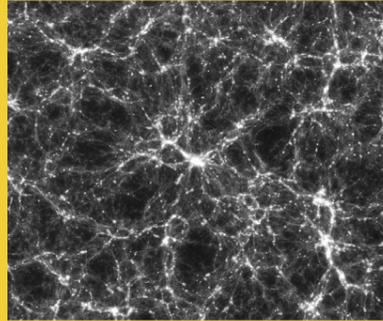
- Acceso al observatorio.
- Instrumentos a disposición según los cursos de capacitación.
- Talleres, salidas, actividades gratuitas.
- Descuentos en cursos pagos y cursos gratuitos.
- Acceso al taller de óptica.
- ¡Y mucho más!



¡Asociáte!



SUMARIO

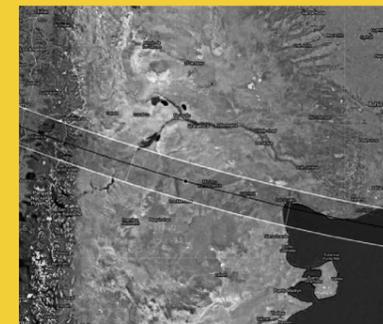
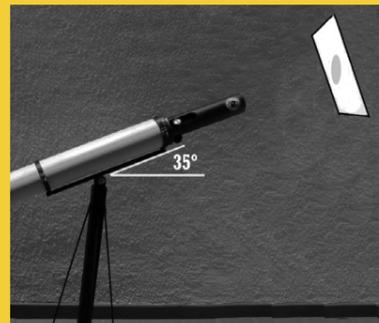


08 **Simulaciones numéricas de formación y evolución de galaxias**
por Federico Monti

28 **Ojos en los cielos argentinos**
por Sebastián Musso



16 **Telescopio para proyección solar con montura Gerrish**
por Jorge Luis Cabrera

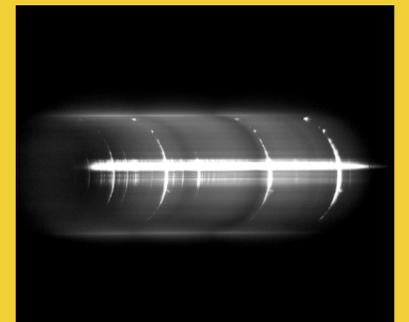


44 **Odisea Eclipse**
por Adrián Bogao



22 **¿Dónde estoy? Un intento de calcular mi ubicación en la Tierra usando el Sol y un reloj**
por Santiago Schroeder

56 **El espectro de la cromosfera**
por Luis Manterola



68 **Astrofotografía**



Simulaciones numéricas de formación y evolución de galaxias

por Federico Monti

*Ojitos de las estrellas,
de pestañitas inquietas,
¿por qué sois azules, rojos
y violetas?*

Fuentes inspiradoras de poemas, ilusiones y deseos. ¿Cómo nacieron y llegaron hasta estos cielos? ¿Y qué hay del resto? ¿Nebulosas, planetas y hasta galaxias enteras?

¿Cómo explicamos los pasos intermedios entre la sopa de partículas fundamentales poco después del Big Bang hasta la formación de las grandes estructuras que vemos hoy en día, léase galaxias y cúmulos de galaxias? Esta pregunta es difícil de responder, y en buena parte por la imposibilidad de hacer un experimento – sabemos que todas las teorías científicas encuentran su validación en la experimentación, a veces en el momento a veces más tarde. Un ejemplo es el caso de la teoría de la relatividad general, inicialmente imposible de ser contrastada porque la tecnología en ese momento no podía medir con precisión las pequeñas desviaciones relativistas a la física cotidiana de Newton. Sin embargo, la teoría de la relatividad hoy en día es uno de los pilares fundamentales de la física sin la cual no podríamos siquiera usar el sistema de GPS. Ahora, las teorías de formación y evolución de galaxias tienen un problema obvio: no se puede recrear en laboratorio la evolución incluso de un Universo diminuto, porque los tiempos

característicos del mismo serían del orden de la edad del Universo. ¿Cómo hacemos entonces para decidir una teoría por sobre la otra? En la década de los 90 apareció una herramienta que permitió explorar la evolución de numerosos sistemas – no solo del Universo sino de una enorme variedad de sistemas complejos en los que interactúan muchas partículas con fuerzas diversas como por ejemplo el clima – Esta herramienta son las simulaciones numéricas (hoy en día presentes detrás de cada servicio meteorológico por ejemplo). Las mismas permiten seguir la evolución paso a paso de determinado sistema físico – desde fluidos hasta materia oscura- prácticamente cualquier sistema de partículas con fuerzas interactuantes. En este artículo contaremos brevemente cómo funcionan y cómo se aplicaron en cosmología.

Para empezar diremos que para estudiar el comportamiento de cualquier sistema físico basta definir cuáles son las ecuaciones que lo gobiernan (para lo cual hacemos una serie de suposiciones). En el caso del movimiento de un objeto en caída libre alcanzaría en principio con la ley de gravitación universal de Newton (más alguna ecuación de fluidos si es que el experimento se hace en la Tierra donde hay aire, que es un fluido viscoso). Naturalmente al definir la totalidad de un sistema por una serie de ecuaciones estamos haciendo el supuesto de que las únicas fuerzas presentes son las que consideramos en nuestro modelo. Esto puede producir errores en la predicción del modelo, con lo cual siempre es necesario contrastar sus resultados y predicciones con la realidad. En caso de encontrar alguna diferencia será necesario volver atrás y rever las ecuaciones para intentar averiguar qué física nos falta agregar para que las cosas den bien.

Sin embargo, simplificar nuestro sistema es siempre necesario: En un sistema complejo donde hay muchas

partículas y entes interactuantes – algo tan básico como las partículas de una taza de café- es necesario acotar el número de ecuaciones a considerar, dado que es imposible simular la evolución de cada una de las partículas individuales reales del sistema (recordemos que en un centímetro cúbico de materia hay aproximadamente 10^{23} (un uno seguido de 23 ceros) partículas y si cada una se mueve en 3 dimensiones habría algo así como 6×10^{23} ecuaciones (3 variables de espacio y 3 de velocidad para cada partícula). No hay computadora en el mundo que pueda resolver semejante cantidad de ecuaciones en un tiempo finito. De manera que es preciso por un lado reducir el número de partículas (agregando más masa a cada una y así compensando en el promedio) y por otro lado hacer algunas suposiciones en cuanto a la interacción entre ellas – por ejemplo que las partículas distantes no interactúan entre sí porque 'no se ven', esto se llama 'interacción a primeros y segundos vecinos'. Esto nos lleva también a otra dificultad más: al interactuar unas con otras las partículas, sus ecuaciones resultan 'acopladas', esto quiere decir que no son independientes y hay que resolverlas todas al mismo tiempo, y que el resultado de una influencia el de la otra. Ahora, no todos los sistemas de ecuaciones acopladas se pueden resolver realmente (*analíticamente*). En la escuela nos enseñaron a resolver sistemas de ecuaciones con dos variables (X e Y); en el primer año de Física en Ciencias Exactas se enseña a resolver sistemas con muchas variables; pero en ambos casos los sistemas que se resuelven son siempre **lineales**, es decir que se puede obtener una fórmula que exprese las variables de interés en función de otras variables y parámetros conocidos (esto sería resolver el sistema). Pero en "la vida real" los sistemas raramente son lineales porque las ecuaciones que los describen involucran multiplicaciones de variables o funciones complicadas (logaritmos, exponentes, exponenciales, senos y cosenos, etc.)

de manera que es imposible resolver las ecuaciones obteniendo una solución que se puede escribir 'con lápiz y papel' (o solución analítica). Cito un ejemplo conocido: el 'problema de tres cuerpos', o 'caos': es posible llegar a una fórmula que describa la posición y velocidad de un sistema de dos cuerpos (Tierra – Sol, Luna-Planeta), pero es imposible obtener la solución de un sistema formado por 3 o más cuerpos debido a que **una variación muy pequeña en las condiciones iniciales del problema genera un cambio abismal en el resultado final**, también llamado '*el efecto mariposa*'. Imagínense entonces encontrar la solución del sistema conformado por la evolución de un millón de galaxias.

¿Cómo hacemos entonces?

A través del uso de las simulaciones numéricas es posible resolver el sistema 'paso a paso' sin necesidad de resolverlo de manera completa de una vez: se parte el problema en intervalos de tiempo extremadamente pequeños y se integran las ecuaciones de movimiento en cada 'step' temporal. Al elegir un step temporal suficientemente pequeño, el error que se comete comparado a resolver el sistema total de una vez, es también muy pequeño de manera tal que resulta una muy buena aproximación a la solución real. Obviamente, la contrapartida de este método es que es extremadamente lento – o lo que es lo mismo requiere enorme cantidad de computadoras para resolverlo en



Figura 1. Centro de supercómputo del Max Plank Institute for Astrophysics (Munich). Recomendando fuertemente buscar en YouTube "simulación numérica de galaxias" para observar el proceso "en vivo".

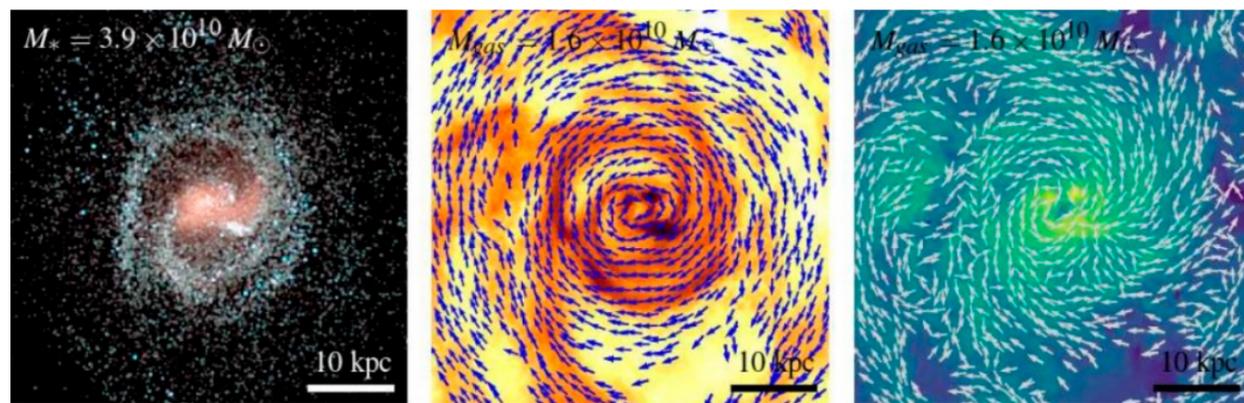


Figura 2. Posición y color (izquierda), velocidad del gas caliente (medio) e intensidad de campo magnético (derecha) de una de las galaxias virtuales de la simulación.

tiempos razonables. Por ejemplo, durante mi tesis de Maestría en el IAFE-UBA usé la simulación numérica ‘Magneticum Pathfinder’ realizada en Munich por el [Max Planck Institute for Astrophysics](#). Este instituto utilizó unas 1500 computadoras conectadas en serie (figura 1) trabajando sin parar durante un año para producir esta simulación cosmológica de formación y evolución de galaxias con agregado de campos magnéticos.

Magneticum trabaja de la siguiente manera: Se toma un volumen virtual de algunos cientos de Megaparsecs de lado (1Mpc es aprox. 3.26 millones de años luz) y se consideran unas ~ 500 millones de partículas – cada partícula simularía partes de una galaxia-. Luego se proceden a definir todas las fuerzas interactuantes en el sistema (gravedad, leyes de fluidos, campos magnéticos, supernovas, etc.) y se escriben las ecuaciones para cada partícula (no se pueden resolver 10^{23} partículas, pero 500 millones, con muchas computadoras en un año sí). El resultado es un archivo de imágenes a distinto tiempo cósmico (desde el Big Bang hasta nuestros días) con todos los datos relevantes sobre estas partículas de estrellas y su entorno (posición, velocidad, agrupamiento e intensidad de campo magnético). En la figura 2 se puede observar una de estas galaxias ‘artificiales’, se ve que la semejanza con la realidad es notable.

Como citamos anteriormente esta simulación en particular tiene campos magnéticos, y no es casualidad: uno de los objetivos fue precisamente esclarecer el origen y amplificación de los campos magnéticos en el Universo. Se sabe que los mismos desempeñan un rol esencial en una variedad de fenómenos astrofísicos (eventos de alta energía como rayos cósmicos, cuasares, AGN-agujeros negros, manchas y fulguraciones solares hasta la existencia de la atmósfera terrestre – pues se entiende que Marte no tiene atmósfera por haber perdido su campo magnético). Sin embargo, el origen de estos campos es aún un misterio a resolver. Incluso en la Tierra, se conjetura que el campo magnético (ese que nos orientaba la brújula hasta hace algunas decenas de años) proviene del movimiento de partículas cargadas (plasma) en el interior del núcleo terrestre, pero naturalmente esto es improbable por experimentación. Sin embargo, Magneticum Pathfinder mostró justamente lo mismo: el fenómeno de gas formado de plasma caliente rotando a gran velocidad en el centro de las galaxias o en el interior de cúmulos de galaxias amplifica enormemente la intensidad de campo magnético, es el llamado ‘efecto dínamo’. De manera tal que basta una pequeña cantidad insignificante de campo magnético (o ‘semillas de campo magnético’) para que su amplificación sea exponencial, de varios órdenes de



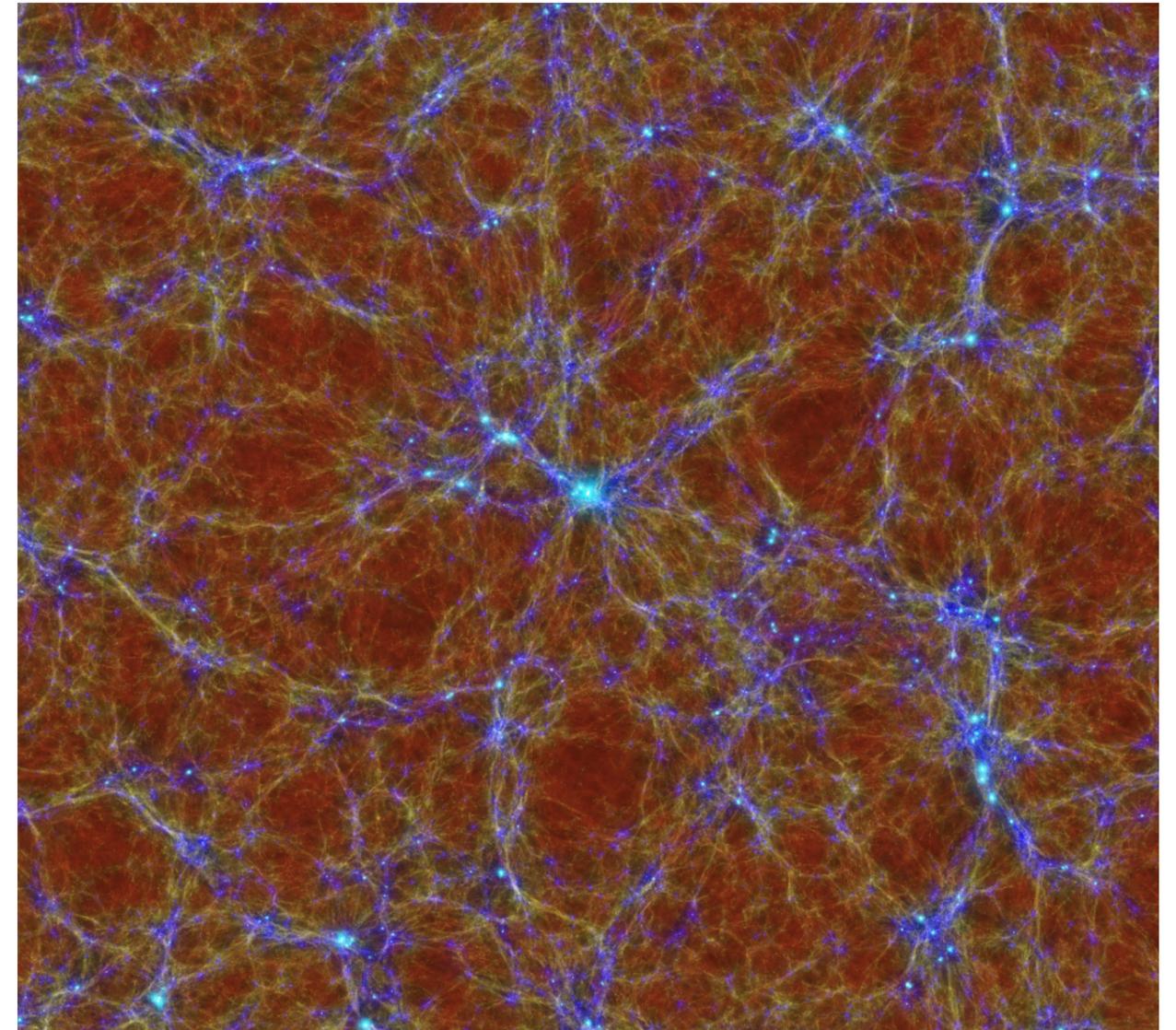
magnitud. Gracias a esto estamos ahora seguros de que dada una pequeña semilla de campo inicial (que aún no sabemos cómo se generaría, pero que en realidad es extremadamente pequeña – podría originarse de ciertas fluctuaciones de materia-) es esperable que plasma caliente moviéndose – ya sea en el centro de la Tierra o de una galaxia - lo amplifique hasta los valores observados hoy en día.

Finalmente, si bien el propósito más grande de esta simulación tiene que ver con campos magnéticos, Magneticum ha también proporcionado información sobre el rol de los agujeros negros supermasivos en el núcleo de las galaxias en la formación estelar y evolución de la galaxia misma: Se observa que estos agujeros negros estarían eyectando el material que da origen a las estrellas fuera de la galaxia, lo cual retardaría la formación estelar y la evolución de la galaxia misma, de manera tal que las galaxias que poseen un agujero negro supermasivo en el centro envejecen más lento.

La imagen a mayor escala de la simulación se encuentra en la figura 3: el entramado cósmico en el que se agrupan los cúmulos de galaxias, los 'filamentos'. Cabe destacar que esta y otras simulaciones han demostrado también que el rol de la materia oscura ha sido fundamental en el ensamblado de galaxias y cúmulos de galaxias en el Universo: se ha probado que si no hubiera materia oscura las galaxias ni siquiera podrían existir, dado que no tendrían la fuerza gravitacional suficiente para mantener a todas sus estrellas unidas, desarmándose rápidamente.

Para terminar, diremos que las simulaciones numéricas cosmológicas se han convertido una herramienta esencial en los últimos 30 años en toda variedad de fenómenos físicos y mecánicos para predecir el comportamiento de ciertos objetos y sistemas (desde la evolución del Universo hasta la velocidad máxima a la que puede volar un avión sin que el rozamiento con el aire empiece a deteriorar seriamente las alas). En astrofísica en particular estas aportan resultados novedosos que permiten entender cómo funcionan ciertos procesos que llevan millones y miles de millones de años en producirse. Además, información proveniente de simulaciones numéricas va a ser de gran utilidad para direccionar la utilización de los próximos telescopios (CTA, SKA, etc.) que necesitan saber exactamente "dónde y qué mirar".

Federico Monti es Licenciado en Física de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y actualmente se encuentra cursando un posgrado en la Universidad París-Saclay, Francia.



**Figura 3: Se puede apreciar que la materia a gran escala (~ 100 Mpc) se agrupa en filamentos (zonas claras de mayor densidad de materia/gas) separados por voids (zonas oscuras de menor densidad).
Créditos: Hirschmann et al. 2014. Simulation code: Gadget-3. Visualization code: Splotch.**

Telescopio para proyección solar con montura Gerrish

Por Ing. Jorge Luis Cabrera



Diagrama del telescopio polar Gerrish.

El método de proyección por ocular es una manera muy segura y cómoda para observar la fotosfera del Sol. Dado que se proyecta sobre una pantalla, puede lograrse una imagen de considerable tamaño facilitando la observación simultánea a varias personas. Obviamente, al no tener que observar el Sol directamente, no existe peligro de dañar nuestros ojos. Igualmente, deberá prestarse mucha atención especialmente en el caso de los niños o incluso adultos imprudentes que pueden querer observar a través del ocular de proyección.

Si bien algunos detalles de la superficie del Sol, como la granulación (flóculos) y las fáculas, se evidencian con menos intensidad, son muy visibles las manchas solares con sus características umbras y penumbras. Además, resulta ideal para los eclipses y los tránsitos.

Normalmente, el método de proyección recurre a telescopios refractores o reflectores newtonianos para proyectar el disco solar sobre una pantalla blanca. A efectos de permitir una mejor visión de la imagen proyectada, es conveniente cubrirla de la luz directa del Sol.

Por esto, teniendo en cuenta que la mejor manera de apreciar la imagen del disco solar se lograría proyectando la imagen dentro de una habitación oscurecida, es que surgió la idea de usar una antigua disposición muy poco empleada y que se conoce como montura Gerrish, apta para observaciones dentro de edificios por poder ubicarse el ocular fijo en un cuarto.

Este tipo de montura tiene un modesto barrido en declinación imposibilitando observaciones cerca del polo celeste y el horizonte, aunque para este uso no presenta inconvenientes ya que el Sol varía a lo largo de todo el año en declinación respecto del ecuador celeste solamente entre $-23^{\circ}27'$ y $+23^{\circ}27'$.



Fotografía de la instalación del telescopio polar Gerrish en el Observatorio de la Universidad de Harvard, aproximadamente del año 1900.

Esta antigua montura, inventada por W. P. Gerrish del staff de Harvard, es del tipo polar por lo que el eje del telescopio es paralelo al eje terrestre, alrededor del cual gira en ascensión recta (AR) el tubo del telescopio con su ocular. Delante del objetivo se coloca un espejo plano inclinado y ajustable en declinación (DEC) que dirige la luz proveniente del objeto celeste hacia el telescopio.

En el diagrama, **A** es la ubicación del ocular, donde cómodamente dentro de una habitación del primer piso se aloja el observador, **B** constituye el tubo principal en cuyo extremo inferior se aloja el objetivo y **D** es el espejo de declinación.

Descripción del prototipo



El telescopio que se observa en la fotografía se elaboró con un telescopio refractor acromático de 60 mm. de objetivo y 700 mm. de focal, alojado concéntricamente dentro de un tubo de PVC que sirve de soporte al espejo y que además puede girar sobre su eje deslizándose sobre las abrazaderas de la montura.

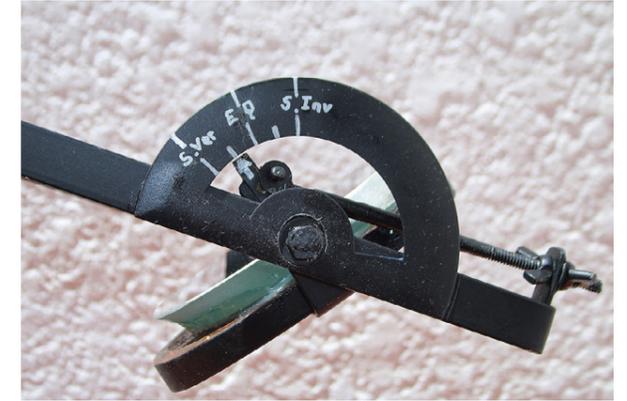
Este tipo de arreglo permite instalar el telescopio en una habitación oscurificada, debiendo solamente exponer al exterior a través de alguna ventana o abertura, un tramo con el espejo pivotante.

Simplemente logrando que el Sol se refleje en el espejo y entre por el objetivo, obtendremos dentro de la habitación la proyección del disco solar sobre una pantalla, permitiendo una imagen de mayor tamaño y alto contraste.

Por otro lado, para seguir el movimiento del Sol durante el día, solo hay que rotar axialmente el eje del tubo del telescopio sobre los patines de las abrazaderas de la montura. Este eje es coincidente con el de ascensión recta o AR en las coordenadas ecuatoriales.



A fin de facilitar el posicionamiento gradué sobre el tubo con una marca larga cuando el espejo se encuentra hacia arriba horizontal indicando la posición del mediodía solar y hacia ambos lados la mañana y tarde con marcas cada hora (cada 15°).



Detalle del sistema ajustable del espejo.

El espejo pivota en declinación o DEC, dado que lo hace perpendicular al eje AR. Durante los equinoccios, el Sol transita por el ecuador celeste, o sea perpendicular al eje terrestre, y por lo tanto el espejo se debe posicionar a 45° respecto del eje polar. En tanto, durante el solsticio de invierno el Sol transcurre 23° 27' más al norte del ecuador y durante el solsticio de verano, igual ángulo al sur. El espejo permite mediante sistema mecánico regular manualmente las diferentes posiciones aproximadas según la época del año.





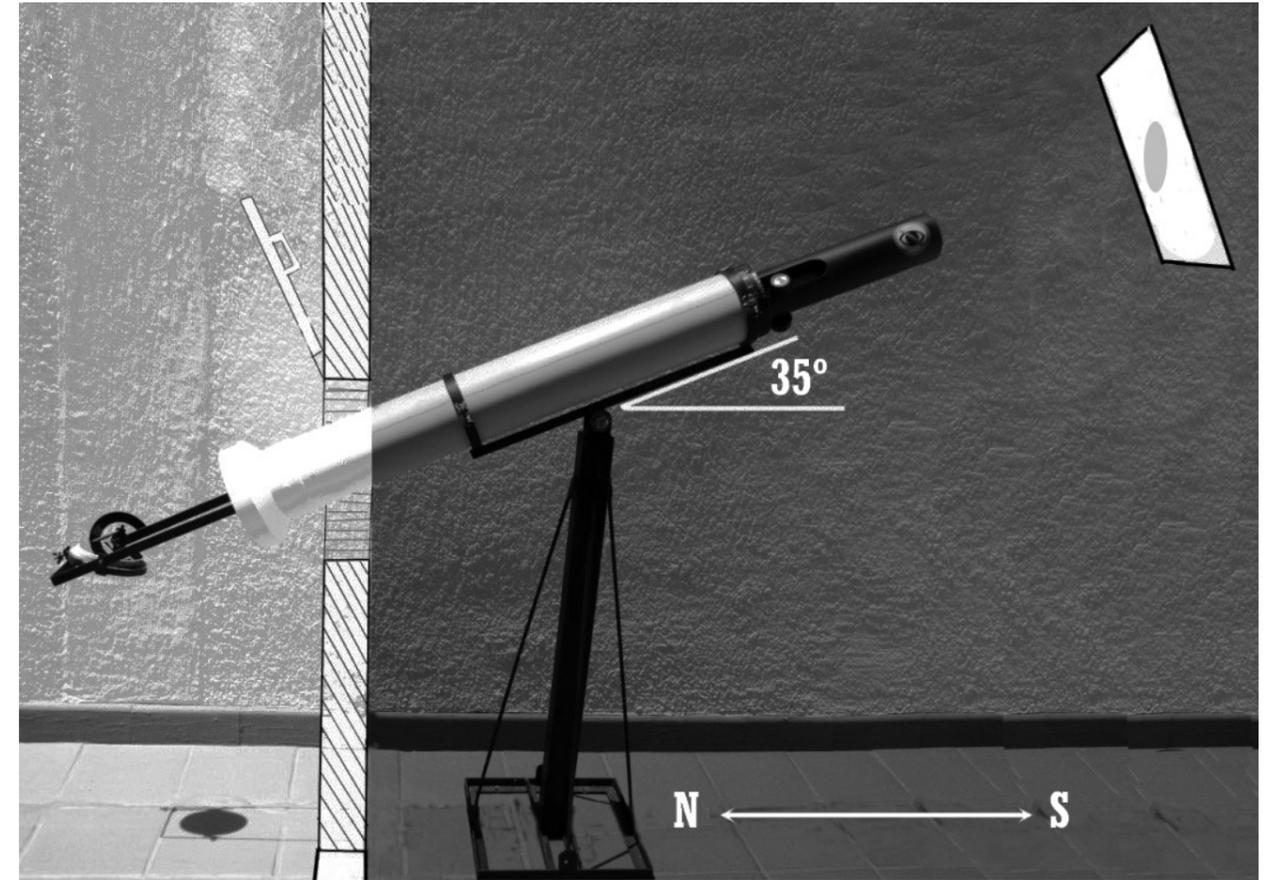
En la fotografía se aprecia una prueba de funcionamiento sin la instalación fija recomendada.

A efectos de optimizar la imagen proyectada de la fotosfera, se regula el foco mediante el enfocador del propio telescopio y no hay necesidad de modificarlo, mientras se mantenga fija la distancia a la pantalla. Además, se ubicó delante del objetivo un filtro amarillo para fotografía, que además de brindar una imagen más cálida, contribuye a disminuir el calentamiento de las ópticas.



Vista del telescopio desmontado con la tapa protectora del ocular y el capuchón que cubre el espejo plano pivotante.

Cabe destacar que permite proyectar sobre una pantalla un campo real de más de dos diámetros solares, por lo que la imagen del Sol recorrerá el campo en más de 4 minutos, permaneciendo visible sin necesidad de rotar el tubo. Este tiempo es el recomendable como máximo para prevenir sobrecalentamientos del telescopio.



Esquema básico de la instalación fija recomendada.

Conclusiones

La apertura de 60 mm resulta suficiente para lograr una imagen contrastada y con un considerable tamaño, logrando apreciarse detalles sobre el disco del Sol.

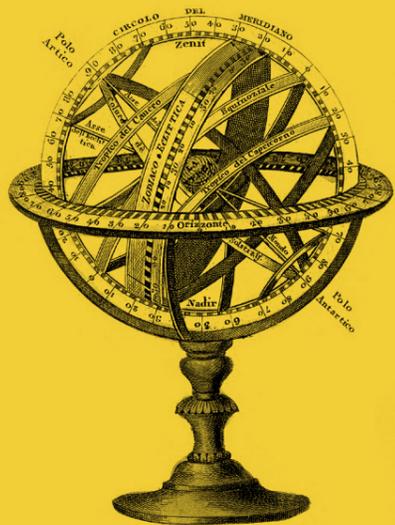
De las pruebas de funcionamiento y a pesar de realizarse en ambiente abierto, el desempeño de este telescopio resultó muy bueno para la observación y estudio del Sol, siendo a su vez muy apropiado para grupos de varias personas.

Esta última cualidad, me decidió a donarlo a nuestra Asociación para su instalación y uso por parte de los socios y visitantes interesados.

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).

¿Dónde estoy? Un intento de calcular mi ubicación en la Tierra usando el Sol y un reloj

Por **Santiago Schroeder**



La idea de este artículo surgió de una charla con un amigo mío de la infancia al que denominaremos Macedonio con el fin de preservar su identidad. Macedonio es Doctor en Física y también da clases en la UNICEN a los alumnos del primer año de la carrera, enseñándoles técnicas de laboratorio y el rol de la incertidumbre en las mediciones al momento de hacer un experimento, ese tipo de cuestiones. La manera usual en la que ese tipo de clases transcurren incluye hacer que los alumnos midan algún objeto mundano, como por ejemplo una mesa, usando una regla que sólo tiene marcados los centímetros; y explicarles cómo propagar el error, etc. Así que a Macedonio se le ocurrió una idea para hacer un poco más interesante la clase para los estudiantes que andar midiendo una mesa; e inventó una historia en la que la clase se encontraba en un avión secuestrado y era luego abandonada en un lugar desconocido, con solamente una cinta métrica y un reloj con la hora del lugar de donde habían partido. Conociendo mi afición, Macedonio me contactó para ver si lo podía ayudar con los detalles astronómicos. La idea me encantó, porque es uno de los ejercicios típicos que podrían aparecer en un examen del curso de Manejo de telescopios 2 que damos con Gabriel Brichetto en la Asociación, así que decidí hacer yo mismo el experimento para ver qué resultados podría obtener.

La idea general del experimento es simple. Necesito medir la altura del Sol (el ángulo entre el Sol y el

horizonte) en el momento en el que cruza el plano meridiano, para poder saber mi latitud; y verificando la hora a la que esto sucede, puedo calcular mi longitud. Pero antes de profundizar en los cálculos, es mejor explicar cómo realizar las mediciones.

No usé ningún instrumental sofisticado como podrá verse. Lo único que hace falta es algún palo vertical -técnicamente llamado un gnomon- para pedir la sombra que arroja. Usé una de esas palas de basura que tienen una manija larga para que uno no tenga que agacharse para recoger la basura. Le puse algunos ladrillos encima para que no se mueva, y con un trocito de ladrillo cada cinco minutos fui haciendo marcas en el piso donde terminaba la sombra del gnomon y anoté la hora en la que hice la primera marca (las 12:55) para poder saber después a qué hora correspondía cada marca. Como el momento en el que el Sol cruza el plano meridiano es cuando se encuentra más alto en el cielo, eso también implica que es el momento del día en el que las sombras son más cortas. Entonces, fijándome qué marca corresponde a la sombra más corta, puedo saber a qué hora el Sol cruzó el meridiano (con un error de cinco minutos), y midiendo el largo de la sombra y la altura del gnomon puedo recurrir a la vieja y querida trigonometría para calcular la altura del Sol. La marca correspondiente a la sombra más corta fue a las **13:35**. En ese momento, el gnomon que medía **91 cm.** de alto, proyectaba una sombra de **52 cm.**

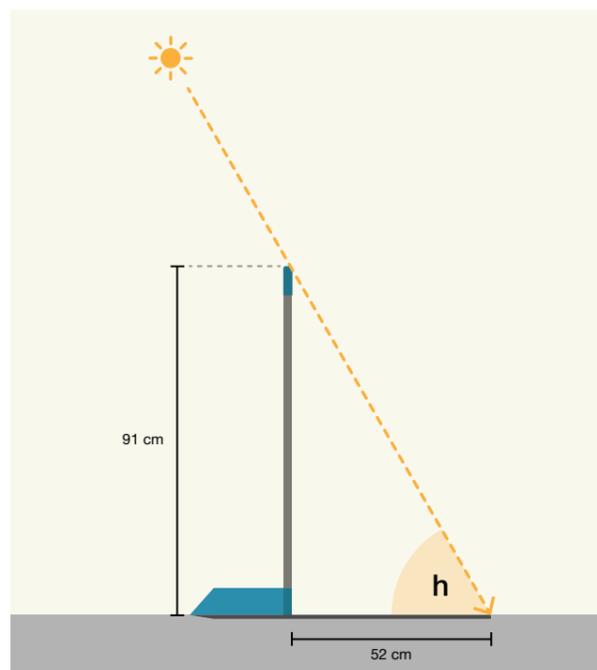


Gráfico 1: Midiendo el mango de la pala (91cm) y la sombra que proyecta (52 cm) podemos calcular el ángulo entre el Sol y el horizonte (h) usando la función tangente. $\tan(h) = 91 \text{ cm.} / 52 \text{ cm.}$

Como puede verse en el gráfico 1, el gnomon, la sombra que proyecta y los rayos del Sol forman un triángulo rectángulo, en el que el ángulo **h** es igual a la altura del Sol. Para calcular el valor del ángulo **h** puedo usar la función **tangente**, donde el gnomon (que mide 91 cm.) es el lado opuesto a h, y la sombra (que mide 52 cm.) es el lado adyacente. El cálculo es el siguiente:

$$\begin{aligned} \tan(h) &= 91 \text{ cm.} / 52 \text{ cm.} \\ \tan(h) &= 1,75 \\ h &= \tan^{-1}(1,75) \\ h &= 60,255\dots \end{aligned}$$

La altura del Sol cuando cruzaba el meridiano (a las 13:35) era de aproximadamente **60° 15'**. Con estos datos, ahora sí, puedo empezar a averiguar dónde estoy.

Latitud.

Para poder saber mi latitud, necesitaba que el Sol estuviera cruzando el meridiano porque de esa manera el Sol, el eje de rotación de la Tierra y los polos celestes se encuentran todos contenidos en el mismo plano, y de esa manera los cálculos se vuelven mucho más sencillos, es simplemente una cuestión de sumar y restar ángulos.

El quid de la cuestión para averiguar la latitud es averiguar la altura del polo celeste, puesto que ambos valores son iguales. Por suerte, tengo la altura del Sol para ayudarme. Si sé la declinación del Sol (el ángulo entre el Sol y el ecuador celeste, marcado como **δ** en el gráfico 2) en ese momento, puedo calcular la altura del punto donde el ecuador celeste interseca al plano meridiano (marcada como **β**) restando la declinación del Sol (**δ**) a la altura del Sol (**h**); y sabiendo la altura del ecuador celeste puedo calcular la altura del polo celeste (marcada como **φ'**), puesto que es el ángulo

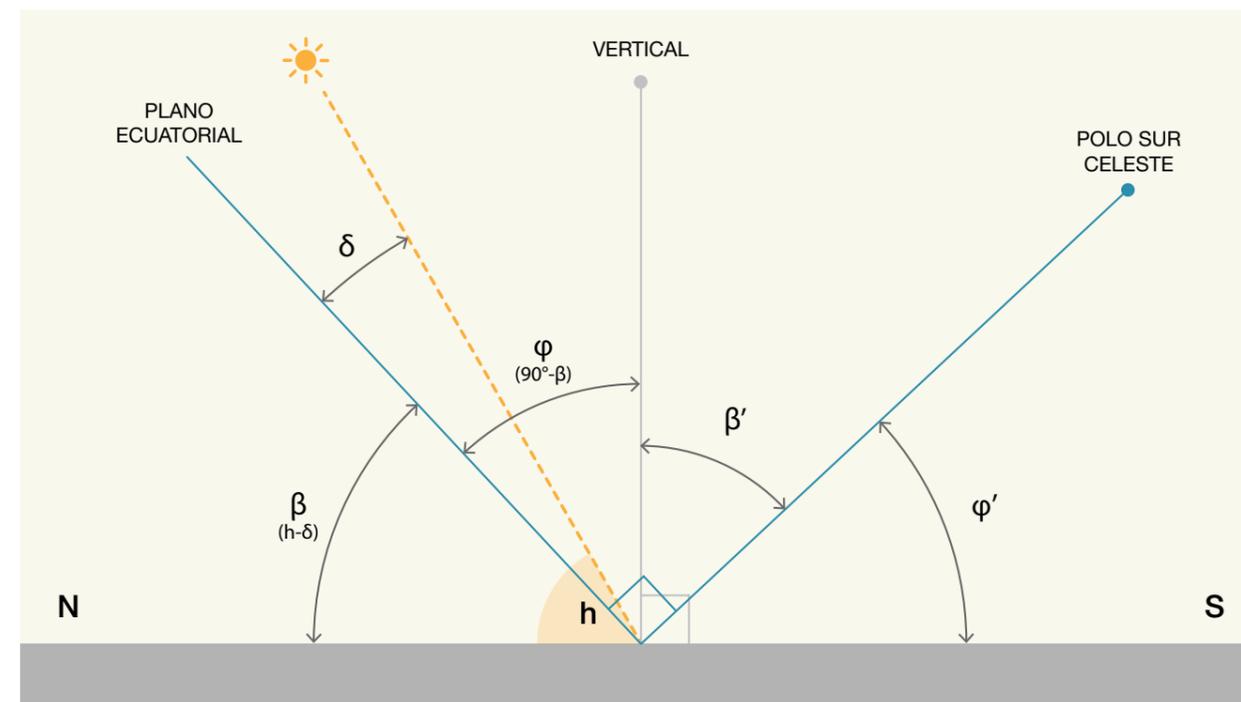


Gráfico 2: Sabiendo la altura (h) y la declinación (δ) del Sol puede calcularse la altura del ecuador celeste ($\beta = h - \delta$). Una vez que sabemos el ángulo entre el ecuador y el horizonte también podemos calcular el ángulo entre el ecuador y la vertical del lugar (φ), puesto que ambos son complementarios. Sumando y restando ángulos a 90° podemos ver que β y β' son iguales entre sí, y que también lo son φ y φ' .

complementario a **β** en el ángulo recto que forman el plano del horizonte y la vertical del lugar. Puede verse en el gráfico 2 que el horizonte y la vertical forman un ángulo recto, y lo mismo sucede con el ecuador celeste y eje del mundo (que apunta al polo celeste). De modo que los ángulos **β** y **φ** suman 90°, y también lo hacen **φ** y **β'**; y **β'** y **φ'**. Eso significa que **β** y **β'** son iguales entre sí, y también lo son **φ** y **φ'**.

La declinación del Sol puede obtenerse de tablas si quisiéramos ceñirnos a la vieja escuela, pero yo opté por un método más actual y directamente me fijé en Stellarium que el día que hice el experimento (el 11 de febrero de 2020) la declinación del Sol era -14° 02'. Eso significa que el ecuador celeste está casi 14° al norte del Sol, y la altura de ese punto es 46° 13' (60° 15' - 14° 02'). Y con eso, puedo calcular mi latitud restando 90° - 46° 13', obteniendo **43° 47' S**.

Longitud.

Averiguar la longitud no es tan sencillo como medir un ángulo, como hice con la latitud. La Tierra rota y todos los objetos salen, cruzan el meridiano y se ponen, y eso hace imposible saber dónde estoy con solamente mirar a las estrellas. Pero si tengo un reloj con la hora de un lugar cuya longitud conozco, puedo calcular mi longitud si mido la diferencia de tiempo entre el momento en el que el Sol cruza el meridiano (el mediodía solar) en el lugar que uso como referencia (marcado como **A** en el gráfico 3) y el momento en el que el Sol cruza el meridiano en donde yo estoy (marcado como **B**). Esa diferencia de tiempo se debe únicamente a la rotación de la Tierra, y como la Tierra gira 360° en casi 24 horas, puedo estimar que gira 15° en 1 hora, de manera que la diferencia de tiempo que medí entre ambos mediodías solares puede traducirse a una diferencia de longitudes entre ambos lugares (el ángulo marcado como λ).

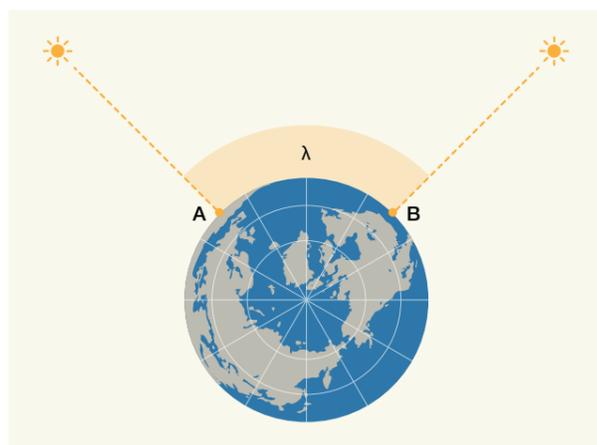


Gráfico 3: El tiempo que tarda el Sol en cruzar el meridiano en dos lugares distintos depende de la diferencia entre ambas longitudes (λ).

Pero antes, hay una pequeña consideración a tener en cuenta. La hora que nos marca el reloj (llamada "hora legal") no se corresponde exactamente con la hora que marca la posición del Sol, por ejemplo, en un reloj solar (llamada "hora solar"). Debido a que la órbita de la Tierra es una elipse y a la oblicuidad de la eclíptica, el Sol no se mueve a través del cielo a una velocidad constante, a veces "se atrasa" y a veces "se adelanta". Para corregir estas irregularidades, creamos un Sol abstracto, al que llamamos "sol medio" y que es el que se usa como referencia para la hora legal. La diferencia de tiempo entre el sol verdadero y el sol medio se la llama "ecuación de tiempo" y varía a lo largo del año, pero puede calcularse para cualquier fecha determinada. No voy a profundizar en los detalles de estos cálculos porque exceden el alcance de esta nota, pero varios observatorios los realizan y pueden consultarse online. Para el día de mis observaciones (11/02/2020) el sol verdadero estaba retrasado 14 minutos y 12 segundos, así que si por ejemplo yo quisiera saber qué hora es (la hora legal) usando un reloj de sol, tendría que sumarle 14 minutos y 12 segundos al valor que el reloj de sol me dé. Esto es importante puesto que estoy usando tiempo solar cuando mido que el Sol cruza el meridiano, y luego uso la hora legal cuando me fijo a qué hora sucedió, y esa diferencia debe ser tenida en cuenta.

De acuerdo a mi reloj, el Sol cruzó el meridiano a las 13:35. Esa es la hora legal de Argentina, que adopta el huso horario GMT-3. Si yo estuviese en Greenwich, donde la longitud es 0° , ese mismo instante corresponde a las 16:35 GMT. Usando la ecuación de tiempo podemos calcular que el mediodía solar en Greenwich fue a las 12:14 GMT (sumé los 14 minutos de diferencia a la hora solar), y con ese dato puedo calcular que la diferencia de tiempo entre ambos mediodías solares es

de **4 horas y 21 minutos**. Si multiplico ese valor por 15, obtendremos la diferencia de longitudes en grados, que es igual a $65^\circ 15'$. Como el mediodía solar en donde yo estoy fue después que en Greenwich, eso quiere decir que estoy ubicado al oeste de Greenwich; y como la longitud de Greenwich es 0° , puedo concluir que mi longitud es **$65^\circ 15' O$** .

¿Cómo me fue?

Después de algunos cálculos, obtuve las coordenadas de mi ubicación: **$43^\circ 47' S$ y $65^\circ 15' O$** . ¿Qué tan cerca es eso de mi ubicación real? Bueno, bastante. Mi ubicación real es **$42^\circ 47' S$ y $65^\circ 01' O$** , así que arrimé bastante el bochín. Si mido la distancia entre ambos puntos en un mapa, el error es de unos **112 km.**, y considerando que la circunferencia terrestre es de unos 40.000 km., diría que es un resultado bastante preciso para las herramientas que usé.

Profundizando un poco en los resultados, puede verse que la latitud calculada es bastante menos precisa que la longitud. No estoy del todo seguro de dónde sale esta diferencia, pero estimo que las mediciones usando un reloj, aún con un margen de error de 5 minutos, entregan más precisión que las sombras proyectadas y las marcas de ladrillo en el piso. Pero de todos modos, igual me impresiona la precisión que puede obtenerse usando un método tan rudimentario.



Sofisticado instrumento de medición astronómica.

Santiago Schroeder es diseñador gráfico (UBA) y socio de la AAAA desde 2015. Aficionado a la astronomía desde pequeño (es un decir), creció en Puerto Madryn donde conoció la inmensidad del cielo patagónico y las innumerables estrellas. Actualmente es docente del curso online "Una introducción al universo", del taller de solarigrafías y de Manejo de telescopios 2.

Ojos en los cielos argentinos

Por Sebastián Musso



Argentina tiene una enorme tradición astronómica. Más allá de que sus raíces las podemos remontar a la magnífica pericia que tuvieron muchos pueblos precolombinos de nuestro actual territorio para mirar el cielo, interpretarlo, predecirlo, en un sentido moderno, si buscamos los orígenes de esos hombres y mujeres que hoy alzan su mirada al cielo y hacen del firmamento su profesión, encontramos a Buenaventura Suárez, un monje jesuita que emuló antes que nadie a Galileo por estas tierras. Buenaventura se trasladó a las misiones de los actuales territorios del noreste argentino, sur de Paraguay y sur de Brasil y allí construyó telescopios en cañas de tacuara, con lentes pulidas a partir de cristales de las Minas de Wanda. Ese primer observatorio, en lo que hoy son las afueras de la ciudad de Posadas, será el primer ojo del país, cuando ni siquiera era tal.

Luego se apuntarían algunos telescopios desde el barrio de Montserrat, en Buenos Aires y desde otros lugares de Argentina. Universidades, escuelas, asociaciones civiles, y entre ellas muy especialmente las entidades de aficionados a la astronomía llenarían nuestras ciudades de cúpulas y los cielos de miradas curiosas, pero eso es para otro artículo.

Hoy me gustaría hacer un viaje con Ustedes (virtual como casi todo en estos tiempos) por los observatorios profesionales de nuestro país. Comenzaremos por el primero en orden cronológico...

Observatorio Astronómico de Córdoba:

El Observatorio Nacional Argentino, como se llamó en un principio, fue fundado en la ciudad de Córdoba, el 24 de octubre de 1871, por iniciativa del entonces presidente Domingo F. Sarmiento y las gestiones de su Ministro Nicolás Avellaneda. Como primer director de esta institución fue designado el astrónomo norteamericano Dr. Benjamin A. Gould. Gould no sólo



Telescopio Ecuatorial. Telescopio refractor con montura ecuatorial fabricada por Warner & Swasey. Este instrumento se empleó primeramente con un objetivo fotográfico. El «Ecuatorial», ubicado en la cúpula noreste del edificio, hoy es empleado para la atención al público. Foto: Observatorio Nacional de Córdoba.

se desempeñó como director del observatorio entre 1871 y 1885 sino que fue reconocido mundialmente por sus aportes sobre el no muy conocido por entonces cielo de nuestro hemisferio. Fue un pionero en varios aspectos, entre ellos el uso de la fotografía en astronomía, dos disciplinas que no pueden pensarse separadas hoy, al menos no la segunda sin la primera. Durante la construcción del primer edificio ubicado en "Los Altos" (hoy "Barrio Observatorio") se dedicaron a la determinación de la posición y brillo de todas las estrellas visibles a simple vista. Esta obra a la que se denominó Uranometría Argentina vio la luz en 1877 y constituye un

importantísimo catálogo del firmamento austral. Fueron más de un millón de observaciones, las que formaron los famosos catálogos de Zona y el Gran Catálogo Argentino. En forma simultánea con el “Gran Ecuatorial”, telescopio refractor de 28 cm de diámetro, se llevó a cabo el primer trabajo fotográfico sistemático y a gran escala de la historia de la astronomía, denominado “Fotografías Cordobesas”, publicado en 1896.

Luego de 1885, y bajo la dirección del Dr. John Thome, quien había sido asistente de Gould, se sigue produciendo material, entre ellos el Córdoba Durchmusterung, famoso catálogo al que aún se hace referencia para nominar estrellas, la Carte du Ciel y el Catálogo Astrográfico, proyecto internacional para el registro fotográfico de todo el cielo.

En 1909 el Dr. Charles Dillon Perrine, moderniza la institución orientando sus estudios a la astrofísica. Se inicia la escuela de óptica, se construye un gran reflector de 76 centímetros de diámetro. También se da comienzo a la construcción de un telescopio reflector gigante, de 1,5 metros de apertura, que pone a la institución a la vanguardia en instrumental astronómico. Éste no llegaría a instalarse en la Estación Astrofísica de Bosque Alegre hasta la dirección del Dr. Enrique Gaviola, pero esa es historia de otro de los grandes observatorios de nuestro país.

Estación Astrofísica de Bosque Alegre:

La Estación Astrofísica de Bosque Alegre (EABA) pertenece al Observatorio Astronómico de Córdoba y la encontramos en un predio de 15 hectáreas ubicado a 50 kilómetros de la capital de la provincia (por la ruta provincial nro. 5). La conocí en 1999, cuando viajé con un grupo de alumnos de mis Cursos de Astronomía General, desde Mar del Plata. Llegar allí es un poco mágico, el último tramo, un camino empinado y de tierra necesita de varios giros para “gambetear” a los árboles



Foto: Estación Astrofísica de Bosque Alegre (EABA).

y llegar, por fin, a una cúpula de piedra que alberga al telescopio principal, a unos 1.350 metros sobre el nivel del mar. Con muchos pinos, el paisaje fue armado de exprofeso para proteger al observatorio, esos árboles gigantes ablandan las diferencias de temperatura haciendo el entorno más favorable para la astronomía.

La Estación Astrofísica de Bosque Alegre fue inaugurada en el año 1942 aunque su cúpula fue construida allá por 1928, sólida, de 20 metros de ancho por 25 de alto, tiene una sala de observación a un lado del instrumento y talleres para mantenimiento eléctrico y mecánico.

En lo que respecta al telescopio reflector, fue fabricado por la compañía “Warner & Swasey”. Su espejo parabólico de 154 centímetros de diámetro, fue diseñado en Pittsburgh (EE. UU.) en 1939. Fue un gran telescopio para la época, aunque hoy los grandes proyectos del mundo lo hayan superado con creces. Fue la oportunidad para “mirar más lejos”, mirar mejor, posar nuestros ojos y nuestra imaginación en el Universo a gran escala, más allá de los límites de nuestra galaxia, un precioso juguete de 7 metros y casi 30 toneladas que hoy modernizado sigue sirviendo como útil herramienta de investigación para muchos astrónomos de nuestro país.



Observatorio Pierre Auger. Foto del autor.

Observatorio Pierre Auger:

Malargüe, una pequeña ciudad de poco más de 30.000 habitantes, ubicada a 421 kilómetros de la ciudad de Mendoza y bastante más cerca de Chile (a 250 km de la ciudad de Linares en ese país) podría conocerse por muchas cosas: como una de las zonas con más concentración de volcanes del mundo en la extraordinaria reserva natural de la Payunia, por sus yacimientos paleontológicos o por ser ese sitio donde conviven trabajadores del petróleo con turistas que hacen base allí para esquiar en las cercanas pistas de Las Leñas. Todo eso es verdad, pero de un tiempo a esta parte, para quienes los misterios del cosmos son una atracción cotidiana, la ciudad se nos ofrece como una especie de capital de la astronomía en Argentina.

Y es que en esa ciudad encontramos un planetario digital (de hecho, el primero del país), el principal observatorio de rayos cósmicos del mundo y, a pocos kilómetros,

una de las tres antenas más potentes de la Tierra para escuchar a esas muchas naves robots que hemos enviado al espacio como corresponsales de nuestra sed de conocimientos.

El Observatorio Pierre Auger es un consorcio de 18 países, que reúne más de 500 científicos de alrededor de 100 instituciones. ¿Su objetivo? Detectar rayos cósmicos, partículas que provienen (hasta donde se sabe) de fuera de la galaxia y que al llegar a la Tierra y golpear a las partículas de nuestra atmósfera, generan un efecto de cascada que es el que se observa con los detectores de superficie.

Los rayos cósmicos que estudia el Pierre Auger vienen con una enorme energía, 57 teraelectrovoltios, algo así como la energía de una pelota en el saque de Juan Martín del Potro “concentrada” en una partícula subatómica, que encima, viene frenándose desde muy muy lejos. No son demasiado abundantes, sólo unos

tres o cuatro por siglo impactan en cada kilómetro cuadrado de la atmósfera terrestre haciendo muy difícil su detección. Por eso, en vez de poner un detector y esperar todo ese tiempo, se pusieron 1.600 tanques detectores de partículas, conectados por un sistema de comunicaciones en una superficie de 3.000 km², 4 edificios con 24 telescopios de fluorescencia en total complementan el equipamiento.

Cada uno de los 1.600 tanques contiene una bolsa de polietileno, fabricada por estudiantes de Malargüe, con las especificaciones de los científicos de la Universidad de Colorado (Estados Unidos), con 12.000 litros de agua ultra pura en la que la partícula deja su rastro. Los tanques en sí miden aproximadamente 3,5 m de diámetro y más de un metro y medio de alto. Se encuentran emplazados a 1,5 km de distancia entre ellos, formando una red que cubre los 3.000 km². Una celda unitaria contiene los detectores, y cada detector posee fotomultiplicadores en su parte superior, un panel solar y plaquetas electrónicas de adquisición de datos y de comunicaciones, que registran y transmiten la intensidad de la radiación producida por la lluvia al atravesar el detector transparente constituido de agua pura.

Hoy, luego de casi 10 años de su inauguración oficial, se siguen sumando instrumentos complementarios al proyecto. Junto a cada uno de los edificios de fluorescencia (Los Leones, Coihueco, Los Morados y Loma Amarilla) se encuentra instalado el Telescopio LIDAR (Light Detection and Ranging). La finalidad de este instrumento es medir la opacidad de la atmósfera debido a la presencia de aerosoles (partículas como hielo, polvo, humo, etc.) o cobertura de delgadas capas

de nubes en los estratos superiores de la atmósfera. El LIDAR se encuentra barriendo el cielo nocturno, siguiendo una rutina, hasta que se produce un evento cósmico. En cuanto esto ocurre, se dispara el láser hacia la dirección de donde proviene la cascada cósmica para medir la opacidad de la atmósfera en esa región del cielo, lo que ayuda a reconstruir la "cascada de partículas" para determinar el evento que le dio origen y su eventual ubicación.

Instituto Argentino de Radioastronomía:

En 1958 se instala un interferómetro solar en 86 MHz en la Universidad de Buenos Aires y se crea la Comisión de Astrofísica y Radioastronomía de Argentina, son las piedras angulares donde se funda esta rama de la investigación científica en nuestro país. No faltaría mucho para que finalmente en 1963, en un predio del Parque Pereyra Iraola (a 20 kilómetros de la ciudad de La Plata) se fundara el Instituto Argentino de Radioastronomía.

Hoy allí hay dos antenas de 30 metros cada una, trabajando en la frecuencia de 1420 MHz, los 21 centímetros de longitud de onda, que corresponden al hidrógeno neutro, el elemento más abundante del Universo. Es un instituto de investigación, dependiente del CONICET, donde se trabaja en astrofísica en temas como estrellas masivas y medio interestelar. También hay una importante área de transferencia tecnológica, sea esta al sector privado como a otros proyectos de la ciencia estatal. En este último sentido, el IAR estuvo involucrado en el desarrollo y construcción de las antenas de transmisión y recepción de datos para el satélite argentino SAC-D/Aquarius, la antena para

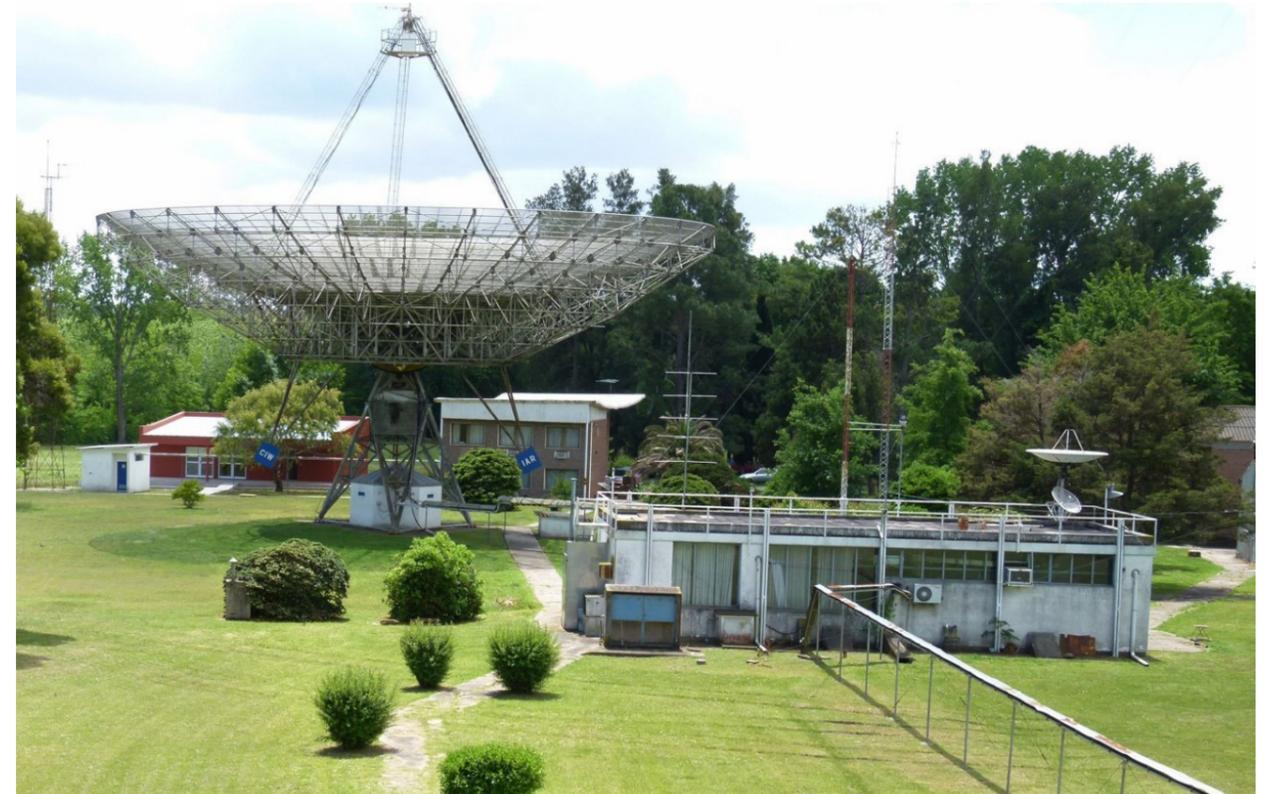


Foto: Instituto Argentino de Radioastronomía.

nuestros satélites SAOCOM, y actualmente se encuentra desarrollando unas cámaras para la nueva generación de satélites de observación terrestre de Argentina: los SABIAMAR (Satélite Argentino Brasileño para Información del Mar).

Llegar al IAR es abrirse paso entre frondosos árboles, muchos de los cuales fueron plantados por Leonardo Pereyra y su primo, Martín Iraola cuando esos terrenos aún eran parte de la estancia familiar. Es asombrarse al ver la primera antena, que aún tiene el contrapeso con la sigla CIW, de la Carnegie Institution of Washington que donó parte del instrumental inicial. Es acercarse al edificio de control donde una placa recuerda al proyecto META II de búsqueda extraterrestre y donde aparece el nombre de Carl Sagan. Es uno de los pocos observatorios de radioastronomía que hay en Sudamérica y ha intervenido en el concurso de los grandes proyectos

internacionales de este tipo, como por ejemplo SKA (Square Kilometre Array) que finalmente se construirá en Sudáfrica y Australia.

En una de mis últimas visitas a La Plata, me acerqué (como siempre) al Instituto Argentino de Radioastronomía, en el Parque Pereyra. En esa oportunidad, al salir de allí, en vez de volver a la ciudad intenté probar suerte para conocer un nuevo observatorio de nuestro país. Inmediatamente luego de presentarme en la entrada, un miembro del equipo de difusión me estaba llevando a una interesantísima visita de más de dos horas por todo el predio, viendo cada uno de los instrumentos que configuran el AGGO – Argentinean-German Geodetic Observatory.

El Observatorio Argentino-Alemán de Geodesia (AGGO por sus siglas en inglés):

Surge de una iniciativa conjunta del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de la Argentina y de la Agencia Federal de Cartografía y Geodesia (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie de Alemania. AGGO es uno de los observatorios geodésicos más completos del mundo por muchos aspectos como son la tecnología involucrada y la diversidad de instrumentos que hay allí emplazados. También es importante por su ubicación, siendo parte del Sistema Geodésico de Observación Global (GGOS) de la Asociación Internacional de Geodesia.

Este observatorio del que no muchos saben, cuenta con siete instrumentos importantes que trabajan recabando datos de diferentes fuentes para conseguir resultados asombrosos. ¿Cómo cuáles? Poder medir un movimiento

de un par de centímetros en la placa geológica donde estamos ubicados. Una medida tan insignificante a escala continental es lo que es capaz de determinar un observatorio de primerísima tecnología que, desde luego, no tiene problemas en estimar los metros que se hunde el suelo en cada crecida del Río de la Plata o es capaz de alertar a los técnicos de Alemania cuando un grupo de escolares entran juntos a la sala de gravimetría.

Pero lo que llama la atención, aún desde fuera del predio, es su interferómetro de base muy larga, o lo que es igual, una antena gigante. Esta antena apunta a objetos astronómicos muy lejanos, quásares, que se encuentran entre 3 y 13 mil millones de años luz de distancia de nosotros. Cuando dos o más antenas de estas ubicadas en diferentes puntos de la Tierra se coordinan para observar uno de estos objetos, pueden triangular y determinar parámetros de rotación de la Tierra con extrema precisión.



Foto: AGGO - Observatorio Argentino-Alemán de Geodesia.



Foto: Turismo La Plata.

Si alguien que visita un observatorio se siente defraudado al no encontrar la típica cúpula con un telescopio adentro, entonces se irá de este muy tranquilo porque también la tiene. Es un telescopio particular que emite un pulso láser a un satélite y recibe "su rebote". Pueden hacerlo con satélites que se encuentren a 300 km sobre la superficie (poco menos que la Estación Espacial Internacional o satélites geoestacionarios que están a 36.000 km de altura.

La sala de Gravimetría mide, el campo gravitacional de nuestro planeta, algo que varía en función de la densidad de la materia, las variaciones de la presión del aire y las mareas. También hay relojes muy precisos. Las técnicas geodésicas de los instrumentos que conforman este observatorio requieren una medición del tiempo muy exacta. Por eso AGGO tiene dos tipos de relojes atómicos que dan la hora más precisa de nuestro país, a tal punto, que en breve comenzará a dar este servicio, es decir, la Hora Oficial Argentina.

Observatorio Astronómico La Plata:

Dardo Rocha, el gobernador de la provincia de Buenos Aires entre 1881 y 1884, fue el fundador de muchas ciudades, desde luego La Plata, pero también de Necochea, Pehuajó, Tres Arroyos y Coronel Vidal, incluso fantaseó que de haber conocido antes a Mar del Plata (mi ciudad), la hubiera convertido en la capital de la provincia.

Eso no pasó y la capital de la provincia de Buenos Aires, desde el 19 de noviembre de 1882 cuando se puso su piedra fundamental, es La Plata, una ciudad bellísima de una arquitectura impactante que se recorta entre los tonos lilas de los jacarandás que "cierran" como techos esas diagonales esquivas para la orientación de los extraños. Fue en 1889, en la Feria Universal de París (donde se inauguró la Torre Eiffel, celebrando los cien años de la Revolución Francesa) que la ciudad de La Plata mostrada con orgullo por el gobierno argentino gana dos medallas: "Mejor realización construida" y "Ciudad del Futuro".

Esa ciudad del futuro iba a ser la ciudad cultural por excelencia. Llena de facultades, también debía tener un Parque Zoológico (por suerte eso está cambiando), un Museo de Ciencias Naturales... y un Observatorio Astronómico. Observatorio que tuvo un papel indispensable en el relevamiento cartográfico de una provincia que aún necesitaba dibujar sus contornos.

El equipamiento llegaría de un fenómeno astronómico, en diciembre de 1882. El tránsito de Venus por delante del Sol generó verdadero interés a nivel mundial. Muchos países de avanzada trayectoria organizaron sus expediciones a Sudamérica donde era mejor la observación y los franceses, entre ellos, eligieron la

ciudad de Bragado, en la provincia de Buenos Aires para mirar en esas condiciones tan especiales el disco solar. Los franceses no pudieron ver nada ya que el día del fenómeno estuvo nublado, los habitantes de Bragado aprendieron un montón de malas palabras en francés y los equipos, como ya había sido gestionado con anterioridad, quedaron en manos argentinas para dotar del equipamiento inicial al Observatorio de La Plata. Es una historia muy bien conocida por cualquier socio de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía que tiene el honor (bien merecido por cierto en base a su extensísima historia) de albergar en la actualidad a dicho telescopio en una de sus cúpulas.



Telescopio Gautier utilizado en la campaña del tránsito de Venus de 1882. Perteneciente al Observatorio de La Plata, se encuentra instalado en la cúpula de la AAAA donde aún sigue en uso, principalmente en las visitas guiadas.

Pero, estamos paseando, así que entremos al Observatorio de La Plata. El predio tiene 6 hectáreas y en él varios edificios, muchos diseñadas por el primer director del Observatorio, Francisco Beuf, se mezclan con construcciones más modernas que van cubriendo las necesidades de una institución en crecimiento.

Entrar al edificio principal es sentirse atraído hacia su biblioteca, donde hoy estudian los futuros astrónomos y astrónomas, y también quienes están en las otras dos carreras que dicta la facultad: geofísica y meteorología. Madera, mucha madera en las bibliotecas de piso a techo, una mesa enorme que no pasa por la puerta (fue construida dentro) donde se desplegaban los gigantescos mapas de estrellas de otras épocas y que alguna vez estuvo iluminada por una lámpara a kerosene, hoy, adaptada a la electricidad. En las cuatro esquinas el techo muestra en forma de frescos los primeros instrumentos del Observatorio. Un lugar inspirador, lleno de magia y también de mucho presente, es la primera escala de nuestra visita.

Por el parque, paseando entre las cúpulas, nos encontramos con el Edificio Meridiano, algunas casillas de madera finamente ornamentadas, edificios con columnas y estatuas de astrónomos de fama mundial. Allá lejos, una cúpula pequeña es el "buscador de cometas", una construcción pequeña con un refractor con silla incorporada a su movimiento, con el que quizás se hayan descubierto los 5 asteroides que la Unión Astronómica Internacional le adjudica a este observatorio.

Debajo de la cúpula del "Gran Ecuatorial Gautier" con el que los viernes se hacen las visitas para todo público, funciona el Museo del Observatorio, un espacio con instrumentos que nos recuerdan cómo era la astronomía a principios del siglo XX. Pero subamos las escaleras, aún queda algo más. El Gran Ecuatorial fue el último instrumento adquirido por este Observatorio y presenta características que durante muchos años lo convirtieron en uno de los telescopios más grandes del hemisferio Sur. Tiene un diámetro de 43 cm y una distancia focal de 9,06 metros. Todo el sistema de lentes está colocado en un tubo de hierro y bronce balanceado con un sistema de contrapesos en una montura que pesa en conjunto unos 3.000 kilogramos.



Observatorio LLAMA:

El proyecto LLAMA (acrónimo de Large Latin American Millimeter Array) es un emprendimiento científico y tecnológico conjunto de Argentina y Brasil, cuyo objetivo es instalar y operar un instrumento capaz de realizar observaciones astronómicas en longitudes de onda milimétricas y submilimétricas. El proyecto es financiado por la Secretaría de Articulación Científico-Tecnológica del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT) de Argentina y la Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) de Brasil. Será operado por el Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR-CONICET-CIC) y la Universidad de San Pablo (USP), en nombre de Argentina y Brasil, respectivamente.

El radiotelescopio estará ubicado en la Puna de Atacama, en la parte noroeste de Argentina, en un sitio conocido como Alto Chorrillos, a 4.820 metros sobre el nivel del mar (msnm) y a unos 180 km al sudeste de ALMA (Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array). El observatorio se encontrará emplazado a unos 20 km, en línea recta, del pueblo de San Antonio de los Cobres donde se encuentran ya las oficinas y el Centro de Operaciones.

El radiotelescopio estará equipado con receptores similares a los de ALMA que cubrirán el rango de frecuencias desde 35 GHz hasta poco más de 1 THz (longitudes de onda milimétricas y submilimétricas). Es una antena de 12 metros de diámetro construida en Alemania. Aunque inicialmente el instrumento funcionará principalmente como un telescopio individual, se utilizará como parte de una extensa red de interferometría de base muy larga (VLBI). Dicha red puede incluir el telescopio del Atacama Large Millimeter/submillimeter

Array (ALMA), el Atacama Pathfinder Experiment (APEX) y el Atacama Submillimeter Telescope (ASTE). De esta manera, será posible un incremento en la resolución angular, de al menos un 10%, con respecto a la existente en ALMA. Quizás hasta pueda formar parte en algún momento del Event Horizon Telescope (EHT) y otras redes milimétricas.

Estación Astronómica de Río Grande:

Así vamos, de norte a sur, de punta a punta de Argentina, buscando, visitando virtualmente nuestros ojos más potentes y nuestros instrumentos más precisos. La Estación Astronómica inició sus actividades en 1979. Se dedica principalmente al monitoreo de la Rotación de la Tierra y el movimiento del Polo y, desde luego, como uno de los "ojos más australes" del mundo, al mejoramiento de los catálogos estelares en el Hemisferio Sur. Trabaja hace más de treinta años en geodesia satelital y en sismología para lo que cuenta con una estación sismológica en La Despedida, a 40 km al oeste de Río Grande, otra en Termas del Río Valdez y una tercera en Bahía El Torito (Lago Fagnano).



Foto: Estación Astronómica de Río Grande.



Foto: CASLEO.

Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO):

El CASLEO fue creado formalmente en mayo de 1983 como un Centro Nacional de Servicios para la Comunidad Astronómica dependiente del CONICET y de las Universidades Nacionales de La Plata, Córdoba y San Juan, los tres sitios de nuestro país donde se forman los futuros astrónomos y astrónomas de Argentina. El Observatorio tiene más de 250 noches observables al año, casi sin viento, y con una atmósfera que en general es diáfana y exenta de contaminación. A unos 40 kilómetros de la localidad de Barreal y a 2.552 msnm el sitio se declaró Parque Nacional El Leoncito en 2002 y es una antigua cuenca lacustre.

Su telescopio principal es el Jorge Sahade, montado desde octubre de 1984 hasta mediados de 1986. Es un telescopio reflector de 215 metros de diámetro (el

espejo principal) y 65 centímetros el secundario. Es bastante similar en características ópticas al Telescopio Espacial Hubble sólo que este último tiene la ventaja de estar "sobre" la atmósfera terrestre en órbita a unos aproximadamente 400 kilómetros de la superficie.

El CASLEO tiene visitas diurnas como casi todos los observatorios del mundo. Cualquiera puede visitar el predio, el telescopio, la sala de control del mismo, la de mantenimiento del equipo, incluso, hasta poder ver los otros instrumentos que dispone, pero el observatorio ofrece algo que muy pocos dan: la posibilidad de hacer visitas nocturnas. En ciertas noches de cada mes el observatorio puede recibir un número limitado de visitantes nocturnos en sus instalaciones de la montaña. Se puede comer allí, alojarse, y observar con un guía designado y un telescopio de 35 cm de diámetro uno de los mejores cielos de nuestro país.

Radiotelescopio Chino-Argentino (CART):

En tratativas desde 2015, la instalación del radiotelescopio Chino-Argentino es cada día una realidad más concreta. Dos países que se toman muy en serio esta rama de la ciencia, uno es Argentina, con tres antenas funcionando (las dos del IAR y el radiotelescopio de AGGO) y otra en fase de instalación (LLAMA) y el otro socio, China, nación dueña del radiotelescopio más grande del mundo, un plato de 500 metros de diámetro inaugurado en septiembre de 2016.

El CART tendrá 40 metros de diámetro y estará emplazado en el Parque Nacional El Leoncito, convirtiéndose en un nuevo vecino astronómico del CASLEO y del Félix Aguilar. Para lograrlo la provincia de San Juan se compromete a realizar el camino de acceso, nivelación de terreno, compactación y excavación, además de brindar los servicios necesarios de internet y energía eléctrica, con un presupuesto total estimado de 100 millones de pesos, mientras que la Nación aportará fondos por un monto estimado de 24 millones de pesos. Por su parte, China lleva adelante la fabricación y armado del instrumento, con un costo total de 240 millones de pesos. En el nuevo observatorio trabajarán 15 científicos, técnicos e ingenieros locales.

La instalación de CART en la Argentina contribuirá a mejorar la cobertura global de la red de radiotelescopios y, consecuentemente, la determinación de los parámetros astro-geodésicos en nuestro hemisferio y, en especial, en la Argentina. Así que se sumará a los esfuerzos de AGGO para determinar cada vez con más precisión la

posición de la Tierra en su órbita y así la órbita y posición de los satélites que nos brindan cada día más servicios a nuestra vida cotidiana.

Eso es geodesia, pero en astronomía será extremadamente útil también, para el beneficio de los astrónomos chinos (que les interesa estudiar el hemisferio sur) y argentinos. En particular, en la franja de 31 a 45 GHz (bandas Ka y Q), estaría operando en la llamada Banda 1 del radiotelescopio LLAMA que Argentina y Brasil están instalando en la Puna Salteña, con la particularidad de ofrecer una resolución angular 3 veces superior a LLAMA (por ser una antena más grande) y, lo que es mejor aún, abriendo la excelente posibilidad de hacer interferometría entre Salta y San Juan, por lo que se convertiría en el mejor recurso astronómico del Hemisferio Sur para investigar en ese rango.

Argentina así crece a diario en radiotelescopios, incluso con el actual proyecto de darles ese uso a dos antenas de observación de cielo profundo que tiene nuestro país en su territorio y de las cuales, el 10% corresponde a uso para nuestros científicos. Estoy hablando de la DS3 de la Agencia Espacial Europea en las afueras de Malargüe (Mendoza) y la Antena de Espacio Profundo de la Agencia Espacial China en Bajada del Agrío (Neuquén).

Observatorio Félix Aguilar:

El Observatorio Astronómico "Félix Aguilar", es un Instituto de investigación dependiente de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan. Tiene a su cargo por convenio el Observatorio



Observatorio Félix Aguilar. Foto: FCEfYN - UNSJ.

Astronómico "Dr. Carlos U. Cesco" ubicado en el Departamento de Calingasta, en la localidad de Barreal a 2.348 metros sobre el nivel del mar. Lleva adelante, también mediante convenio con otros países, importantes programas de observación e investigación. El observatorio lleva el nombre de un astrónomo e ingeniero argentino, que fue director del Observatorio Astronómico de La Plata entre 1919 y 1921 y de 1934 a 1943.

Gemini Sur

Si bien el Jorge Sahade, el telescopio principal del Complejo Astronómico El Leoncito, es el "mejor ojo" dentro del territorio de nuestro país, Argentina forma parte del Consorcio AURA (Asociación de Universidades para la Investigación de la Astronomía) junto con Estados Unidos, Gran Bretaña, Canadá; Francia, Australia, Chile (por ser el país donde está alojado uno de sus telescopios) y al 2,5% cada uno: Brasil y Argentina.

Concretamente el Observatorio Gemini son dos telescopios gemelos que trabajan en el óptico y en el infrarrojo, de 8,1 metros cada uno, ubicados en ambos hemisferios de la Tierra, uno en Hawái y el otro en Cerro Pachón (Chile). Ambos están muy bien acompañados,

Gemini Norte, en el volcán Mauna Kea, a 4.213 msnm en Hilo, Hawái, está instalado junto a otros 12 telescopios entre los que encontramos al telescopio Subaru y el Observatorio Keck. Gemini Sur, en Cerro Pachón, a 2.700 msnm, a unos 80 kilómetros de la ciudad de La Serena, Chile (más o menos "a la altura" de San Juan en Argentina) aprovecha algunos recursos que también utiliza el Observatorio SOAR, en la misma montaña, y el Observatorio Interamericano de Cerro Tololo (enfrente).

Si bien el porcentaje de participación es pequeño la tecnología involucrada logra que decenas de astrónomos observacionales de nuestro país accedan a esta herramienta cada año con lo que eso significa. Tener a disposición uno de los mayores observatorios del mundo.



Foto: NOIRLab de NSF (Laboratorio Nacional de Investigación para la Astronomía Óptica-Infrarroja de la NSF).



Foto: UNCiencia.

El polo astronómico salteño:

Al menos seis proyectos astronómicos tendrán su espacio en la provincia de Salta. Uno de ellos, LLAMA, por lo adelantado de su implementación ya lo comentamos, pero no estará sólo. Aquí te presento los observatorios que Argentina, en colaboración con instituciones de otros países, instalará en un futuro cercano.

QUBIC (Q-U Bolometric Interferometer for Cosmology) es un proyecto internacional, que busca estudiar la radiación cósmica de fondo, el "eco" del Big Bang. Lo que busca estudiar concretamente es la presencia de ondas gravitacionales producidas en las primeras etapas del Big Bang, un nuevo paso en el entendimiento del origen y evolución del Universo. El instrumento se iba a instalar en la Antártida (es un tanque, aunque distinto a los del Observatorio Pierre Auger) pero los socios, Francia, Italia, Reino Unido y Estados Unidos, han decidido instalarlo en Alto Chorrillos, en el mismo sitio que estará LLAMA.

Las ondas gravitacionales detectadas por LIGO y VIRGO buscan su parte observacional con un proyecto conjunto entre dos instituciones de Texas (Estados Unidos) y el Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de Córdoba (OAC) unidas en el Cerro Macón, en Salta, a 4.650 msnm, en el proyecto **TOROS (Transient Optical Robotic Observatory of the South)**, por sus siglas en inglés). Es parte de una red de observatorios mundial con el mismo objetivo.

El equipo ya está en el sitio, un telescopio de 0,41 metros, que trabaja en conjunto con el de 1,54 metros de diámetro, ubicado en Bosque Alegre, Córdoba.

Todo el complejo tiene excelentes condiciones para la astronomía, un 93% de las noches del año despejadas y lejos de grandes ciudades que puedan contaminar el lugar. Otro de los proyectos que se instalarán en el mismo espacio, será parte de otra red internacional a la que se suma Argentina: **ISON - International Scientific Optical Network**.

Es un proyecto financiado por la Academia de Ciencias de Rusia. Este país ya envió una cúpula, que ahora se encuentra en el pueblo más cercano al lugar, **Tolar Grande**. Con ISON el objetivo es revisar el cielo cercano, buscar y seguir asteroides cercanos a la Tierra y monitorear la chatarra espacial.

Habrán telescopios de dos tipos, unos pequeños, de 25 centímetros de diámetro, que estarán destinados a estudiar objetos que se desplazan a gran velocidad, como lo es la basura espacial y otros de 60 centímetros de diámetro estudiarán objetos no tan veloces como son los asteroides cercanos a la Tierra.

Compartiendo la logística y las instalaciones (de hecho lo que aporta Argentina a estas iniciativas que están financiadas por países extranjeros) las cosas se hacen más económicas, paneles solares dan energía a toda la plataforma donde se instalarán las cúpulas de los tres proyectos. El tercero, precisamente, es **ABRAS** – un proyecto entre Argentina y Brasil (por eso la sigla). Fruto de un convenio entre el Instituto de Astronomía Teórico y Experimental cordobés y el Instituto de Astronomía, Geodesia y Ciencias de la Atmósfera (USP, Sao Paulo, Brasil). Consiste en la implementación de un telescopio con un espejo de un metro de diámetro y un detector infrarrojo, el primero de los telescopios infrarrojos de nuestro país. Será el telescopio terrestre de este tipo instalado a mayor altura en el mundo y promete estudiar todo lo bueno que puede hacerse en este campo de la astronomía, desde nebulosas de formación planetaria hasta astronomía extragaláctica.

Y algo más:

Argentina tiene presencia en la Antártida y allí también la astronomía de nuestro país se abre paso. En la Base Marambio hay un detector de rayos cósmicos. El detector fue desarrollado en colaboración con el Instituto Antártico Argentino, en el laboratorio de Física Espacial del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE, UBA-CONICET).

El proyecto se enmarca en una red colaborativa latinoamericana para observar rayos cósmicos llamada LAGO (Latin American Giant Observatory). Esta colaboración surgió como un subproducto de los detectores de superficie (detectores Cherenkov) del Observatorio Pierre Auger.

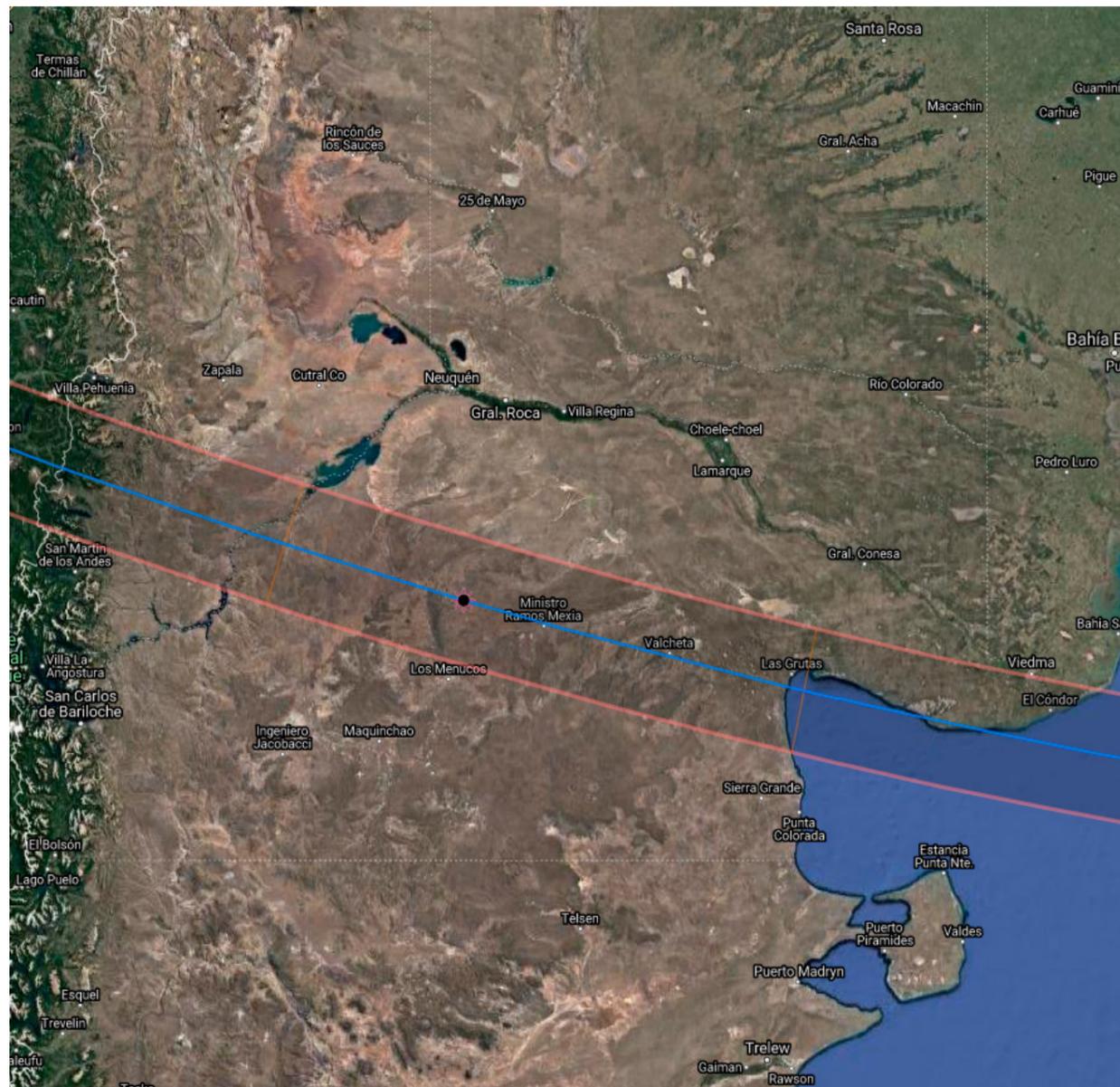
Muy cerca de la mayor capital mundial de la observación astronómica, Chile (cuenta hoy con el 50% de los grandes telescopios del mundo, cifra que subirá a más del 70% para mediados de la década), Argentina no quiere quedar atrás y sigue siendo un protagonista importante en la astronomía a nivel global. Visitar los observatorios es entender la tecnología aplicada en ellos, pero es por sobre todas las cosas valorar a los profesionales que allí trabajan y a la historia que encierra cada uno de esos edificios.

En este recorrido virtual, por las ciudades que pasamos, también encontraremos planetarios, observatorios municipales, escolares, de Universidades, de asociaciones de aficionados o privados, muchos de ellos podremos visitarlos también. Tendremos museos con instrumentos usados por los primeros exploradores de nuestro país, elementos de cosmovisiones precolombinas, meteoritos llegados a nuestro suelo desde el espacio luego de un viaje de 4.600 millones de años, pero eso nos quedará para otra oportunidad. Yo, cada vez que visité estos observatorios lo disfruté muchísimo y hoy disfruto de volcar esas experiencias en estas páginas. Muchas gracias por la compañía.

Sebastián Musso es un divulgador científico de Argentina. Conferencista en más de 30 ciudades de Argentina, en Brasil, Uruguay, Chile, Paraguay, Colombia, España e Italia. Es representante de Argentina en el Proyecto UNAWA (UNESCO-IAU). Es autor de 9 libros editados e innumerables artículos de divulgación astronómica. Desde hace 20 años lleva adelante un proyecto de enseñanza de la astronomía a personas ciegas o con baja visión.

Odisea Eclipse

Por Adrián Bogao



Franja de totalidad del eclipse solar del 14/12/2020.

Promediaba el año 2020 y esperábamos con ansias el eclipse total de Sol del 14 de diciembre de ese año que iba a tener lugar en el sur de nuestro país. Muchos habíamos empezado a planificar el viaje pero nadie esperaba que el eclipse nos encuentre en medio de la pandemia por el Covid-19. Todavía no podíamos acceder a las vacunas, existían muchas dudas sobre los protocolos que se debían implementar, éramos pocos los que teníamos permisos de circulación y a ello se sumaba por supuesto el miedo a contraer esta enfermedad.

A medida que la fecha del evento se acercaba, no perdíamos las esperanzas de que se abrieran las fronteras y pudiéramos viajar de una provincia a otra, dado que el eclipse era en diciembre que es la época estival en este hemisferio, y con ello, tiene lugar el aumento del turismo. Estas ideas surgían de ver que en Europa habían pasado mucho mejor (sin tantas restricciones) la temporada veraniega y época de vacaciones en relación a la situación que se vivía por aquel entonces en el continente sudamericano. Fue así que algunos socios y amigos aficionados nos juntamos (virtualmente) para intentar planificar el viaje que nos permitiría ver el eclipse total, aunque no sabíamos si íbamos a poder concretarlo o si nos íbamos a tener que conformar con ver un eclipse parcial desde la Ciudad de Buenos Aires.

Una de las opciones era viajar lo más al sur posible de la provincia de Buenos Aires, ya que se llegaba a ver la totalidad, aunque esta fase durara mucho menos tiempo que en la vecina provincia de Río Negro. Era un riesgo, pues había que tomar un camino desconocido, tal vez

no apto para vehículos que no sean 4x4. Luego de un minucioso análisis de la región y como se iban dando las situaciones se comenzó a organizar, en paralelo, la posibilidad de viajar con destino a La Lobería, a unos pocos kilómetros de la ciudad de Viedma, en la provincia de Río Negro. Hagamos aquí un paréntesis, ya que para elegir el mejor lugar en el que es posible ver un eclipse, hay que tener en cuenta varios factores, entre los que podemos destacar los siguientes:

- Ver la franja de la totalidad y estar lo más cerca posible del centro ya que allí durará más tiempo el eclipse.
- Analizar las rutas para llegar a esos destinos y con qué tipo de transporte (es bueno tener propio por si se nubla, así uno se puede trasladar).
- Analizar el clima de la región y buscar dónde hay menos probabilidades de que se nubla.
- Para estar temprano es mejor alojarse y pasar la noche anterior al eclipse cerca del lugar, buscar alojamientos cercanos a la zona de la totalidad.

Muchos de estos factores tuvimos que sacrificarlos o modificarlos sobre la marcha debido a la pandemia, pero ¡no nos rendimos! Además empezamos a analizar una posibilidad más: la de visitar zonas turísticas que quedarán de camino a los distintos destinos que fuimos estableciendo.

Como no podíamos viajar en avión (no al menos cuando empezamos a planificar el viaje), trazamos y analizamos rutas para ir hacia el sur de la provincia de Buenos Aires. Elegimos varios lugares que quedaban de paso

o que si bien había que desviarse, el trayecto que nos desviábamos de la ruta hacia Viedma-La Lobería no era significativo. Realmente el turismo eclipse vale la pena, hasta uno piensa «Bueno, al menos si se nubla conocí interesantes y hermosos lugares, personas geniales, hice nuevos amigos y puede disfrutar de un montón de nuevas experiencias».

Finalmente llegó el día del viaje. Ya teníamos todos los mapas, las reservas de los hoteles hechas, las nuevas aplicaciones y los correspondientes permisos en los celulares además de termómetros, barbijos, alcohol en gel y equipos ópticos entre otros. Partimos primero con rumbo a Carhué donde se encuentra la hermosa laguna de Epecuén y sus ruinas. Pero en realidad el viaje no empezó ahí, tuvo inicio en la ruta apenas salimos de Buenos Aires. La emoción de haber salido después de tantos meses encerrados en nuestras casas era verdaderamente increíble, sacábamos fotos hasta en las estaciones de servicio.

Luego de hacer noche en Carhué, continuamos hasta Viedma. Teníamos todos los papeles y aplicaciones al día, control de temperatura y el plan B de dónde acomodarnos para ver la totalidad en la provincia de Buenos Aires. Para nuestra sorpresa no hubo ningún control y pudimos llegar bien al hotel en la ciudad elegida de la provincia vecina, logramos acomodarnos, preparar todo el equipo y a nosotros mismos, ahora sí, para el gran eclipse al día siguiente.

A la mañana siguiente nos despertamos, desayunamos y partimos con rumbo a La Lobería junto con una gran caravana de autos que tal vez se encontraban en la

misma situación que nosotros, habiendo querido ir hacia el centro/oeste de la Provincia de Río Negro o incluso Neuquén. Al llegar a La Lobería, vimos un lugar que nos gustó donde había mucha gente. Ahí bajamos los equipos y nos acomodamos. El viento era muy fuerte, así que había que buscar un reparo que encontramos al costado de una escalera que bajaba hacia el mar.

El paisaje era magnífico, el lugar que habíamos encontrado para el eclipse estaba delimitado a los lados por dos acantilados, una escalera muy extensa y a nuestras espaldas la playa. Estaba nublado cuando llegamos pero el cielo empezó a abrirse justo cuando la Luna comenzaba a tapar al Sol.

Acá comienza lo más emocionante de todo, muchos ya habíamos visto eclipses antes, pero cada eclipse es único y especial. A medida que se tapaba el sol sentíamos como iba bajando la luminosidad y veíamos cómo cambiaba el paisaje a nuestro alrededor. El color del cielo, bajaba la temperatura, todo cambiaba.

La gente que estaba allí hacía todo más especial aún, muchos aficionados pero también familias enteras con sus hijos. Los gritos, llantos, risas se escuchaban por doquier a pesar de que estábamos todos a distancia prudencial y con barbijos. Esa emoción se intensificó cuando el cielo finalmente se oscureció, y acá la sensación fue realmente indescriptible, aunque el evento de totalidad haya durado un poco más de dos minutos uno desearía que fuera eterno. Ver el color azul muy oscuro en que se torna el cielo, un atardecer sobre el horizonte 360° a la redonda, ver tantas estrellas alrededor de Sol como si fuera de noche y poder



Cristian López, Adrián Bogao, Guadalupe Sánchez, Maryam Mucaled, Guido Naone, Mariela David. Compañeros de odisea.

reconocerlas, incluso fotografiarlas con celulares. El cuello nos dolía de tanto mirar para arriba, ya que el eclipse fue casi al mediodía y en diciembre, cuando el Sol más alto llega a estar en el cielo en relación al resto del año. Pero no nos importaba, no podíamos dejar de mirar, de sentir, de fotografiar, de filmar, de emocionarnos y compartir esta maravillosa experiencia junto a todos los presentes. A medida que el eclipse finalizaba, el cielo y el paisaje recuperaron su apariencia normal pero también volvieron las nubes que no tardaron en cubrirlo todo, con esa sensación de temor de que por muy poquito no lo hubiésemos terminado de ver. Juntamos así todo el equipo y emprendimos nuevamente el viaje dejando atrás La Lobería, pero la aventura no terminaba aún.

Dentro del itinerario estaba pasar por Bahía Blanca, y si estás por la zona, cómo no pasar por Sierra de la Ventana. Algo curioso fue que minutos después de llegar a sacarnos fotos con las sierras llegó otro grupo de aficionados que conocíamos y que también había

estado en la Lobería, pero no nos habíamos cruzado. Nos llenamos de fotos, recuerdos, emociones y procedimos a despedirnos y partir, algunos rumbo a Buenos Aires, otros rumbo a Necochea.

Fue un eclipse distinto, muchos no pudieron llegar a organizarse para viajar, los extranjeros tampoco pudieron venir ni a Argentina ni a Chile. Los que pudimos viajar tal vez no lo hicimos en la manera que lo habíamos planeado, incluso fuimos con algunas personas que no conocíamos. Pero quedan recuerdos invaluable y a la espera de nuevos viajes.

Adrián Bogao es estudiante avanzado de la Lic. de Ciencias Físicas en la Universidad de Buenos Aires (UBA) y socio de la AAAA desde 1996. Es autor de varios artículos publicados en la Revista Astronómica. Ha brindado conferencias sobre astronomía en diferentes ámbitos de divulgación. Actualmente está a cargo del curso de introducción a la astrofísica estelar que se dicta en nuestra Asociación.



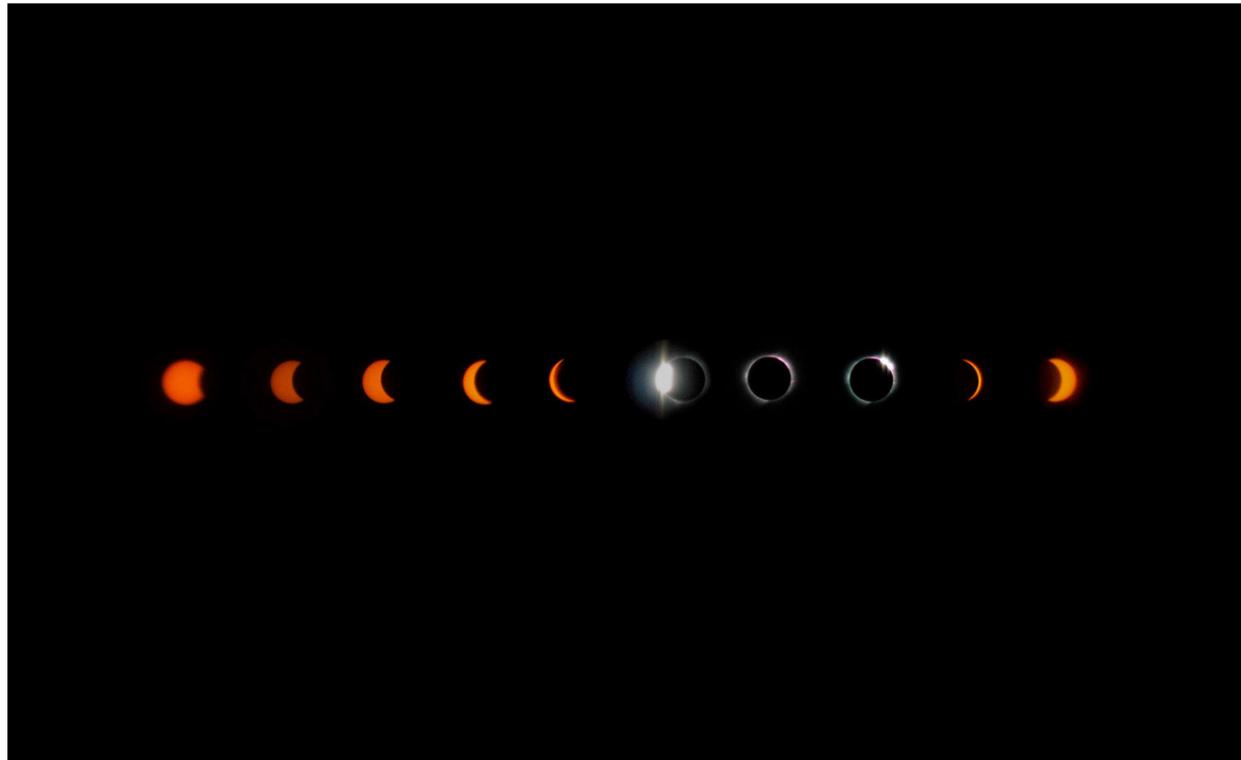
Solarigrafía del eclipse total de sol. Piedra del Águila, Neuquén. 14/12/2020. Autora: Carolina Folger.



Daguerrotypo 4x5 cm. de distintos momentos del eclipse total de sol. Piedra del Águila, Neuquén. 14/12/2020. Autora: Giovana Zuccarino.



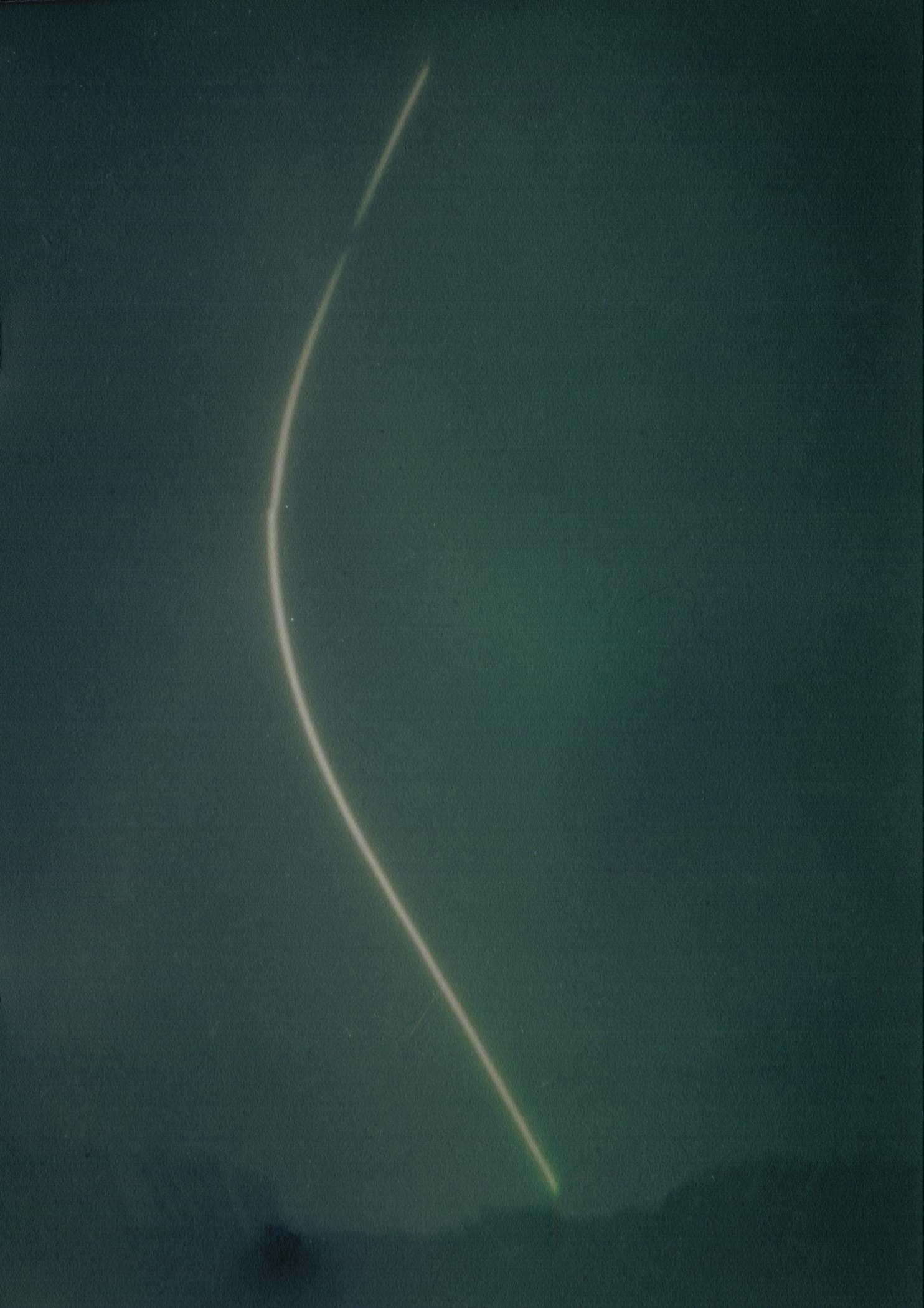
Eclipse total de sol 14/12/2020. Piedra del Águila, Neuquén. Autor: Gabriel Brichetto.



Secuencia del eclipse total de sol 14/12/2020. Piedra del Águila, Neuquén. Autor: Gabriel Brichetto.

Página opuesta: Secuencia del eclipse total de sol 14/12/2020. La Lobería, Río Negro. Autor: Oscar Manuel Ferro.





Totalidad del eclipse del 14/12/2020.

Piedra del Águila, Neuquén.

Autor: Martín Monteverde.

Página izquierda:

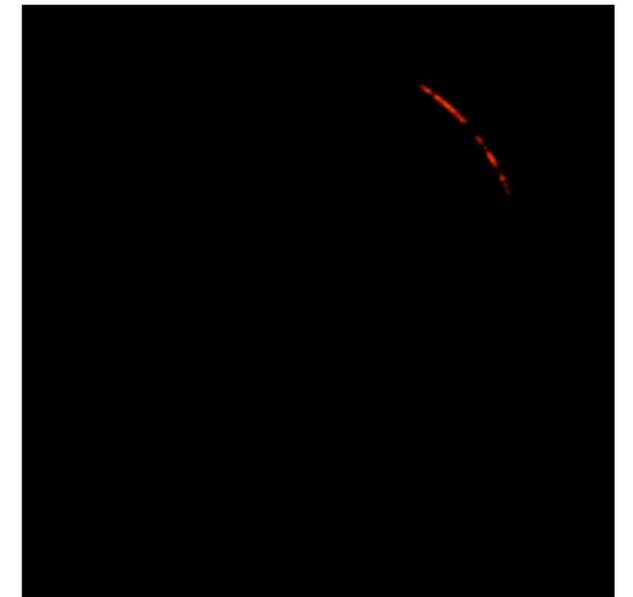
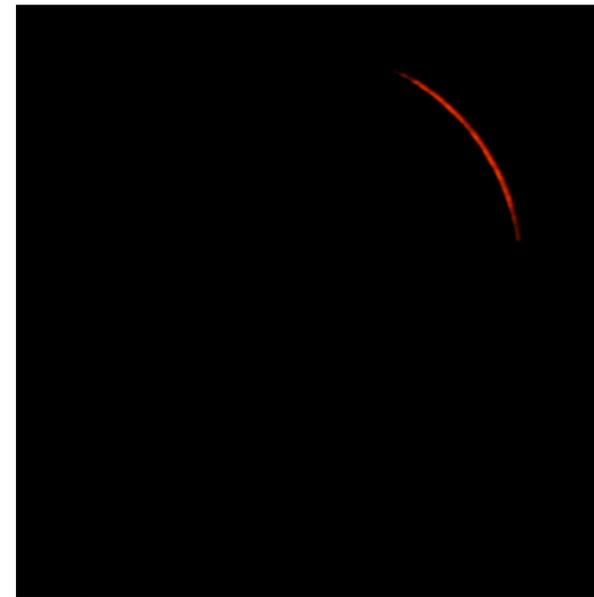
Solarigrafía del eclipse total de sol.

Piedra del Águila, Neuquén. 14/12/2020.

Autora: Carolina Folger.



Totalidad del eclipse del 14/12/2020.
Piedra del Águila, Neuquén.
Autor: Artemio Fava.



El espectro de la cromosfera

Por Luis Manterola



Figura 1. Espectro de la fotosfera solar.



Figura 2. Espectro de la cromosfera solar.

El pasado 2 de julio de 2019, junto al amigo y compañero Mario Gorelli viajamos a Carpintería, San Luis para observar y fotografiar el eclipse total solar. Dado nuestro interés específico en la espectroscopía, concentramos todo nuestro trabajo en la captura del espectro relámpago (flash spectrum). Es una imagen algo difícil de hacer ya que se manifiesta durante muy pocos segundos, justo cuando comienza la totalidad y luego otros pocos segundos al finalizar la totalidad.

El espectro solar de la fotosfera se ve como un continuo de todos los colores que presenta una gran cantidad de líneas de absorción, líneas oscuras que identifican distintos elementos químicos presentes en el sol. (Figura 1).

Pero el espectro de la cromosfera es muy diferente, es una capa de la atmósfera solar que tiene una temperatura mucho mayor y eso provoca que los elementos tengan mayores niveles de ionización produciéndose espectros de emisión, donde sobre un tenue continuo, las líneas de los elementos brillan por encima. (Figura 2).

La fotosfera es tanto más brillante que la cromosfera que regularmente no vemos esta capa del Sol. Pero en el momento de la totalidad, por un instante la fotosfera queda completamente oculta mientras la cromosfera tarda unos diez segundos más en cubrirse. Lo mismo

ocurre en sentido inverso al descubrirse el sol justo en el fin de la totalidad. De esos diez segundos, las líneas de emisión se ven con mucha más claridad en los primeros instantes, uno o dos segundos después de cubrir la fotosfera. Es como un brillo repentino que luego se va desvaneciendo rápidamente, de ahí el nombre de "espectro relámpago".

Para hacer esta foto contamos con dos equipos. Una cámara Canon Eos T1i montada en piggy-back al telescopio, con un objetivo de 250mm y una red de difracción de 100 líneas/mm (Star Analyser 100). Y un espectrógrafo clásico, construido por nosotros, de mayor resolución, con una red de difracción de 600 líneas/mm de Edmund Optics y una cámara Canon Eos 70D; todo montado en foco primario de un telescopio de 200mm de apertura $F/D=S$.



Figura 3. Cámara con la Star Analyzer.

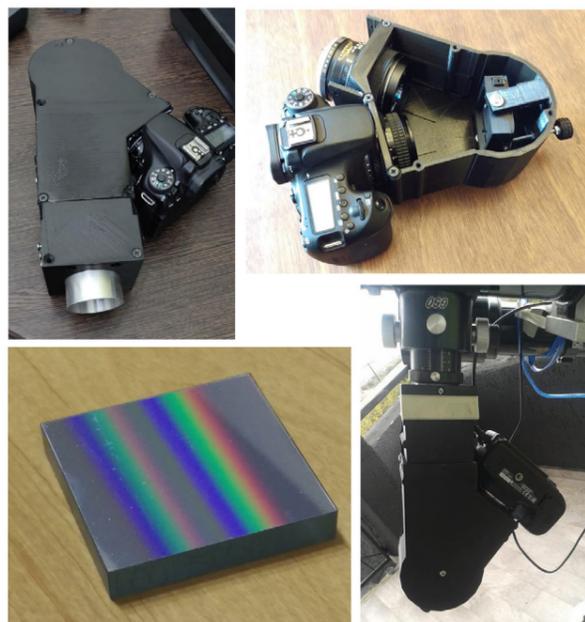


Figura 4. Espectrógrafo clásico con red de 600 líneas/mm.

Entre las dificultades que se nos plantearon la principal fue la elección del tiempo de exposición correcto en ambos conjuntos ya que no hay manera de probar el equipo en forma directa antes del evento ni de corregir durante esos escasos segundos. Luego de muchos intercambios con otros aficionados que han realizado fotos similares y de varias pruebas de tomas de la luna llena (que supuestamente brinda a las cámaras un brillo similar al de un eclipse total), tomamos la decisión de hacer disparos consecutivos en ráfaga de 1/15s, 1/30s y 1/60s (ISO 100) con la cámara con la SA100 y tomas en ráfaga de 1/50s, 1/100s y 1/200s (ISO 100) con el espectrógrafo+telescopio. Las primeras quedaron cortas, las más útiles fueron las tomas de 1/15s aunque deberían haber tenido más exposición o más sensibilidad (mejor). Por el contrario las tomas del espectrógrafo fueron muy buenas, con el mejor resultado en el punto medio de 1/100s.

La segunda dificultad fue la de hacer foco correctamente. El sol no presentaba ni una mancha solar, lo cual no contribuye en el enfoque. Había que valerse del borde del sol, pero no resultaba nada

fácil, particularmente con la cámara y la SA 100 que dada la apertura pequeña que deja la red de difracción, nos quedaba una relación focal efectiva de $F/0=10$, empobreciendo la señal y dificultando el ajuste del foco. El mecanismo de enfoque manual del objetivo era bastante rudimentario, con lo que el foco no quedó perfecto. En el caso del espectrógrafo en el telescopio, la relación focal, la cantidad de luz y el enfocador con movimiento fino contribuyeron para lograr un enfoque mucho más preciso y eso se reflejó en las imágenes obtenidas.

Durante la totalidad cada uno de nosotros se ocupó de una de las cámaras y con mucha ansiedad y adrenalina y el disparador remoto en mano, fuimos tomando las fotos y viendo los resultados en la pantalla por una fracción de segundo entre ráfaga y ráfaga. El resultado fue mucho más satisfactorio de lo esperado, aún hoy no puedo creer las imágenes que sacamos.

Las fotos de la SA 100, aún un poco oscuras y con el foco imperfecto, tienen un gran atractivo y se ven claramente las líneas de los principales elementos, bien brillantes.



Figura 5. Equipo completo montado el día anterior al eclipse.

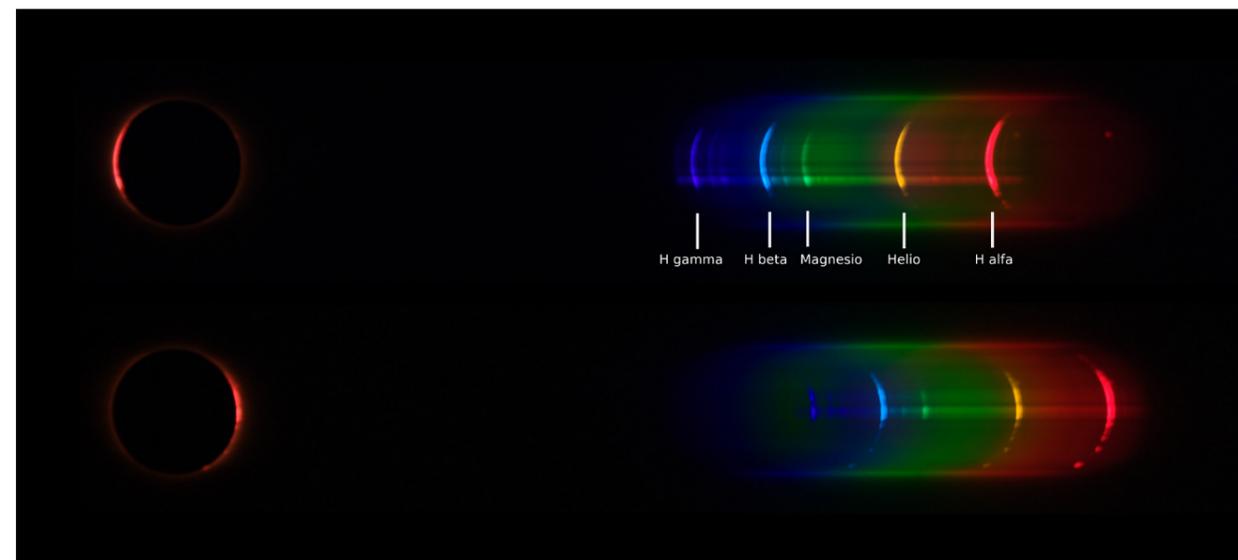


Figura 6. Tomas con la SA 100 en el segundo contacto y en el tercer contacto. Se ven prominentes las cinco líneas más brillantes correspondientes al hidrógeno, helio y magnesio y más tenues algunas líneas poco visibles.

Las tomas del espectrógrafo de 600 líneas tuvieron mucho más detalle con una cantidad inesperada de líneas de emisión muy definidas. Elegimos esta foto del tercer contacto, en el instante exacto del fin de la totalidad, porque fue la que mejor detalle de líneas nos brindaba. Una de estas imágenes fue seleccionada por la revista Sky and Telescope para salir publicada en la galería de contribuciones de suscriptores en la edición de octubre de 2019, página 74.

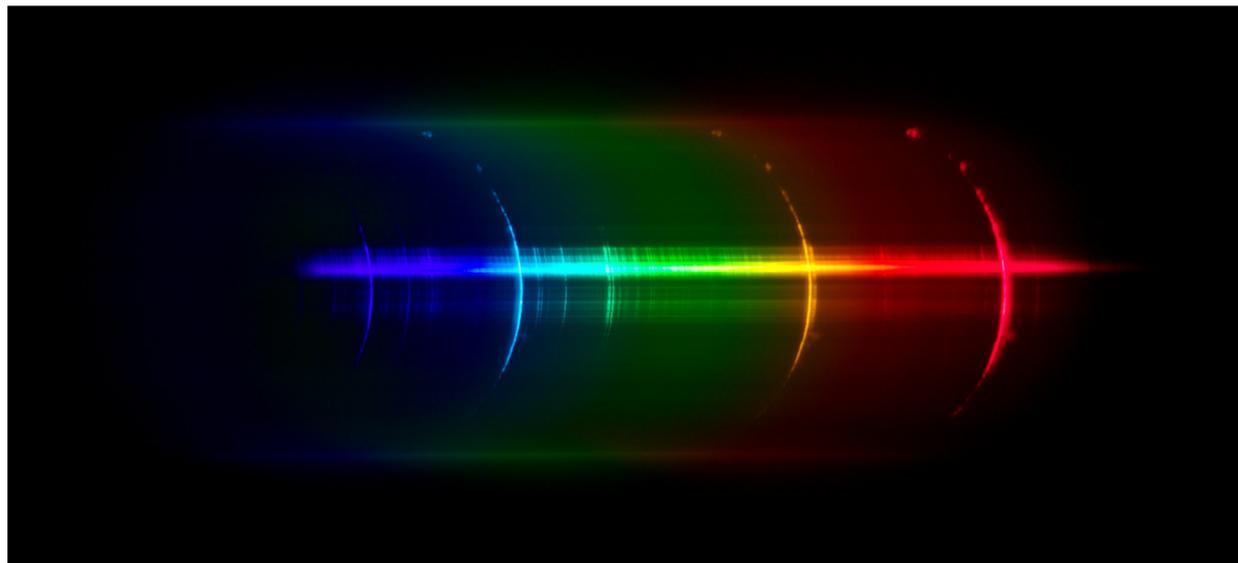


Figura 7. Toma del espectrógrafo en el tercer contacto.

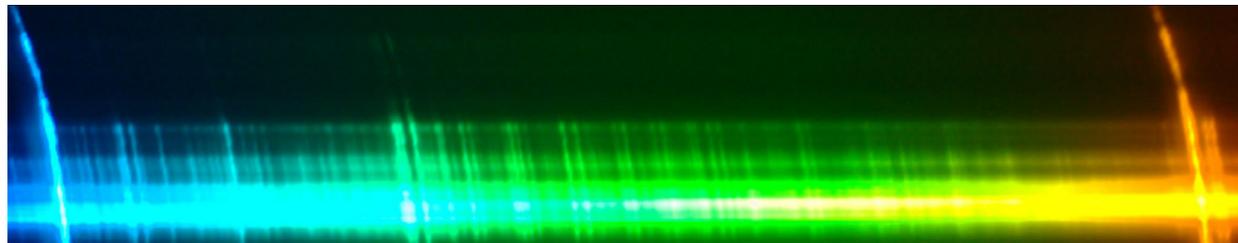


Figura 8. Detalle.

Las tomas más cercanas en el tiempo al anillo de diamante son las que presentan más líneas de emisión visibles. En particular en la zona adyacente a la franja de continuo brillante que surca la imagen, donde hay un primer haz de luz de la fotosfera reapareciendo. Seleccionando ese sector de la foto se observa así en detalle (figura 8).

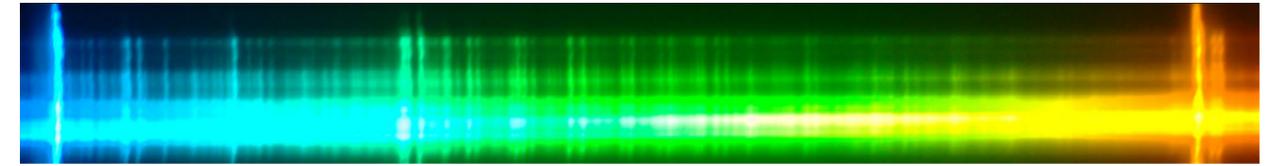


Figura 9. Detalle.

Luego procesando la foto con un software de edición gráfica se pueden enderezar las líneas que por el contorno del sol y la luna, en la foto original son curvas.

Por último, tomando el resultado y trabajando con el software de análisis de espectros podemos definir nuestro perfil espectral de la cromosfera. Los elementos que tienen una emisión más brillante (también marcados en las tomas de la SA 100) son:

- Hidrógeno gamma (4341 Angstroms) en el azul/violeta.
- Hidrógeno beta (4862 Angstroms) en el azul/celeste.
- Magnesio (triple de líneas en 5167, 5173 y 5184 Angstroms) en el verde.
- Helio (5876 Angstroms) en el amarillo.
- Hidrógeno alfa (6563 Angstroms) en el rojo.

Calibrando en base a estos cinco puntos el software nos permite extrapolar las longitudes de onda e identificar con mucha precisión muchas líneas más tenues. Inicialmente marcamos unas treinta líneas tomando como referencia trabajos hechos por otros aficionados en eclipses de años anteriores, pero al hacerlo notamos que había muchas más líneas en nuestras fotos de las cuales no teníamos identificación, así que buscamos bibliografía profesional de estos espectros. Completamos nuestro trabajo con un catálogo publicado en 1930 por Samuel Alfred Mitchell, un astrónomo excepcional que dedicó su vida al estudio de paralajes estelares y a la observación de eclipses solares y el espectro de la cromosfera. En su publicación Mitchell identifica cerca

de 3,500 líneas en todo el espectro visible en una franja bastante amplia, de 3000 a 8900 Angstroms. Luego de un arduo trabajo de identificación y mucha paciencia, nosotros logramos marcar unas 160 líneas que van de los 4200 a los 6700 Angstroms. Nuestro rango de luz visible capturado es mucho menor al del catálogo de Mitchell ya que la cámara tiene su filtro infrarrojo colocado y la señal que obtiene es bastante limitada, veremos si para la próxima oportunidad conseguimos una cámara con un rango espectral mayor.

Dividimos el resultado en varias partes, trabajando con la máxima resolución disponible para poder distinguir todas las líneas identificadas. La curva fue normalizada (aplanada) lo cual le resta el fondo continuo y destaca más las líneas tenues.

En la zona del violeta y el azul destaca la línea de H gamma. La mayor parte de las otras líneas que se ven aquí corresponden al hierro, y esto se repite en todo el espectro. También hay abundantes líneas del titanio y se observan algunas otras que corresponden a una gran cantidad de elementos, como calcio, escandio, cromo, helio, magnesio, manganeso, vanadio y unos cuantos elementos más pesados que el hierro como el estroncio, circonio, itrio, níquel y bario. Ya en esta primera sección nos queda claro que el sol contiene una gran variedad de elementos pesados, lo que se corresponde con una estrella de segunda generación.

En el azul claro/verde brilla por sobre las otras la línea de H beta. En esta sección continúa prevaleciendo el hierro

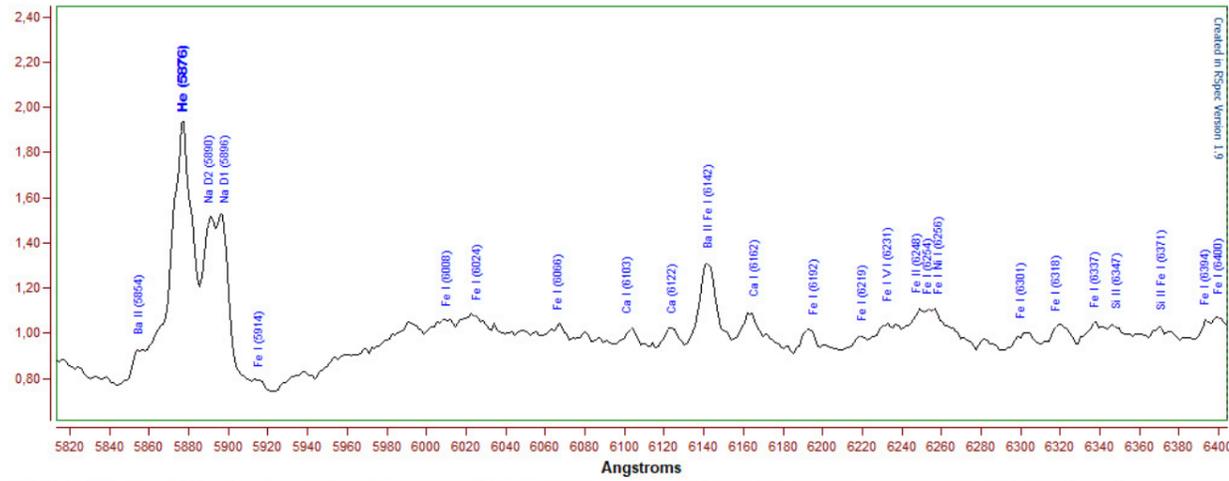


Figura 14. Flash spectrum Julio 2, 2019. 5800-6400 Å.

En el amarillo la línea más destacada corresponde al helio y a su lado muy cerca se observa otro famoso conjunto de líneas, el doblete del sodio, separadas tan solo por seis Angstroms. Estas líneas desdobladas son producidas por la propiedad cuántica del spin electrónico, obteniendo una línea con el cambio de nivel energético del electrón del sodio en un sentido de rotación y otra línea equivalente y muy cercana con un electrón con el mismo salto energético pero con sentido de rotación opuesto. En el resto de las líneas, ya en el rojo, además de la abundancia de hierro vemos un par de líneas que corresponden al silicio.

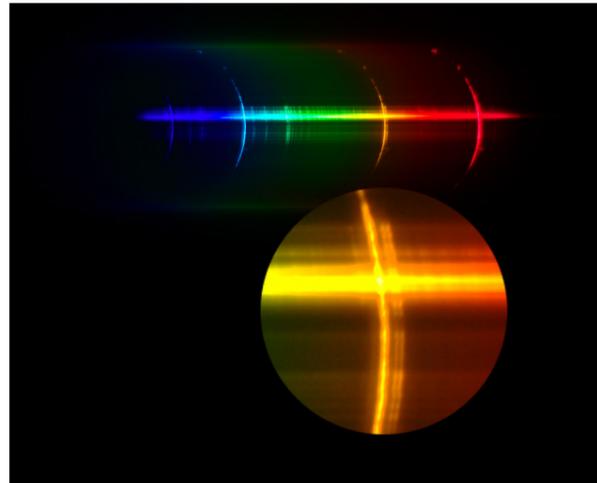


Figura 15. Zona ampliada del doblete del sodio junto a la brillante línea del helio en la toma original.

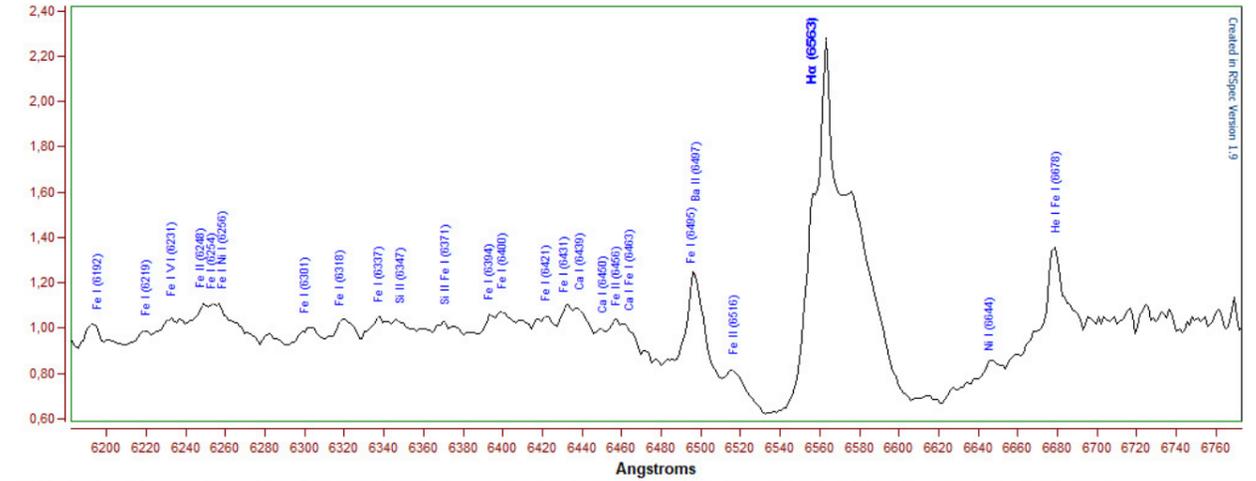


Figura 16. Flash spectrum Julio 2, 2019. 6200-6700 Å.

En el rojo la línea más brillante y destacada es la de H alfa. Es probablemente la longitud de onda con mayor señal de todo el espectro relámpago y la que se usa para muchos estudios de observación de fenomenología solar. La acompañan varias líneas menores del calcio, bario, helio y níquel.

Todo este análisis está hecho en base a una foto seleccionada en la que las líneas espectrales de emisión son más notorias. Sin embargo tenemos cientos de fotos más con las cuales se puede seguir trabajando para obtener otros datos que no fueron plasmados en esta primera aproximación.

Entre todas esas fotos, por ejemplo, tenemos muchas que son de los más de dos minutos que duró la totalidad. En esas fotos la cromosfera y la fotosfera están completamente cubiertas y el espectro que obtuvimos es casi exclusivamente de la luminosidad de la corona solar,

con excepción de algunas protuberancias. El espectro de la corona solar es un continuo bastante tenue con lo que las fotos que analizamos fueron las tomadas con mayor tiempo de exposición de las ráfagas del espectrógrafo (1/50s).

En base a las protuberancias que destacan en el rojo por H alfa, en el amarillo por el helio y en el celeste por H beta, pudimos calibrar esta toma espectral e identificar una línea muy singular que coincide con la longitud de onda de 6374 Angstroms en el rojo. Esta línea, que no aparecía en la toma del espectro relámpago, es una línea coronal que corresponde con Fe X, hierro nueve veces ionizado. Un átomo de hierro que perdió nueve electrones debido a la altísima temperatura de la corona solar. En este caso Fe X se produce cuando los átomos de hierro se encuentran a más de un millón de grados Kelvin.

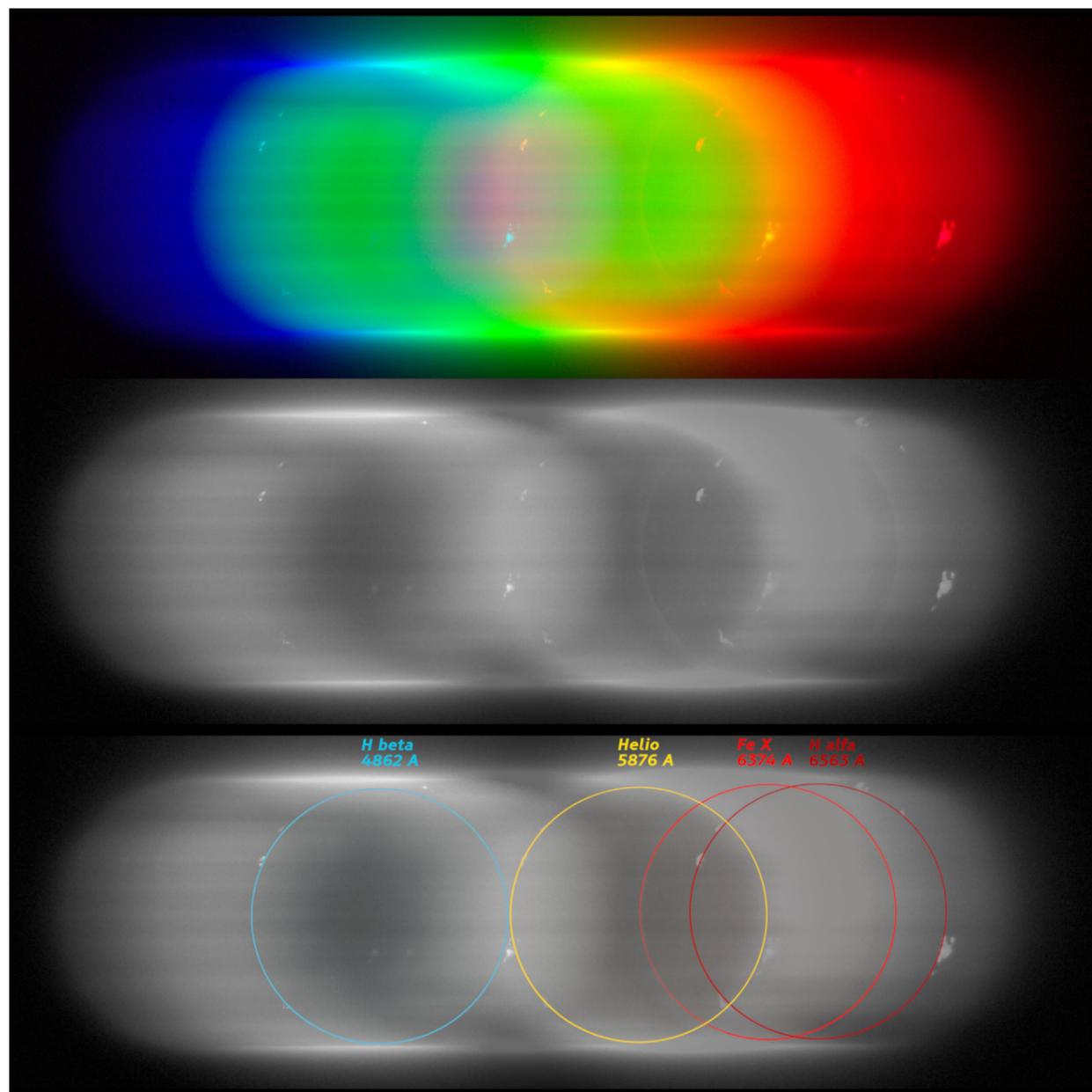


Figura 17.

En la foto en color la línea se ve con alguna dificultad, se logra distinguir un poco mirando la zona verde donde se ve una fina línea roja que la atraviesa. Hay que buscarla tomando como referencia las protuberancias, entre el helio y H alfa, más cerca de esta última. Si pasamos la foto a escala de grises se ve con un poco más de contraste esta línea coronal. Abajo pongo el contorno de las longitudes de onda marcadas para facilitar la observación.

Las líneas coronales que teóricamente se pueden observar durante un eclipse son varias, pero en nuestras fotos solo pudimos identificar el Fe X. Por lo que pudimos leer de otros fotógrafos que realizaron trabajos en este eclipse, se observó que la línea coronal del Fe XIV en 5303 Angstroms que suele ser bastante brillante en el verde, en esta ocasión tuvo muy poca visibilidad comparada con eclipses anteriores. Nosotros no pudimos registrarla. Hay teorías que indican que la ausencia o reducción de estas líneas de elementos altamente ionizados se debe a que la temperatura de la corona solar está por debajo de lo normal, lo cual podría indicar el inicio de un período prolongado de menor actividad solar comparable al mínimo de Maunder o al mínimo de Dalton. Es algo para investigar y volver a cotejar con información acumulada de varios eclipses. La verdad es que las líneas coronales no estaban en nuestros planes iniciales con lo que esta obtención resultó una yapa sensacional para nosotros.

Quedamos muy gratamente sorprendidos por el resultado que obtuvimos. Nos preparamos más de un año planificando, probando equipos y soñando con ese momento único, pero el contenido de las fotos que tomamos superan ampliamente nuestras expectativas y nos motivan a continuar con los trabajos en esta rama de la astronomía que nos apasiona tanto.

Nos llevamos además de estos resultados, una gran cantidad de información acumulada que seguramente iremos desgranando en el futuro para seguir aprendiendo sobre esta ciencia.

Agradezco principalmente a Mario Gorelli que brinda el curso de Espectroscopía Astronómica en la AAAA en el que yo también colaboro, con quién he aprendido muchísimo sobre estos temas (se incluye material de esta expedición en las ediciones actuales del curso). También a nuestros compañeros de viaje Alberto Lucotti, Claudio Baumgarten y Jorge Pereyra que nos alentaron y motivaron durante los días que compartimos en San Luis para aprovechar y disfrutar más de ese instante tan singular. Por último a mi familia que siempre me impulsa a hacer estas cosas que son tan gratificantes.

Luis Manterola es aficionado a la astronomía y socio de la AAAA en donde desempeñó distintos cargos en la comisión directiva alternando los roles de vocal, secretario, vicepresidente y presidente. Desde hace varios años se dedica, de manera más específica, a la espectroscopía astronómica; y, junto a Mario Gorelli, son los encargados de dictar el curso de esta especialidad en nuestra Asociación.

ASTROFOTOGRAFÍA

En el marco de la reunión de la Asociación Argentina de Astronomía y el 150° aniversario del Observatorio Astronómico de Córdoba (OAC), el Planetario de Buenos Aires y el Planetario del OAC organizaron un concurso de fotografías del espacio. Tenemos el honor de poder decir que nuestros socios Pablo Cirielli, Claudio Pietrasanta y Pablo Iglesias resultaron premiados en varias categorías de dicho concurso. Así mismo, nuestro socio Hugo Landolfi resultó ganador del Concurso mundial de nPAE 2021.

Gracias a la generosidad de sus autores, podemos compartir aquí los trabajos premiados.

Reflejo de estrellas en las salinas.

Autor: Pablo Cirielli.

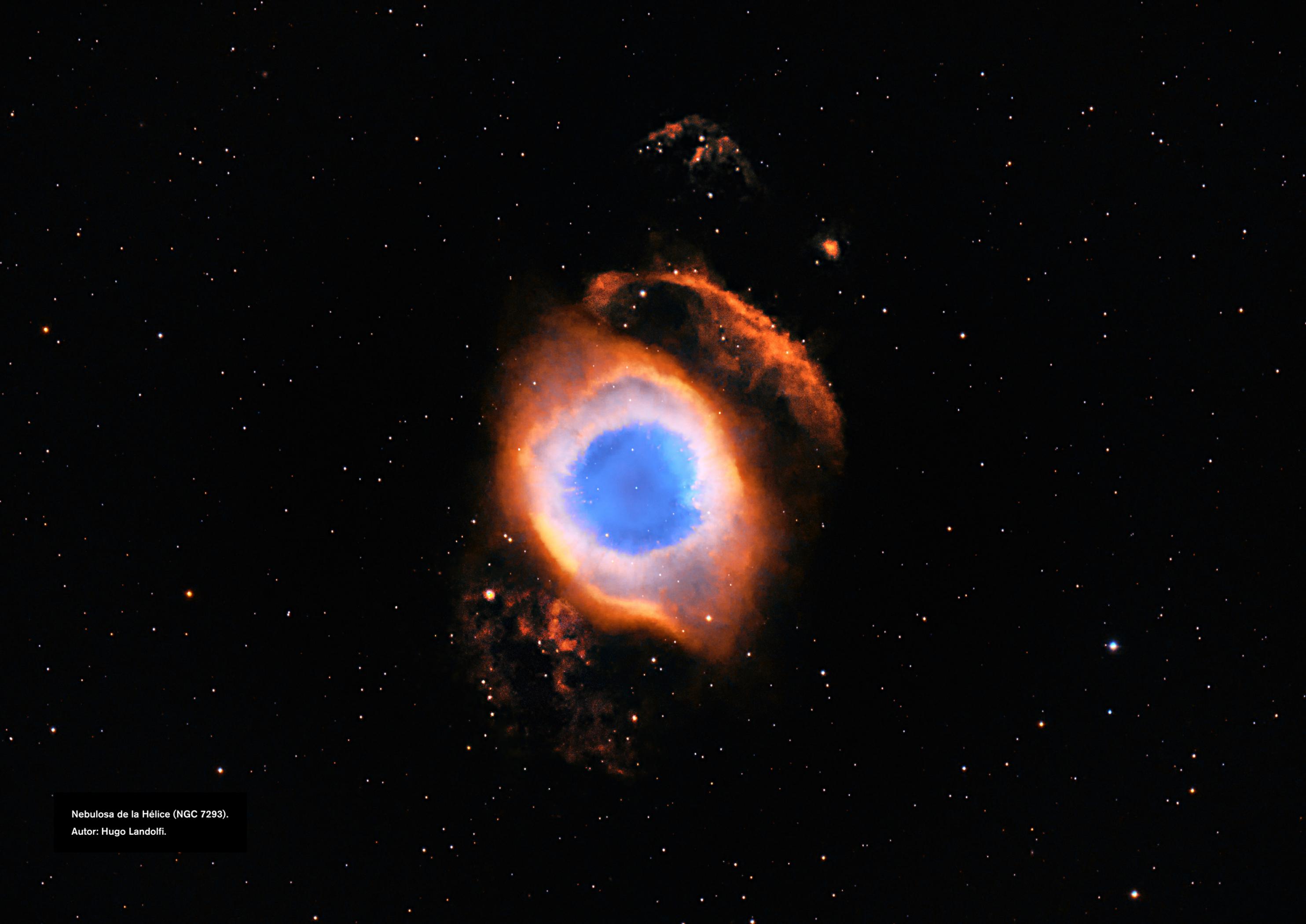




Laguna.
Autor: Claudio Pietrasanta.



NGC 6726, 6727y 6729.
Autor: Pablo Iglesias.



Nebulosa de la Hélice (NGC 7293).
Autor: Hugo Landolfi.

Reflejo de estrellas en las salinas.

Autor: Pablo Cirielli.

Premiada como mejor fotografía en la categoría "Paisaje celeste" en el concurso de astrofotografía organizado en conjunto por el Planetario de Buenos Aires y el planetario del Observatorio Astronómico de Córdoba.

Esta es una imagen realizada en las Salinas Grandes de Jujuy, y se incluye en la composición a uno de los ojos de agua y la región sur de la vía láctea. La principal razón por la que elegí esta imagen es porque tuve la fortuna de capturar un reflejo nítido de las estrellas, y esto no es fácil de obtener debido a los frecuentes vientos que hay en esa zona.

Esta imagen fue capturada con una cámara Sony a7r iii y lente Sony GM 16-35mm f/2.8. Es una panorámica vertical de 2 paños. En el paño inferior se realizó un apilado de enfoque para obtener una imagen nítida de todo el paisaje. Para el paño superior se hizo un apilado de 10 imágenes para obtener un cielo más limpio de ruido y obtener mejor nitidez. Las imágenes fueron sacadas en 16mm f/2.8, haciendo imágenes de 30 segundos de exposición en el paño inferior e imágenes de 13 segundos de exposición en el paño superior (para evitar estrellas trazadas). Todas las imágenes fueron tomadas en el mismo momento, de forma consecutiva, y con la cámara montada sobre un trípode sin seguimiento sidéreo.

Los programas utilizados para el procesado fueron: Lightroom para la calibración inicial, Starry Landscape Stacker para el apilado del paño superior, y Photoshop para el armado de la panorámica y el resto de los ajustes.

Laguna.

Autor: Claudio Petrasanta.

Premiada como mejor fotografía en la categoría "Espacio profundo" en el concurso de astrofotografía organizado en conjunto por el Planetario de Buenos Aires y el planetario del Observatorio Astronómico de Córdoba.

M8 es una nebulosa de emisión (enorme nube de gas, prácticamente hidrógeno, que brilla al ionizarse sus átomos por la luz de las estrellas próximas) que se encuentra en el cielo en la constelación de Sagitario (en dirección al centro de la galaxia), a unos 5.000 años luz de distancia y con una extensión de más de 100 años luz.

Equipo:

Montura ecuatorial alemana Ioptron 120 + telescopio Takahashi FSQ 106 + cámara monocromática StarLight Express 814 + telescopio guía y cámara guía StarLight Iodestar + rueda de filtros StarLight y filtros Astrodon Ha OIII y SII de 3 mn y filtros Astrodon RGB para darle un poco de color a las estrellas.

La nebulosa tiene una exposición de 40 fotos de cada filtro de banda angosta (Ha OIII y SII) cada una de 15 minutos. 40 fotos de 1 minuto de cada filtro RGB para darle tonalidad a las estrellas, para todas las fotos se hicieron los correspondientes darks, flats y dark flats. La particularidad de esta foto es que está sacada desde la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía en plena CABA con una gran polución lumínica (Bortle 9).

NGC 6726, 6727 y 6729.

Autor: Pablo Iglesias.

Premiada como mención especial en la categoría "Espacio profundo" en el concurso de astrofotografía organizado en conjunto por el Planetario de Buenos Aires y el planetario del Observatorio Astronómico de Córdoba.

NGC 6726, 6727 y 6729 es un conjunto de nebulosas de reflexión y/o emisión que se encuentran en la constelación de Corona Australis y son solo visibles desde nuestro hemisferio. Forman una de las zonas con "guarderías" estelares más cercanas a la Tierra, a aproximadamente 400 años luz de distancia. Fueron descubiertas por el astrónomo alemán Johann Friedrich Julius Schmidt en 1861 y tienen una magnitud aparente de 9,5. Cerca del centro de esta foto se pueden ver objetos de Herbig–Haro, chorros de gases que expelen las estrellas recién nacidas a velocidades de entre 100 y 1000 kilómetros por segundo; y que friccionan contra el gas de las nebulosas, se calientan y brillan. La estrella de arriba a la izquierda es Epsilon Coronae Australis, el sistema binario de contacto de masa baja más brillante del cielo nocturno. Cada 14 horas ambas estrellas dan una vuelta a su centro de gravedad conjunto. Finalmente el cúmulo globular NGC 6723, abajo a la izquierda.

Técnicas, equipo y condiciones en el momento de la captura:

Capturada el 13 de junio del 2021, desde el centro de Miramar (Bs As). Cielo bortle 7 + luces parásitas del vecino. Luna prácticamente nueva.

Montura: EQ6 R Pro. Guiado: Evoguide 50ED + QHY5L-II M. Foto: SW Explorer 200P 200/1000 + Canon T7i. Tomas: 50 x 120s lights, 20 darks, 155 flats.

Apilada en Deep Sky Stacker: Lights y Darks utilizando Kappa Sigma Median Clipping con valores por defecto. Flats usando Average, también con valores por defecto.

Postprocesada primero en Siril: Crop de ~150 píxeles para quitar defectos del apilado y parte de la sombra del espejo. Calibración de color fotométrica. Reducción de bandeo para Canon con el valor por defecto (corrigió parte de la sombra restante). Estirado mínimo de histograma por arcoseno.

Postprocesado final en GIMP: Estirado manual de histograma. Ajuste mínimo de curvas. 10% de saturación extra (por cábala).

NGC 7293 - Nebulosa de la Hélice.

Autor: Hugo Landolfi.

Ganadora de la preselección como mejor fotografía del hemisferio Sur del Concurso mundial de Astrofotografía de nPAE 2021. Ganadora del campeonato mundial como mejor fotografía del Concurso mundial de Astrofotografía de nPAE 2021.

Equipo:

Telescopio Meade series 6000 APO 130. Montura iOptron CEM60. Cámara ZWO Asi 1600 Camera at -20.

Ha Astrodon 3 nm filter: 25 Lights x 600s. OIII Astrodon 3 nm filter: 25 Lights x 600s. SII Astrodon 5 nm filter: 15 Lights x 600s. 50 Darks, 50 Dark Flats, 50 Flats, 300 Bias.

Paleta HOO+S.



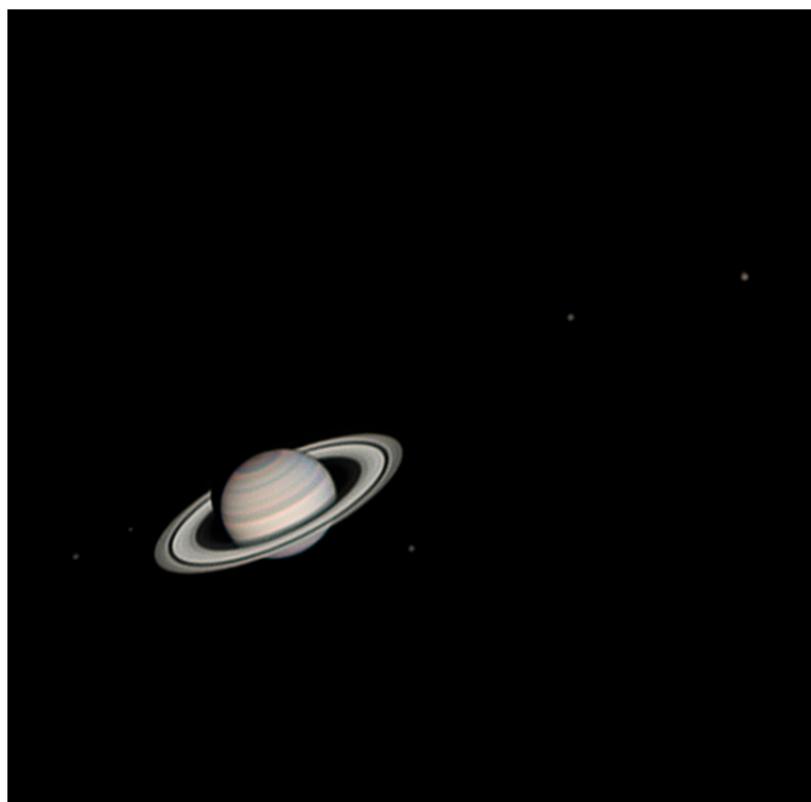
Júpiter, Ganímedes e Io.
Nicolás A. Arias.
16-11-2021 20:32(UTC-3).
Banfield, Buenos Aires, Argentina.
Dobson SW Flextube 250p 10" +
Barlow 2x + Qhy5L-II M + RGB.



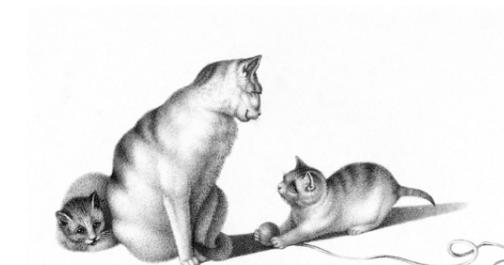
Venus
Nicolás A. Arias.
21-11-2021 19:08(UTC-3).
Banfield, Buenos Aires, Argentina.
Dobson SW Flextube 250p 10" +
Barlow 2x + Qhy5L-II M + RGB.

El setup utilizado es un Dobson SW 250 f5, y realizo el seguimiento a mano. Barlow 2x, cámara Qhy5L-II monocromática y filtros RGB.

Realizo 4 capturas para cada imagen, una sin filtro para usar de luminancia, y una por cada canal con los filtros R, G y B (rojo, verde y azul). Luego realizo el procesado individual y hago derrotado y unión de canales en LRGB con WinJupos.



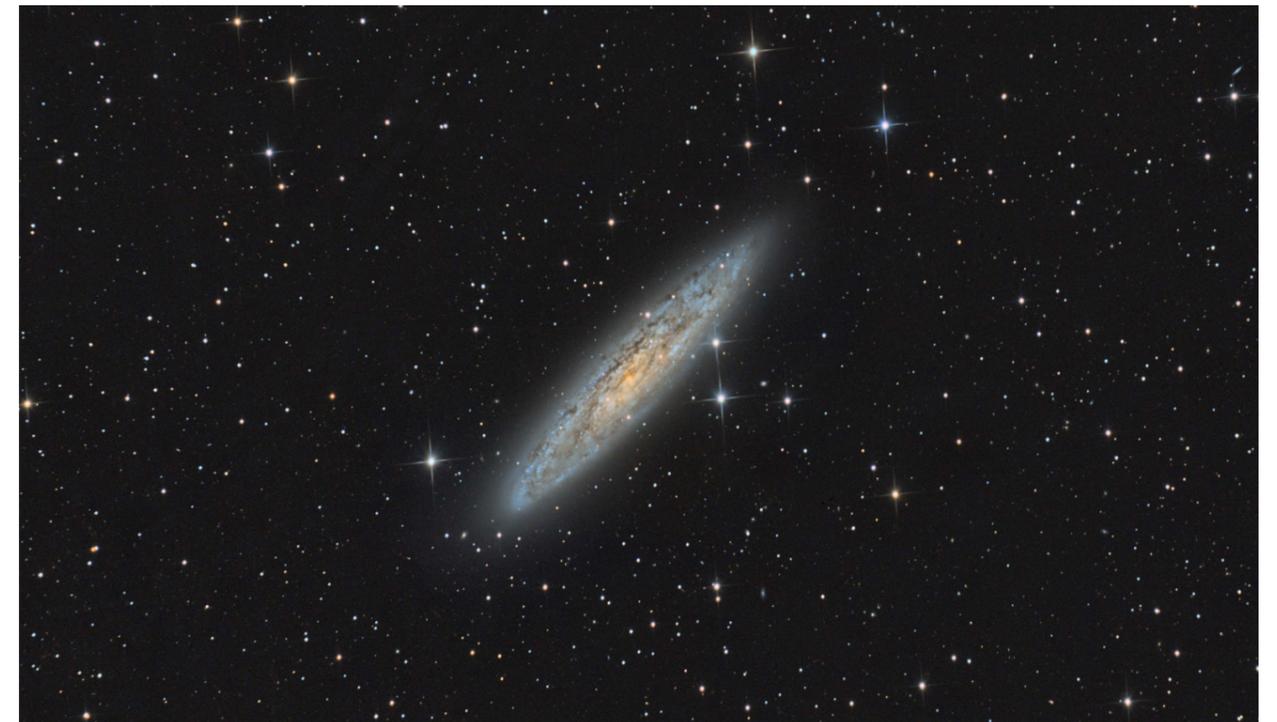
Saturno, Encélado, Mimas, Tetis, Dione y Rea.
Nicolás A. Arias.
26-10-2021 20:33(UTC-3).
Banfield, Buenos Aires, Argentina.
Dobson SW Flextube 250p 10" +
Barlow 2x + Qhy5L-II M + RGB.





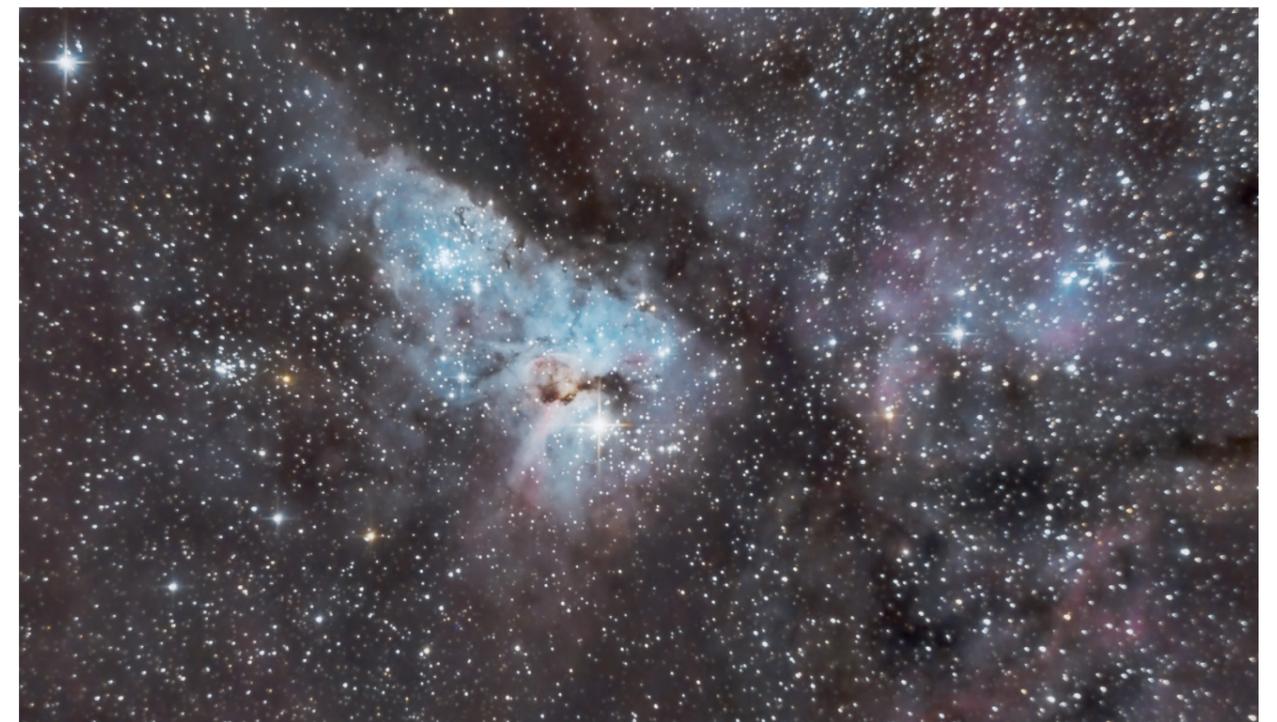
Luna creciente gibosa.

Autores: Santiago Schroeder y Mauricio Heredia.
Asociación Argentina Amigos de la Astronomía
Buenos Aires - 13/07/2019 - 23:00 UTC-3
Telescopio Zeiss 160/2475 mm. / f 15
Canon 7D - ISO 100 1/30" foco primario



Galaxia de la moneda de plata (NGC 253). Autor: Enrique Rubinstein.

SkyWatcher 200/1000, Orion AZEQ6 y Canon 6D modificada. Integración de 8:30 horas de imágenes calibradas, con proceso HDR para evitar saturación de estrellas. Captura con APT y procesado con PixInsight. El Leoncito, San Juan.



Nebulosa de Eta Carinae (NGC 3372). Autor: Ricardo Allegra.

SkyWatcher 200/1000, DualAxis Photo y cámara Nikon D3000. 25 lights de 120 segundos. 400 ISO. 20 flats + 20 darks + 50 offsets. DSS para apilar y PixInsight para procesar. Tomada desde Paternal, CABA.

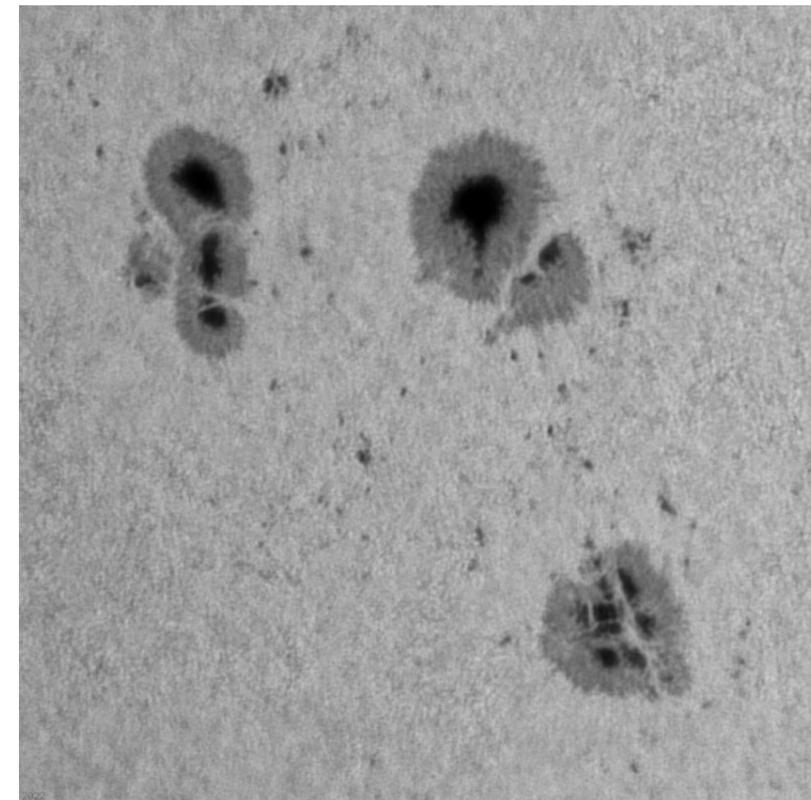
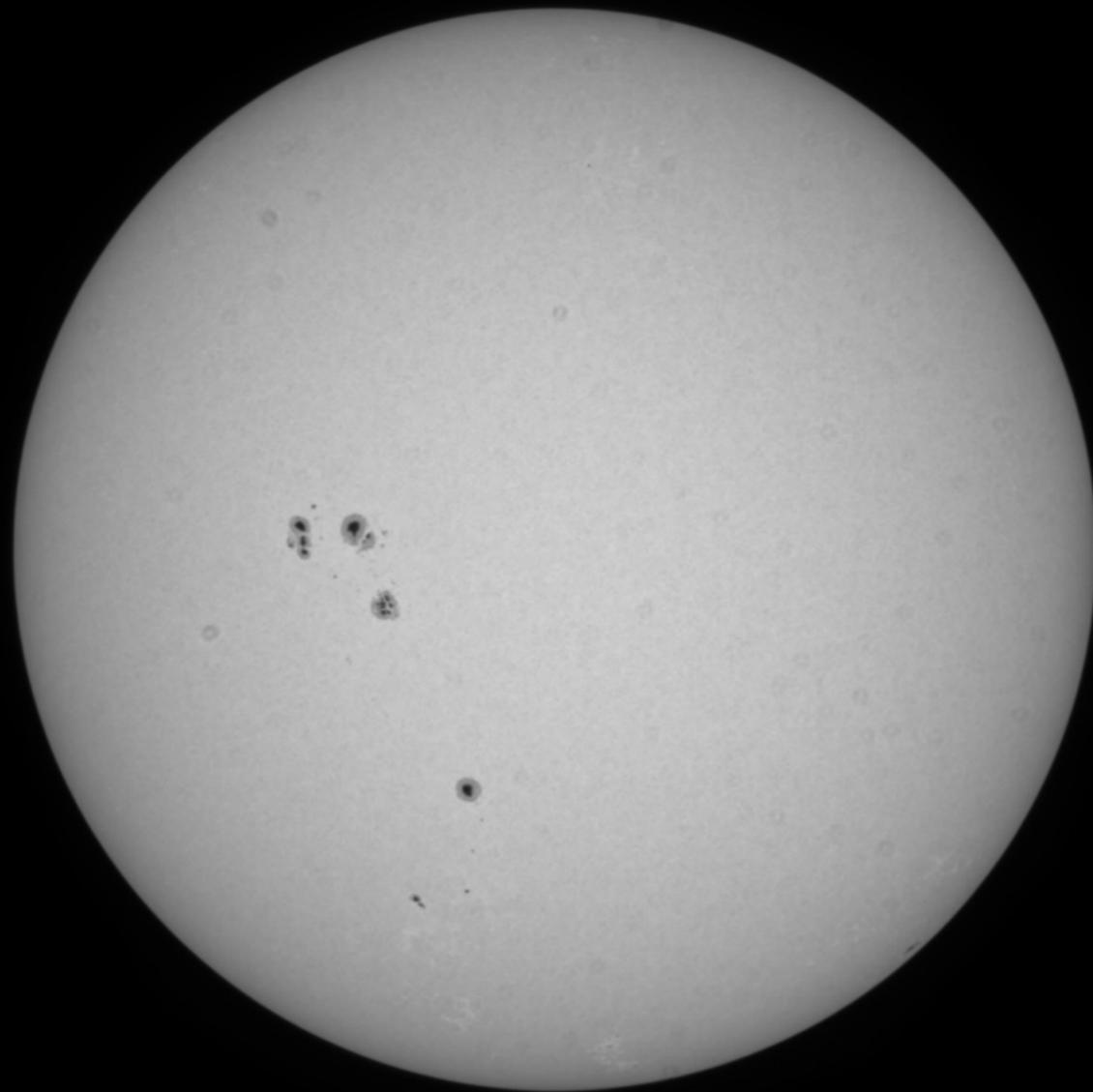


Crux / Carina / Centaurus. Autor: Marcelo Monópoli.

Canon T5i con su lente original de 18/55 y trípode, sin seguimiento. 45' de exposición (tomas originales entre 10" y 15", unas 180 fotos aprox.). ISO 1600 (algunas de 3200). f 5/6. Focal en 26 mm.

Apilado en Sequator y procesado en Photoshop CC.

Daniel Rozenzon.
22-04-2022 10:17(UTC-3).
Almagro, CABA. Argentina.

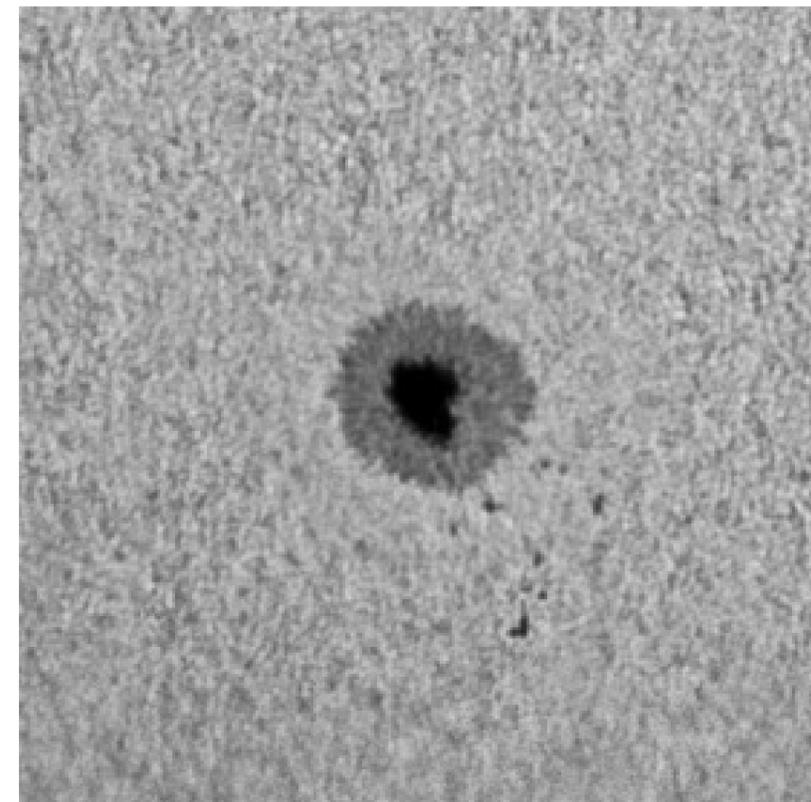


Daniel Rozenzon.
22-04-2022 10:39(UTC-3).
Almagro, CABA. Argentina.

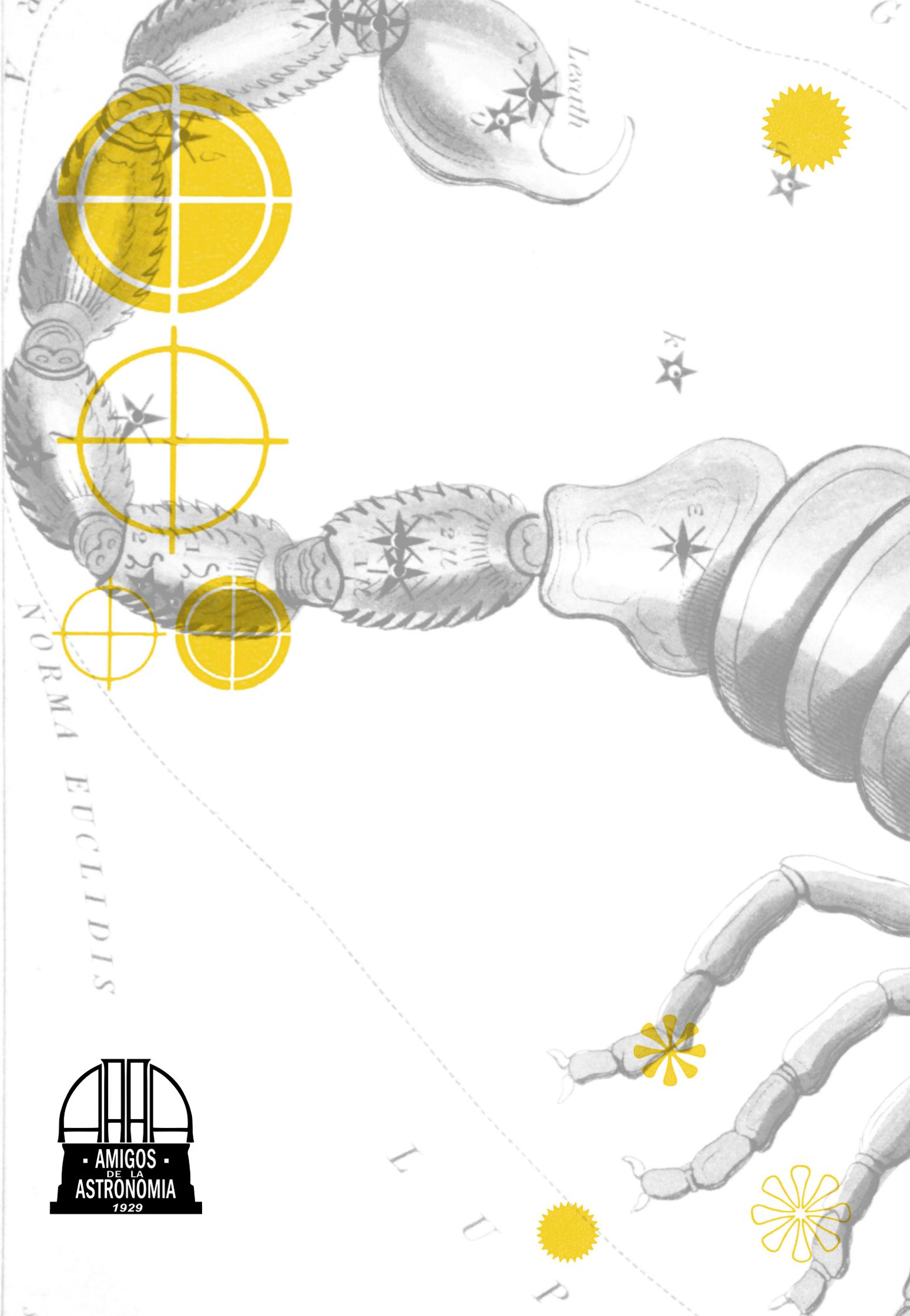
Equipo:
Telescopio Maksutov-Cassegrain
102mm / DF 1300mm (Mak 102).
Montura Skywatcher Star Adventurer.
Cámara Canon 60D a foco primario.
Algunas tomas con Barlow 2x. Filtro
solar tipo Baader

Videos RAW obtenidos con Magic
Lantern. ISO 400 y 1/400s. ISO 800 y
1/100s con Barlow. Resolución 1728
x 1152 pixeles para las tomas del sol
completas. 2496 x 1078 para las tomas
parciales. 640 x 480 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.



Daniel Rozenzon.
22-04-2022 10:41(UTC-3).
Almagro, CABA. Argentina.



Lesuth

k

ε

NORMA EUCLIDIS

L
U
P



- AMIGOS -
DE LA
ASTRONOMIA
1929