

SI MUOVE

NÚMERO 22 - PRIMAVERA 2021



Una de piratas

8K

**Espectáculo astronómico
con narración en vivo**

Esta fantástica historia es la primera producción animada enteramente producida por el Planetario de Buenos Aires. Un pirata cansado de recorrer los mares del planeta Tierra se anima a viajar por el universo. A bordo de un pequeño barco de papel descubre planetas, estrellas, cúmulos, constelaciones y otras maravillas del cielo.


PLANETARIO
Galileo Galilei - Buenos Aires



Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires

SI MUOVE

NÚMERO 22 - VERANO 2022

Revista de divulgación científica del Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei
Av. Sarmiento 2601 - C1425FGA - CABA
Teléfonos: 4772-9265 / 4771-6629

STAFF

EDITORIA RESPONSABLE
VERÓNICA ESPINO

DIRECTOR PERIODÍSTICO
DIEGO LUIS HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE ARTE Y DISEÑO
ALFREDO MAESTRONI

SECRETARIO DE REDACCIÓN
MARIANO RIBAS

REDACTARON PARA ESTA EDICIÓN
GRACIELA CACACE
GUILLERMO ABRAMSON
MAXIMILIANO C. L. ROCCA
FACUNDO RODRÍGUEZ

COLABORACIONES
Analía Pereyra, Milena Estavre,
Carlos Di Nallo, Andrea Anfossi,
Cristian López, Alejandra Brusadin,
Pablo Laise, Ornella Casanoba.

AGRADECIMIENTOS
Xavier Jubier, NASA, ESA.

CORRECCIÓN
Walter Germaná, Natalia Jaoand.

FOTO DE TAPA
Ganímedes por JunoCam:
NASA/JPL/Caltech/SwRI/MSSS/Kevin
M. Gill.

ISSN 2422-8095

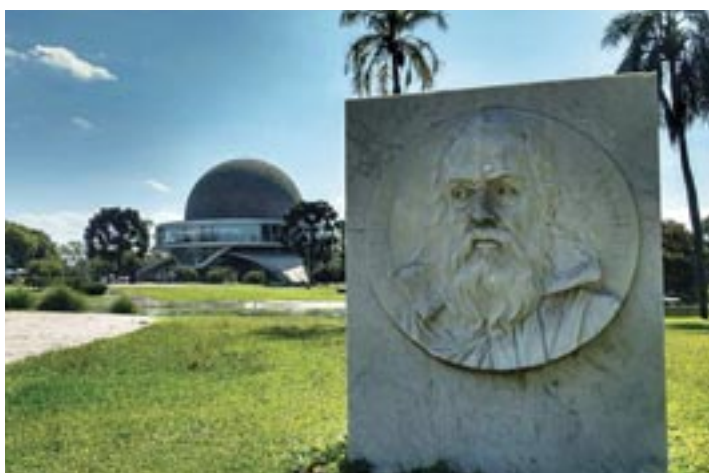
Reservados todos los derechos. Está permitida la reproducción, distribución, comunicación pública y utilización, total o parcial, de los contenidos de esta revista, en cualquier forma o modalidad, con la condición de mencionar la fuente. Está prohibida toda reproducción, y/o puesta a disposición como resúmenes, reseñas o revistas de prensa con fines comerciales, directa o indirectamente lucrativos. Registro de la Propiedad Intelectual en trámite.



Buenos Aires Ciudad

Ministerio de Educación

JeFe de Gobierno: Horacio Rodríguez Larreta
Ministra de Educación: María Soledad Acuña
Subsecretario de Tecnología Educativa
y Sustentabilidad: Santiago Andrés
GO del Planetario: Verónica Espino



Cristian López

EDITORIAL

Les damos la bienvenida a esta nueva edición de la revista SI MUOVE. Este número de la revista nos encuentra nuevamente en pleno funcionamiento. Luego de 14 meses sin actividad en la sala, en los que pudimos continuar nuestra tarea de divulgación astronómica a través de nuestras redes sociales, con absoluta felicidad podemos decir que el Planetario Galileo Galilei nuevamente abrió sus puertas al público durante las vacaciones de invierno. Pasadas esas dos semanas de intensa actividad volvimos a retomar las funciones habituales en la sala, las visitas de los colegios, la observación por telescopios, las visitas guiadas y las actividades científico-culturales, para que grandes y chicos puedan disfrutar nuevamente de nuestro Planetario, del que estamos tan orgullosos, y puedan vivir una experiencia inmersiva viajando por el universo.

Nos espera un intenso verano con grandes actividades. Sabemos que muchos seguidores no pueden visitarnos personalmente; es por eso que seguimos planificando actividades virtuales, podcast, entrevistas, videos en YouTube, artículos de divulgación y mucho más para nuestras redes sociales.

Esperamos que disfruten de nuestra revista y todo el contenido y actividades que estamos preparando para que el Planetario siga siendo un lugar especial de encuentro con la ciencia.

Verónica Espino

Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.

Código Spotify



Código QR



Página web / Correo electrónico
www.planetario.gob.ar
planetario@buenosaires.gob.ar

SUMARIO

06 El Mañic, el ñandú y el camino al cielo.

11 El cielo de Galileo.

18 150 años del OAC.

19 Los cráteres de Ganímedes.

25 Eclipses 2021.

31 Meteoritos. ¿Por qué tanto hierro?

38 Concurso astrofotográfico.

39 Inclusión. Astronomía sin fronteras.

46 Conjunción Venus-Marte-Luna.

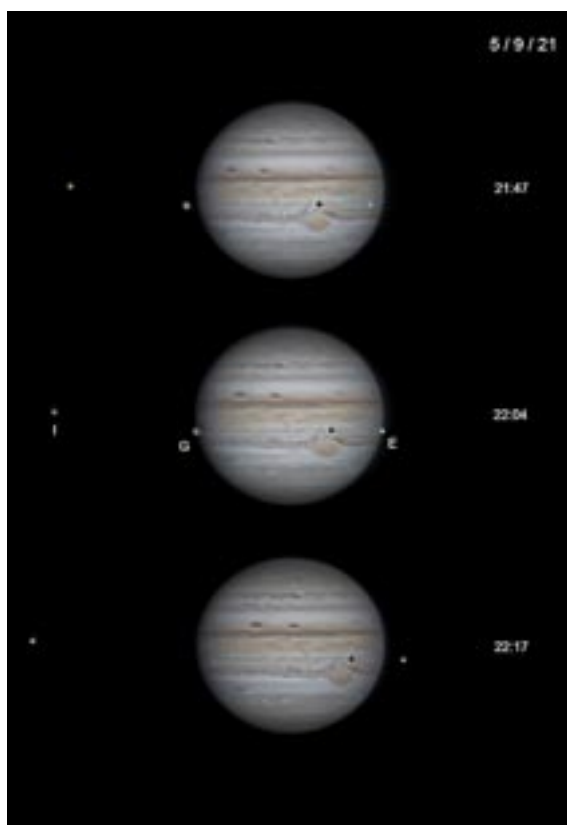
48 Júpiter y sus grandes lunas.

11 El cielo de Galileo.



NASA

19 Los cráteres de Ganímedes.



Mariano Ribas

Júpiter y sus grandes lunas.

48

06 El Mañic

Andrea Anfossi





Historias no oficiales

EL MAÑIC, EL ÑANDÚ Y EL CAMINO AL CIELO

Autor: Diego Hernández, Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.

02

Cristian López



Por tradición y por herencia, utilizamos las 88 constelaciones que los astrónomos del siglo XX eligieron para ordenar el cielo, la mayoría inventadas por culturas que vivieron hace algunos miles de años: griegos, romanos, babilonios, egipcios, sumerios. Cualquier otro pueblo que no haya tenido contacto con los anteriores inventó sus propias constelaciones, la mayoría uniendo estrellas con la imaginación. Los mocovíes del Chaco y otros pueblos originarios, como los guaraníes, forman sus constelaciones más importantes no con estrellas, sino con las manchas brillantes y oscuras de la Vía Láctea. Así crearon el Mañic, un ñandú gigante que vive bajo la tierra.

Las constelaciones son figuras imaginarias, inventadas para que resulte más fácil reconocer los cambios en la posición del cielo en la medida en la que la Tierra se mueve en su órbita a lo largo del año. En cada estación, las estrellas que vemos en el cielo nocturno van variando, dado que la Tierra va quedando de frente a diferentes sectores del cielo. Inventar una figura imaginaria con un grupo de estrellas les simplificó a nuestros antepasados la tarea de reconocer diferentes sectores del cielo y de identificar el paso del tiempo, las estaciones y las épocas por venir: frío, calor, lluvias, nevadas, sequías, crecimiento de vegetales, grandes migraciones de animales. Por ejemplo, se puede identificar un determinado grupo de estrellas (la salida de Orión al anochecer) con una determinada

01 El Mañic es una gran constelación no oficial, creada por el pueblo originario de los mocovíes de la región chaqueña. Representa un gran ñandú que los perseguía por el monte para comérselos, y se forma principalmente con las manchas oscuras de la Vía Láctea. Estas imágenes fueron realizadas dentro de la sala del Planetario, en las que se ve el sector del cielo, entre la Cruz del Sur y Sagitario, donde aparece el Mañic. La imagen del ave es una de las constelaciones alternativas a las 88 oficiales que utilizamos en algunas actividades.

02 La Vía Láctea en todo su esplendor. Los colores son realzados en una foto con larga exposición, pero el ojo humano no los llega a notar a simple vista. Se aprecian las nubes oscuras que, ayudados por la imaginación, nos muestran el Mañic. Además, aparecen nebulosas coloridas y brillantes, de reflexión y de emisión. Se ve también, abajo a la izquierda, la parte más abultada y brillante de la Vía Láctea, en dirección a su centro, entre las constelaciones de Escorpio y Sagitario.



época por venir (comienza el verano en el hemisferio sur).

Esta práctica es mucho más útil que si lo intentáramos hacer con alguna estrella cualquiera en forma individual. Noche tras noche, y en diferentes horarios, su posición cambiante llevaría a perder la orientación.

Por eso existen las constelaciones. Cualquiera de nosotros puede inventar sus propias constelaciones si quisiera, uniendo las estrellas con la imaginación, o podemos

03 *El Saco de Carbón es una nebulosa de absorción, oscura y fría. No emite ni refleja luz, y se distingue porque está por delante de una enorme cantidad de estrellas brillantes cuya luz es bloqueada o absorbida por la nube oscura. Este tipo de nebulosas (como también la de la Pipa y muchas otras) son zonas de formación estelar. Son regiones muy densas, muy frías y ricas químicamente, donde se encuentran los ingredientes básicos, elementos complejos formados por generaciones previas de estrellas. Es un entorno que permite que se formen grandes cantidades de hidrógeno molecular (H_2), y son las regiones exclusivas donde se dan las condiciones posibles para la formación de nuevas generaciones de estrellas, especialmente, debido a las altas densidades y a las bajas temperaturas que permiten que la nube colapse. A estas zonas se las conoce también como nebulosas moleculares de gas y polvo. Las estrellas de la Cruz del Sur han sido realizadas mediante un programa de procesamiento de imágenes.*

04 *Aparece el Mañic, en el cielo de Yamay. La mejor época para observarlo es al amanecer durante el verano, cerca de la medianoche al comienzo del otoño, y al anochecer llegando el invierno.*

aprender y utilizar las constelaciones oficiales. La única utilidad real que tiene este “juego”, además de seguir una tradición, es que resulta mucho más fácil reconocer grupos de estrellas en el cielo si se les da una forma o figura imaginaria conocida. Así, a la noche siguiente, y a la siguiente, y a la siguiente... nos resultará de utilidad para volver a encontrar ese mismo sector del cielo.

La historia oficial

Las 88 constelaciones oficiales que utilizamos en astronomía fueron tomadas de diferentes lugares y momentos de la cultura occidental. Cerca de la mitad procede de la Antigüedad, cuando sumerios, babilo-

PÁGINA 5 *La imagen abarca toda la región del cielo donde aparece el Mañic, en más de 60° de campo amplio. Fue tomada en la Ruta Nacional N° 40, cerca de la localidad de Facundo, Provincia de Chubut, en la madrugada anterior al eclipse anular del 26 de febrero de 2017. La Vía Láctea se dibuja en diagonal. Arriba a la derecha, la mancha rosada es la Gran Nebulosa de Carina. Un poco más abajo aparece el Saco de Carbón, esa mancha oscura casi circular por debajo de la Cruz del Sur. Luego, siguiendo hacia el centro y hacia abajo, aparecen “los perros que persiguen al Mañic”, las estrellas Alfa y Beta Centauri. Más abajo se dibuja el resto del cuerpo del Mañic, con la cola por encima de la estrella roja Antares y las patas por encima de las montañas. Una familia numerosa disfrutó de este paisaje celeste, mientras esperaba el eclipse, desde un motorhome.*



nios, romanos, griegos, egipcios, entre otros, basaban su civilización y sus calendarios en los movimientos del cielo. La otra mitad se fue agregando a lo largo de la historia, especialmente en el Renacimiento, con inventos y elementos de la navegación. Y una buena parte, la que da hacia el sur de la esfera celeste y que no se ve desde el norte, hace referencia a animales que los europeos iban “descubriendo” en sus viajes hacia nuestro hemisferio. La necesidad de cartografiar los cielos australes llevó a la invención de nuevas constelaciones.

Hasta que en 1929 los astrónomos designaron 88 constelaciones para, a partir de ese momento, utilizar oficialmente en todo el mundo, como para que cada vez que se mencione una determinada estrella, todos sepan en qué sector del cielo ubicarla y a qué constelación pertenece. Simplemente, los astrónomos eligieron esas 88 y dejaron de lado muchas otras, por cuestiones de espacio y de costumbres. Pero eso no quiere decir que cualquier otra cultura que no hubiera tenido ningún vínculo con aquellos pueblos mencionados, o con los europeos del Renacimiento, no haya creado sus propias constelaciones, sin incluir centauros, escorpiones, héroes grecorromanos o dioses occidentales. Cualquier pueblo que observaba el cielo con la necesidad de controlar el paso del tiempo (y es de esperar que todos lo hicieran en mayor o menor medida), debe haber tenidos sus propias figuras imaginarias.

Algún pueblo, por ejemplo, de Sudamérica, que jamás había visto un león o imaginado un dragón, difícilmente hubiera trasladado esos animales, reales o mitológicos, en el cielo. Es más probable que una cultura sudamericana creara un puma o un jaguareté como constelación. Cada pueblo debió haber tenidos sus propias constelaciones que hacían referencia a sus animales conocidos, y también a sus mitos, leyendas, dioses, historias, personajes, elementos, etc. Incluso si inventáramos nuestras propias constelaciones ahora, en las primeras décadas del siglo XXI, seguramente incluiríamos elementos y personajes actuales: la constelación del teléfono celular, el auto, la vacuna, el Planetario, Leo Messi o L-Gante. Pero por aquella herencia cultural, como el idioma, las comidas o la vestimenta, seguimos utilizando las constelaciones oficiales.

Un ñandú en el camino del cielo

Casi todos los pueblos crearon sus constelaciones uniendo estrellas con la imaginación. En cambio, los mocovíes del Chaco y los guaraníes, entre otros, formaban sus constelaciones más importantes no con estrellas, sino entre las manchas oscuras y brillantes de la Vía Láctea. Así crearon el Mañic, un ñandú gigante que vive bajo la tierra, a veces, con forma de serpiente, enorme y poderosa, monstruosa y “dueña de su especie”, es decir, una protectora de su especie ani-

“En 1929 los astrónomos designaron 88 constelaciones –y dejaron de lado muchas otras, por cuestiones de espacio y de costumbres– para utilizar oficialmente en todo el mundo, para que cada vez que se mencione una determinada estrella, todos sepan en qué sector del cielo ubicarla.”

mal, según los mocovíes.

El Mañic acosaba a la gente y por eso, el “abuelo”, el jefe de la barra de los mocovíes, salió a perseguirlo por toda la Tierra, acompañado por dos perros. Pero el Mañic le tiró su aliento al abuelo y lo mató. Luego, al ser perseguido por los otros mocovíes, el Mañic huyó a través del Nayic, la Vía Láctea, el camino hacia el cielo.

Muchos pueblos relacionaron el concepto de “camino” a través de la Vía Láctea. Según los Pampas y los Mapuches, entre otros, es el camino que utilizó Chachao, el dios bueno, para ir y venir del cielo; hasta que lo cortó con su facón y dejó a su hermano, Gualicho, acosando a las personas por las pampas. Pero la historia más famosa que nos llega habitualmente es la de los griegos: la Vía Láctea es leche derramada por la diosa Hera, para explicar el carácter nebuloso de nuestra galaxia observada a simple vista.

El Mañic puede verse en el cielo desde un lugar oscuro, en el campo, alejados de las luces de las grandes ciudades. Forma parte de una extensa zona del cielo austral, desde la Cruz del Sur hasta las constelaciones oficiales de Escorpio y Sagitario. Se forma con un grupo de zonas oscuras de la Vía Láctea. Su cabeza y el pico son el Saco de Carbón, una nebulosa oscura visible a ojo desnudo como una región “faltante de estrellas”, al lado de la Cruz del Sur. El cuello es otra serie de zonas oscuras por delante de un gran fondo estrellado, entre la Cruz y parte del Centauro. El pecho y las piernas, otras zonas oscuras cercanas a Escorpio. La cola se desdibuja por encima de la estrella roja Antares. Los perros que lo perseguían se identifican con las estrellas Alfa y Beta Centauri, y están mordiendo el cuello del Mañic.

Hay que tener en cuenta que, según los mocovíes, el Mañic solo está representado cuando su posición es la correcta, es decir, bien erguido, y no recostado o al revés al ocultarse. En las imágenes de la página 5 y de las páginas siguientes, podemos verlo en todo su esplendor. Las mejores épocas para encontrarlo son cuando Escorpio está saliendo sobre el horizonte, ya que la Cruz del Sur, en esos momentos, estará ya bien alta. Eso ocurre al amanecer durante el verano, cerca de la medianoche al comienzo del otoño, y al anochecer llegando el invierno. Una vez que se lo identifica, resulta muy notable y difícilmente se pueda volver a observar ese sector del cielo sin ver el Mañic subiendo por el Nayic. ■

Sus descubrimientos telescópicos

EL CIELO DE GALILEO

Autor: Lic. Mariano Ribas, Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.



Pintura de Galileo del siglo XVIII, de autor desconocido.

no solo lo desbordaron, sino que lo llevaron a desafiar, con tozudez y valentía, viejos saberes que muy pocos habían desafiado. Destruyó el hasta entonces intocable universo de Aristóteles y Ptolomeo, y dio nacimiento a la astronomía moderna. Viajemos en el tiempo para rememorar aquellas primeras y temerarias aventuras telescópicas, las que cambiaron nuestra forma de ver y de pensar el universo.

La Luna, un mundo revelado

Todo comenzó con la Luna, y con el telescopio, claro. En realidad, Galileo Galilei no inventó el telescopio, pero sí perfeccionó un invento cuyo origen es sumamente difícil de precisar. La historia tradicional sitúa el nacimiento formal del telescopio en Holanda, en 1608, a manos del óptico Hans Lippershey. Sin embargo, hay buenas razones para creer que hacia 1580 ya había toscos catalejos de unos pocos aumentos en Inglaterra y en España. Pero esta no es la historia del telescopio, sino de lo que Galileo hizo con el telescopio.

Lo primero que hizo fue mejorarlo. Apenas se enteró de la novedad holandesa, a mediados de 1609, tomó la idea y se puso a fabricar uno, el primero de los casi cien que construyó a lo largo de su vida. Tenía apenas tres aumentos y, al igual que los demás, era un telescopio refractor que utilizaba un par de lentes de 2 a 3 centímetros de diámetro, una frontal (objetivo) y una lente ocular. Luego vino uno de 8 aumentos que Galileo orgulloosamente presentó ante el senado de Venecia, en agosto. Ya para noviembre, el respetado profesor de matemáticas de la Universidad de Padua se despachó con un “poderoso” instrumento de 20 aumentos, y

Hace poco más de cuatro siglos nuestra idea del universo cambió para siempre. En diciembre de 1609 Galileo Galilei comenzó a “perforar” el cielo con un rudimentario telescopio que él mismo había fabricado. Sumergido en una rara mezcla de asombro, vértigo, desconcierto y felicidad, emprendió un viaje iniciático que lo condujo a una ráfaga de sorprendentes descubrimientos astronómicos.

De pronto se supo: en la Luna había cráteres y montañas, el Sol tenía manchas, Júpiter estaba rodeado por satélites, Venus mostraba fases cambiantes y la Vía Láctea dejaba de ser una franja difusa y fantasmal para convertirse en un río de estrellas imposibles de contar. De la mano de la razón, la ciencia y su telescopio (que, en realidad, fueron varios), Galileo accedió a asombrosas revelaciones que

tos y, al igual que los demás, era un telescopio refractor que utilizaba un par de lentes de 2 a 3 centímetros de diámetro, una frontal (objetivo) y una lente ocular. Luego vino uno de 8 aumentos que Galileo orgulloosamente presentó ante el senado de Venecia, en agosto. Ya para noviembre, el respetado profesor de matemáticas de la Universidad de Padua se despachó con un “poderoso” instrumento de 20 aumentos, y



durante la primera quincena de diciembre de 1609, justamente en Padua, Galileo se le animó a la Luna con aquel prometedor instrumento, y quedó muy impresionado.

En una carta a un amigo, unas semanas más tarde, escribió: *“Evidentemente, la Luna no es suave y regular en su superficie, como muchos creían, sino, por el contrario, rugosa y desigual (...). Está llena de prominencias y cavidades...”*.

Galileo vio cráteres, cordilleras, valles, fisuras y grandes llanuras grises. Paisajes. Todo un mundo nuevo ante sus ojos; un mundo que, en cierto modo, le recordaba a la Tierra. Y ese fue un momento de profundo conflicto intelectual para el padre de la astronomía moderna: desde los tiempos de Aristóteles, toda persona educada sabía —o repetía— que la naturaleza de los astros era completamente distinta a la de la Tierra. Se creía que los cuerpos celestes estaban hechos de éter, una sustancia pura, perfecta e incorruptible; que eran suaves y perfectos, y no irregulares y cambiantes como las cosas terrestres (que estaban hechas de la mezcla de los cuatro elementos clásicos). En ese marco, la Luna era vista como una esfera lisa y pura, como una bola de cristal (más allá de sus manchas, que fueron justificadas de una u otra manera).

Pero el telescopio mostraba otra cosa. Galileo se topó, de pronto, con la brutal realidad. Para descartar toda duda y hasta posibles alucinaciones, observó las cambiantes fases de la Luna durante un mes seguido. Miraba y dibujaba, pacientemente, y prestaba especial atención al terminador, la línea divisoria que marca la frontera entre el día y la noche en la Luna. Era allí donde todos los accidentes lunares cobraban relieve, y era allí donde se recortaban, en juegos de luces y sombras, las montañas de la Luna, cuya altura llegó a estimar (correctamente) en miles de metros utilizando geometría simple. Observar y, fundamen-

talmente, dar a conocer la imperfecta naturaleza de la Luna fue el primer golpe de Galileo a viejas y veneradas doctrinas que nadie se había animado a discutir. Y vinieron muchos más.

Las lunas de Júpiter

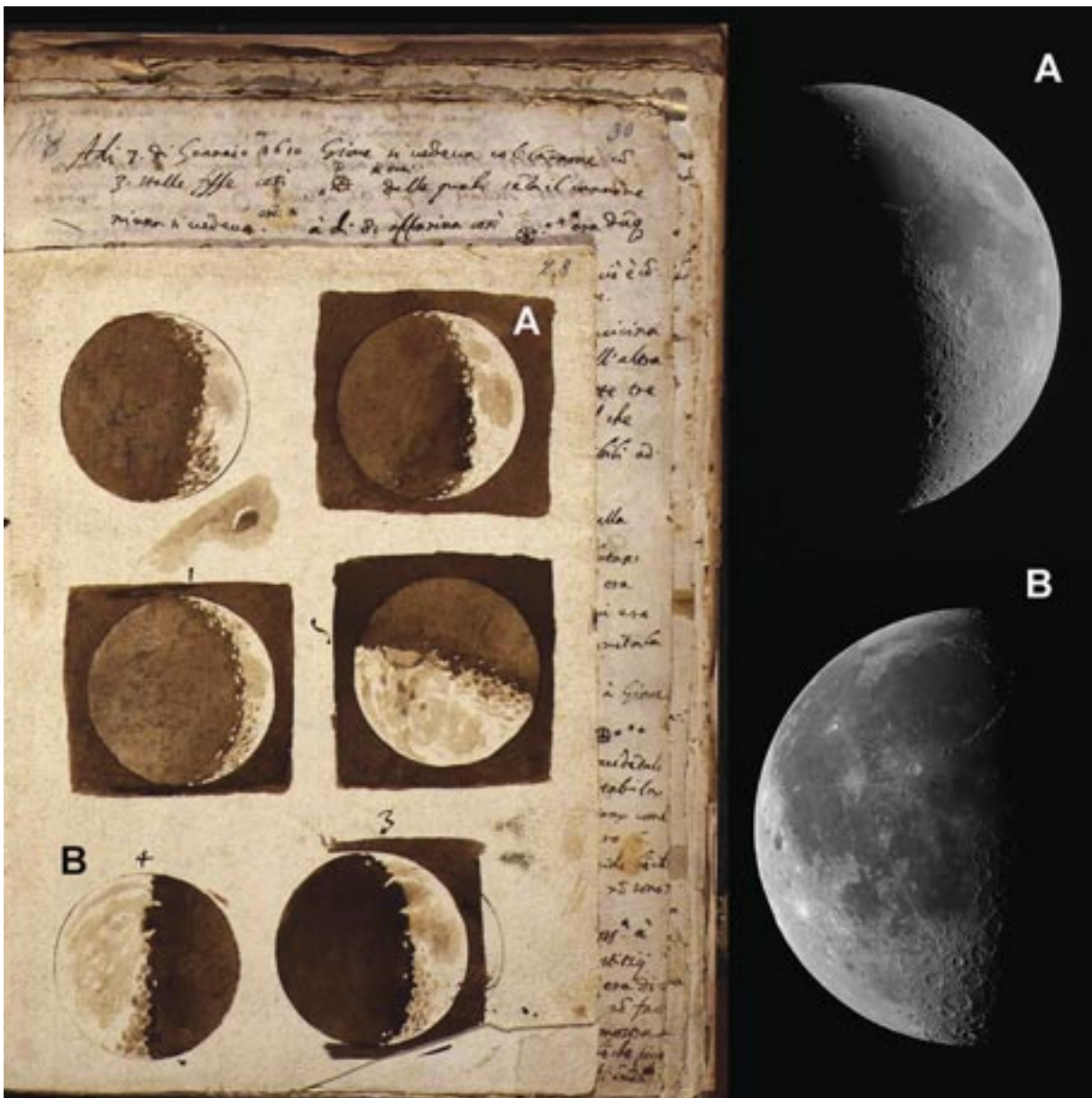
El 7 de enero de 1610, apenas unas semanas después de sus primeras observaciones de la Luna, Galileo apuntó su telescopio hacia Júpiter y, si bien no pudo reconocer detalle alguno en el disco del planeta (por las propias limitaciones del instrumento), sí llegó a ver algo por demás inesperado: a un lado de Júpiter había tres “estrellas” alineadas. La noche siguiente

habían cambiado de lugar, y más tarde apareció una cuarta. Lo curioso es que siempre acompañaban al planeta mientras variaban sus posiciones relativas. Galileo se dio cuenta de que no estaba viendo simples estrellas, sino algo mucho más significativo: lunas; satélites que “revoloteaban” en torno a Júpiter.

Poco importa, quizás, que al principio Galileo bautizara las lunas de Júpiter como *astros Mediceos*, en honor a sus mecenas, la familia de Medici; o que se refiriera a ellos como “I, II, III y IV”. Lo verdaderamente importante, lo revolucionario, era que esos cuatro nuevos astros daban vueltas en torno a *otra cosa* que no era la Tierra. Dicho de otro modo: nuestro mundo no era el único centro natural del movimiento cósmico. Otro mazazo a la cosmología aristotélica según la cual todo cuerpo celeste debía girar en torno a la Tierra.

El descubrimiento de las cuatro lunas de Júpiter (que mucho más tarde recibieron los nombres de Ío, Europa, Ganímedes y Calisto) fue, quizás, el más importante trofeo astronómico de Galileo, y causó tal estupor que filósofos, religiosos y hasta astrónomos se negaron a aceptarlo. Con calma y grandeza, Galileo simplemente les ofrecía su telescopio para que vieran esa realidad que tanto les costaba ver.

“Galileo no inventó el telescopio, pero sí perfeccionó un invento cuyo origen es sumamente difícil de precisar.”



El gran divulgador

Parece que un tal Thomas Harriot, astrónomo británico, se le adelantó unos pocos meses en la observación telescópica de la Luna, sin mayores repercusiones. Y es posible —aunque mucho más discutible— que el alemán Simon Marius haya visto los satélites de Júpiter unas semanas antes. Pero lo que hizo grande a Galileo (entre otras tantas cosas, por supuesto) fue que contó lo que vio, lo que descubrió, y lo hizo muy bien. Fue un gran divulgador de la ciencia, además de haber sido también óptico, músico y pintor.

El 12 de marzo de 1610, Galileo publicó en Venecia su célebre *Sidereus Nuncius* (El mensajero de los astros), una preciosa pieza de divulgación científica, clara, amena y entendible, donde dio cuenta de sus primeros descubrimientos. Allí, además de hablar del

02 Uno de los primeros telescopios, conservado en el Museo Galileo de Florencia, Italia.

03 Galileo fue el primero en dibujar e interpretar los cráteres lunares, que hoy en día todos podemos ver fácilmente con cualquier telescopio o binocular. A la derecha, dos imágenes actuales que casi coinciden con los dibujos marcados con las letras A y B.

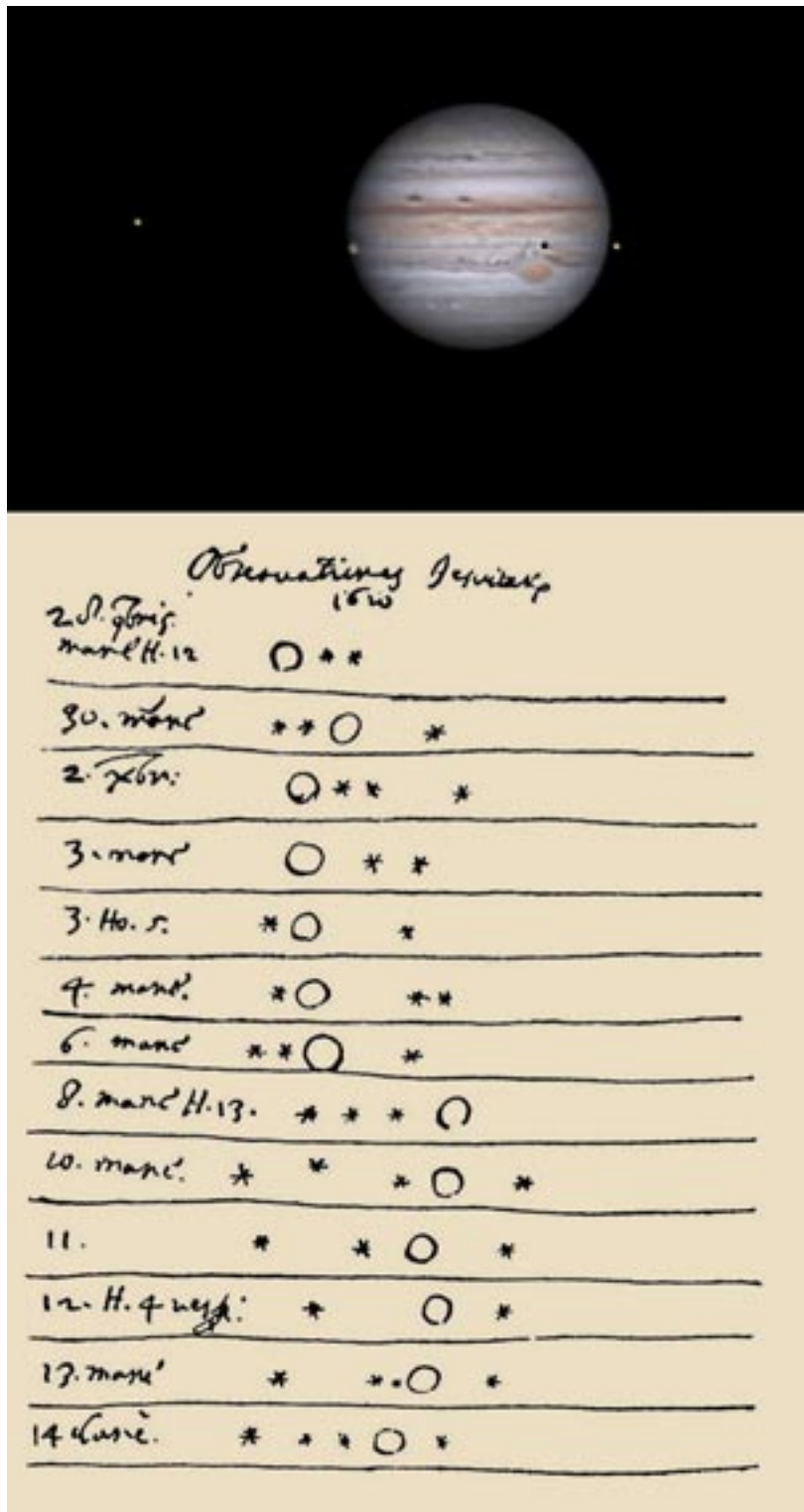
relieve lunar y las lunas de Júpiter, dio cuenta de otra de sus mayores revelaciones telescópicas: *“La Vía Láctea no es otra cosa que congregados de innumerables estrellas distribuidas en cúmulos”*.

Aquella franja enorme y difusa que cruza el cielo de horizonte a horizonte se reveló ante el ojo escrutador de Galileo como un mar de puntos de luz; millones de estrellas tan “apretujadas” que, a simple vista, parecían nubes y manchones borrosos; y mezcladas entre ellas, auténticas nubes cósmicas, las nebulosas. Además, notó que el tamaño de las estrellas no variaba con el uso del telescopio, a diferencia del de los planetas, que se mostraban como pequeños “círculos”. Entonces, Galileo sospechó que las estrellas estaban extremadamente lejos. Años más tarde, en otros escritos, hasta se animó a pensarlas como otros soles que estaban cientos o miles de veces más lejos que nuestro Sol. Galileo se quedó corto, pero poco importa.

Las cambiantes fases de Venus

A esta altura, no podemos dejar de recalcar algo que agiganta todos los logros de Galileo: sus mejores instrumentos eran apenas comparables con un telescopio de juguete, o un binocular mediocre de hoy en día. No solo por su poca potencia (20 a 30 aumentos en el mejor de los casos), sino especialmente por sus graves aberraciones ópticas (aureolas de colores y baja resolución), su mínimo campo visual (que hacía difícilísimo ubicar los astros) y su muy frágil estabilidad.

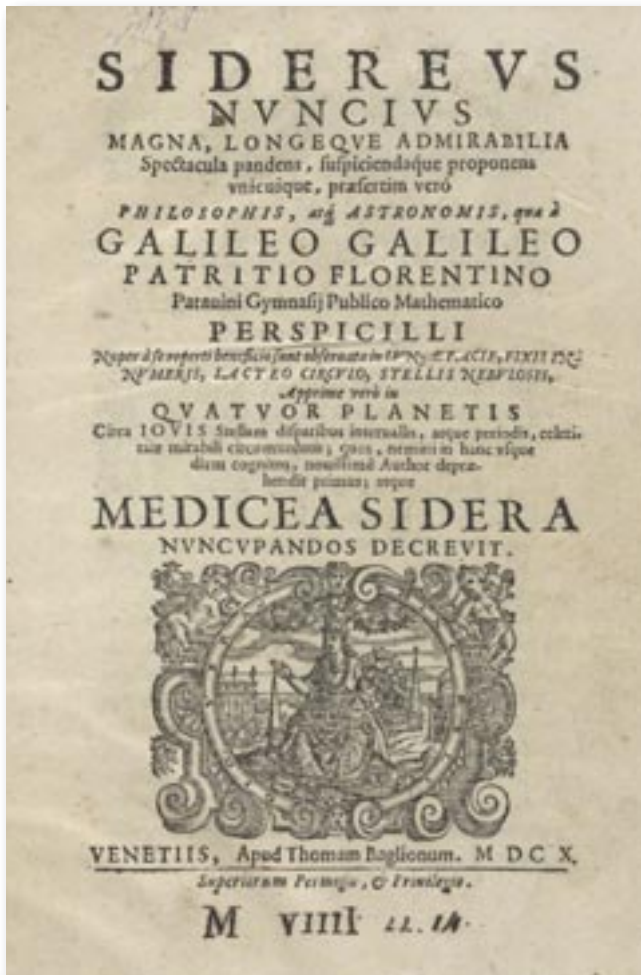
Con todas esas limitaciones, Galileo siguió con su marcha triunfal de revelaciones. Durante los últimos meses de 1610 y principios de 1611 se ocupó de Venus, y vio que el planeta literalmente se “transformaba”, que tenía fases como la Luna, aunque siguiendo un ciclo mucho más largo y con variaciones de tamaño. El descubrimiento del particular ciclo de fases de Venus fue mucho más que una curiosidad. Era una confirmación rotunda al Modelo heliocéntrico de Copérnico. Lo que Galileo vio solo podía explicarse con una geometría astronómica en la que el Sol ocupara



el centro, y Venus y la Tierra orbitaran a su alrededor (en ese orden). El otrora intocable modelo geocéntrico de Aristóteles y Ptolomeo estaba herido de muerte.

Saturno y el Sol manchado

Con la ayuda de su tosco telescopio refractor de 20 aumentos, Galileo casi descubrió los anillos de Saturno. El 30 de julio de 1610, en una carta a la familia



04 Dibujos de las posiciones de los satélites de Júpiter realizados por Galileo y publicados en el *Sidereus Nuncius* en 1610. Los cuatro satélites galileanos se ven fácilmente con cualquier telescopio pequeño o con un buen binocular, y es muy interesante seguir sus movimientos que, en unas pocas horas, muestran cambios de posiciones, pasos y tránsitos por delante o por detrás del planeta, eclipses y ocultaciones mutuas entre ellos. En la foto, tomada el 5 de septiembre pasado, vemos las lunas Ío, Ganímedes y Europa (de izquierda a derecha). Además, sobre el disco del planeta se aprecia la sombra de Ganímedes; es decir que, si alguien estuviera sobre ese punto, vería un eclipse de Sol.

05 Portada del *Sidereus Nuncius*, publicado en Venecia en 1610.

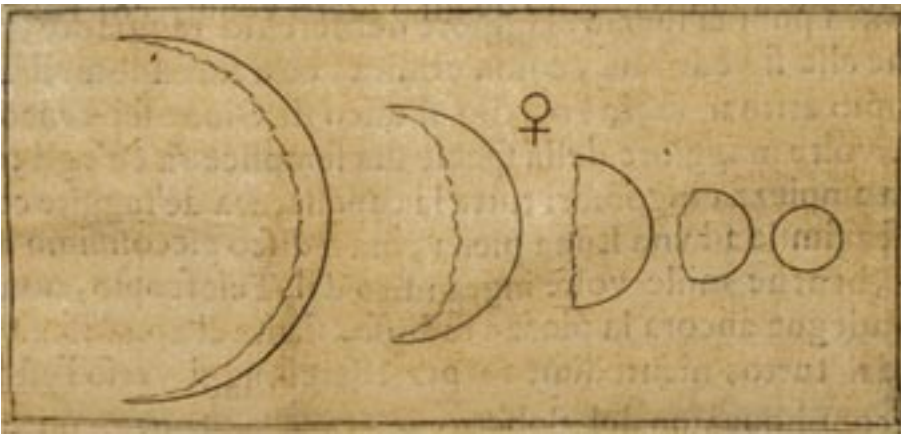
06 Una página del *Sidereus Nuncius* en la que se observa la posición de las Pléyades y muchas de las estrellas que no se llegan a ver a simple vista, y que Galileo descubrió con su telescopio.

Medici, escribió: “Descubrí otra muy extraña maravilla (...). Saturno no es una sola estrella sino un conjunto de tres, que casi se tocan una con otra”. Pensó que Saturno estaba acompañado por dos satélites, cosa nada rara teniendo en cuenta lo que muy poco tiempo antes había observado en Júpiter. Pero para su asombro, dos años mas tarde, vio que ambos habían desaparecido, en lo que calificó como “un caso sorprendente”. Tan sorprendente como lo que vio en 1616: “Los dos compañeros (de Saturno) ya no son pequeños globos (...). Son dos medias elipses...”.

Sí, le faltó muy poco: el desorientado Galileo estaba viendo, sin saberlo, los cambiantes aspectos de los anillos de Saturno, que al quedar de perfil (en 1612) habían “desaparecido” al ser observados en el mismo plano, desde la Tierra (el descubrimiento formal de los anillos



07



quedó en manos de Christiaan Huygens, casi medio siglo después).

Galileo le faltó el respeto a la aburrida e inmaculada Luna aristotélica y escolástica. Y también al Sol: si bien no las descubrió, fue uno de los primeros científicos europeos que observó las manchas solares en de-

08A



Mariano Ribas

08B

Mariano Ribas



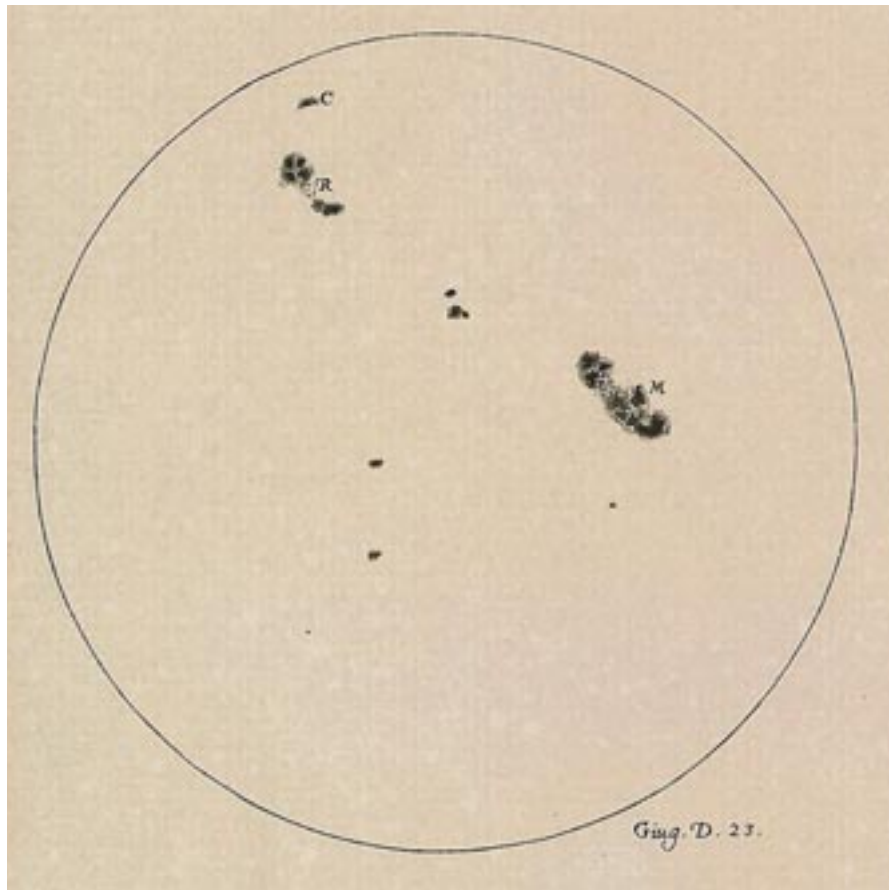
07 Las fases de Venus dibujadas por Galileo en el *Sidereus Nuncius*. Se aprecia que cuando Venus está casi "lleno" se ve más pequeño que cuando está apenas creciente o menguante, debido a la mayor o menor distancia a la Tierra y a su posición con respecto al Sol.

08A y B Fases de Venus vistas a través de telescopio, el 14 de octubre de 2018 (finito) y el 24 de octubre de 2013 (medio Venus).

"Desde los tiempos de Aristóteles, toda persona educada repetía que la naturaleza de los astros era completamente distinta a la de la Tierra; que eran perfectos, y no irregulares y cambiantes como las cosas terrestres."

talle (el mérito es compartido con Thomas Harriot, David Fabricius y Christoph Scheiner). Los chinos las habían visto a ojo desnudo mil o dos mil años antes. Pero utilizando la técnica de proyección, Galileo las vio en detalle. Vio como esas manchas cambiaban de forma y tamaño a medida que cruzaban el disco solar, a lo largo de semanas, y le sirvieron para demostrar que el Sol no solo era otro cuerpo natural, y no una bola perfecta, sino que también rotaba sobre sí mismo. El Sol manchado de Galileo era mucho más interesante que el limpio y perfecto Sol de Aristóteles. Era un Sol vivo y cambiante (Galileo no lo supo, pero las manchas solares son regiones más frías del Sol asociadas a campos magnéticos localizados).

Los cráteres y las montañas de la Luna, los satélites de Júpiter, las fases de Venus, la estructura estelar de la Vía Láctea y las manchas del Sol representan la entrada triunfal del heliocentrismo y el ocaso del universo clásico. Hace poco más de cuatro siglos, un terco profesor de matemáticas, devenido en astrónomo imbatible, levantaba su mirada hacia el cielo con un aliado poderoso, y se animaba a desafiar pesadas herencias y saberes hasta entonces intocables. Una osadía que hacia el final de su vida le costó la burla de muchos de sus contemporáneos y el pesado castigo de la Inquisición, que lo condenó al arresto domiciliario en la pequeña villa de Arcetri. Por todo eso y mucho más,



siempre vale la pena evocar la figura y el legado de Galileo, aquel gigante que nos abrió los ojos. ■

09 Manchas solares dibujadas por Galileo el 23 de junio 1613.

10 Dibujo de Saturno tal como creyó verlo Galileo en 1610. Al poco tiempo, esas "orejas" del planeta desaparecieron. Lo que en realidad ocurrió fue que Saturno se puso de perfil con respecto a la Tierra. En esas circunstancias, los anillos, por ser tan finos, "desaparecen" desde nuestra perspectiva.

10



El primero de la Argentina

150 AÑOS DEL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE CÓRDOBA

Autor: Facundo Rodríguez, Instituto de Astronomía Teórica y Experimental (IATE).

01

El 24 de octubre fue el aniversario del hoy denominado Observatorio Astronómico de Córdoba (OAC). Esta institución fue promovida y fundada por el presidente Domingo F. Sarmiento y su ministro Nicolás Avellaneda en 1871, bajo el nombre de Observatorio Nacional Argentino (ONA).



OAC

Su primer director fue el estadounidense Benjamin Gould y con él se dieron los primeros pasos de la astronomía profesional en la República Argentina. Entre los principales aportes de estos años se pueden mencionar los catálogos de estrellas y cúmulos estelares del hemisferio sur. Sin embargo, las tareas de esta institución pionera no se limitaron solo a la observación del cielo, sino que también, entre otras funciones, transmitió una hora oficial, colaboró en la determinación de posiciones geográficas y en la sistematización de estándares de pesos y medidas.

Ya a comienzos del siglo XX y bajo la dirección de Charles Perrine, comenzó a planificarse la construcción de la Estación Astrofísica Bosque Alegre (EABA) que, luego de diversos obstáculos, vio su primera luz en 1942. Este observatorio, ubicado a 50 km de la ciudad de Córdoba, aún está en funcionamiento y cuenta con uno de los telescopios más importantes del país.

El nombre de Observatorio Astronómico de Córdoba

fue dado en 1954, cuando pasó a depender de la Universidad Nacional de Córdoba, de la que todavía forma parte. Actualmente, sigue siendo una institución de vanguardia. En ella se realiza una gran diversidad de estudios en diferentes áreas de investigación que van desde los sistemas planetarios y estelares a los de la estructura a gran escala del universo. También se desarrollan tareas de docencia y, gracias a las iniciativas de las personas que lo integran, se ha convertido en uno de los principales centros de comunicación pública de la ciencia de Córdoba. Los festejos de estos 150 años, fiel a la larga y sinuosa historia de este observatorio, fueron y son muy variados. Su comunidad propuso la realización de las jornadas de Epistemología e Historia de la Astronomía, charlas en bares con profesionales, se confeccionaron postales con fotografías históricas, se dictaron seminarios para todo público y capacitaciones docentes. Además, se plantaron 150 árboles nativos para reforestar la Estación Astrofísica Bosque Alegre, después de los graves incendios que sufrió la región en 2020. Sin embargo, no se puede dejar de destacar que la celebración principal se llevó a cabo conjuntamente con la 63° Reunión anual de la Asociación Argentina de Astronomía, en el marco de la cual se realizó un concurso de astrofotografía que nos dejó imágenes hermosas para los próximos 150 años. ■

02

OAC



01 Vista del Observatorio Nacional Argentino (ONA) en 1871.

02 Observación nocturna para el público, a fines de la década de 1940.

Nota

En las páginas 37 y 38 podemos disfrutar algunas de las astrofotografías que participaron del concurso.

Más revelaciones de JunoCam

LOS CRÁTERES DE GANÍMEDES

Autor: Dr. Guillermo Abramson. Centro Atómico Bariloche, CONICET e Instituto Balseiro.
guillermoabramson.blogspot.com

01

NASA/K. Gill



Como parte de una misión de la NASA a Júpiter, la cámara JunoCam, a bordo de la sonda Juno, ha sido tan exitosa y resistente que sigue operando cuatro años después de la fecha en la que se esperaba que dejara de funcionar. Entre otras cosas, el procesado de sus imágenes ha permitido descubrir curiosos cráteres y formaciones geológicas que incluyen una tectónica de placas de hielo.

El robot Juno, en órbita de Júpiter desde 2016, ha cumplido hace rato sus objetivos primarios: el estudio de las profundidades de Júpiter, incluyendo su misterioso núcleo y su dinámica atmosférica por debajo de los coloridos remolinos que vemos desde afuera. Como si fuera la mitológica esposa celosa de Júpiter, Juno se proponía espiar debajo del velo nuboso del príncipe de los dioses olímpicos. Para su trabajo llevaría un impresionante juego de instrumentos que observan radiación invisible: un radiómetro de microondas y un espectrómetro infrarrojo para escudriñar las profundidades de la atmósfera joviana, un

magnetómetro para mapear la inmensa magnetósfera del gigante y su origen en las profundidades del núcleo, un espectrógrafo ultravioleta para observar las auroras polares, detectores de partículas y plasma.

Cuando se diseñó la misión, Juno ni siquiera iba a llevar una cámara. Pero, ¿vas a ir a Júpiter sin una cámara? ¡Sería como ir a Venecia sin una cámara! Así que Juno finalmente llevó también una cámara, JunoCam, un instrumento esencialmente igual a la cámara MARDI diseñada para el rover marciano Curiosity, pero reforzada para el ambiente muy radiactivo de Júpiter.

Inicialmente, JunoCam sería parte del programa de



“Algunos cráteres parecen tener depresiones en el centro. Esto llama la atención de los aficionados a la observación lunar, porque estamos acostumbrados a que, en el medio de los cráteres, haya montañas y no pozos.”

relaciones con el público que todas las misiones de exploración espacial desarrollan en forma paralela a su trabajo científico. Pero ha sido tan exitosa y resistente (sigue operando cuatro años después de su fecha esperada de falla) que ha sido utilizada también para el estudio científico de la atmósfera superior de Júpiter, particularmente de la cadena de ciclones circumpolares y de la interacción entre la famosa Gran Mancha Roja y sus regiones circundantes.

En 2018, tras una docena de órbitas, Juno ya había cumplido sus principales objetivos científicos. Pero la mayor parte de sus instrumentos seguía funcionando a la perfección, de modo que la NASA aprobó la ex-

tensión de la misión, que durará hasta septiembre de 2025. Al llegar a Júpiter, Juno había realizado dos órbitas preliminares al cabo de las cuales debía hacer un cambio para alcanzar una órbita de trabajo. Sin embargo, por una posible falla del motor principal, se decidió no modificar la órbita de llegada. Afortunadamente, esto no solo no alteró la misión científica, sino que, a pesar de someter a la nave a mayores niveles de radiación, permitió estudiar regiones de la magnetósfera no previstas originalmente. Y también, ya que esta órbita es más amplia que la planeada, permitirá sobrevolar tres de las grandes lunas, que llevan nombres de algunos de los abundantes amoríos del dios: Ío, Europa y Ganímedes. Así que Juno, como la celosa consorte mítica del dios, ahora va a controlar de cerca a sus amantes.

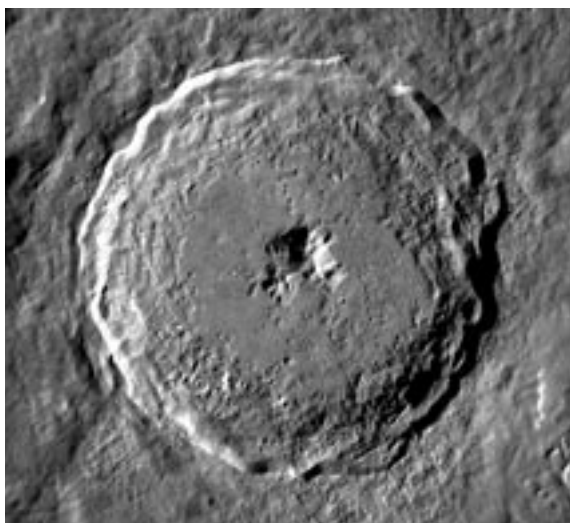
A pedido de los dioses

El primero en ser sobrevolado ha sido Ganímedes, en junio de 2021. El Ganímedes mitológico era un hermoso chico troyano, que fue secuestrado por Zeus/Júpiter para convertirlo en mozo del Olimpo. Según otra versión del mito, el muchacho no fue secuestrado sino comprado, lo cual no sé si es mejor o peor. La cuestión es que Zeus, enamorado, se convirtió en águila, lo raptó y se lo llevó al Olimpo para que sirviera el divino néctar y la inigualable ambrosía. Era-



04

NASA/LRO.



01 *Ganímedes fotografiado por JunoCam el 7 de junio de 2021, desde una distancia de 1038 km. Imagen procesada por Kevin Gill (unmannedspaceflight.com) en base a datos de NASA/JPL/Juno.*

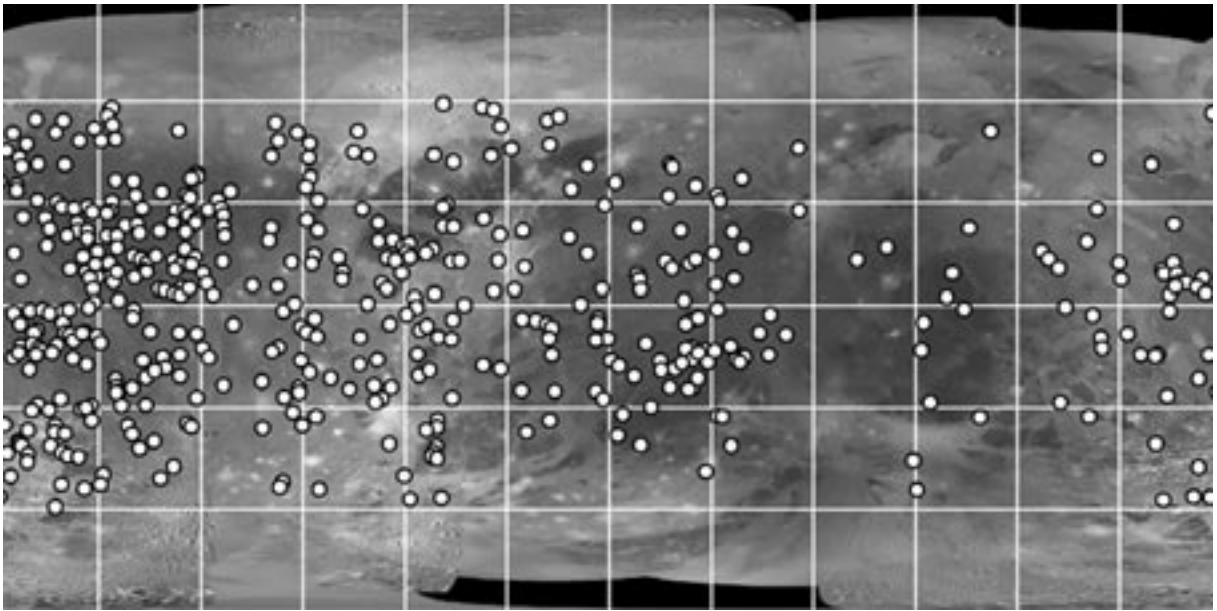
02 *Ganímedes sirviendo néctar a Zeus, en la decoración de un cáliz ático (ca. 490 a.C.).*

03 *Detalle de la imagen de la figura 01. El cráter Tros, que lleva el nombre del padre del Ganimedes mitológico, muestra un amplio faldón de material claro excavado por el impacto, y un gran pozo central (la luz viene desde la derecha). Vemos a su alrededor el típico terreno arrugado y fracturado, cuyo origen es posiblemente tectónico.*

04 *El cráter Tycho en la Luna, con su característica montaña central (la luz viene desde la derecha).*

05

NASA/Alzate y Barlow.



"¿Será Ganímedes, y no Marte, Europa o Encélado, el mejor lugar del sistema solar para encontrar vida extraterrestre? En todo caso, su estudio contribuirá al entendimiento de los entornos habitables."

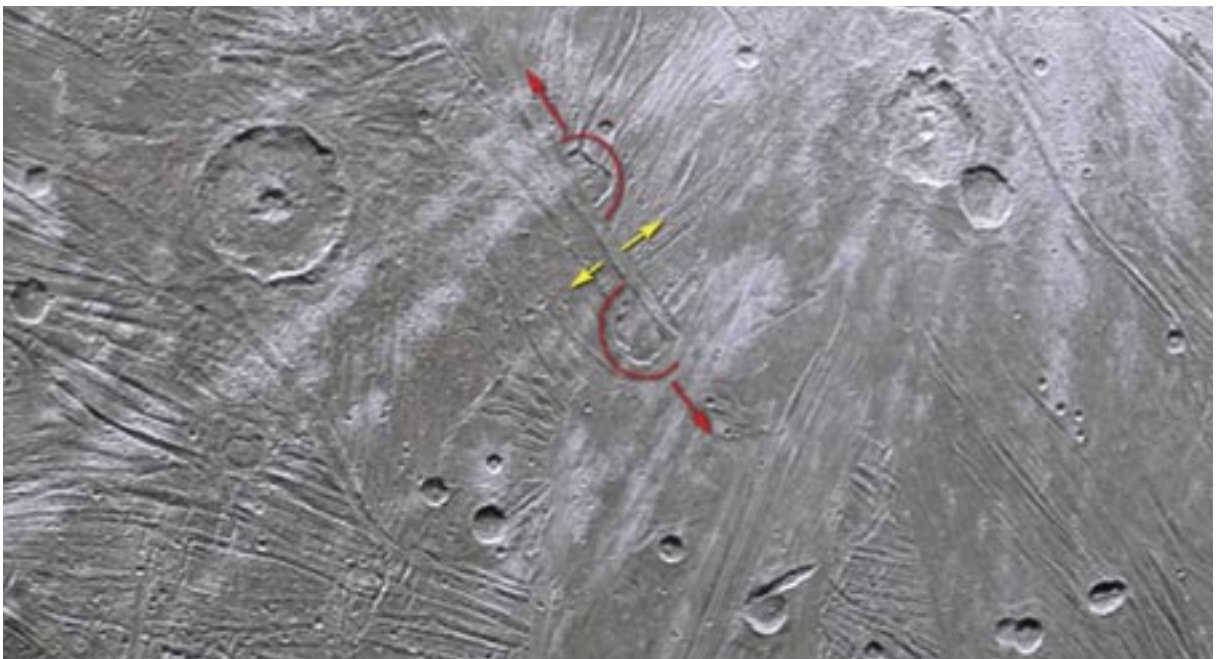
05 Mapa de Ganímedes, con los cráteres con pozos centrales marcados. Ni en Ganímedes ni en Marte el fenómeno parece concentrarse en unidades geológicas específicas. La menor concentración en el hemisferio oriental se debe a una menor resolución de la imagen.

06 Un detalle de la imagen de la figura 01 muestra el resultado de la actividad geológica de la corteza de hielo de Ganímedes. El cráter señalado aparece seccionado por el movimiento del hielo en direcciones opuestas: una falla de rumbo (flechas rojas), cuyos bordes luego se separaron por un desgarre de extensión (flechas amarillas).

07 Cinturones de auroras en Ganímedes, observados por el Telescopio Espacial Hubble en radiación ultravioleta (pintados de azul en esta imagen), superpuestos a una imagen obtenida por la nave Galileo en órbita de Júpiter.

06

NASA



tóstenes de Cirene (el mismo que hace 23 siglos midió la circunferencia de la Tierra) dice en los *Catasterismos* que la constelación de Acuario bien podría ser Ganimedes, sirviendo no agua sino la bebida de los dioses. Después de todo, la constelación del Águila —que es uno de los atributos de Zeus— se encuentra junto a él en el cielo.

Aunque el sistema óptico de JunoCam tiene un campo demasiado amplio como para resolver pequeños detalles superficiales de los satélites, el resultado ha sido extraordinario. Las imágenes crudas de JunoCam no son fáciles de procesar, porque la cámara está fija al chasis de la nave, que va rotando a medida que hace la exposición. Pero los aficionados que participan activamente en el foro *unmannedspaceflight.com* hacen maravillas, como podemos ver en la figura 01.

Si observamos atentamente esa imagen, veremos que algunos cráteres parecen tener depresiones en el centro; por ejemplo, varios de los que se ven en el recorte que mostramos en la figura 03, incluso el notable Tros en medio de la foto (la luz viene desde la derecha). Esto llama la atención de los aficionados a la observación lunar porque estamos acostumbrados a que, en el medio de los cráteres, haya montañas y no pozos. Un caso notable es la gran montaña en medio del cráter lunar Tycho, que se eleva 1600 metros sobre el fondo plano que la rodea (figura 04, con la luz también desde la derecha).

Por cierto, este tipo de cráteres ya se conocía desde el sobrevuelo de la sonda Voyager en 1979. Y no solo Ganimedes tiene cráteres con pozos centrales, sino también la otra gran luna de Júpiter, Calisto, e incluso el planeta Marte. Se cree que su formación obedece a la gran cantidad de sustancias volátiles en el material excavado en el impacto. Si los comparamos con los de la Luna o Mercurio, por ejemplo, allí los cráteres solo tienen picos centrales.

Si bien muchos detalles todavía se discuten entre los especialistas, se sabe que son muy abundantes. La figura 05 muestra un mapa con todos los cráteres de Ganimedes (con diámetros entre 5 y 160 km) con pozos centrales. La aparente menor concentración en el hemisferio oriental se debe a que la imagen tiene allí menor resolución. El fenómeno no parece asociado a

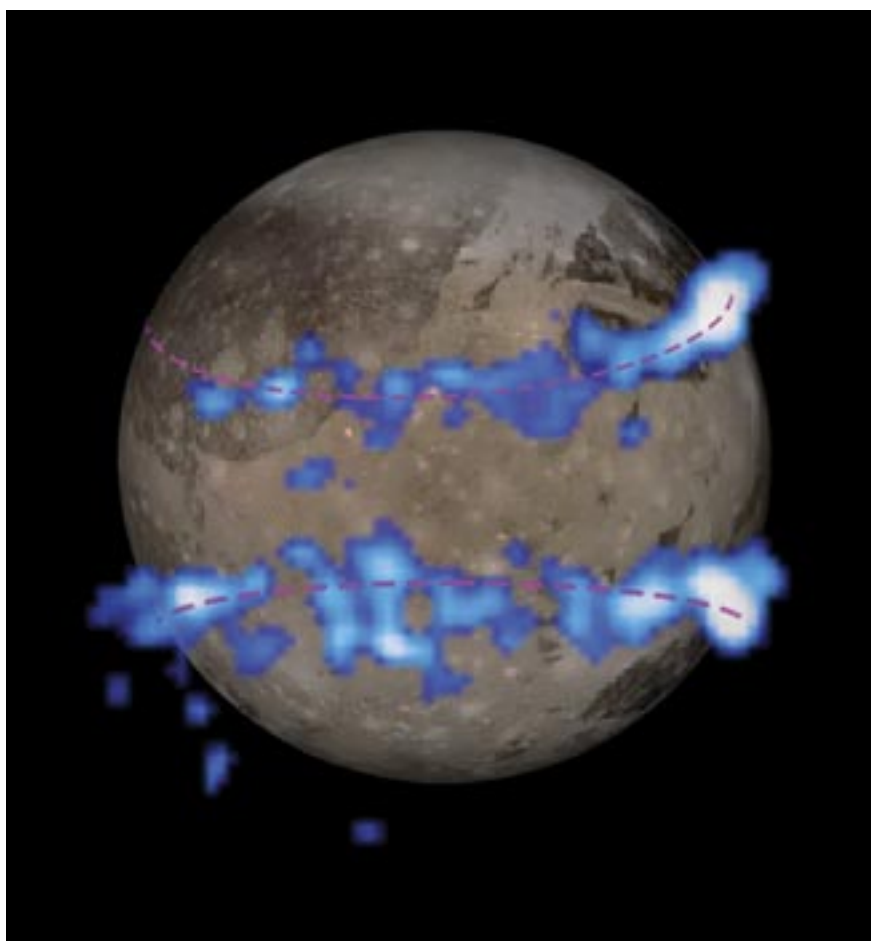
formaciones geológicas específicas, y lo mismo ocurre en Marte. Curiosamente, los cráteres con picos aparecen igualmente distribuidos que los que tienen pozos, y están mezclados con ellos.

Ganimedes es un mundo enorme. Con un diámetro de 5300 km es más grande que el planeta Mercurio y tiene una geología fascinante. Una simple inspección de las imágenes obtenidas por JunoCam nos revela más cosas destacables, que seguramente mantendrán ocupados a los geólogos por mucho tiempo. El satélite tiene una tectónica de placas de hielo, en lugar de rocas de silicato, como en la Tierra, con las fallas y los desplazamientos todos a la vista. Un ejemplo notable es el de la figura 06, donde vemos un cráter que fue cortado en dos y desplazado por una o un par de fallas.

Condiciones compatibles con vida microbiana

En 1998 el Telescopio Espacial Hubble descubrió allí la existencia de dos óvalos de auroras polares (figura 07), similares a los de la Tierra, Júpiter y otros mundos con un campo magnético. En un cuerpo de hielo del tamaño de Ganimedes, este fenómeno solo puede ocurrir con un océano salado subglacial, como el que el robot Galileo también observó en otra luna de Júpiter, Europa. Observaciones adicionales, reanalizadas recientemente, mostraron que Ganimedes tiene una (muy tenue) atmósfera

07



NASA/ESA/HST y NASA/JPL/Galileo



de vapor de agua y oxígeno, que parece escapar de regiones de hielo relativamente tibio. A pesar del tremendo frío de su superficie (alrededor de -170°C), debe existir en las profundidades abundante agua líquida, incluso caliente. El océano de Ganímedes podría ser el mayor cuerpo de agua líquida del sistema solar, y es posible que, en la región de contacto entre el agua y el manto de roca subyacente, existan condiciones compatibles con la vida microbiana, similar a la de las dorsales mediooceánicas de la Tierra.

¿Será Ganímedes, y no Marte, o Europa, o Encélado en Saturno, el mejor lugar del sistema solar para encontrar vida extraterrestre? En todo caso, su estudio contribuirá al entendimiento de los entornos habitables y a cómo se forman y evolucionan los planetas gigantes y sus sistemas de satélites.

El plan de vuelo de Juno seguirá con un sobrevuelo muy rasante, a apenas 320 km sobre la superficie de la helada Europa, en septiembre de 2022. Este encuentro orbital modificará la órbita de Juno de 53 a 33 días en torno a Júpiter, lo que permitirá dos sobrevuelos a la volcánica luna Ío, en 2023 y 2024. Esto será relevante en el diseño de las venideras exploraciones de estos munditos en busca de vida subglacial,

08 *Imagen de comparación: Tierra (NASA/Apollo 17), Ganímedes (NASA/JPL/Galileo) y Luna (G. Abramson).*

como la *JUICE* (*JUpiter ICy moons Explorer*; o explorador de las lunas heladas de Júpiter), de la Agencia Espacial Europea, que despegará el próximo año; y el Europa Clipper, de la NASA, que partirá en 2024 para estudiar específicamente el satélite Europa. El fin de la misión Juno, por ahora, está previsto para septiembre de 2025, mediante la autodestrucción de la nave en la atmósfera de Júpiter, para proteger el ambiente de los satélites. ■

Referencias

- N. Alzate y N. G. Barlow, Central pit craters on Ganymede, *Icarus* 211:1274–1283 (2011).
- N. G. Barlow et al., Comparison of central pit craters on Mars, Mercury, Ganymede and the Saturnian satellites, *Meteoritics & Planetary Science* 52:1371–1387 (2017).
- L. Roth et al., A sublimated water atmosphere on Ganymede detected from Hubble Space Telescope observations, *Nature Astronomy* (2021) (doi: 10.1038/s41550-021-01426-9).

ECLIPSE TOTAL DE LUNA, PARCIALMENTE VISTO

Andrea Anfossi



*El pasado **26 de mayo** ocurrió un eclipse total de Luna, visible parcialmente desde toda la Argentina. Desde nuestra sede en Buenos Aires y alrededores, poco fue lo que pudimos disfrutar, no solo porque la etapa de totalidad se daba con la Luna ya por debajo del horizonte, sino especialmente por unas molestas nubes que aparecieron en el momento menos indicado.*

La etapa parcial comenzó a las 06:44. En la ciudad de Buenos Aires, por ejemplo, a esa hora la Luna estaba apenas a 12° de altura sobre el horizonte oeste, y se ocultó una hora después, antes de que comenzara la totalidad. Pero más al oeste, la Luna se ocultaba más tarde, lo que permitió apreciar durante más tiempo el evento, incluyendo la totalidad. Así, por ejemplo, desde la Patagonia, la Luna se ocultó poco después de terminada esa etapa. En San Carlos de Bariloche, desde el centro de la ciudad, la Luna se ocultó tras el Cerro Catedral, y en las páginas centrales podemos ver la totalidad del eclipse justo en ese momento, por delante de la constelación de Escorpio. En esta página y en la 28 tenemos la parcialidad del eclipse visto desde Buenos Aires, entre nubes.





Guillermo Abramson



Guillermo Abramson

Alejandra Brusadin



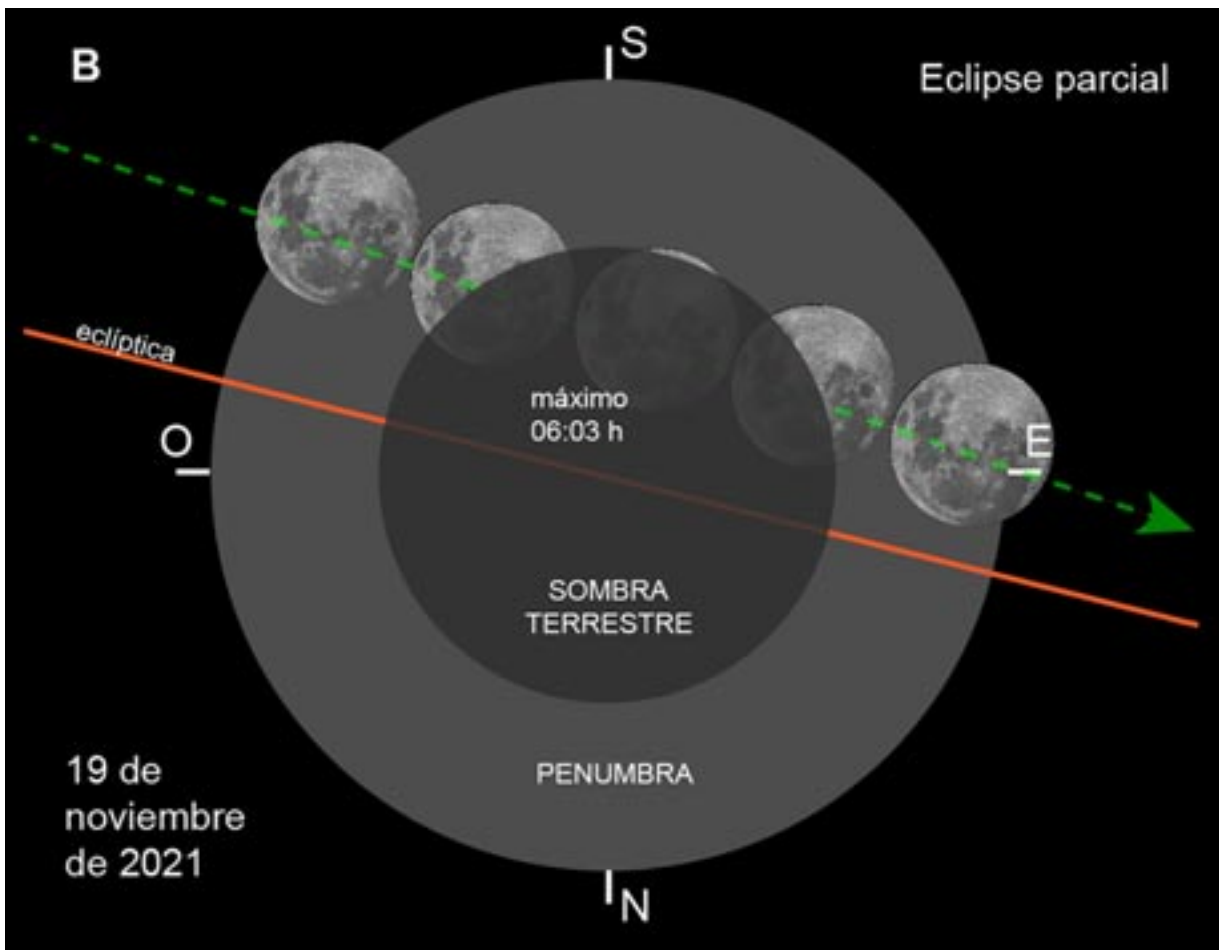
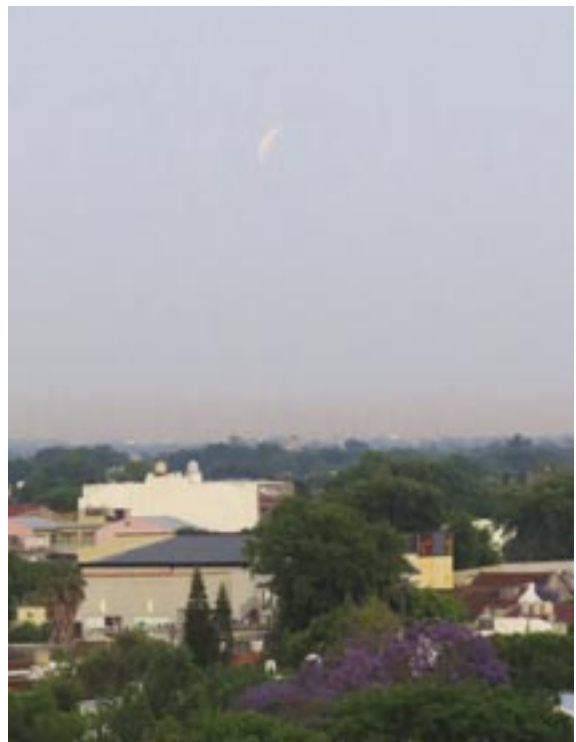


FIGURA 1. Recorrido de la Luna por la sombra terrestre durante el eclipse del 19 de noviembre. Como vemos, la Luna no ingresa completamente por muy poco en el cono de sombra.

Eclipse parcial de Luna

El **19 de noviembre**, al cierre de esta edición, hubo otro eclipse parcial de Luna, con nuestro satélite ingresando casi por completo al cono de sombra terrestre. Sin embargo, en todo nuestro país solo se vio una parte, durante el amanecer. La etapa parcial comenzó a las 04:18 (hora argentina, para todo el país), el máximo se dio a las 06:03 y el final del eclipse fue a las 07:47. En Buenos Aires, la Luna se ocultó a las 05:43, por lo que tuvimos casi una hora y media para disfrutar del evento, siempre que hayamos encontrado un lugar con el horizonte oeste/noroeste despejado de obstáculos. Mientras más al noroeste hayamos estado, más tiempo habremos tenido para observar el eclipse, ya que la Luna se ocultaba más tarde. En el Noroeste argentino la Luna se fue cerca de las 06:40; en el centro, cerca de las 06:30; y en el sur, cerca de las 06:00. (Ver figura 1).

En esta página y en la siguiente, publicamos las primeras fotos que nos llegaron del eclipse, justo antes de cerrar la edición.



Diego Hernández

Guillermo Abramson



Mariano Ribas

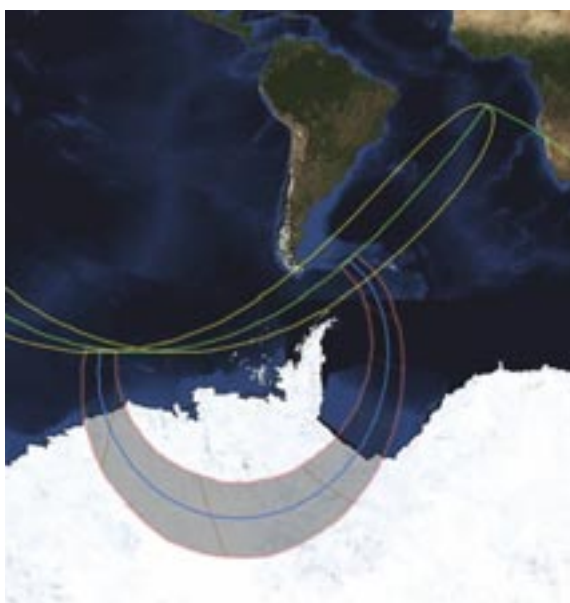


FIGURA 2. Trayectoria de la sombra lunar sobre la superficie terrestre durante el eclipse total de Sol del 4 de diciembre. La totalidad se apreció principalmente en la Antártida y al sureste de las Islas Malvinas, y está dada por la franja roja.

Eclipse total de Sol

El 4 de diciembre hubo otro eclipse total de Sol. Aunque ocurrió en una zona un poco complicada de acceder, fue el tercer eclipse total de Sol dentro del territorio de nuestro país, en apenas tres años. Este eclipse mostró un recorrido muy particular, de este a oeste, mientras que en la mayoría de los eclipses el camino de la sombra se produce de oeste a este. Esta aparente inversión del recorrido solo es posible cuando un eclipse ocurre en regiones polares, y es debido a la inclinación del eje terrestre y a que, durante el verano austral, el sur está "recostado" un poco hacia el lado del Sol.

La totalidad fue visible poco después del amanecer en el Atlántico Sur, en las islas Orcadas del Sur y en la Antártida, y tuvo una duración máxima de 1 minuto y 54 segundos. En las Islas Malvinas y en una pequeña porción de Tierra del Fuego se vio apenas un mínimo porcentaje de parcialidad durante unos pocos minutos, luego de la salida del Sol. (Ver figura 2).

Su origen y composición

¿POR QUÉ TANTO HIERRO?

Autor: Maximiliano C. L. Rocca, investigador de cráteres de impacto, becado por The Planetary Society de Pasadena, California, EE.UU.

01



Mucha gente ha visto alguna vez un impresionante meteorito metálico en algún museo público o en la puerta de nuestro Planetario. Es muy popular y verdadera la idea de que un meteorito es algo metálico y muy pesado para su volumen. Se trata en verdad de masas irregulares compuestas por una aleación de hierro y níquel con algo de cobalto, fósforo, carbono, titanio y sulfuros como componentes menores. Son nada menos que masas de “acero” cósmico refinado en el espacio profundo durante millones de años. No son los más comunes ni los que mayormente caen a la Tierra. Por eso, su estudio es realmente importante.

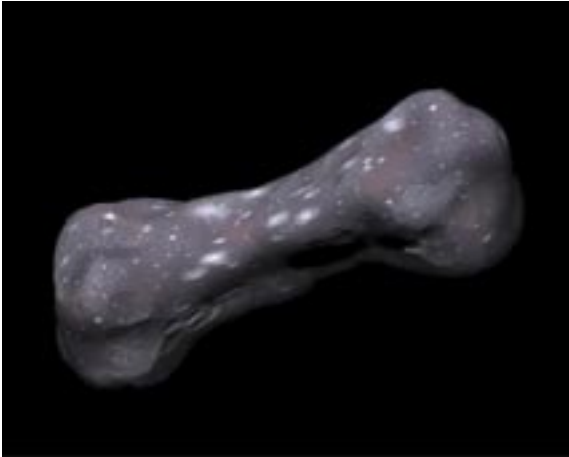
Los mayores meteoritos encontrados en el mundo son todas masas metálicas de hierro y níquel. El Hoba, hallado en Namibia, África, es el mayor meteorito conocido hasta hoy. Se trata de una aglomeración de hierro-níquel de 2,74 x 2,74 x 0,97 metros, y pesa unas 60 toneladas. Cayó durante tiempos prehistóricos y fue hallado en 1920. Hay muchos ejemplos más en diferentes partes del mundo, incluso en nuestro país.

Pero, ¿de dónde han salido esas masas metálicas? ¿Por qué los meteoritos son tan abundantes en hierro metálico? ¿Por qué no hay meteoritos mayoritariamente hechos de cobre, titanio, plata o aluminio metálicos? Vamos a explicarlo en detalle.

Nucleosíntesis atómica de fusión termonuclear en estrellas supermasivas

Para entender por qué hay tanto hierro metálico en los meteoritos debemos primero estudiar el núcleo de una estrella supergigante. Al principio, las estrellas de gran masa (con más de 8 veces la masa del Sol o más) queman en sus núcleos, durante su corta vida, el elemento químico hidrógeno en helio mediante la fusión atómica termonuclear. Este proceso de nucleosíntesis química libera energía. Esta energía contrarresta en el núcleo de la estrella la tremenda fuerza de gravedad que la presiona, y le permite seguir brillando y mantenerse gravitacionalmente estable.

El helio así creado a partir de la fusión termonuclear



del hidrógeno, se acumula en el centro de la estrella lentamente durante millones de años. Luego de agotado el hidrógeno en sus capas profundas, la estrella supergigante entra en una nueva etapa de su vida: empieza a quemar el helio mismo en otros elementos químicos más pesados, como el carbono; y luego también el carbono se acumula en el núcleo estelar.

Más tarde la estrella quema el carbono acumulado en su núcleo en nuevos elementos químicos cada vez más pesados que, a su vez, se acumulan también en su núcleo y le entregan energía a la estrella para seguir estable.

En el núcleo de la estrella se van acumulando, como capas concéntricas en una cebolla, distintos estratos de elementos químicos cada vez más pesados, todos formados por fusión termonuclear atómica, y cada uno liberando su propia energía atómica.

Cuando el núcleo de la estrella llega a fabricar el elemento **hierro** ocurre algo único. El hierro recién formado ya no podrá fusionarse atómicamente en el interior de la estrella, más allá de la temperatura, para crear otros elementos, sin que para que eso ocurra haya que entregarle muchísima más energía. Y la estrella no tiene forma de obtener esa energía para seguir quemando el hierro en nuevos elementos más pesados. Es así que cantidades colosales de hierro se acumulan en el núcleo de una superestrella.

Llegado un momento, la masa del núcleo de hierro de

la estrella es tan grande que ese núcleo se colapsa por su propio peso; su propia y tremenda fuerza de gravedad lo aplasta sobre sí mismo. El colapso gravitacional del núcleo estelar es tremendo, colosalmente grande, y comprime los átomos del núcleo estelar en solo una fracción de segundo. Ese colapso del núcleo se debe, más que nada, a que no puede entregar ni liberar más energía hacia afuera.

Aquí viene la explosión de supernova: en un instante, el núcleo en pleno colapso gravitacional alcanza un límite físico en el cual se forma una **estrella de neutrones**: la gravedad aplasta y comprime los átomos a tan brutal nivel que los electrones y los protones del átomo común se funden entre sí, aplastados por la gravedad, y forman neutrones. Una estrella de neutrones está compuesta por el residuo de neutrones del colapso gravitacional.

Al formarse la estrella de neutrones, de golpe se frena el colapso hacia el núcleo, y se produce una poderosa onda de choque de rebote que se propaga desde el centro de la estrella hacia afuera, que barre con todo a su paso. **Es una explosión de supernova, uno de los eventos más poderosos en todo el universo.**

Al explotar así la estrella esparce por el espacio vecino grandes cantidades gaseosas de elementos químicos como oxígeno y carbono, y también colosales cantidades de hierro y níquel. Este proceso es el origen de tanto hierro en el espacio y, finalmente, en los meteoritos. Sin embargo, no hay abundancia de otros elementos, como aluminio, titanio, etc. El hierro sí abunda porque este elemento no se puede fusionar (quemar termonuclearmente) en el núcleo estelar, y así se acumula en grandes cantidades que luego son expulsadas hacia el espacio interestelar en la explosión de supernova.

El hierro se incorpora luego en los asteroides

Este “gas de hierro” flotará por el espacio interestelar durante millones de años y, finalmente, se incorporará en las nebulosas gaseosas galácticas de nuestra Vía Láctea (o en otras galaxias) que dan origen a nuevas generaciones de estrellas.

Así, ese hierro y níquel formados en el núcleo mismo

01 En nuestro Planetario se exhiben tres grandes meteoritos provenientes de Campo del Cielo: El Tonocoté (850 kg), un fragmento de El Taco (677,85 kg) y La Perdida (1625 kg), además de algunos fragmentos menores. En la foto vemos el Tonocoté.

02 Simulación del asteroide 216 Kleopatra obtenida a través del cartografiado mediante ecos de radar desde la Tierra.

03 El meteorito Hoba, encontrado en Namibia en 1920, es el más grande conocido en el mundo.

04 y 05 Primeros planos del meteorito Hoba de Namibia, donde se ve claramente su composición metálica.



L.G. Spencer-P.E. Spargo, 1929

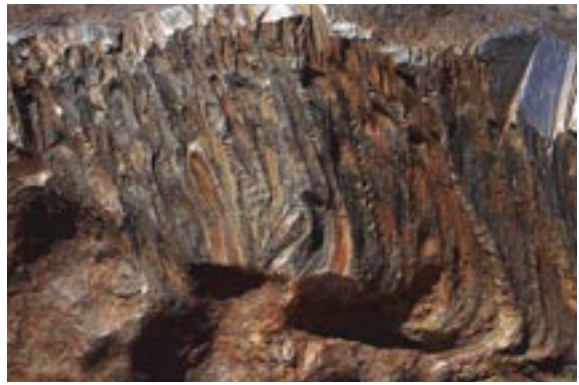
de la estrella supergigante, luego esparcido por el espacio interestelar por la poderosa explosión de supernova, termina —ya enfriado, en estado sólido— como granos metálicos en las nubes de polvo y gas interplanetario alrededor de las estrellas más jóvenes, y estos granos de hierro se condensan luego para formar parte de los asteroides.

Los asteroides son cuerpos cósmicos rocosos o metálicos que tienen diámetros desde unos pocos metros hasta cientos de kilómetros. Giran alrededor del Sol (y, seguramente, de otras estrellas) como parte del sistema solar. Se podría decir que los asteroides son escombros cósmicos que sobraron de la construcción planetaria. El Sol y los planetas se formaron hace unos 5 mil millones de años a partir de una nebulosa de gas y polvo calientes. A medida que el gas se enfriaba se condensaba en gotas y granos de minerales (silicatos) o metales (hierro y níquel), que luego se agrupaban y aglomeraban por la mutua fuerza de atracción gravitatoria. Formaron entonces cuerpos sólidos menores de diversos tamaños. A partir de ellos crecieron los planetas, y los sobrantes de ese episodio son los asteroides de hoy.

En el cinturón de asteroides

En el principio del sistema solar, el material tanto mineral como metálico que formó los asteroides aún estaba caliente y fundido. Entonces, por acción de la gravedad, el metal se separó de la roca y, como es más denso, se hundió hacia el centro de estos cuerpos cósmicos y se concentró en sus núcleos. Dentro de ese asteroide “padre”, el metal se refinó y enfrió en el núcleo durante miles de millones de años. Los asteroides de hierro-níquel se han formado a gran profundidad en los núcleos de algunos asteroides de no menos de 200 km de diámetro. Alrededor de esos núcleos metálicos había un manto compuesto de rocas ricas en minerales de silicio, hierro y magnesio.

Aún hay, en la actualidad, más de un asteroide metálico en el cinturón principal. El asteroide *16 Psique* es, hasta hoy, el más grande de ese tipo que se conoce, un enorme esferoide de 250 km de diámetro. Otro caso es el *216 Kleopatra*, una masa metálica con forma de hueso que mide 217 x 94 x 81 km de diámetro, cartografiado mediante ecos de radar desde la Tierra. Debido a la forma de rebotar de las ondas de radar, se ha



confirmado que está compuesto por hierro-níquel metálico. Estos objetos son los núcleos metálicos de viejos asteroides que fueron “desnudados” de sus mantos rocosos por los múltiples choques e impactos con otros asteroides.

Los asteroides del cinturón principal giran alrededor del Sol en órbitas casi circulares, entre las órbitas de Marte y Júpiter, desde el origen del sistema solar. Sin embargo, a ciertas distancias del Sol, la fuerza de atracción gravitatoria de los planetas los perturba. Son las llamadas resonancias orbitales. Júpiter, el mayor de los planetas, es el responsable número uno, con su enorme fuerza de gravedad, de alterar las órbitas de los asteroides del cinturón principal. Los atrae y cambia una órbita casi circular en una nueva, ahora de forma elíptica (ovalada).

Otro mecanismo de cambio orbital son los impactos o choques entre asteroides dentro mismo del cinturón principal. Eso produce astillas gigantes que salen disparadas en nuevas órbitas que las alejan de su lugar de origen. En muchos casos, estas órbitas nuevas se cruzan con la de algún planeta, algo que otra vez perturba el camino de estos nuevos fragmentos de asteroides.

Muchos asteroides se mueven en órbitas verdaderamente caóticas por todo el sistema solar interior. Es así como un asteroide que se originó en el cinturón principal se transforma, con el tiempo, en un **asteroide que**

“Estos objetos son fragmentos de los núcleos metálicos de viejos asteroides que fueron ‘desnudados’ de sus mantos rocosos por los múltiples impactos con otros asteroides.”

se acerca a la Tierra. En inglés se los conoce como *Near Earth Asteroids* (NEA).

Así fue como, en algún momento, un gran choque con otro asteroide, dentro del mismo cinturón principal entre Marte y Júpiter, hizo trizas el asteroide “padre” y fragmentó en pedazos su núcleo metálico. Los fragmentos, tanto rocosos como metálicos, salieron disparados en nuevas órbitas que, eventualmente, se cruzaban con la órbita terrestre. Finalmente, un día, un fragmento metálico cayó sobre nuestro planeta.

¿Hay casos de objetos metálicos entre los NEA?

Sí, los hay. Hasta hoy, solo se sabe con certeza de dos casos: el (3554) *Amun* y el (6178) 1986 DA. Su información fundamental es la siguiente:

(3554) Amun. Tipo orbital: Atón². Distancia media al Sol: 145 millones de km. Excentricidad orbital: 0,251. Inclinación: 21,6 grados. Diámetro: 2 km. Tipo espectral: M (metálico, hierro-níquel). Período de rotación: 2,53 horas.

(6178) 1986 DA. Tipo orbital: Amor³. Distancia media al Sol: 421 millones de km. Excentricidad orbital: 0,582. Inclinación: 4,29 grados. Diámetro: 2,3 km. Tipo espectral: M (metálico). Período de rotación: 2,5 horas.

El (6178) 1986 DA ha sido estudiado mediante ecos de ondas de radar. La forma en que refleja las ondas confirma que se trata de un objeto compuesto por hierro y níquel metálicos. ¡Tenemos aquí dos pedazos de reluciente hierro refinado en el cinturón de asteroides y que se acercan a la Tierra regularmente! Miden 2 km de diámetro cada uno.

Tan interesantes son estos dos objetos que hasta se ha propuesto la idea de moverlos de sus órbitas para traerlos a una órbita alrededor de la Tierra, y luego explotarlos comercialmente como gigantescas minas de hierro cósmico. Si bien la idea parece fácil, en realidad no lo es y tiene algo de disparatada. No hay experiencia alguna en cómo mover asteroides de sus órbitas naturales. Lo peor es que si algo saliera mal, estos objetos podrían terminar chocando con la Tierra, y como miden más de 2 km cada uno, el daño que causarían al impactar sería enorme. Mejor dejarlos donde están y no tentar el destino.

Meteoritos ferrosos en el Planetario

En el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei se exhiben tres meteoritos metálicos de hierro y níquel de peso considerable: 1625, 850 y 678 kg respectivamente. Proceden de la zona de Campo del Cielo, donde se han hecho hallazgos desde 1576, y ya se han recuperado varias toneladas de meteoritos metálicos. Esa región representa uno de los más grandes campos de dispersión de meteoritos con cráteres de impacto asociados conocidos en el mundo, y se ubica entre las provincias de Chaco y Santiago del Estero, en dirección SO-NE, en un área de unos 1350 km².

Su época de caída se sitúa hace 4000 ±80 años, según el

06

Mariano Ribas



“El hierro y níquel formados en el núcleo de una estrella supergigante, esparcidos al espacio por una supernova, terminan en las nebulosas alrededor de estrellas más jóvenes y luego forman parte de los asteroides.”

06 Meteorito Gancedo en Campo del Cielo, provincia de Chaco. Con 31 toneladas es el segundo meteorito más grande hasta ahora encontrado en la Tierra.

07 Remanente de supernova RCW 86 en una combinación de imágenes en rayos X (observatorios espaciales XMM-Newton de la ESA y Chandra de la NASA) e infrarrojo (telescopios espaciales Spitzer y WISE de la NASA). Se encuentra a 8000 años luz de nuestro planeta y explotó hace casi dos mil años, en dirección a la constelación de Circinus. La explosión de una supernova esparce por el espacio vecino grandes cantidades gaseosas de elementos químicos como oxígeno, carbono, hierro y níquel.

08 Los lunalitos son meteoritos lunares, provienen de nuestro satélite, se desprenden tras un impacto y luego son atraídos por la gravedad terrestre.



Smithsonian Institute Radiation Biology Laboratory, de Estados Unidos, y aunque algunos fragmentos fueron descubiertos en tiempos de la colonización española, pasaron muchos años hasta que se aceptara que los cráteres habían sido producidos por el choque de estos cuerpos extraterrestres, ya que se creía que eran solo meras excavaciones de los pueblos originarios o de los colonizadores.

El objeto que produjo los impactos provino de un asteroide tipo Apolo⁴. Su diámetro pre-atmosférico ha sido estimado en unos 10 a 20 metros, y su masa, en unas 600 toneladas. Recorriendo una órbita solar, habría llegado desde el sudoeste y entrado a la atmósfera terrestre en un ángulo de unos 9°. Como consecuencia de ello, el asteroide se rompió en innumerables trozos, algunos de los



09



cuales, al chocar contra una superficie de sedimentos de la época cuaternaria, produjeron unas decenas de cráteres; al menos 26 bien documentados. Los fragmentos de estos cuerpos caídos del espacio exterior y encontrados en la superficie terrestre son llamados **meteoritos**. Los ejemplares de los meteoritos metálicos provenientes de Campo de Cielo que están en la puerta de nuestro Planetario son:

El Taco. Hallado en 1962 con un peso de 1998 kg. El original fue cortado casi a la mitad. La masa principal está hoy en el *National Museum of Natural History, Smithsonian Institution*, en Washington, Estados Unidos. La otra parte, de 678 kg, está expuesta en el Planetario de Buenos Aires, exhibido a la derecha en la entrada y bellamente cortado y pulido.

El Tonocoté. Hallado en 1931. Pesa 850 kg y se encuentra exhibido a la izquierda en la entrada del Planetario.

La Perdida (meteorito número 1). Hallado en el cráter La Perdida en 1965. Pesa 1625 kg y está exhibido justo en el medio de la explanada en la entrada al Planetario.

09 Meteorito pétreo con hierro y una costra de fusión, caído en La Criolla, Entre Ríos, en 1985.

10 Meteorito volcánico eucrita venido desde el asteroide Vesta.

11 Cráter Rubin de Celis en Campo del Cielo, Chaco.

10



La próxima vez que veamos un meteorito metálico en un museo o en nuestro Planetario, tratemos de imaginarlo como parte gaseosa de una gran estrella gigante, que primero fue azul y después, roja; que explotó como una potente supernova y, luego como hierro y níquel ya solidificado de un gran asteroide que viajaba en el espacio entre Marte y Júpiter. ■

Notas

1 Decimos hierro metálico para distinguirlo de otras formas de presentación de los elementos, como óxidos o sulfatos.

2 Un asteroide Atón cruza las órbitas de Venus y de la Tierra, pero no la de Marte.

3 Un asteroide Amor cruza la órbita de Marte, pero no la de la Tierra.

4 Un asteroide Apolo cruza las órbitas de Marte y de la Tierra, pero no la de Venus.

11



Mariano Ribas

150º Aniversario del Observatorio Astronómico de Córdoba



Ariel Trepin

El asesinato del Choique. Mención especial.

Eric González



Antares. Mención especial.

Claudio Marcelo Pietrasanta



Nebulosa Laguna. Primer puesto en la categoría espacio profundo.

Pablo Cirielli



*Reflejo de estrellas en las salinas.
Primer puesto en la categoría paisaje celeste.*

Encontrá todas las fotografías del concurso en
<https://planetario.buenosaires.gob.ar/astrofotografia>

Gonzalo Sentile



El vigía. Mención especial.



Fernando Felipe Royo

Los gigantes y sus comparsas. Primer puesto en la categoría sistema solar.

Aldo Bottino y Carlos Colazo



Barnard 33. Mención especial.



Joaquín Iglesias

NGC 6729. Mención especial.

Guido Lucarelli



El arco de la Vía Láctea. Mención especial.



Ariel Capeletti

Nebulosa Trífida. Mención especial.

Fernando Felipe Royo



¡Arre Perséidas! Mención especial.



Sergio Scasuzo

Cabeza de bruja. Mención especial.

Diversidad e inclusión

ASTRONOMÍA SIN FRONTERAS

Autora: Lic. Graciela Cacace, Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.



Desde hace dos décadas, el Planetario Galileo Galilei ha venido incorporando la inclusión como eje de todas sus actividades. Para eso ha debido transformarse constantemente, ser mucho más flexible, asumir una capacidad de cambio constante y realizar ajustes necesarios a cada momento. Entendemos la inclusión como una forma de responder positivamente a la diversidad y a las diferencias individuales, y somos conscientes de que la diversidad no es un problema sino una oportunidad para el enriquecimiento. La inclusión en educación y divulgación es un aspecto que refleja la inclusión en la sociedad.

El Planetario de Buenos Aires ha construido, a lo largo de todos estos años, una imagen de referente en la divulgación de la astronomía, y ha elaborado muy buenos vínculos con la comunidad. El público, además de conocimiento, busca experiencias impactantes, acontecimientos que actúen sobre las emociones. Desde el Planetario ofrecemos, habitualmente, esas experiencias e intentamos que sean inolvidables; brindamos oportunidades de aprendizaje, despertamos motivaciones, interés y amor por las ciencias.

Nuestro Planetario es muy exitoso en materia de convocatoria y participación en sus diversas propuestas. La prueba está en la cantidad de público que recibimos anualmente. Públicos muy heterogéneos, de diferentes edades, que tuvieron diferentes experiencias previas, que pueden visitarnos solos o en grupo, en familia, con distinta disponibilidad de tiempo, con conocimientos diversos sobre el tema, con puntos de vista personales, con distintas motivaciones y expectativas. Los espacios

culturales como los museos y los planetarios tienen como eje a los visitantes, quienes son considerados su patrimonio más importante. Pensar en los diferentes públicos ayuda a entender las diferentes necesidades de cada uno de ellos, y pasa a ser necesario mirar las particularidades. Esto permite crear actividades específicas que mejor sirvan a cada grupo, que satisfagan los distintos intereses y que los hagan sentir particularmente bienvenidos.

La inclusión, eje de todas las actividades de divulgación

Siempre pensamos la divulgación teniendo en cuenta la diversidad. Pero, en los últimos años, incorporamos la *inclusión* como eje transversal de todas nuestras actividades. Cuando una institución decide transitar el camino de la accesibilidad debe transformarse constantemente, ser mucho más flexible, elástica, con capacidad de cambio. Esta decisión nos obliga a prestar atención y a realizar los ajustes que se necesitan en cada

01



momento. Es la metodología basada en un *work in progress* (trabajo en progreso), un laboratorio donde todo el tiempo se repiensen las estrategias a llevar adelante. Entendemos la inclusión como una forma de responder positivamente a la diversidad y a las diferencias individuales. Somos conscientes de que la diversidad no es un problema, sino una oportunidad para el enriquecimiento. La inclusión en educación y en divulgación es un aspecto que refleja la inclusión en la sociedad. Nuestro Planetario se ha convertido en un referente na-

02



cional e internacional en la *inclusión de personas con discapacidad* gracias a la implementación de importantes cambios. Desde el año 2001 viene ofreciendo de manera ininterrumpida actividades adaptadas. El programa “Planetario para públicos no habituales” (2001) incluía actividades dirigidas a las distintas discapacidades y, también, a personas con diferentes problemáticas sociales. El *Planetario para personas Ciegas*, denominado “El cielo para todos”, fue la primera de esas actividades. Inmediatamente después siguieron los primeros shows para personas Sordas e Hipoacúsicas. No solo recibimos a los visitantes en nuestra sede, sino que también realizamos visitas y actividades en escuelas, hospitales de niños y barrios carenciados.

La discapacidad es un concepto relacional, es decir que aparece en contacto con el entorno que muchas veces no brinda los apoyos necesarios para que las personas se desarrollen plenamente, cualesquiera sean sus características. La inclusión implica cambios en el entorno y en las personas que forman esa comunidad.

Un Planetario amigable desde las acciones

Como parte del Planetario Accesible incorporamos **cambios edilicios**. Se colocaron rampas de acceso y salva escaleras, y se construyó un baño accesible. En la sala de espectáculos se incorporaron espacios para usuarios en sillas de ruedas y **el aro magnético**, donado por la Mutualidad Argentina de Hipoacúsicos, para personas con audífonos e implante coclear. Además, ampliamos la red de Wi-Fi en el edificio y en el parque que lo rodea.

Nuestro Museo Interactivo del primer piso tiene instalaciones con los parámetros necesarios para el libre

01 Folletería y nomencladoras en Braille y con letras grandes para personas con Baja visión.

02 Niños y niñas con CEA aprenden astronomía con material táctil.

03 Sistema solar sensorial y planos hápticos (táctiles). Trabajo colaborativo entre FADU-UBA y el Planetario.

desenvolvimiento de aquellos usuarios de sillas de ruedas. Cuenta, también, con **planos hápticos** (táctiles) con información astronómica. Todo se hizo sin alterar el patrimonio cultural e histórico que caracteriza y permite que el Planetario sea uno de los edificios más reconocidos por su arquitectura.

Pero la accesibilidad no considera solo las adaptaciones que se hacen en los espacios, para que todas las personas puedan hacer uso de ellos con la garantía de su libre movilidad, sino también *las acciones* que acompañan y promueven la inserción en el campo de la astronomía. Resulta fundamental considerar instancias de formación, capacitación y asesoramiento de los equipos de trabajo para comprender la mejor manera de acompañar a los visitantes, y contar con las herramientas necesarias para brindar un servicio mejor. Trabajamos para lograr que nuestro Planetario sea un espacio cada día más amigable.

El área del Planetario Accesible creció notablemente, ya que sumamos nuevas propuestas. Una de ellas es el *Show inclusivo para personas Sordas*, subtítulo en Lengua de Señas Argentina (LSA), que requirió de un arduo trabajo en conjunto con la Confederación Argentina de Sordos (CAS), quienes adaptaron conceptos astronómicos a señas en LSA para que la comunidad Sorda pueda acceder a los conocimientos científicos (Ver recuadro Términos astronómicos en LSA).

El espectáculo para *personas Ciegas y de Baja visión* presenta nuevos estándares de calidad, tanto en materiales como en avances didácticos, pues incluye colores y sonidos complementarios cuidadosamente tratados. En el material táctil, los colores contrastan con el fondo y toman un papel destacado como forma de comunicación para las personas de baja visión.

Pero el proceso va mucho más allá, y acerca el concepto de color a aquellas personas que nunca vieron. Los colores de las estrellas guardan relación directa con su temperatura superficial. Las que se ven azul, amarillas o rojas es porque están más o menos calientes, respectivamente. Una analogía entre las ondas sonoras y las lumínicas permite llegar al resultado. Los astros más calientes y energéticos suenan más agudos y estridentes, y son azulados. Por el contrario, los menos calientes son rojizos y suenan más apagados y graves. Este esquema, que parece un poco arbitrario, tiene su correlato en la naturaleza, aunque para las personas que ven, muchas veces pase desapercibido.



En la misma línea de nuevas propuestas, realizamos *shows distendidos para las personas con CEA* (Condición del Espectro Autista), una actividad inédita en los planetarios (ver recuadro Planetario azul). También incorporamos a los *adultos mayores*, para quienes se generaron juegos de ingenio y ejercicios astronómicos de estimulación cognitiva, para completar en forma online o bajar los respectivos archivos en PDF (ver recuadro Adultos Mayores). También sumamos material de divulgación astronómica en la modalidad de *Lectura fácil* para personas con discapacidad cognitiva; escritos que permiten una comprensión más sencilla del contenido. Incluye pictogra-

“La discapacidad es un concepto relacional que aparece en contacto con el entorno y que muchas veces no brinda los apoyos necesarios para que las personas se desarrollen plenamente. La inclusión implica cambios en el entorno y en las personas que forman esa comunidad.”



mas e imágenes, ilustraciones y maquetación para lograr una mejor recepción.

Estamos incorporando **material sensorial** y nuevos **planos hápticos** (táctiles) destinados a expandir el conocimiento del cosmos: el sistema solar, la Vía Láctea, eclipses y fases lunares. Trabajamos con docentes y alumnos de la cátedra Diseño del Hábitat Accesible de la

04 *Personas Ciegas conocen la Vía Láctea.*

05 *Madres, padres, niñas y niños con CEA después de la primera función distendida.*

Adultos mayores

Autora: Prof. Milena Estavre

El equipo del Planetario Accesible ofrece un abanico de actividades específicas para los adultos mayores, con el fin de cuidar, respetar y promover su plena integración. El envejecimiento poblacional es un proceso que nos interpela a todos, ya que se trata de un fenómeno biológico. Esta realidad nos marca el camino a seguir: ofrecer actividades que diviertan y entretengan a las personas mayores y que, al mismo tiempo, estimulen diferentes habilidades.

En junio de 2015 la Organización de Estados Americanos (OEA) aprobó la Convención Interamericana sobre la Protección de los Derechos Humanos de las Personas Mayores. La adopción de esta Convención es el logro de años de trabajo, convierte a la región en la primera en el mundo en tener un instrumento de protección específica y promueve la obligación de los Estados firmantes a disponer de los recursos necesarios para garantizar el reconocimiento y el pleno goce y ejercicio, en condiciones de igualdad, de los derechos humanos y libertades fundamentales de la Persona Mayor.

Más allá de los instrumentos legales (muy necesarios), es fundamental el respeto y el reconocimiento de los adultos mayores facilitando su acceso a los diversos entornos físicos, sociales, económicos y culturales, adoptando medidas y tomando decisiones que aseguren el transporte, las comunicaciones, el acceso a los edificios y a la información, y aseguren una vejez con oportunidades.

En el Planetario de Buenos Aires sentimos la convic-

ción y la responsabilidad de trabajar especialmente con los adultos mayores. Habitualmente recibimos grupos de centros de jubilados que visitan el museo, participan de actividades durante las visitas guiadas y disfrutan de los espectáculos astronómicos. En la web del Planetario ofrecemos ejercicios astronómicos de estimulación cognitiva, tales como la memoria, la atención, la concentración, el lenguaje, el razonamiento y las praxias (aquellos movimientos organizados para lograr un objetivo). Estimularlos favorece la autonomía, la conducta y el buen estado de ánimo, entre otras cosas. Los ejercicios se pueden completar en forma online sin necesidad de imprimirlos. También pueden encontrar juegos de ingenio, con el fin de desarrollar y ejercitar la inteligencia.

Tener la mente en constante actividad cognitiva fomenta nuevos aprendizajes y perfecciona la capacidad de razonamiento; ofrecer entornos amigables para las personas mayores promueve un envejecimiento activo y saludable.

Web del Planetario/Adultos Mayores:

<https://planetario.buenosaires.gob.ar/adultos-mayores-0>
<https://planetario.buenosaires.gob.ar/sites/default/files/2020-04/10-%20adultos%20mayores.pdf>

ISSUU:

https://issuu.com/planetarioba/docs/juegos_de_ingenio

Contacto:

adultosmayores.planetario@gmail.com

Términos astronómicos en LSA (Lengua de Señas Argentina)

Autora: Lic. Graciela Cacace



El Planetario de Buenos Aires y la Confederación Argentina de Sordos (CAS) presentan, junto a la Unión Astronómica Internacional (IAU), nuevos términos astronómicos en LSA. La IAU es el organismo profesional de astrónomos más grande del mundo. Su misión es promover la astronomía en todos sus aspectos. A través del Grupo de Astronomía para la equidad y la inclusión se impulsó el proyecto de términos astronómicos más comunes en lengua de señas para la comunidad Sorda mundial en colaboración con muchas personas y organizaciones de diferentes países.

En diciembre de 2017, la IAU publicó la primera lista comparativa internacional de 47 términos astronómicos en lengua de señas. Ahora, la segunda lista comparativa está disponible online, con las señas para 86 nuevos términos que fueron seleccionados por expertos como los más utilizados en la educación y divulgación astronómica. La lista incluye señas en inglés, español, alemán, italiano, portugués, japonés y polaco.

Desde el Planetario de Buenos Aires estamos traba-

jando junto con la CAS (la institución más importante de Argentina en LSA) desde hace años. Producto de ese trabajo colaborativo se presentó el show De la Tierra al universo, donde se muestran los logros alcanzados con términos astronómicos en LSA; un material de divulgación científica inclusivo.

Para esta segunda lista publicada en abril 2021 por la IAU, la Dra. B. García, astrónoma responsable del Nodo Nacional para la Difusión de la Astronomía (NOC-Argentina) en la IAU, convocó al Planetario de Buenos Aires y a la CAS para colaborar en el proyecto. Trabajar en divulgación científica de calidad y de manera cooperativa nos enorgullece, pues nos permite crear herramientas para la inclusión en astronomía.

Show inclusivo 360°:

<https://www.youtube.com/watch?v=y8DUuXOG6wk>

Presentación del show inclusivo:

https://www.youtube.com/watch?v=7eq3_t9e_eQ&t=68s

Nuevos términos astronómicos en LSA incorporados:

<https://www.youtube.com/watch?v=br7rr5FlmMY&t=6s>

FADU-UBA (Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo - Universidad de Buenos Aires) y con el LAB-GCBA (Laboratorio Tecnológico). Nos capacitamos con la asociación civil Bocalán Argentina, para conocer acerca

05



de los perros de asistencia a las personas con discapacidad, y ofrecimos el Planetario como lugar de entrenamiento.

Astronomía Digital con recursos accesibles

Durante el ASPO (Aislamiento Social Preventivo Obligatorio), el Planetario desarrolló el proyecto de Divulgación Astronómica Digital (DAD), que permite llegar a muchos más públicos, no solo de la ciudad de Buenos Aires, sino también de todo el país y de otros países. El *#PlanetarioEnCasa* incluye posteos en redes sociales, actividades en la web, el canal Planetario BA en YouTube con videos 360, transmisiones en vivo de los Encuentros de Ciencia y de los tradicionales cursos, etc. También existe lectura digital de material astronómico en la plataforma ISSUU, y de nuestra revista *Si Muove*; más presencia en *Pinterest* y en *Spotify*, con podcast de divulgación científica, leyendas y *playlists* de “música espacial”.

En este nuevo contexto y con estos nuevos canales de comunicación, incorporamos recursos accesibles en nuestras redes sociales y en la página web, como formato, fuente y color de letras adecuado para las perso-

nas con Baja visión. Además, el formato de la escritura se encuentra de izquierda a derecha, para facilitar la lectura y la comprensión; e imágenes con descripciones auditivas para que las personas Ciegas o con Baja visión puedan obtener la explicación exacta.

En los videos de nuestro canal de *YouTube* incorporamos subtítulos y un pequeño tutorial que explica cómo activar los subtítulos, y otro para activar el formato HD. Las redes sociales del Planetario también son accesibles: incorporamos textos alternativos en

El Planetario azul: funciones distendidas

Autora: Lic. Analía Pereyra

Desde 2018, el Planetario de Buenos Aires ofrece una propuesta **novedosa e inédita** para niños y niñas con Condición del Espectro Autista (CEA). El show del Planetario denominado *Una de piratas* fue adaptado como función distendida.

¿Por qué Planetario azul?

El color azul representa el autismo y hace referencia al mar, que algunas veces está tranquilo y, muchas otras veces, no lo está. Las personas con CEA pueden presentar hipersensibilidad a estímulos sensoriales como luces, sonidos, imágenes, etc., y pueden padecer hiperactividad, escasa concentración, poca interacción social y rigidez en las rutinas.

Actividades anticipatorias

Para las personas con autismo, las actividades anticipatorias son muy importantes. Todo lo sorpresivo puede generar alguna conducta disruptiva. En la web del planetario ofrecemos material y actividades anticipatorias:

<https://planetario.buenosaires.gob.ar/planetario-azul>



Todo este trabajo no sería posible sin el asesoramiento del Lic. Matías Cadaveira, del grupo TGDPA-DRESTEA (TDG: Trastorno General del Desarrollo; TEA: Trastorno del Espectro Autista) y de la Fundación Brincar por un autismo feliz. Pero también se necesita del compromiso de **todo el personal del Planetario**, y por eso **nos capacitamos** permanentemente para cumplir un mejor rol en la sociedad.

Diferencias entre una función tradicional y una función distendida

FUNCIÓN TRADICIONAL DE PLANETARIO

Sala con OSCURIDAD total para ver el cielo.

Los EFECTOS VISUALES SORPRESIVOS forman parte de los espectáculos.

Los SONIDOS FUERTES son parte del espectáculo.

NO se puede SALIR O INGRESAR a la sala una vez comenzado el espectáculo.

NO se puede deambular por la sala durante la función.

FUNCIÓN DISTENDIDA

Sala con LUCES TENUES que igualmente permiten ver el cielo.

Los EFECTOS VISUALES se ANTICIPAN.

Los SONIDOS se MODERAN como parte del espectáculo.

Se puede SALIR y VOLVER A INGRESAR a la sala las veces que lo necesiten. Cada puerta de salida está asistida por personal de sala.

Se puede DEAMBULAR y SENTARSE EN CUALQUIER lugar donde SE SIENTAN CÓMODOS.

Instagram, como ya tenía nuestra web, con la descripción de cada imagen.

Desde 2018, el Planetario recibe el Certificado de Distinción por la implementación del Programa de Directrices de Accesibilidad, otorgado por el Ente de Turismo del GCBA y de la Nación. Las Directrices constituyen un marco de referencia para mejorar la calidad de la atención del público con discapacidad y para fomentar el *Turismo accesible*.

El *Planetario accesible* engloba todo este conjunto de propuestas inclusivas. Generamos permanentemente programas sustentables, una herramienta ágil para acercar la astronomía a las personas con discapacidad. El Planetario se concibe y se piensa como un espacio para

07

Ornella Casanoba



Ornella Casanoba

todos. Esto lo hace más accesible y con mayor valor social, ya que ofrece más oportunidades para el disfrute y el aprendizaje. Ahora estamos abocados a encarar la búsqueda de la *accesibilidad plena* para que los visitantes participen de cualquier show para todo público o, si prefieren, elijan las actividades y shows específicos para las diferentes discapacidades. Desde nuestro Planetario propiciamos la plena participación y promovemos una **astronomía sin fronteras**. ■

Planetario Accesible:

Graciela Cacace, Walter Germaná y Analía Pereyra.
Adultos Mayores: Milena Estavre y Deborah Falevich.

Web Accesible:

<https://www.youtube.com/watch?v=JPxcyKqw6p0&t=15s>

Contacto:

planetarioaccesible@gmail.com

06 *Construyendo relaciones inclusivas. Primer Encuentro de Accesibilidad organizado por el Planetario de Buenos Aires y el Ministerio de Educación GCBA, realizado el 12 de octubre de 2021.*

07 *Perro guía de la asociación civil Bocalán, durante el Primer Encuentro de Accesibilidad en el Planetario.*

La Luna, Venus y Marte

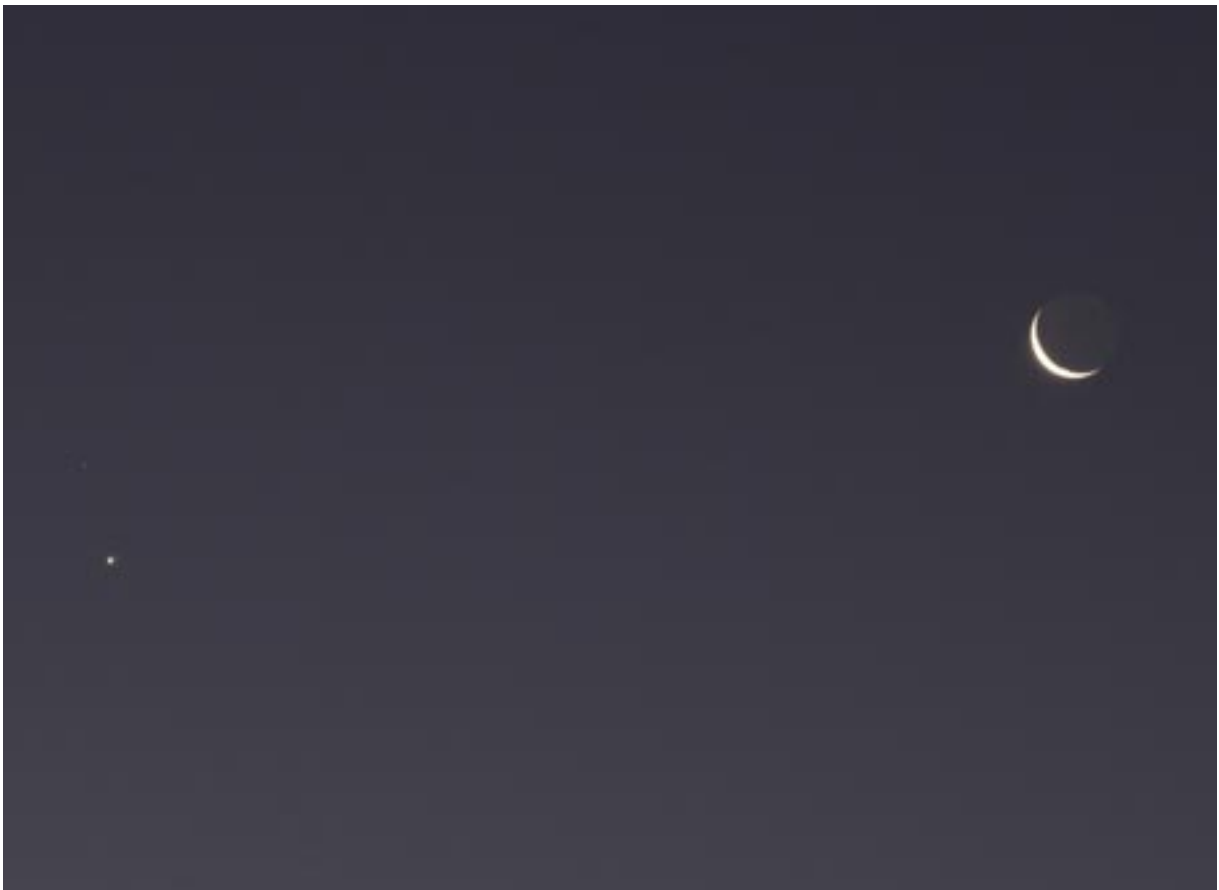
CONJUNCIÓN CENICIENTA

Una Luna creciente muy joven, de menos de 3 días, nos regaló una hermosa conjunción con los planetas Venus y Marte el 12 de julio pasado. En esta Luna en la que la parte iluminada por el Sol es tan finita, casi todo el resto del lado que vemos desde la Tierra está oscuro. Allí, es de noche. Sin embargo, alcanzamos a ver apenas iluminada esa noche lunar. ¿Por qué? Porque las fases de la Luna y de la Tierra son opuestas. Desde la Luna había casi “Tierra llena”.

La Tierra es muy grande y brillante en el cielo de la Luna, por eso ilumina mucho más la noche lunar de lo que la Luna ilumina la noche terrestre. Desde la Tierra vemos esa luz solar dos veces reflejada: una vez en la Tierra y una segunda vez en la Luna. En inglés dicen que es “la Luna vieja en brazos de la nueva”. Se le dice luz cenicienta, y el primero que explicó el fenómeno fue Leonardo da Vinci.

Venus, el tercer astro más brillante (después del Sol y la Luna), posee una magnitud -4, más que cualquier estrella del cielo nocturno. Marte, mucho menos brillante (se lo veía con magnitud 2 por aquellos días, 200 veces más tenue que Venus), aparece medio grado por encima. Los planetas, en su movimiento orbital visto desde la perspectiva de la Tierra, se mueven en el cielo alejándose y acercándose entre sí. La Luna y el Sol también, por supuesto, y por eso antiguamente fueron contados entre los planetas. Cuando están muy cerca, a menos de cinco grados (10 diámetros lunares), llaman mucho la atención, incluso, de los observadores casuales. A estos paisajes celestes los llamamos conjunciones, y están entre nuestros preferidos.

Guillermo Abramson





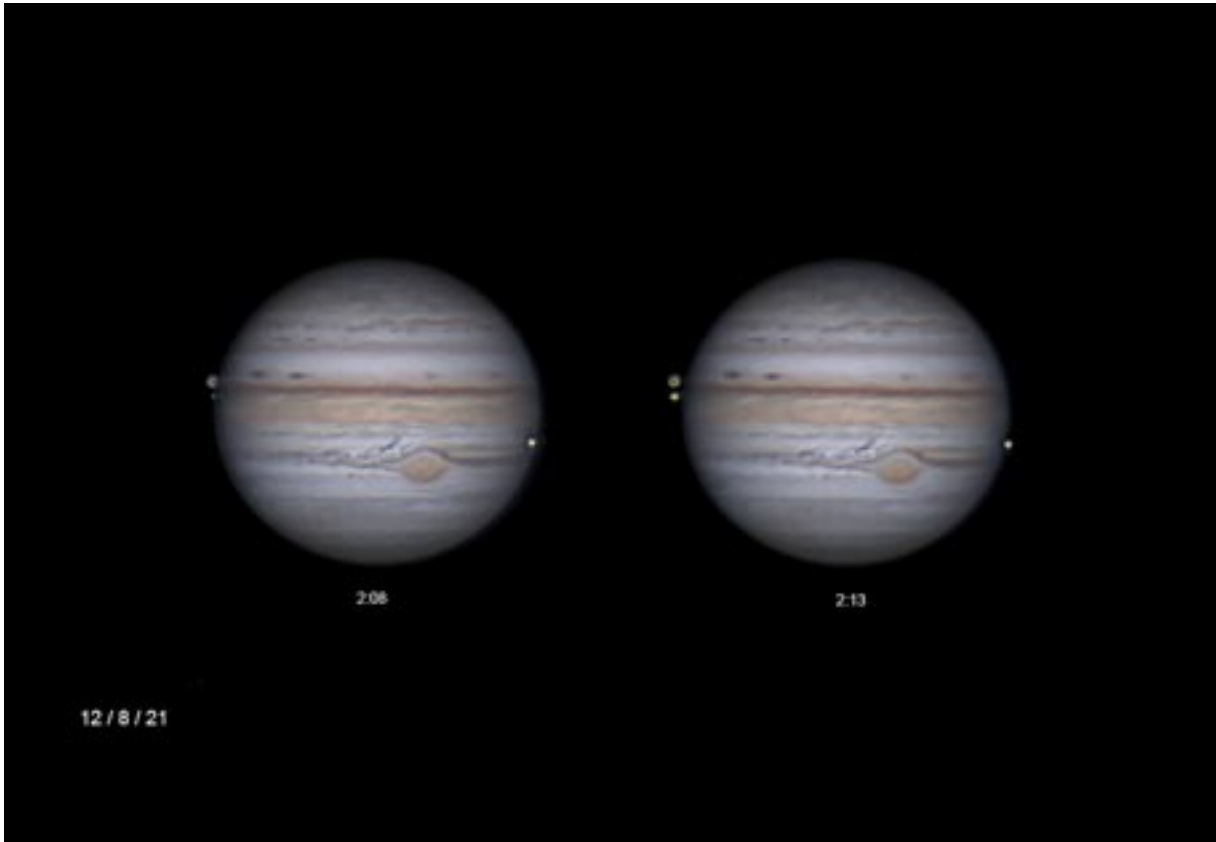
Júpiter y sus grandes lunas

ESPECTÁCULO EN EL CIELO DEL INVIERNO

Autor: Lic. Mariano Ribas, Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.

01

Mariano Ribas



El pasado 20 de agosto, el planeta más grande del sistema solar se ubicó a su menor distancia a la Tierra en todo el año: 600,4 millones de kilómetros. En torno a esa fecha, Júpiter alcanzó una impresionante magnitud visual de -2,9 y un diámetro aparente de más de 49" (49 segundos de arco); valores excepcionales que permitieron verlo en todo su esplendor, tanto a simple vista como con telescopios.

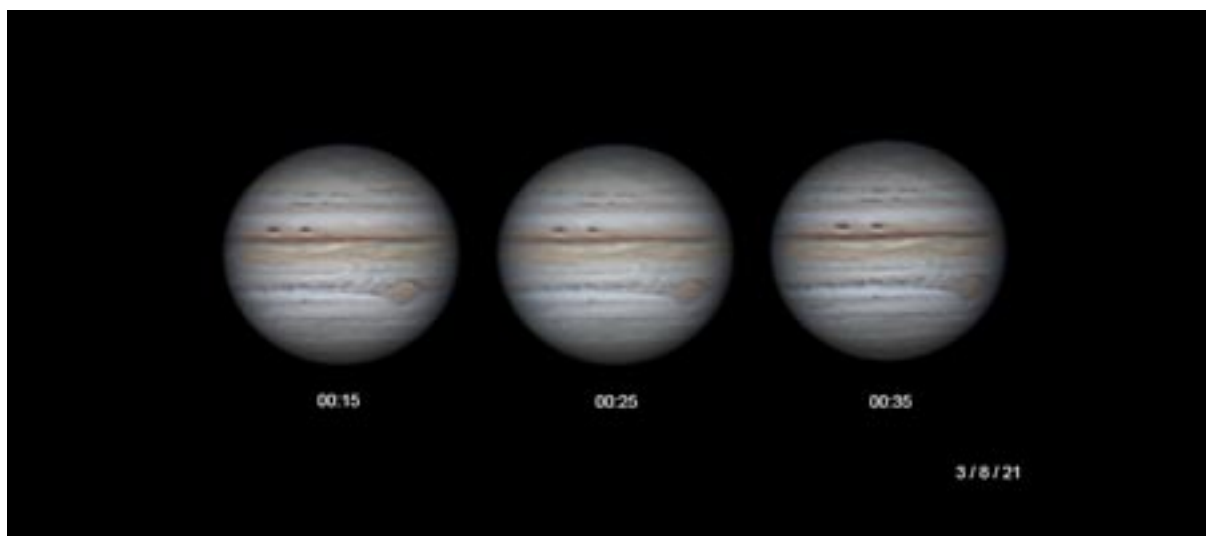
Más allá del espectáculo que representa el propio planeta visto en el ocular de un buen telescopio, con sus clásicos cinturones y bandas gaseosas, la Gran Mancha Roja y otros detalles menores de su atmósfera, hablar de Júpiter es hablar de sus cuatro lunas principales: Ío, Europa, Ganímedes y Calisto (en orden de distancia a partir del planeta). Son los satélites descubiertos por el gran Galileo a comienzos de 1610, y que cualquiera de nosotros puede ver con un simple binocular.

Esos "puntitos" de luz cambian de posición, hora tras hora y noche tras noche, a medida que recorren sus respectivos derroteros orbitales. Sus danzas gravitacionales,

precisas y predecibles, dan lugar a configuraciones de lo más variadas y, muchas veces, sumamente curiosas: ocultaciones, eclipses y hasta tránsitos por delante de Júpiter que vienen acompañados, antes, durante o después, de sus propias sombras proyectadas como puntos negros sobre el disco del planeta.

En esta oportunidad hemos elegido algunas imágenes que dan cuenta de diferentes configuraciones de los cuatro grandes satélites (imágenes 01 y 04) y de la propia y veloz rotación de Júpiter (imagen 02).

Una situación particularmente curiosa de la que fuimos testigos (y pudimos registrar fotográficamente) ocurrió el 12 de agosto entre las 2:08 y las 2:13 de la madrugada.



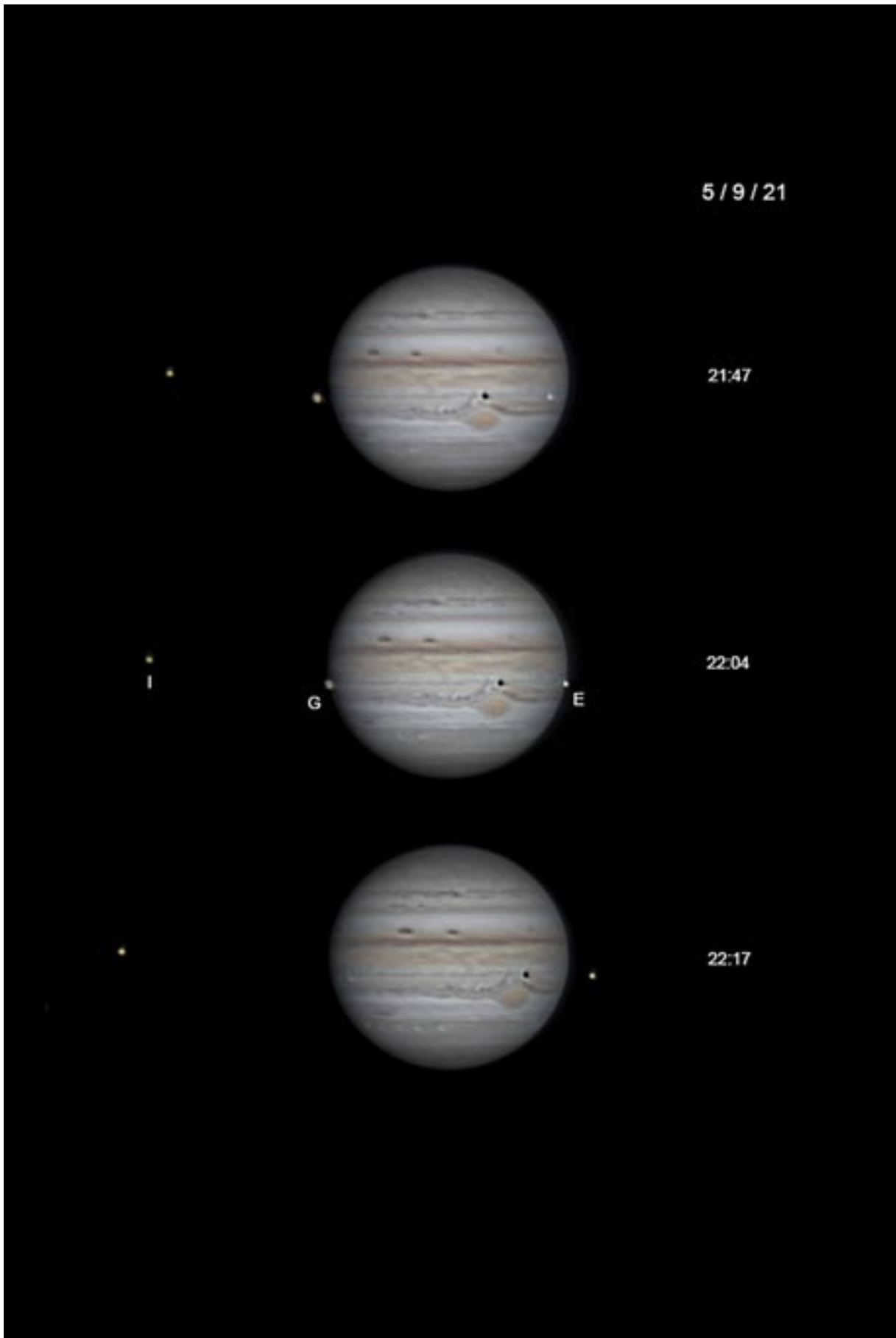
En ese breve lapso y de modo simultáneo, Europa finalizaba su tránsito por delante de Júpiter, en el limbo oriental del planeta, al *mismo tiempo* que Ganímedes e Ío, *juntos* y a la vez, asomaban por el lado opuesto tras haber permanecido ocultos, durante horas, detrás del gigante gaseoso. Una escena tan maravillosa como excepcional (imagen 01).

Por otra parte, en la imagen triple (página 50) podemos apreciar lo sucedido el 5 de septiembre entre las 21:47 y las 22:17. En apenas media hora pudo observarse el final del tránsito y la “salida” de Europa, y además, su sombra proyectada sobre Júpiter... ¡Justo por encima de la colosal Gran Mancha Roja! En ese lapso, Ganímedes iniciaba su propio tránsito por el borde opuesto del planeta.

Estas imágenes fueron obtenidas desde un observatorio doméstico en el barrio de Boedo, Buenos Aires. Utilizamos un telescopio tipo Schmidt-Cassegrain de 12” de diámetro y una cámara ZWO ASI 385 MC, colocada a foco primario (3048 mm). Cada foto es el resultado del apilado y procesado digital de entre 1400 y 1800 cuadros de video, mediante los softwares ASICAP, PIPP, Autostakkert 3, Registax 6 y Photoshop CC 2014.

En esta edición de Si Muove queríamos compartir con ustedes estas postales, imágenes que no solo dan cuenta de fenómenos astronómicos dinámicos y apasionantes, sino que también, inevitablemente, nos vuelven a traer a la memoria la figura del padre de la astronomía moderna. ■





En Movimiento

Espectáculo de divulgación astronómica para público en general

Cuando estamos sentados frente a una PC, por ejemplo, tenemos la sensación de estar inmóviles. Sin embargo, nada más lejos de la realidad. A nivel cósmico TODO está ¡EN MOVIMIENTO!

Vivimos en un planeta que rota y se desplaza alrededor del Sol continuamente y sin detenerse nunca. El Sol arrastra su sistema planetario alrededor del centro de la Vía Láctea, y hasta nuestra galaxia se desplaza incesantemente a través del espacio. El universo todo está en movimiento en una verdadera coreografía cósmica.




PLANETARIO
Galileo Galilei - Buenos Aires



Buenos Aires Ciudad



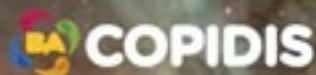
Vamos Buenos Aires

ASTRONOMÍA SIN FRONTERAS

Espectáculo inclusivo narrado en castellano,
subtitulado e interpretado por Personas Sordas
en Lengua de Señas Argentina (LSA).



CAS
CONFEDERACION
ARGENTINA DE
SORDOS



Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires