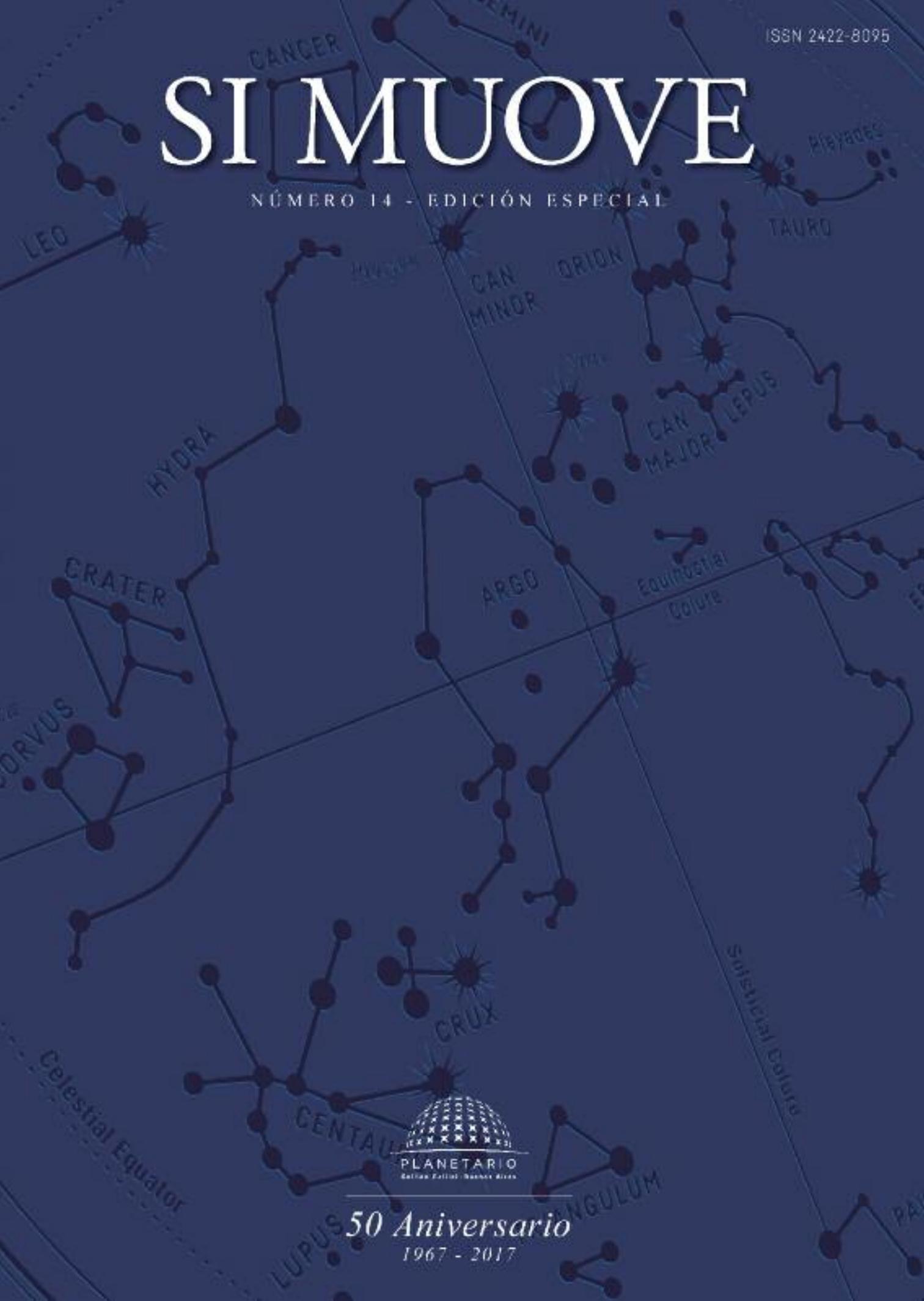


SI MUOVE

NÚMERO 14 - EDICIÓN ESPECIAL



50 Aniversario
1967 - 2017



PLANETARIO

Galileo Galilei • Buenos Aires

SI MUOVE

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

NÚMERO 14 - EDICIÓN ESPECIAL

STAFF

Editora Responsable
VERÓNICA ESPINO

Director Periodístico
DIEGO LUIS HERNÁNDEZ

Director de Arte / Diseño Gráfico
ALFREDO MAESTRONI

Secretario de Redacción
MARIANO RIBAS

Redactores de esta edición
GUILLERMO ABRAMSON
GABRIEL BENGOCHEA
DIEGO CÓRDOBA
ALEJANDRO AGOSTINELLI
DIEGO GALPERIN

Colaboradores
Sandra Costa, Alberto Russomando,
Juan Carlos Forte, Adriana Ruidíaz,
Pablo Iskandar, Andrea Anfossi,
Alexia Silva, Carlos Di Nallo,
Leonardo Julio, Enzo de Bernardini,
Cristian López, Maximiliano Rocca,
Héctor López, Matías Tomasello,
Ignacio Díaz Bobillo, Pablo Fiszelew,
Edgardo Sborlini.

Correctores
Walter Germaná, Natalia Jaoand.

Agradecimientos
ESO, NASA, ESA.

Administración
Graciela Vázquez

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.



Ministerio de Modernización

JeFe de Gobierno - Horacio Rodríguez Larreta
Ministro de Modernización - Andrés Freire
S. S. de Ciudad Inteligente - Marcelo Funes
Dirección Gral. Ciencia y Tec. - Javier Cuello
GO del Planetario - Verónica Espino



EDITORIAL

El 13 de junio de 1967 se llevó a cabo la función inaugural del Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei. Un proyecto que comenzó como una visión un tanto utópica luego de una visita al Planetario de Jena en Alemania, se transformó luego de varios años en una realidad, convirtiéndose no sólo en un ícono de la Ciudad sino también en una inagotable fuente de conocimientos científicos y astronómicos.

El Planetario Galileo Galilei fue desde su concepción un proyecto innovador y disruptivo, con un diseño futurista que permitía a grandes y chicos soñar con tener el universo al alcance de las manos. Han transcurrido 50 años desde aquella primera función y hoy el Planetario lo celebra con un muy importante *aggiornamento* para continuar siendo parte de esa visión de futuro que impulsó su creación, donde la divulgación científica es la estrella que guía nuestro accionar diario.

Gracias a las posibilidades que nos brindan las nuevas tecnologías, el año 2017 encuentra al Planetario en pleno proceso de renovación y puesta en valor, tanto edilicia, como en el Domo y el Museo, lo que facilitará el acceso a las ciencias en general y la astronomía en particular a las nuevas generaciones.

Es un orgullo para mí ser parte de este grupo de trabajo, donde cada uno aportará, sin duda, lo mejor de sí para que el Planetario Galileo Galilei continúe siendo un referente de la innovación y la tecnología.

Verónica Espino

Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.



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

[SUMARIO]



11 El legado de Galileo



Enzo de Bernardini

36
Eclipse anular de Sol

52 Actividades del Planetario



62
El cielo que hizo famoso San Juan

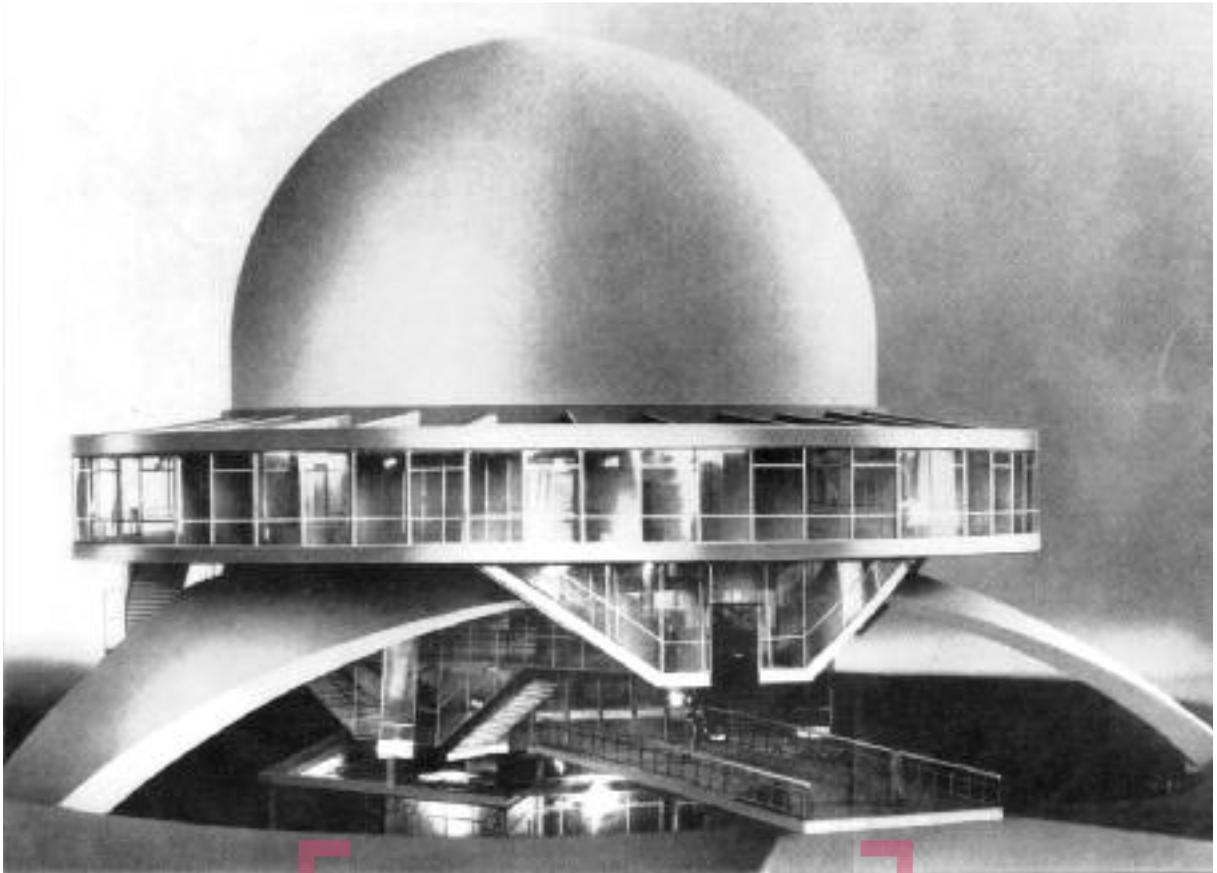


Andrea Anfossi

- 05 Historia del Planetario.
- 11 El legado de Galileo.
- 15 El mito del Multiverso.
- 19 Enanas marrones.
- 25 Eclipse penumbral de Luna.
- 26 60 años en el espacio.
- 34 Foto central: eclipse anular de Sol.
- 36 Viaje al centro del eclipse.
- 40 Libros.
- 41 Alienígenas: ¿amigos o enemigos?
- 47 ¡Santas pareidolias!
- 49 La "cara de Marte" no existe.
- 52 Actividades.
- 53 Astrofotografía.
- 58 Grupo Astronómico Osiris.
- 61 El cráter de Malvinas.
- 62 El cielo que hizo famoso San Juan.

Un ícono de la ciudad de Buenos Aires

50 AÑOS DEL GRAN SIMULADOR



Primera maqueta del edificio, 1960.

Durante la década del '60 se produjeron algunos acontecimientos icónicos. Las misiones Apolo llevaron por primera vez seres humanos a otro mundo, la Luna, lo que probablemente represente el hecho más destacado de nuestra historia, junto con el dominio del fuego hace cientos de miles de años. El resto, lo cambiaron cuatro chicos de Liverpool. El mismo año que Los Beatles publicaron *Sgt. Pepper's Lonely Hearts Club Band*, el disco bisagra en la historia de la cultura popular; que en nuestro país se editaba *La Balsa*, de Los Gatos, lo que se considera el inicio del Rock Nacional; que Racing se convertía en el primer equipo argentino en ser campeón mundial; que en el mundo resonaban más que nunca los ecos negativos de la Guerra de Vietnam; y que, como consecuencia, los movimientos pacifistas comenzaban a manifestarse; en los bosques de Palermo se inauguraba un edificio con forma de planeta, o de nave futurista. El Planetario acaba de cumplir 50 años, y en *Si Muove* queremos repasar para qué estamos.

¿QUÉ ES UN PLANETARIO? SEGÚN EL DICCIONARIO, ES UN "INSTRUMENTO QUE REPRODUCE EL CIELO CON LOS MOVIMIENTOS DE LOS PLANETAS", O UN "EDIFICIO DONDE SE INSTALA UN APARATO QUE REPRESENTA LOS MOVIMIENTOS DEL CIELO".

En tiempos de internet, una definición más completa la podemos encontrar en Wikipedia: "Un planetario es un lugar dedicado a la presentación de espectáculos astronómicos, en el cual es posible observar recreaciones del cielo nocturno de diversos lugares de la Tierra y en diferentes momentos del año. Normalmente un Planetario consta de una pantalla de proyección en forma de cúpula y un proyector móvil capaz de representar las posiciones de estrellas y planetas".

Para algunos, es un lugar "mágico". Nos permitimos disentir con esa idea, porque algo mágico remite a lo "milagroso". Nuestro Planetario se hace día a día con esfuerzo e imaginación, nada más alejado de lo sobrenatural. El Planetario es lo que es, con sus defectos y virtudes, por quienes lo hacen día a día. Y si eso dejara de ocurrir, quedaría en evidencia y no habría varita mágica que lo vuelva a edificar. Para nosotros y para muchos de sus asiduos visitantes, es algo más.

Desde sus orígenes, ha habido consenso en que la finalidad del Planetario debía ser la de "una institución que la comuna metropolitana destina a la divulgación de conocimientos científicos en forma clara, amena y sencilla, de manera que cualquier persona sin una preparación previa sobre el tema pueda interpretarlo"(1). También, el Planetario fue ideado para ser, "en una época en la que las condiciones ambientales de las grandes ciudades no dejan gozar de la contemplación del cielo nocturno"(2), una alternativa para disfrutarlo. De todas maneras, hace mucho ya que desde el Planetario promovemos e intentamos incentivar a observar también el cielo real, incluso, desde la ciudad. El Planetario, como un maestro, te va a enseñar; no te puede llevar de la mano por la vida (o por el cielo, en este caso), pero sí te va a dar las herramientas para poder desenvolverte por vos mismo frente a la naturaleza.

El Planetario es un ícono de la ciudad, pero muy diferente en capacidad al Obelisco o a la Plaza de Mayo. Sorprende por su estructura y está lleno de historias, pero tiene como objetivo que la gente que lo visita se lleve algo más: un concepto científico nuevo, una función astronómica vista desde el arte y la actuación, un anochecer seguido de un cielo estrellado con música que te haga emocionar tanto como mirar la Luna con un telescopio.

Más de 400.000 personas visitan el Planetario cada año, entre escuelas, público y asistentes en general. Entre muchas de las actividades realizadas en estos 50 años, podríamos mencionar algunas: funciones para estudiantes, desde el nivel inicial hasta secundario, terciario y universitario; funciones para público general, renovadas cada temporada, actualizando sus conceptos y destinadas a diferentes públicos; obras de teatro, musicales y recitales en vivo; cursos, conferencias y clases magistrales; funciones en inglés y en francés; planetario para personas ciegas, sordas e hipoacúsicas; museo, exposiciones de arte, ciencia y fotografía astronómica; visitas guiadas en el interior del edificio y en la plaza astronómica; observaciones de astros por telescopios y de eventos



El edificio en construcción, 1964.

como eclipses, conjunciones, tránsitos y cometas; observación solar, charlas astronómicas y observación del cielo real desde la explanada; viajes de observación al campo, fiestas de telescopios, cafés científicos, planetario itinerante; página web, facebook, twitter; actividades especiales durante las vacaciones de invierno, verano y día del niño; noche internacional de observación de la Luna; astronomía cultural; organización y asistencia a congresos y encuentros de ciencia, visitas a otros planetarios y observatorios, charlas en el interior del país; visitas de astronautas y personalidades de la ciencia y la cultura; ferias de ciencias, atención a la prensa y atención al público... y la revista que Ud. tiene en sus manos.

Como si esto fuera poco, el parque que rodea al Planetario, con sus arboledas, sus aves (casi 200 especies se han registrado en Palermo) y su lago, es un espacio con su propia historia, y también sirve para todo tipo de espectáculos y para que la gente se autoconvoque para cualquier tipo de actividades, desde recreativas y deportivas, hasta las más insólitas, como la "guerra de almohadas" o los hippies que le cantan a la Luna Llena.

La mayoría de los planetarios del mundo (hay unos 2000) tiene edificios muy particulares, muchos con forma de cúpula que emulan los tradicionales observatorios. Quizás, es por eso que mucha gente que llega al nuestro por primera vez, o quien vuelve después de décadas de haberlo visitado con su escuela, preguntan: ¿cuándo se abre la cúpula? Para algunos, en sus recuerdos infantiles distorsionados por el paso del tiempo, permaneció la idea de que, estando dentro, el techo se abrió y se vio el cielo nocturno real en pleno día. Aquí sí puede entenderse lo de la supuesta "magia". ¿Cómo ocurrió eso? Para entenderlo, sería bueno repasar un poco la historia.

Casi un siglo desde el primer Planetario

La historia de los planetarios comenzó en 1912, cuando el astrónomo alemán Maximilian Wolf, pionero en utilizar la fotografía para el descubrimiento de asteroides, le propuso a Walther Bauersfeld, un ingeniero empleado por la *Carl Zeiss Optical Works Corporation*, la idea de proyectar a través de un sistema mecánico óptico un cielo artificial en el techo de una cúpula, como comple-

mento a los observatorios astronómicos. Tras años de pruebas, en 1923 se inauguró el primer Planetario en la ciudad alemana de Jena, y fue ubicado en el techo de un edificio de la Zeiss. Berlín, Moscú, Milán, Hamburgo, Estocolmo y Nueva York le siguieron con sus planetarios inaugurados en los años siguientes.

Durante la década del '30 y en la medida en la que los planetarios se hacían famosos en el mundo por la versatilidad de sus funciones, varias instituciones argentinas y aficionados a la astronomía comenzaron a advertir acerca de la importancia de tener uno en Buenos Aires. Fueron muchas las iniciativas, privadas y oficiales, que manifestaron ese interés. El Dr. Bernardo Houssay, a quien se le otorgara el Premio Nobel de medicina en 1947, fue uno de los primeros en reclamarlo desde la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias. En una edición de 1932 de la Revista Astronómica de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía (A.A.A.A.) se puede encontrar un comentario en el que se implora por la necesidad de adquirir un planetario para la ciudad. Ese mismo año, la municipalidad porteña formó una comisión para estudiar la idea de adquirir un planetario, y uno de sus integrantes era el ingeniero Félix Aguilar, uno de los principales impulsores de la astronomía en el país. Pero el proyecto, que incluía la construcción del edificio que albergaría el instrumento, quedó en la nada a pesar de haberse retomado en 1936 y 1938.

Para mediados de la década del '50, Montevideo y San Pablo ya contaban con sus propios planetarios, y en 1958

se instaló uno pequeño en la Escuela Naval Militar de Río Santiago, provincia de Buenos Aires, fabricado y comprado en EE.UU., marca *Spitz A1* (la misma marca que el de Montevideo). Pero no se trataba de una entidad afín a las visitas del público, sino que se empleaba para uso interno, especialmente para ayudar en la navegación.

En 1956 la revista de la A.A.A.A. se lamentaba una vez más por la falta de respuestas al respecto, e instaba a las autoridades a tomar la senda abandonada veinte años atrás. Finalmente, en 1958 y por una iniciativa y un plan del jurista Aldo Cocca, Secretario de Cultura de la Ciudad, se designó una nueva comisión asesora, integrada por miembros de la Sociedad Científica Argentina, el Observatorio de la Facultad de La Plata y la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, además de miembros del Concejo Deliberante, para estudiar la adquisición de un planetario y su ubicación. La nueva comisión dio como resultado la redacción y aprobación de la ordenanza que creaba el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires. El proyecto pasó a tener una importancia cultural relevante, y fue incorporado en el rubro de obras permanentes a realizarse en Buenos Aires para la celebración del 150° aniversario de la Revolución de Mayo.

El **17 de septiembre de 1959** un Proyecto de Ordenanza presentado por tres concejales ingresó al Concejo Deliberante de la Ciudad, en el que se facultaba al Departamento Ejecutivo a adquirir un planetario marca *Zeiss*, a diseñarse en la ciudad alemana de Oberkochen, y a construir un edificio que lo albergue en los bosques de



Planetario Zeiss modelo Mark IV. Sala de espectáculos, 1966.

Palermo. Según la idea original, el edificio iba a estar en la Plaza Intendente Francisco Seeber, frente al Monumento de los Españoles, entre el Jardín Zoológico y la embajada de Estados Unidos. Cuenta la historia oficial que cuando se comenzaron los trabajos de movimiento de tierra, apareció una importante red de cañerías de Obras Sanitarias, lo que obligó a cambiar el lugar de emplazamiento, ya que el proyecto preveía un espejo de agua y una estructura sobreelevada para la sala principal. Pero existe otra versión que dice que la embajada de Estados Unidos presionó para que el Planetario no se construyera tan cerca de su sede. Así, se trasladó el sitio unos 800 metros hacia el lado del río, en su actual ubicación, en Av. Sarmiento y Belisario Roldán, en la plaza que desde 1972 se denomina Benjamin Gould, en homenaje al astrónomo norteamericano, primer director del Observatorio Nacional de Córdoba (entre 1871 y 1884).

El **28 de diciembre de 1960** se aprobó el proyecto, y un año después, tras sortear largos trámites burocráticos y problemas de costos de materiales debido a las constantes inflaciones que sufría el país, se comenzó finalmente con la construcción del edificio. El proyecto fue confiado al arquitecto Enrique Jan, que pertenecía a la Dirección General de Arquitectura de la Ciudad. Para los cálculos estructurales, Jan contactó al ingeniero Carlos Laucher, quien había trabajado en el diseño del edificio Kavanagh y en el túnel subfluvial que une Santa Fe con Paraná. A pesar de lo arriesgado e innovador que resultaban el proyecto y la estructura del edificio, basado en formas esencialmente geométricas y un simbolismo expresado en sus partes, los constructores decidieron llevarlo a cabo como un desafío para demostrar sus posibilidades. La construcción comenzó en 1962 y demandó 5 años. La obra arquitectónica es reconocida internacionalmente como una tarea única y sus planos fueron requeridos de diferentes países.

Nació en el '66... o '67

A fines de 1966 el edificio estaba casi terminado, pero faltaban algunos detalles que obligaron a demorar su inauguración oficial. De todos modos, como parte de los festejos por los 150 años de la Declaración de la Independencia y a sugerencia de Aldo Cocca, la municipalidad utilizó el Planetario y lo habilitó provisoriamente **entre el 19 y el 22 de diciembre** para una serie de conferencias acerca de "los progresos en la exploración cósmica y sus consecuencias para la humanidad". El Dr. Cocca fue el presentador oficial. El nuevo Secretario de Cultura y Acción Social de la Ciudad, Juan Schettini¹, de quien dependía el Planetario, dio el discurso inicial. Abrió los actos Teófilo Tabanera, Presidente de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CONAE), y cerró el coloquio el Dr. Bernardo Houssay. Se hicieron demostraciones con el instrumento planetario a cargo de Carlos Segers, presidente de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, a quien los técnicos alemanes que montaron el instrumental habían capacitado, y también participaron docentes del Planetario de Montevideo, ya que contaban con una década de experiencia al respecto. La mayoría de las personas que asistieron durante esos días al Planetario tuvo la oportunidad de verlo en funcionamiento por primera vez.

Los trabajos para completar la obra continuaron una vez

“El nombre de Galileo Galilei para nuestro Planetario fue una sugerencia de la Sociedad Italiana Leonardo Da Vinci. Se materializó a través del Decreto con fuerza de Ordenanza N° 16.990, del 8 de octubre de 1963, y no se puede modificar”.

finalizado el simposio. La colocación de pisos y revestimientos acústicos especiales fueron realizados bajo las estrictas normas alemanas por parte de los proveedores del proyector Zeiss, y hasta los muebles y el cortinado fueron diseñados especialmente por el arquitecto Jan. En un principio, el precio del proyector representaría la mitad de lo que costaría toda la obra del edificio; aunque más adelante, debido a la inflación, el edificio terminó costando mucho más.

El Planetario fue inaugurado dos años antes de la llegada del hombre a la Luna, por lo que la información astronómica era de vital importancia en el interés general. Así es que con la llegada del proyector se pidieron también todas las diapositivas disponibles relacionadas a la naciente investigación espacial.

Carlos Segers había sido el elegido para llevar adelante la institución desde su apertura, pero el 1° de mayo falleció. Antes había capacitado en la utilización del instrumento a Antonio Cornejo, jefe del observatorio del Instituto Geográfico Militar y asistente al simposio de diciembre, para realizar una presentación de astronomía de posición. Para el 25 de mayo estaba pautado un simposio organizado por la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, y el Secretario de Cultura, Juan Schettini, había reservado la sala del Planetario para realizar una presentación y mostrar la nueva maravilla porteña. Schettini se contactó con Cornejo para realizar la presentación, ya que era uno de los pocos capacitados para manejar el planetario. Días después, Schettini le propuso también a Cornejo hacerse cargo del Planetario como director, puesto que ocupó hasta 2001, cuando fue reemplazado por Leonardo Moledo.

El público aplaudió de pie

Una nueva inauguración parcial y, quizás, la más simbólica, se produjo la mañana del **martes 13 de junio de 1967**, fecha en la que festejamos el cumpleaños oficial del Planetario. Ese día se realizó la primera función para estudiantes, en carácter experimental. Alumnos de la Es-



Primer espectáculo 4k full dome, 2011.

cuela de Comercio N° 1 de Banfield y del Colegio de la Santa Unión de los Sagrados Corazones del barrio de Flores, pudieron apreciar el cielo de Buenos Aires y del polo sur. Al igual que en las presentaciones anteriores, el público debió permanecer de pie porque las butacas aún no habían sido colocadas.

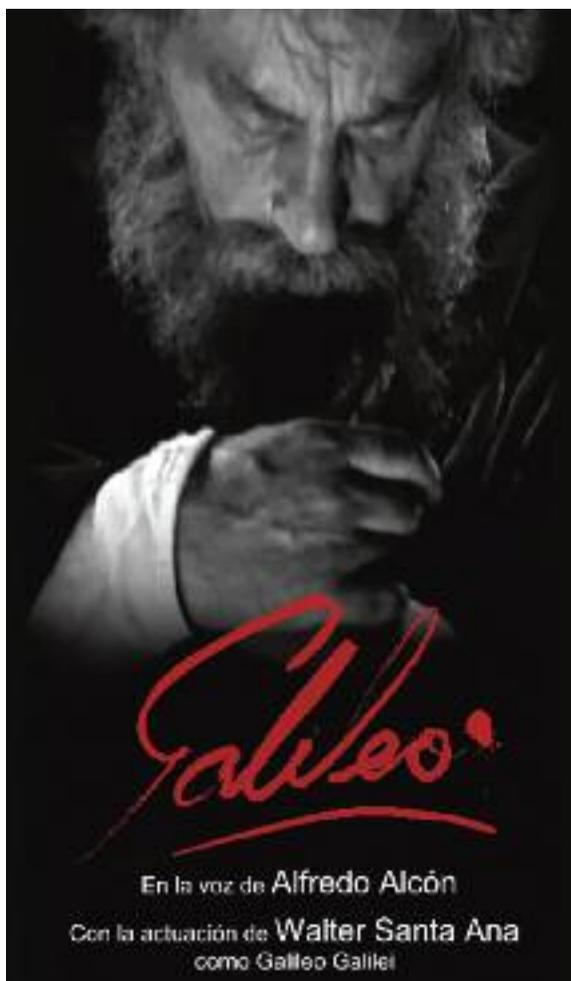
“Es evidente el interés despertado por este hecho, ya que son numerosísimas las solicitudes presentadas por instituciones públicas y privadas que desean conocer las instalaciones del Planetario”, expresó la Secretaría de Cultura y Acción Social por medio de una gacetilla. A partir de allí, el Planetario abrió sus puertas para los estudiantes, y recibía visitas tres días a la semana. La apertura definitiva para el público se llevó a cabo el viernes **5 de abril de 1968**, una vez que se finalizó la obra y que fueron instaladas las 360 butacas, provenientes de Alemania.

La “hormiga”

El planetario Zeiss es un complejo de proyectores de 5 metros de altura y 2,5 toneladas de peso, que reprodujo en la cúpula semiesférica el panorama del cielo con 8900 estrellas, más los planetas, el Sol, la Luna y algunas nebulosas y cúmulos estelares, estrellas fugaces y otros objetos celestes. Permitió mostrar el aspecto del cielo, tal como se lo puede ver desde cualquier lugar del mundo, a cualquier hora y en cualquier momento del año. Funcionó en nuestro Planetario hasta 2010, junto a unos

pocos proyectores de diapositivas, como aquellas de los cumpleaños que vimos quienes tenemos más de 40, más unos proyectores de video multimedia que mostraban películas en la cúpula. La vieja instrumentación, de todos modos, permitía simular eclipses, nubes, las fases de la Luna, y ver el sistema solar y la Tierra en rotación desde el espacio. Hasta un satélite surcaba el cielo raudamente. Algo que caracterizó siempre a nuestro Planetario es que las funciones para estudiantes y algunas para público en general, siempre fueron en vivo. Las funciones y las clases del Planetario nunca fueron parecidas a una clase escolar de astronomía, ni tampoco a un documental de ciencia. En la década del '80 se comenzaron a proyectar algunas funciones grabadas, pero nunca se dejó la interacción con el público que sólo permite una función en vivo. No hay efecto especial que supere el resultado de poder responder en vivo la pregunta de un chico o un grande acerca del universo, y de explicar en vivo el cielo que la gente puede observar luego desde su casa.

El nuevo milenio llegó con nuevas ideas. Se adquirieron telescopios para ser utilizados con el público en la explanada del edificio, y el cielo real comenzó a ser parte también de nuestras actividades. El Sol, la Luna, los planetas, estrellas dobles, cúmulos estelares, eclipses, cometas, conjunciones y tránsitos pasaron a formar parte de nuestra agenda de observaciones. El Planetario también comenzó a salir de su sede para llevar actividades y observaciones a diferentes lugares.



Espectáculo realizado por el equipo de producción del Planetario, 2001.

En 2006/7 llegó una protección jurídica para el edificio y se declaró como “Bien de Interés Histórico Artístico al Planetario de la Ciudad de Buenos Aires a través de la Ley 26.203” (Boletín Oficial del 17 de enero de 2007)². En 2011 se reemplazó el viejo y cansado planetario Zeiss por un modelo **Megastar** japonés, que comenzó a proyectar estrellas muchísimo más parecidas a las reales. El Zeiss, ahora una pieza en nuestro museo, era maravilloso e impactante, tanto por lo que producía en la cúpula como por su extraña forma, parecido a una hormiga gigante. Pero cuando vimos brillar las estrellas del nuevo **Megastar** comprendimos lo lejos que habíamos estado del cielo real. Además, con el nuevo sistema de proyectores digitales *full dome* se utiliza la cúpula entera como pantalla, lo que logra una única imagen inmersiva, que permite realizar todo tipo de simulaciones: viajes y sobrevuelos por el sistema solar, salir de la Vía Láctea y ver cómo se van desarmando las constelaciones a medida que recorremos las distancias estelares, viajes a los confines del universo y muchas cosas más. Se colocó también un nuevo y mejor sistema de sonido, butacas más grandes y cómodas (aunque no vayan a durar 45 años como las anteriores), por lo que la capacidad se redujo a 250. La nueva instrumentación sirvió también para realizar y contratar nuevos espectáculos, y como

apoyo incondicional para nuestras funciones, cursos, conferencias, etc. El sistema 4k de nuestros proyectores está siendo reemplazado en estos momentos por uno superior, 8k, como una iniciativa del nuevo ente gubernamental del que depende ahora el Planetario, el Ministerio de Modernización, Innovación y Tecnología. El Museo también se está renovando para generar nuevos métodos de acceso al conocimiento.

Desde los primeros días y a lo largo de su historia, el Planetario ha promovido la divulgación científica a través de métodos no convencionales, para que el conocimiento trascienda el mundo académico y sea accesible a todas las personas. Ha formado y entretenido a millones a lo largo de medio siglo, y ha despertado vocaciones, pasiones e interés por la astronomía en gente de todas las edades. Procuramos que el público pueda apreciar también el lugar por sí mismo, por lo particular del edificio y por lo que representa y contiene. Ese lugar que los mismos medios periodísticos, a lo largo de su historia, han llamado de diferentes maneras: “teatro estelar”, “plato volador de hormigón”, “el cielo encerrado en Palermo”, “bicho bolita”, “enorme pelota vecina al monumento a Urquiza”, “cárcel del cielo”, “aula de estrellas”, “el mensajero de los astros”, “la máquina del tiempo”, “el gran simulador”. ■

1 Hermano de Eugenio, intendente de facto de Buenos Aires en aquel entonces, bajo la presidencia también de facto de Juan Carlos Onganía (1966-1970).

2 En la Dirección Nacional del Sistema Argentino de Información Jurídica (SAIJ) se puede ver la Declaración de Bien de Interés Histórico Artístico al Planetario de la Ciudad de Buenos Aires.

Archivo: (1) *Recuerdos de los primeros 30 años*. Libro del Planetario editado en 1997 con el auspicio de la Asociación Amigos del Planetario.

(2) *El Planetario de Buenos Aires*. Ediciones CPAU/2015, Moderna Buenos Aires. Arquitecta Marta García Falcó, Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo. <http://www.cpau.org/media/mp/publicaciones/Planetario/index.html#1>

Recuerdo de sus orígenes. Profesor Antonio Cornejo. Editado en 2015 por el Planetario de Buenos Aires.

Archivo de los diarios *Clarín*, *La Nación*, *La Prens* y *Crónica*. Revista *Astronómica* de la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía, ediciones de 1932, 1956 y 1977.



Observación del cometa McNaught, 2007.

El prócer que le da nombre al Planetario

EL LEGADO DE GALILEO

Por Guillermo Abramson, Centro Atómico Bariloche, CONICET e Instituto Balseiro.
g.abramson@gmail.com, guillermoabramson.blogspot.com

En noviembre de 1609 Galileo tomó uno de los catalejos que había fabricado para el Senado de Venecia y lo dirigió al cielo. Lo que vio transformó la ciencia de la astronomía y cambió para siempre nuestra percepción del universo y de nuestro lugar en él.

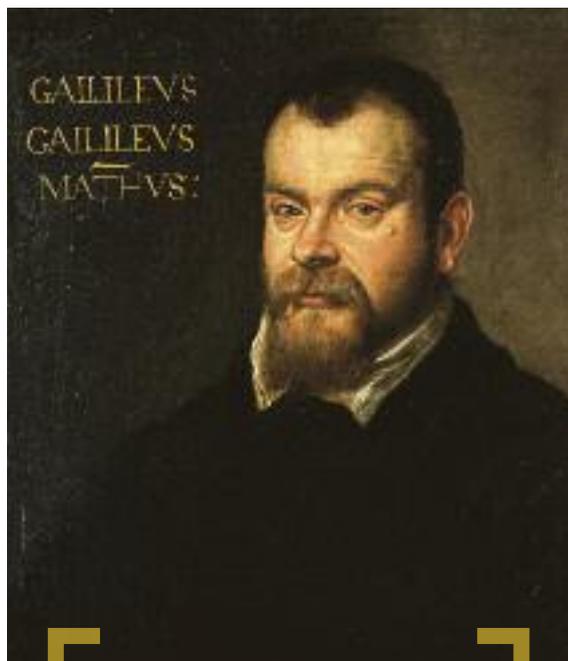
EN MIS RECUERDOS INFANTILES DE NIÑO NATURALISTA OCUPAN UN LUGAR CENTRAL LAS VISITAS AL PLANETARIO GALILEO GALILEI. El edificio futurista, el enorme meteorito de la entrada, el reloj de Sol con la misteriosa "ecuación de tiempo", la exhibición circular de maravillas de la exploración espacial, y la sala con el magnífico instrumento Zeiss en el centro, oscureciéndose gradualmente para revelar el cielo nocturno en un anochecer de realidad virtual previa a la Era Digital. ¿Quién era Galileo Galilei? Todos los amantes de la ciencia conocemos aunque sea su nombre. Queremos compartir en estas líneas el valor de su legado en nuestra cultura.

Nacido en Pisa y educado en Florencia, Galileo era hijo de un acomodado comerciante toscano, amante de la música y el dibujo. Educado desde chico por su padre en estas artes, luego estudió medicina en la Universidad. Pero era pendenciero, sarcástico, y desconfiaba de las doctrinas de los antiguos que le enseñaban. Finalmente (hay que imaginar el disgusto de su padre) se dedicó a la matemática y se fue a Padua, donde había una mejor universidad. Allí pasó Galileo 18 años, los más felices de su vida, pero siempre soñando con regresar a Florencia, la que consideraba su patria.

Galileo no fue el inventor del telescopio, y tal vez ni siquiera fue el primero en usarlo para observaciones astronómicas. Sus descubrimientos, sin embargo, causaron enorme impacto en su tiempo y resuenan aún después de cuatro siglos. ¿Por qué razón recordamos a Galileo, mientras que los nombres de Lipperhey (tal vez el primero que fabricó uno), o de Harriot (quizás su observación telescópica de la Luna precedió unos meses a la de Galileo), son sólo conocidos por los especialistas? La clave está sin duda tanto en la precisión y sistematización de las observaciones de Galileo, como en su capacidad de transmitir, inclusive al gran público, sus descubrimientos y sus ideas.

Todo por descubrir

Hasta 1609 el interés de Galileo en la astronomía había sido más bien marginal (si bien había mantenido correspondencia con Kepler acerca de la controversia geocentrismo vs. heliocentrismo). Sin embargo, en 1609 lo que había sido una afición se convirtió súbitamente en



National Maritime Museum, Reino Unido.

Un Galileo joven, retratado por Domenico Tintoretto entre 1605 y 1607.

su principal actividad. Los vidrieros holandeses, fabricantes de anteojos desde el siglo XIII, habían inventado el catalejo, un instrumento que potenciaba tres veces la visión humana. Galileo se enteró de los catalejos holandeses y quedó un poco escéptico sobre su utilidad. Pero cuando el Senado veneciano recibió la oferta de uno, Galileo aprovechó la oportunidad y decidió mejorar el instrumento para beneficio propio. Venecia, al no tener murallas, dependía para su seguridad de la detección temprana de los barcos que se acercasen, para lo cual el catalejo era de gran utilidad. Con el conocimiento y la destreza necesarios para la tarea, y el acceso al mejor vidrio veneciano, hizo un



El Campanile de Piazza San Marco, en Venecia, desde donde Galileo presentó su telescopio.

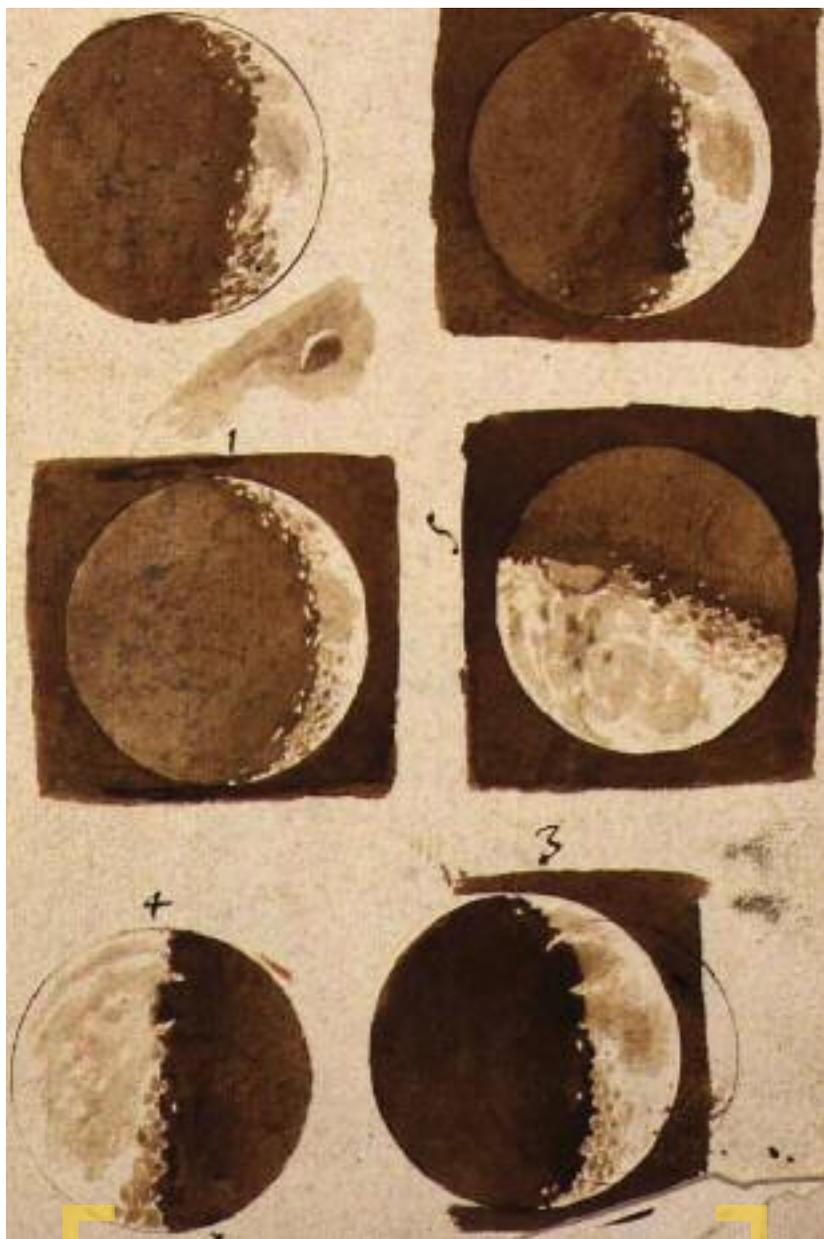
instrumento de 8 aumentos. En agosto Galileo subió con algunos miembros del Senado al *Campanile* de *Piazza San Marco* y demostró exitosamente la utilidad del instrumento y su potencial beneficio para la ciudad insular. ("*Cannocchiale*", lo llama, literalmente: "anteojos en un tubo"). Los senadores quedaron encantados y decidieron encargarle uno. Ni lerdo ni perezoso, Galileo lo regaló a la ciudad de Venecia.

El obsequio tuvo la consecuencia buscada: los sena-

“Galileo no fue el inventor del telescopio, pero sus descubrimientos causaron un enorme impacto en su tiempo por la precisión y sistematización de las observaciones, y por su capacidad de transmitir sus descubrimientos y sus ideas”.

dores, agradecidos, le duplicaron el salario y le ofrecieron un cargo vitalicio en la universidad de Padua. Era una buena oferta, pero Galileo no la aceptó. Por un lado, el aumento sería sólo al terminar su contrato vigente, y no habría más aumentos sucesivos. Galileo estaba necesitado de dinero: tenía deudas con sus cuñados por las dotes de sus hermanas (el padre había fallecido y la responsabilidad había recaído sobre él), y su gran casa en Padua no alcanzaba a financiarse alquilando habitaciones a estudiantes. Por otro lado, estaba decidido a orientar su carrera hacia la investigación, y a reducir el tiempo que dedicaba a la cátedra en la universidad. Finalmente, Galileo anhelaba regresar a su patria, Florencia, y no "*resignarse a ir de visita en las vacaciones*", como cuenta en una carta. En vista de estas circunstancias, decidió viajar a Florencia a ver si conseguía algo mejor. Mientras el Gran Duque de Florencia, su antiguo discípulo Cosme de Medici, consideraba su oferta de convertirse en su "científico oficial", Galileo regresó a Padua y convirtió su taller en una fábrica de telescopios, haciendo los que finalmente usaría para observar el cielo.

El 30 de noviembre de 1609, cuatro días después de la Luna nueva, dirigió su instrumento de 20 aumentos hacia la Luna. Lo que vio esa noche y en las noches que siguieron transformó para siempre tanto la ciencia de la astronomía como nuestra percepción del universo y de nuestro lugar en él.



Algunas ilustraciones en acuarela realizadas por Galileo, publicadas en el “Mensajero de las estrellas”.

¿Qué vio Galileo a través del telescopio? En primer lugar, vio que la Luna era como la Tierra, que tenía montañas, valles y planicies. No había nada “celestial” en ella, nada de una naturaleza distinta a la materia terrenal. ¡La Luna era un *mundo*! También vio que había inmensamente más estrellas que las que se conocían desde la Antigüedad. En particular la Vía Láctea, cuya naturaleza se desconocía, fue revelada como un aglomerado de estrellas. Por otro lado observó que, si bien los planetas se veían como pequeños discos (contribuyendo a la imagen de “otros mundos”), las estrellas se veían como puntos aun a través del telescopio. En

una serie de observaciones memorables en enero de 1610 descubrió que el planeta Júpiter tenía cuatro “lunas” girando a su alrededor. Para Galileo, la evidencia de que la Tierra era “uno más” entre los planetas empezaba a ser abrumadora.

Galileo comprendió inmediatamente la importancia de sus descubrimientos. Rápidamente publicó sus observaciones en un librito titulado *Sidereus Nuncius* (“Mensajero de las estrellas”). Las ilustraciones originales, acuarelas pintadas al claroscuro con gran maestría por el propio Galileo, se conservan cosidas al manuscrito. Una imagen vale más que mil palabras,



La vista desde el Campanile en una pintura de 1895. Con el telescopio de Galileo, los venecianos podían detectar tempranamente los barcos que se acercaban.

ahora o en el Renacimiento, y estas ilustraciones sin duda contribuyeron al éxito de la obra. En su libro Galileo bautizaba los satélites de Júpiter *Estrellas Mediceas*, para halagar a su potencial protector florentino. (Kepler, sin compromisos con la política toscana, sugirió llamarlos "satélites", del griego *satellos*, asistente.) Mandó el libro y el telescopio (¡y los satélites!) como regalos a Cosme quien, rendido ante semejante agasajo, lo retribuyó nombrando a Galileo Matemático de la Corte.

Sidereus Nuncius se convirtió de inmediato en un *best seller*, se vendía como pan caliente, y la fama de Galileo cundía por Europa. El nombre "telescopio", también tomado del griego, fue inventado por otro astrónomo italiano, Giovanni Demisiani, para designar el nuevo instrumento.

Con la protección del Duque, Galileo se mudó a Florencia, donde continuó sus observaciones. Todo estaba por descubrirse en aquellos días, de manera que las maravillas empezaron a acumularse en sus cuadernos de trabajo. Observó los anillos de Saturno (que no interpretó correctamente). Descubrió que el Sol tenía manchas que cambiaban de tamaño y posición (como pasaba con la Luna, no parecía haber nada de "celestial" en él). Cuando observó que Venus tenía fases, como la Luna, comprendió que tenía entre manos el espaldarazo definitivo al modelo heliocéntrico: no había manera de incorporar las fases de Venus en el modelo

ptolemaico heredado de la Antigüedad.

Galileo empezó a publicitar el copernicanismo. Lamentablemente el Papa puso a Copérnico en el *Index* de los libros prohibidos, y Galileo abandonó la astronomía, al menos públicamente, por una década. Pero su trabajo continuó en silencio y finalmente publicó *Diálogo sobre los dos grandes sistemas del mundo*. En una época en que el latín era la lengua de la ciencia, Galileo publicó su obra en italiano, al alcance de cualquier persona alfabetizada. A pesar de tener la necesaria autorización eclesiástica, lo denunciaron a la Iglesia. Como sabemos, Galileo fue procesado, forzado a retractarse y condenado a arresto domiciliario de por vida. Durante los largos años de su condena siguió trabajando, por supuesto, escribiendo finalmente los *Discursos sobre dos nuevas ciencias*, cuyo manuscrito fue contrabandeadado a Holanda para su publicación. Allí sentaba las bases de la mecánica moderna, basada en la experimentación y la matemática, que vino a derrumbar la física de Aristóteles y a pavimentar el camino para la Revolución Científica del siglo XVII, que culminaría con la gran síntesis de Newton y sus *Principia*. Una revolución que acabó siendo un punto de quiebre en la historia humana: para bien y para mal, fue el nacimiento de la ciencia moderna y desembocó en la civilización tecnológica que tenemos hoy. ■

Un análisis acerca de lo que significa esta idea

EL MITO DEL MULTIVERSO

Por Dr. Gabriel R. Bengochea, Investigador del CONICET, Grupo de Teorías Cuánticas Relativistas y Gravitación del IAFE, Instituto de Astronomía y Física del Espacio (CONICET-Universidad de Buenos Aires). Presidente del CAIFA*.



La cosmología es una ciencia antiquísima. Como ciencia, trata acerca de cómo son la estructura y la evolución en el tiempo del universo a gran escala. Desde hace unos 100 años, con la formulación de la teoría de la Relatividad General de Einstein, existe la cosmología física moderna. Y es con esta teoría con la que hemos podido construir lo que hoy llamamos el modelo del Big Bang.

SI BUSCAMOS UNA DEFINICIÓN PARA LA PALABRA "UNIVERSO", ENCONTRAMOS POR EJEMPLO: CONJUNTO DE TODO LO QUE TIENE EXISTENCIA FÍSICA, EN LA TIERRA Y FUERA DE ELLA. Sin embargo, algunas ideas recientes sugieren que tal vez exista ahí afuera algo más, lo que desafía esa definición. No sería uno, sino muchos universos conformando algo llamado el *Multiverso*; y cada uno de esos posibles universos, con leyes físicas literalmente diferentes a las que conocemos y con las cuales explicamos todo lo que percibimos. Por ejemplo, serían distintas las leyes con las que describimos el átomo, el movimiento de los planetas, la electricidad, el magnetismo y todos los experimentos de laboratorio que se nos vienen a la mente. ¿Podría ser esto posible? Quizás. Pero analicemos un poco más de cerca de qué se trata esta idea.

Como punto de partida resulta imprescindible des-

tañar que, al día de hoy, no tenemos evidencia observacional que dé sustento de manera indudable a la hipótesis de otros universos. Y puesto que si tales universos existiesen no estarían conectados entre ellos, una evidencia *directa* de su presencia sería extremadamente improbable de lograr. Ciertos autores han propuesto que algunos efectos podrían ser detectados en futuras observaciones, por ejemplo, a través del fondo cósmico de microondas¹, si nuestro universo hubiera colisionado con otro.

Pero, cualquier indicio que hoy sugiera tal existencia es pura especulación; a la fecha, las menciones empíricas que recurren al Multiverso podemos explicarlas con otros argumentos diferentes y menos especulativos. De hecho, hay modelos cosmológicos alternativos que son consistentes con las observaciones actuales y no contemplan un Multiverso. Aclarado el punto de la no evidencia observacional, veamos la parte teórica.



La física clásica de Newton o Einstein serían muy buenas aproximaciones macroscópicas a leyes cuánticas microscópicas más generales.

Lo que suele denominarse a veces "*Teoría del Multiverso*", resulta que no es tal cosa. No es una teoría en el sentido formal. Más bien son consecuencias que surgen a partir de algunas interpretaciones de teorías existentes, y también de teorías que aún se encuentran en desarrollo. Estrictamente hablando, y como se mencionó arriba, no necesitamos del Multiverso para explicar algún experimento o hecho observacional. Se trata más bien de un dolor de cabeza que de una solución. Veamos los enfoques más mencionados en la divulgación que hablan de este tema: los muchos mundos de Hugh Everett², el Multiverso inflacionario y el *Landscape* (paisaje) de la Teoría de Cuerdas.

Muchos mundos de Hugh Everett

El enfoque de "*muchos mundos*" de Everett aparece como una de las tantas interpretaciones existentes de la física Cuántica. La física Cuántica es una de las teorías de fondo que abre las puertas a todo este asunto. Dicha teoría describe, a través de ecuaciones matemáticas, cómo es la evolución en el tiempo del estado de un sistema físico. Nos permite también calcular probabilidades de obtener ciertos resultados si llevamos a cabo un experimento y hacemos alguna medición del sistema en estudio. Por ejemplo, nos dice cómo obtener predicciones para los niveles de energía del átomo, propiedades de las partículas elementales, etc. Es una teoría muy sólida y muy contrastada experimentalmente. De hecho, pensamos que des-

cribe la física de todo el universo. Esto significa que la física clásica de Newton o Einstein serían muy buenas aproximaciones macroscópicas a leyes cuánticas microscópicas más generales.

La cuestión es que, cuando ahondamos en la física Cuántica, nos encontramos con que podría no estar completa tal como la conocemos ahora. Si bien esta teoría funciona en general muy bien, y las predicciones se observan en el laboratorio, sabemos que algunas cosas no cierran. Una de ellas es lo que se conoce como "*el problema de la medición*", y tiene que ver con que si un sistema (una partícula, por ejemplo) se encuentra en una superposición de estados posibles de la propiedad física X, para que luego X tome un valor definido, siempre necesitamos hacer mediciones. Ya sea con aparatos, con observadores o con algo que actúe como tales. Pero, dentro de la teoría Cuántica, el concepto de qué constituye una medición no está formalmente definido. Y además, ¿qué sucede en el caso de la cosmología, donde queremos describir el inicio del universo, cuando no había aparatos ni observadores que hicieran mediciones? Volveremos a esto hacia el final del artículo.

En gran parte, debido a este problema de la medición, han surgido varias interpretaciones de la física Cuántica. Una de ellas es la interpretación de "*muchos mundos*" de Hugh Everett, formulada a partir de fines de los '50: dice que cada vez que se hace una medición sobre un sistema, se produce una bifurcación en el mundo. En

nuestro mundo el resultado de esa medición es cierta cosa, pero los otros posibles resultados se han dado en otros universos. Lo cierto es que no está claro en este enfoque qué constituye haber hecho una medición. O también, podemos preguntarnos: si no hay aparatos que midan, ni observadores presentes... ¿qué cosa es la que realiza la medición para que se bifurquen los caminos posibles?, ¿cuándo sucede esa bifurcación explícitamente?, ¿para quién sucede?, ¿qué ocurre en los otros posibles universos?, ¿existían antes o fueron creados después de la medición?, ¿podemos probar algo experimentalmente acerca de si existen o no los otros universos?, ¿cuáles son las predicciones calculables concretas?, ¿constituye todo esto una teoría predictiva o es sólo un intento de explicación de algo?

En conclusión, no es cierto que el enfoque de Everett resuelva el problema de la medición de la física Cuántica; así que la idea de que podrían existir "muchos mundos" es por el momento tan sólo otra hipótesis, que no ha conducido a la conformación de una teoría científica predictiva, y por lo tanto no puede corroborarse experimentalmente.

El Multiverso inflacionario

Sigamos con el siguiente enfoque, quizás más popular que el anterior, y a la vez técnicamente mejor planteado. A principios de la década de los '80 se postuló que si el universo hubiera sufrido durante un brevísimo lapso de tiempo una expansión acelerada muy rápida, conocida como *inflación cósmica*, ciertos problemas que tenía el modelo original del Big Bang podrían solucionarse.

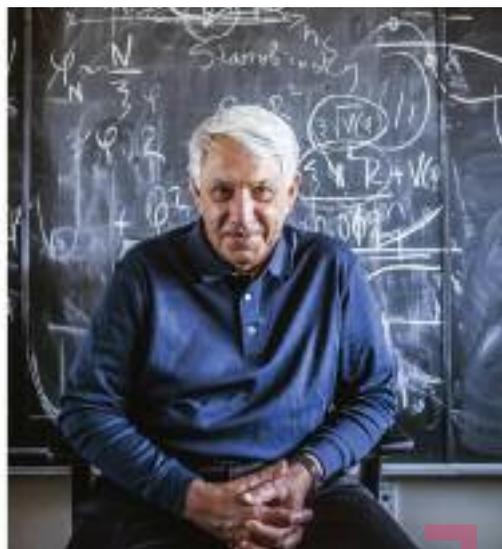
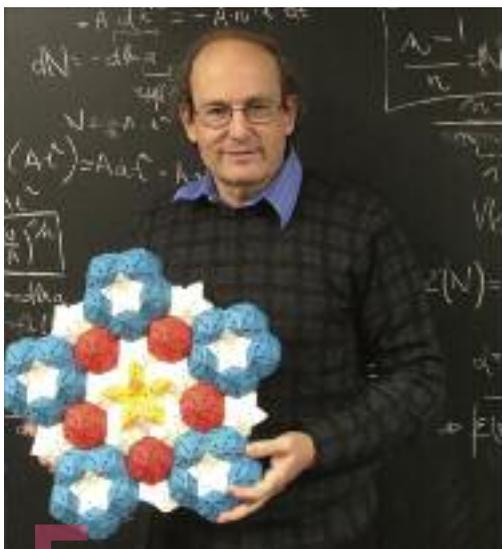
Rápidamente, algunos investigadores empezaron a pensar que esa tremenda expansión inflacionaria podría haber generado tanto volumen disponible en el

universo, que habría espacio no sólo para el universo que vemos, sino para muchos otros diferentes, conformando un Multiverso.

Esta posibilidad, sin embargo, hoy está descartada por las observaciones del fondo cósmico de microondas realizadas con el satélite Planck en 2015. Pero existía otra posibilidad. Hubo quienes encontraron que ese proceso de inflación en algunos lugares podría estar repitiéndose eternamente por efectos cuánticos, mientras que en otros sitios podría finalizar, a tiempos distintos, generándose así nuevos universos diferentes; una vez más, formando un Multiverso. Paul Steinhardt, uno de los padres de la inflación cósmica y ahora uno de los fervientes detractores, nos dice: ¡Cuidado! Resulta que las regiones en donde la inflación terminó y acabaron con las propiedades idénticas a nuestro universo, son exponencialmente suprimidas, y por ende, muy poco probables de haber ocurrido, a menos que se escojan condiciones iniciales extremadamente particulares. Pero justamente evitar esto fue una de las motivaciones originales del paradigma inflacionario [1].

La Teoría de Cuerdas

Estas ideas podrían haber muerto ahí, si no hubiesen recibido un nuevo impulso que las volvió a motivar. Esta reactivación vino de la mano de un problema actual de la física teórica de altas energías. Desde hace mucho tiempo, existen intentos de hallar una teoría que unifique en una sola ecuación a todas las interacciones fundamentales conocidas. Y en especial, hay una búsqueda de una teoría cuántica de la gravedad. La gravitación de Einstein (1915) no posee al día de hoy una versión cuántica para explicar eventos tales como el interior de agujeros negros o el origen del universo.



Paul Steinhardt es uno de los padres de la inflación cósmica, pero ahora se ha convertido en uno de los fervientes detractores. Andrei Linde, otro de los fundadores del modelo inflacionario, es quien impulsó las ideas de inflación eterna y Multiverso.

El esfuerzo más difundido para realizar estas unificaciones es la Teoría de Cuerdas. A pesar del enorme trabajo ya hecho, aún no es una teoría terminada.

La versión más prometedoramente si el espacio-tiempo tuviera en realidad 9 dimensiones espaciales y no 3 (10 en total si contamos el tiempo). Y presupone, además, que la teoría Cuántica es correcta así como hoy la conocemos. La cuestión es: ¿dónde están las otras 6 dimensiones que no vemos en la vida cotidiana? El mecanismo para explicar por qué no vemos las otras seis, nos lleva a que hay muchísimas maneras diferentes de lograr eso. Y cada una de esas maneras correspondería a un universo, literalmente, con leyes de la física diferentes al nuestro, conformando lo que se conoce como "el problema del *Landscape*" (paisaje) de Teoría de Cuerdas. Frente a esta circunstancia, alguien podría proponer lo siguiente: "Encontremos en cuál de todos esos casos posibles las condiciones fueron tales que hoy valen nuestras leyes conocidas y nosotros podemos vivir allí, y entonces ése corresponderá a nuestro universo. Y los demás, son universos diferentes que constituyen el Multiverso inflacionario de los '80".

Esta línea de razonamiento parece tomar una postura un tanto antropocéntrica, para una empresa que justamente debería poder *predecir* cómo es que nuestro universo y nosotros mismos surgimos, y no dar simplemente una explicación.

Esto es un verdadero dolor de cabeza. Pretendemos que una teoría científica completa pueda predecirnos cómo es que se formó nuestro universo, y no sólo darnos una explicación en el marco de otras infinitas posibilidades. Pero es aquí donde el Multiverso inflacionario y el *Landscape* de Teoría de Cuerdas hicieron causa común, y algunos autores propusieron que "¡nuestros universos inflacionarios son todos los universos que ustedes encuentran!" [2].

El inconveniente con este enfoque es que ni siquiera hemos terminado de entender problemas que aún persisten en el modelo inflacionario; no tenemos una teoría cuántica de la gravedad terminada y verdaderamente predictiva; no existe ningún experimento u observación que avale estas ideas de muchos universos y, probablemente, jamás tengamos una predicción que pueda ser contrastable y nos diga de manera unívoca que esos otros universos realmente existen.

Hacia un nuevo enfoque de la física Cuántica

Saquemos algunas conclusiones. Tenemos teorías clásicas que en lo cotidiano y macroscópico explican innumerables situaciones extraordinariamente bien, pero en última instancia el universo debe ser cuántico. Y cuando uno quiere usar las ecuaciones de la física Cuántica para entender el principio del universo, nos encontramos con problemas. Al igual que en un laboratorio, necesitamos de algo que actúe "como una medición", para que en el universo (por lo menos en el que sí observamos) surjan las semillas primordiales de la materia. ¡Pero al comienzo del universo no había aparatos ni observadores! Una parte de la comunidad científica piensa que falta un ingrediente en nuestro entendimiento de cómo surgió el universo que observamos, y en eso trabajamos particularmente. Por todo esto, la idea del Multi-

verso nos parece demasiado especulativa y enmarcada en teorías que ni siquiera terminamos de entender y formular. Guiados fundamentalmente por ideas de Roger Penrose y Lajos Diósi [3-4], y más recientemente por Daniel Sudarsky para el caso cosmológico [5], pensamos que quizás la física Cuántica necesite ser completada, modificando sus ecuaciones para que cosas tales como las semillas primordiales en el universo temprano puedan emerger sin apelar a factores externos, como aparatos de medición, observadores, etc. Estas modificaciones podrían servir de nuevas guías para una teoría cuántica de la gravitación. Existen algunas propuestas sobre cómo hacer tales modificaciones, y con esas propuestas algunos investigadores en el mundo (nosotros en Argentina incluidos) ya hemos hecho cálculos y predicciones contrastables con experimentos [6-8]. ■

1 Fondo Cósmico de Microondas: radiación electromagnética que llega de todas direcciones, en el rango de frecuencias de microondas, cuyo origen se vincula a la época de formación de los primeros átomos, unos 380 mil años después del Big Bang. Predicha teóricamente en 1948 y detectada por primera vez en 1965, constituye una de las evidencias más notables a favor del modelo del Big Bang. Las mediciones de este fondo cósmico nos permiten conocer mejor el universo temprano y poner a prueba nuestros modelos acerca del origen de las estructuras en el universo.

2 Hugh Everett (1930-1982) fue un ingeniero químico, matemático y físico estadounidense, quien propuso la idea de "muchos mundos" como una de las tantas interpretaciones actuales de la teoría cuántica que busca dar una solución al problema de la medición.

Referencias

- [1]- A. Ijjas, P. Steinhardt, A. Loeb, Phys.Lett.B723 (2013), 261.
- [2]- A. Linde, "A brief history of the Multiverse", <https://arxiv.org/pdf/1512.01203v1.pdf>
- [3]- L. Diósi, Phys. Lett. A 120, (1987) 377.
- [4]- R. Penrose, Gen. Rel. Grav. 28, (1996) 581.
- [5]- A. Pérez, H. Sahlmann y D. Sudarsky, Class. Quant. Grav. 23 (2006), 2317.
- [6]- S. J. Landau, C. G. Scoccola y D. Sudarsky, Phys. Rev. D 85 (2012), 123001.
- [7]- G. R. Bengochea, P. Cañate y D. Sudarsky, Phys. Lett. B 743 (2015), 484.
- [8]- G. León y G. R. Bengochea, Eur. Phys. J. C76 (2016), 29.

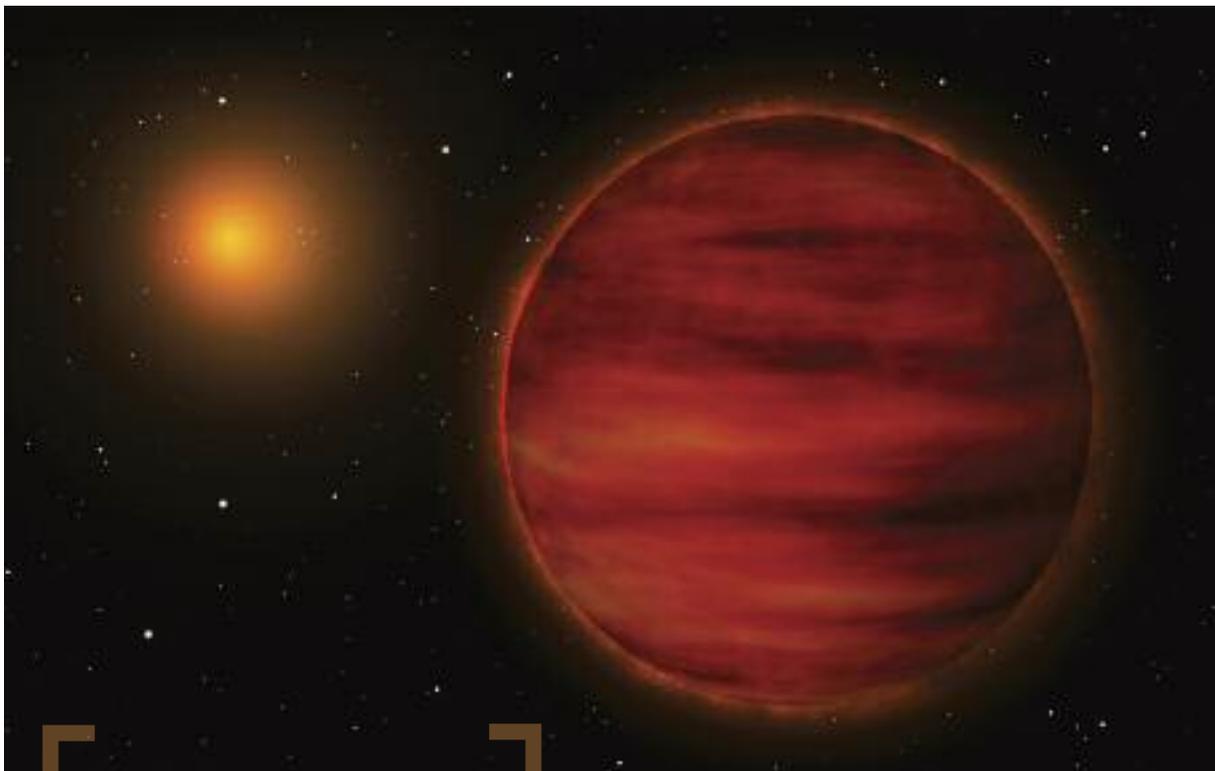
El autor: Gabriel Bengochea es Licenciado y Doctor en Ciencias Físicas de la Universidad de Buenos Aires, realizó estudios post-doctorales en el Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE, CONICET-UBA) y es Investigador del CONICET, donde forma parte del Grupo de Teorías Cuánticas Relativistas y Gravitación del IAFE. Hizo estadías en el Departamento de Gravitación del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, México. Trabaja en cosmología observacional, modelos de energía oscura y cosmología inflacionaria. Es presidente y coordinador de las actividades de divulgación del grupo de aficionados a la astronomía CAIFA (* Club de Astronomía Ing. Félix Aguilar, fundado en 1980: www.caifa.com.ar), y conduce el programa de radio *Paralaje Científico*.

Híbridos que no son planetas, ni estrellas

SOLES FALLIDOS

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

Ni estrellas, ni planetas. Híbridos. Enormes bolas de gas que no alcanzan el crítico umbral de masa y temperatura que sí alcanzan los verdaderos soles. Ese umbral que permite encender los fuegos termonucleares, a pura y furiosa fusión del hidrógeno en helio. Las enanas marrones, simplemente, no pueden. Se quedaron a mitad de camino, y viven largas y penosas vidas, empalideciendo y perdiendo lentamente el calor originado en sus propios procesos de formación y en su lento colapso gravitatorio. Desde su descubrimiento hasta nuestros días es mucho lo que hemos aprendido sobre las exóticas enanas marrones.



ESO (2006).

Representación artística de
una enana marrón.

HASTA HACE APENAS DOS DÉCADAS, LAS ENANAS MARRONES, RARAS CRIATURAS SUBESTELARES, NO ERAN MÁS QUE UNA RAZONABLE POSIBILIDAD TEÓRICA; una suerte de nicho a llenar entre los planetas gigantes y las estrellas más modestas (las enanas rojas). Pero a mediados de los años '90, tras dificultosas y pacientes búsquedas, los astrónomos finalmente dieron con las primeras. Actualmente ya se han identificado algunos miles.

Sin embargo, los científicos tienen buenas razones para creer que estos engendros gaseosos podrían ser tan abundantes como las propias estrellas. Y no sólo eso: desde los primeros hallazgos hasta el día de hoy, las enanas marrones han demostrado ser una especie astronómica bastante más compleja e interesante de lo que parecía inicialmente. Por un lado, parecen jugar roles de los más diversos: algunas giran alrededor de estrellas; otras tienen sus propios planetas; y otras, simplemente, parecen vagar a la deriva por la galaxia. Pero además, y tal como demuestran estudios recientes, ya no se puede hablar de una sola clase de enanas marrones, sino de, al menos, tres subespecies. Una de ellas incluye ejemplares con temperaturas externas parecidas a las de nuestros cuerpos, hasta con la posible



El telescopio espacial infrarrojo WISE (*Wide-field Infrared Survey Explorer*) de la NASA ha detectado más de 200 enanas marrones.

presencia de agua, sales y compuestos orgánicos. Más allá de su rareza, el hallazgo de estas enanas marrones ultrafrías tiene curiosísimas implicancias colaterales, que van desde el avance en el estudio de las atmósferas de planetas extrasolares gaseosos, o la posibilidad de saber más sobre los materiales primigenios del universo, hasta la no tan alocada posibilidad de “vida flotante”. En esta edición de *Si Muove* vamos a echarle una mirada a la historia, a las novedades y a las curiosidades de los soles fallidos.

Primero, la teoría

Como ha ocurrido tantas otras veces en la historia de la astronomía, antes de ser realmente descubiertas, las enanas marrones fueron extravagantes criaturas teóricas. Hace al menos medio siglo que los científicos sospechaban que, seguramente, debían existir bolas de gas más grandes y masivas que los planetas gaseosos (como Júpiter y Saturno), pero, aun así, sin la masa suficiente como para llegar a ser enanas rojas, la especie estelar más humilde y abundante del

universo (se estima que son más del 90% del total de las estrellas).

Resultaba muy razonable pensar que dentro de las mismas nebulosas donde nacen las estrellas hechas y derechas –mediante el colapso gravitatorio de masas de gas y polvo– también se formarían objetos más modestos que no llegasen a tocar el preciado umbral del estrellato. Un umbral que tiene números precisos: para desatar las fusiones termonucleares que convierten núcleos de hidrógeno en núcleos de helio, un objeto gaseoso de escala estelar (al menos, unos cientos de miles de kilómetros de diámetro) debe tener el 7,5 u 8% de la masa del Sol. O lo que es lo mismo, unas 80 veces la masa de Júpiter. Evidentemente, no es poco. Pero sólo en esas condiciones, las presiones internas y las temperaturas son suficientes para que una verdadera estrella se encienda.

Si sólo en la Vía Láctea existen entre 200 y 400 mil millones de estrellas, por qué no pensar que podrían existir incontables intentos fallidos. Así lo pensó el

gran astrónomo indio Shiv Kumar, a comienzos de los años '60. Mediante cálculos y consideraciones físico-químicas, Kumar fue trazando el hipotético perfil de estas criaturas. Incluso consideró sus propiedades internas y su evolución a lo largo de los millones de años.

Poco más tarde, en 1975, la famosa astrofísica Jill Tarter propuso el razonable e intuitivo nombre de enanas marrones (Tarter fue, además, la portavoz del proyecto SETI). Al fin de cuentas, se trataría de objetos más fríos y más pálidos que las estrellas enanas rojas. Y si bien es cierto que no tenían por qué ser realmente marrones, ese color parecía definir muy bien su triste carácter astrofísico. Estaba la sospecha. Estaba el perfil. Y estaba el nombre. Pero faltaba encontrarlas.

Las búsquedas

Luego de soñarlas, los astrónomos se largaron a la cacería: durante los años '80, las buscaron en las entrañas de las nebulosas (particularmente en las zonas de rica formación estelar), dentro de jóvenes cúmulos de estrellas, e incluso alrededor de soles vecinos. De antemano ya se sabía que la pesquisa no iba a ser nada fácil, porque las enanas marrones necesariamente debían ser objetos bastante más fríos y, por lo tanto, menos brillantes que las estrellas reales (la temperatura superficial depende de manera directa de la masa). Pero además, para pegarles esa amarronada etiqueta hacía falta medir bien sus masas. Y eso sólo puede hacerse con precisión en sistemas de dos o más cuerpos, donde el análisis de sus distancias, movimientos y velocidades delata cuánto "pesa" cada integrante del sistema.

De todos modos, se sabía bastante bien a qué cosas prestar atención y a cuáles no: si los telescopios tropezaban con un punto pálido y decididamente rojizo, había que clavar los frenos y ponerse a mirar con sumo cuidado (el rojo delata temperaturas superficiales "bajas"). Lógicamente, hubo muchas falsas alarmas: objetos inicialmente sospechosos terminaron siendo simples enanas rojas que arañaban el límite inferior de la categoría, pero estrellas al fin.

Pero en medio de las dificultades observacionales y el desconcierto, los científicos echaron mano a un truco por demás ingenioso, enteramente surgido de los modelos teóricos sobre las enanas marrones: el test del litio. Resulta que, a diferencia de las estrellas más modestas, que "destruyen" el litio debido a sus mayores temperaturas¹ (este elemento reacciona con el hidrógeno a "sólo" 1 millón de grados), los objetos subestelares son incapaces de hacerlo. Así que si se encuentra un objeto gaseoso de dudosa categoría y el análisis espectral de la luz que emite delata la presencia de litio, no sería una enana roja, sino algo de menor cuantía astrofísica.

Es cierto, el test del litio no es enteramente infalible, dado que las enanas marrones más grandes –aquellas que son 65 o 70 veces más masivas que Júpiter, casi al límite de la categoría estelar– bien pueden haber quemado su litio. Y del otro lado de la barrera, las enanas rojas más modestas pueden no haber terminado el proceso de destrucción del litio. Hay una franja ambi-

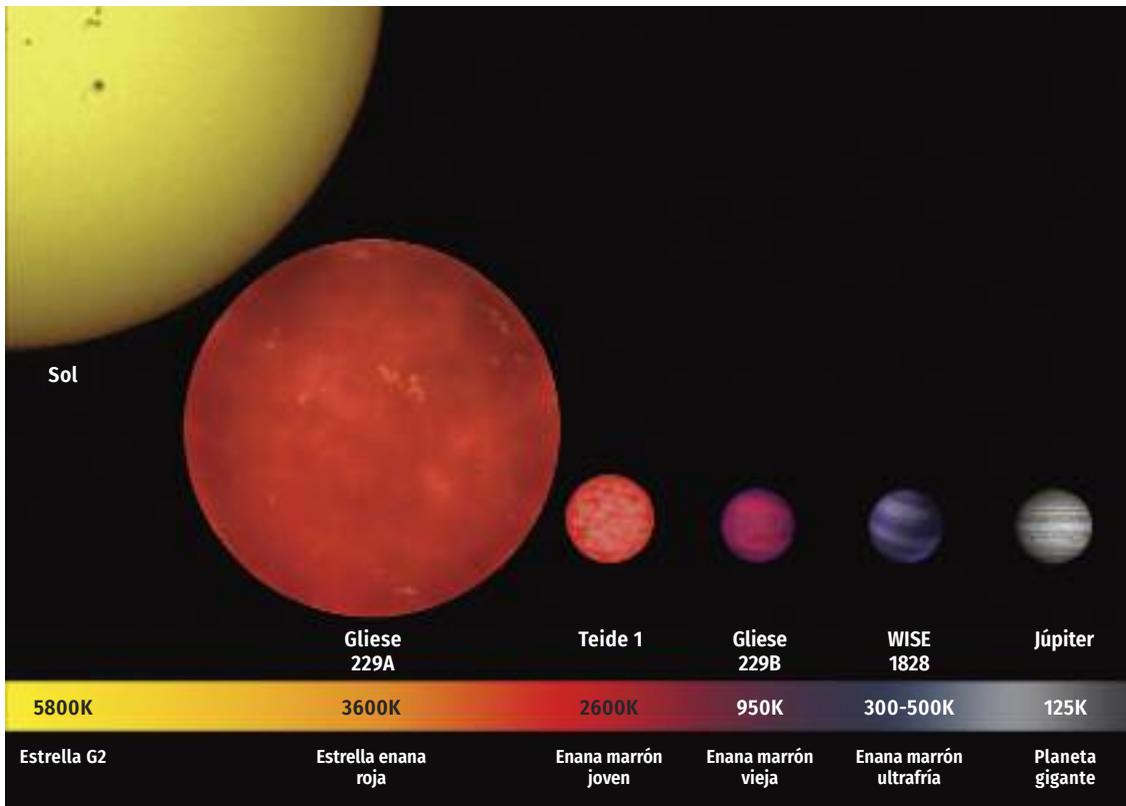
gua. Así y todo, el test del litio fue fundamental para delatar al grueso de las enanas marrones, incluyendo la primera.

Finalmente, los descubrimientos

La primera fue descubierta el 14 de septiembre de 1995 por un grupo de científicos españoles, encabezado por Rafael Rebolo. Era Teide 1, un pálido objeto situado dentro del famosísimo cúmulo estelar de las Pléyades, a casi 400 años luz del sistema solar. Rebolo y su equipo del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) hicieron el histórico descubrimiento con la ayuda del telescopio IAC-80 del Observatorio de Teide, en Tenerife (de ahí el nombre del objeto). Inmediatamente, los análisis espectrales realizados con el gigantesco telescopio Keck I, en Hawái, demostraron la presencia de litio en Teide 1. La primera enana marrón confirmada resultó tener unas 50 veces la masa de Júpiter y una temperatura de unos 2000°C. Aun así, su débil luminosidad –básicamente infrarroja– era miles de veces menor que la de nuestro Sol.

Apenas dos meses más tarde, otro grupo de investigadores, liderado por el japonés Tadashi Nakajima, confirmó el hallazgo de una segunda enana marrón, mediante imágenes tomadas con el Telescopio Espacial Hubble (que, a su vez, confirmaban otras tomadas un año antes desde el Observatorio de Monte Palomar). Se trataba de Gliese 229B, otro espécimen subestelar del tamaño de Júpiter, hallado en torno a una estrella vecina (Gliese 229), en dirección a la constelación de Lepus, a tan sólo 19 años luz del sistema solar. Esta criatura, unas 30 veces más masiva que Júpiter, pero aun así también incapaz de fusionar hidrógeno en helio en su núcleo (ver recuadro), terminó siendo, hasta el día de hoy, el ejemplar mejor estudiado y más famoso de su especie. Curiosamente, el análisis espec-

“Podría haber millones de enanas marrones ultra-frías con temperaturas amigables para el hielo de agua, o con moléculas de agua circulando y cambiando de gas a líquido y a hielo. Algunas enanas marrones hasta podrían tener atmósferas aptas para la aparición de formas de vida flotante”.



Max-Planck Institute/V. Joergens

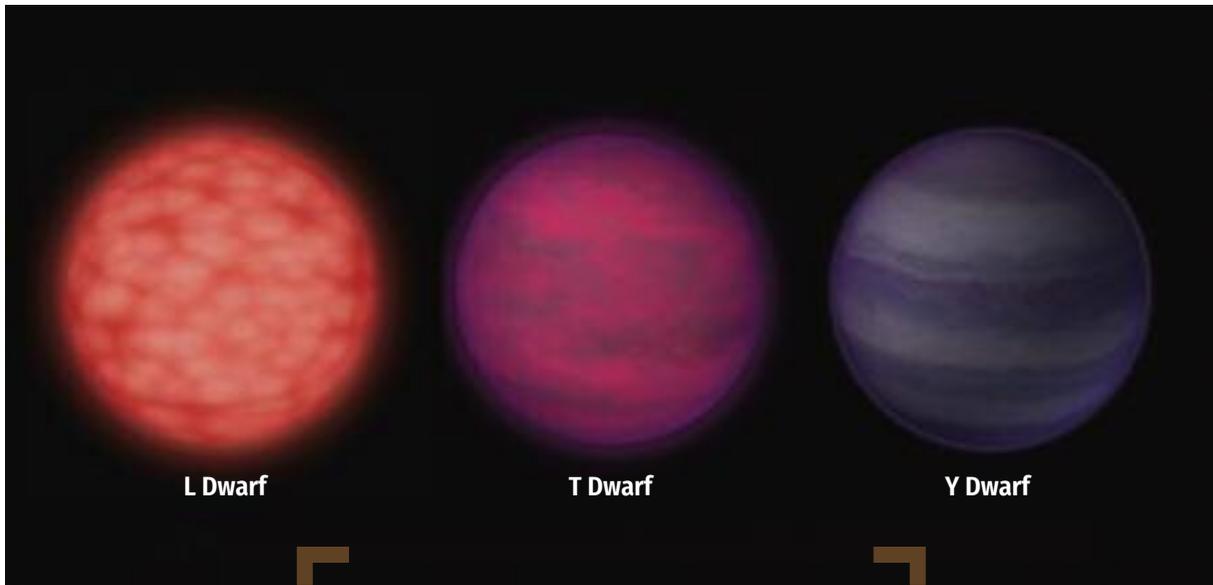
Perfil, origen y evolución de las enanas marrones

Teniendo en cuenta distintos parámetros observacionales y teóricos, los astrónomos pudieron armar un perfil general de las enanas marrones: son bolas de hidrógeno de 150 a 200 mil kilómetros de diámetro, con 13 a 75 veces la masa de Júpiter, y temperaturas superficiales de hasta 2000°C. Un calor y un brillo (pálido o casi nulo en luz visible, pero mucho más intenso en el rango infrarrojo) que esencialmente proviene de sus propios procesos de formación y de su lento colapso gravitatorio, pero no de fusiones termonucleares. Por definición, las enanas marrones no tienen las presiones y temperaturas internas necesarias para fusionar hidrógeno en helio en sus núcleos (para eso hacen falta temperaturas internas de varios millones de grados, como las que sí alcanzan los núcleos estelares). No pueden “encenderse” realmente, como sí lo hacen las verdaderas estrellas. Sólo logran fusionar deuterio en tritio (dos variantes del hidrógeno) durante sus primeros millones de años de vida, un proceso que requiere temperaturas internas del orden de “sólo” 100.000°C. Y eso las distingue de los planetas gigantes. De hecho y tal como marca el criterio adoptado por la Unión Astronómica Internacional, el límite de las 13 masas de Júpiter es la “frontera natural” que define si una enorme bola de gas es una enana marrón modesta o un súper planeta gaseoso.

Pasada la temprana y breve época de fusión del

deuterio, y ya sin una fuente de energía estable y duradera, las enanas marrones, inexorablemente, se van enfriando y empalideciendo a lo largo de miles de millones de años. Su ritmo de enfriamiento y pérdida de luminosidad (esencialmente infrarroja), dependerá de su masa inicial. Por eso, según la masa y edad, los astrónomos clasifican las enanas marrones en tres grandes familias: las L (las más jóvenes, brillantes y calientes), las T (de mediana edad y brillo) y las más novedosas Y (las más viejas, frías y pálidas).

Según la mayoría de los modelos astrofísicos actuales, las enanas marrones se formarían de modo similar a las verdaderas estrellas: a partir del lento colapso gravitatorio de nubes de gas y polvo. Pero, en este caso, el proceso no llega a completarse, y en lugar de una estrella, se forma un cuerpo menos masivo. Por otra parte, los científicos no descartan que las enanas marrones también puedan formarse de modo similar a los grandes planetas gaseosos: a partir de la aglutinación de gases, pero ya dentro del disco protoplanetario que acompaña y rodea a una estrella. Dado que entre las cerca de dos mil enanas marrones identificadas hasta ahora existen tanto ejemplares solitarios (incluso, con planetas propios) como otros que orbitan estrellas, la cuestión sobre el origen de estos objetos sigue siendo un apasionante tema de debate en la astronomía contemporánea.



Los 3 tipos de enanas marrones.

tral de Gliese 229B delató la clara presencia de metano (CH_4), un gas que sólo puede existir con temperaturas de menos de aproximadamente 1000°C . Ese dato ya daba una idea clara de su carácter subestelar. Teide 1 y Gliese 229B marcaron el comienzo de una creciente seguidilla de descubrimientos. En 1997, por ejemplo, se sumaron KELU-1 y DENIS-P J1228.2-1547, dos enanas marrones que, a diferencia de las anteriores, eran cuerpos solitarios, no vinculados gravitatoriamente a ninguna estrella. Y luego fueron apareciendo enanas marrones con sus propios planetas.

El "amarronado" panorama creció en número y complejidad: hoy en día ya se han confirmado casi 2000 enanas marrones en un radio de unos pocos cientos de años luz, y los astrónomos están convencidos de que estas estrellas fallidas pueden ser tan o más numerosas que las verdaderas. Pero además, estas criaturas demostraron ser sumamente variadas, tanto en masa, temperatura y otros rasgos. Y como veremos un poco más adelante, hasta existen algunas con temperaturas externas tan bajas como las de los planetas.

Las tres subespecies

Si bien es cierto que no son estrellas, la avalancha de descubrimientos de enanas marrones obligó a los astrónomos a agregar nuevas categorías (expresadas con letras) en el célebre Diagrama HR, uno de los pilares de la astrofísica moderna, desarrollado a comienzos del siglo XX y en forma independiente, por el astrónomo aficionado Ejnar Hertzsprung y el astrónomo profesional Henry Russell. El esquema clasifica y distribuye las estrellas según su brillo, color y temperatura, y las etiqueta con letras: las más calientes son las azuladas tipo O (25 a 40 mil grados); luego les siguen las B, A, F, G (el Sol es de este tipo espectral), K, y las M, que son las estrellas más rojas y "frías" (unos 2500°C)².

Las enanas rojas, justamente, son de tipo M. Así que las fallidas enanas marrones, que son más frías, quedaron clasificadas a continuación de ellas, en el extremo derecho del Diagrama HR. Pero como no son todas iguales, se les asignaron tres letras: las de tipo L son las más jóvenes, calientes y brillantes (características que van de la mano). Tienen temperaturas externas de entre 1200 y 2200°C aproximadamente. Les siguen las T, de mediana edad, con valores que van de los 300 a los 1200°C . En esta categoría —a la que pertenece la famosa Gliese 229B— aparecen ejemplares con atmósferas salpicadas con metano, amoníaco y hasta vapor de agua. Finalmente, están las Y, que son las más "frías" y ancianas (con edades de varios miles de millones de años), cuyo primer exponente fue descubierto en 2008, por un programa de búsqueda francocanadiense (conocido como *Canada-France Brown Dwarfs Survey*), con un gran telescopio instalado en Hawái. Se trata de una enana marrón extremadamente pálida, incluso en luz infrarroja, situada a sólo 40 años luz del sistema solar. Bautizada con el poco práctico nombre de CFBDS J005910.83-011401.3, esta bola de hidrógeno resultó tener unas 20 veces la masa de Júpiter. Pero lo más interesante es que posee una temperatura superficial de alrededor de 300°C , producto de una larga vida de lento enfriamiento, más o menos lo mismo que un horno casero a toda potencia. Poquísimos, al menos en términos estelares e, incluso, subestelares. Y sin embargo, las enanas marrones demostraron que, en materia de temperaturas, se puede caer mucho más bajo.

Las más frías

Desde comienzos de esta década, diferentes grupos de investigadores, pertenecientes al Instituto de Tecnología de California y a la Universidad de Toronto,

entre otros, han realizado varias pesquisas con el telescopio espacial infrarrojo WISE (*Wide-field Infrared Survey Explorer*), de la NASA, luego reforzadas y ampliadas con la ayuda del Telescopio Espacial Spitzer (también infrarrojo) y del Observatorio Keck de Hawái.

Estos estudios dieron como resultado el descubrimiento de cientos de nuevas enanas marrones (y muchas más por confirmar). La lista incluye una decena de ejemplares del tipo Y, todas aisladas (o sea, sin orbitar ninguna estrella verdadera) y muy cercanas, a distancias de entre 10 y 30 años luz del sistema solar. Uno de los casos más curiosos fue WISE 1828+2650, detectada en 2011, que batió todos los récords de bajas temperaturas en materia de enanas marrones ultrafrías: apenas 27°C, menos temperatura que la del cuerpo humano. En su momento, el dato fue verdaderamente impactante. Sin embargo, tres años más tarde, el mismo programa de búsqueda dio por tierra con aquella marca: el 25 de abril de 2014 los científicos descubrieron WISE 0855-0714, una enana marrón con una temperatura estimada en torno a los -30°C, a tan sólo 7,2 años luz del sistema solar.

Enanas marrones y atmósferas exoplanetarias

Todos estos descubrimientos no hacen más que difuminar las borrosas fronteras entre las enanas marrones más modestas y los planetas gigantes (como nuestro Júpiter). Es cierto que, por una cuestión física (la fusión del deuterio), existe un umbral mínimo para las enanas marrones y un techo para los planetas: 13 masas de Júpiter. Pero también es cierto que hay planetas extrasolares que arañan ese límite, y enanas marrones que orbitan estrellas, como los planetas, y hasta cosas "sueltas" que no son ni una cosa ni la otra y reciben el extraño mote de "objetos aislados de masa planetaria" (también conocidos por su sigla en inglés IPMOs).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, no resulta nada sorprendente que los astrónomos utilicen las enanas marrones más frías y modestas como modelo para estudiar las atmósferas de los planetas gaseosos más grandes. En definitiva, unas y otros no son tan distintos. Pero la ventaja de las enanas marrones es que *pueden observarse directamente*, y eso permite analizar sus espectros, a diferencia de los exoplanetas, que suelen estar "hundidos" en el resplandor de sus estrellas. De hecho, ya hay muchas observaciones que revelan la presencia de nubes de metano en varias enanas marrones; e incluso, otros compuestos, como el amoníaco (NH₃), sales y hasta formas líquidas y sólidas de agua en capas internas. Eso, por supuesto, abre otro capítulo apasionante. Tanto, que merece un párrafo aparte.

¿Vida flotante?

"Podría haber millones de enanas marrones ultrafrías con temperaturas amigables para el hielo de agua, incluso, para ciclos de agua en sus atmósferas", dice Adam Burgasser (Universidad de California, San Diego), codescubridor de WD 0806-661B. Y agrega: *"Probablemente, haya moléculas de agua circulando y cambiando de estado continuamente: de gas a lí-*

quido, y luego a hielo, mientras ascienden y se enfrían; y luego, nuevamente en estado gaseoso al hundirse".

Basándose en la posible presencia de agua, sales y compuestos orgánicos, el doctor Davy Kirkpatrick (*California Institute of Technology, Caltech*), uno de los descubridores de WISE 1828+2650, va un paso más allá: *"Algunas enanas marrones hasta podrían tener atmósferas aptas para la aparición de formas de vida flotante"*. Seres nacidos en atmósferas, flotando a la deriva y a merced de corrientes de gases. Es una asombrosa posibilidad soñada hace varias décadas por dos grandes: Arthur Clarke y Carl Sagan.

Reliquias cósmicas

Las enanas marrones tienen otro costado fascinante: muchas de ellas podrían funcionar como "cápsulas del tiempo" químicas. Su propia naturaleza de estrellas fallidas podría ser toda una virtud a la hora de revelar los materiales y condiciones primigenias de su propia formación, y del universo mismo.

"Una de las consecuencias de no fusionar el hidrógeno es que las enanas marrones conservan los registros originales de la abundancia química del ambiente en que nacieron", dice Burgasser. Como mayormente son objetos de carácter convectivo (sus materiales gaseosos circulan continuamente, enfriándose al subir y calentándose al bajar), los análisis espectrales pueden revelar prácticamente toda su composición. Y esa composición es esencialmente la misma ahora que hace cientos o miles de millones de años. *"Las enanas marrones son reliquias de aquellos tiempos"*, concluye el científico.

A tan sólo dos décadas de su descubrimiento, estos soles fallidos han dejado de ser aparentes penurias cósmicas, para revelarse como objetos absolutamente fascinantes. Ni estrellas, ni planetas. Algo en el medio. Algo nuevo. Algo que confirma, una vez más, ese inagotable potencial de la astronomía para sacudirnos, sorprendernos, hacernos pensar y echar abundante leña fresca a nuestra curiosidad por los avatares del universo. ■

1 Las estrellas enanas rojas menos masivas son completamente convectivas, razón por la cual sus interiores están muy mezclados, y el litio se fusiona junto con el hidrógeno en cuestión de algunos millones de años.

2 Los tipos espectrales son fruto de un extenso catálogo estelar realizado en el *Harvard College*, dirigido por Edward Charles Pickering y confeccionado por las astrónomas Wilhelmina Fleming, Antonia Maury y Annie Cannon.

ECLIPSE PENUMBRAL DE LUNA



El pasado 10 de febrero se dio un eclipse penumbral de Luna, visible desde Europa, África y, parcialmente, Sudamérica. En este tipo de eclipses, en los que la Luna atraviesa la penumbra de la Tierra pero no su sombra, es poco lo que se puede apreciar. La Luna no se ve rosada, ni roja, ni gigante. Simplemente, y si se presta mucha atención, su brillo se atenúa levemente. Además, en este caso, pudo apreciarse un muy pequeño sector de nuestro satélite ligeramente oscurecido, ya que la Luna "mordió" apenas la sombra terrestre. Estas imágenes tomadas por Mariano Ribas desde Florianópolis, Brasil, donde el eclipse fue apenas mejor que en Buenos Aires, muestran ese leve oscurecimiento en el sector noreste (abajo a la izquierda). El próximo eclipse de Luna visible por completo desde nuestro país se producirá el 21 de enero de 2019.

Días de campo, eventos, estadias, visitas guiadas.
Observación de aves y estrellas.

Talleres y charlas:
 construcción natural, permacultura,
 techos vivos, huerta orgánica,
 tecnologías apropiadas, astronomía.

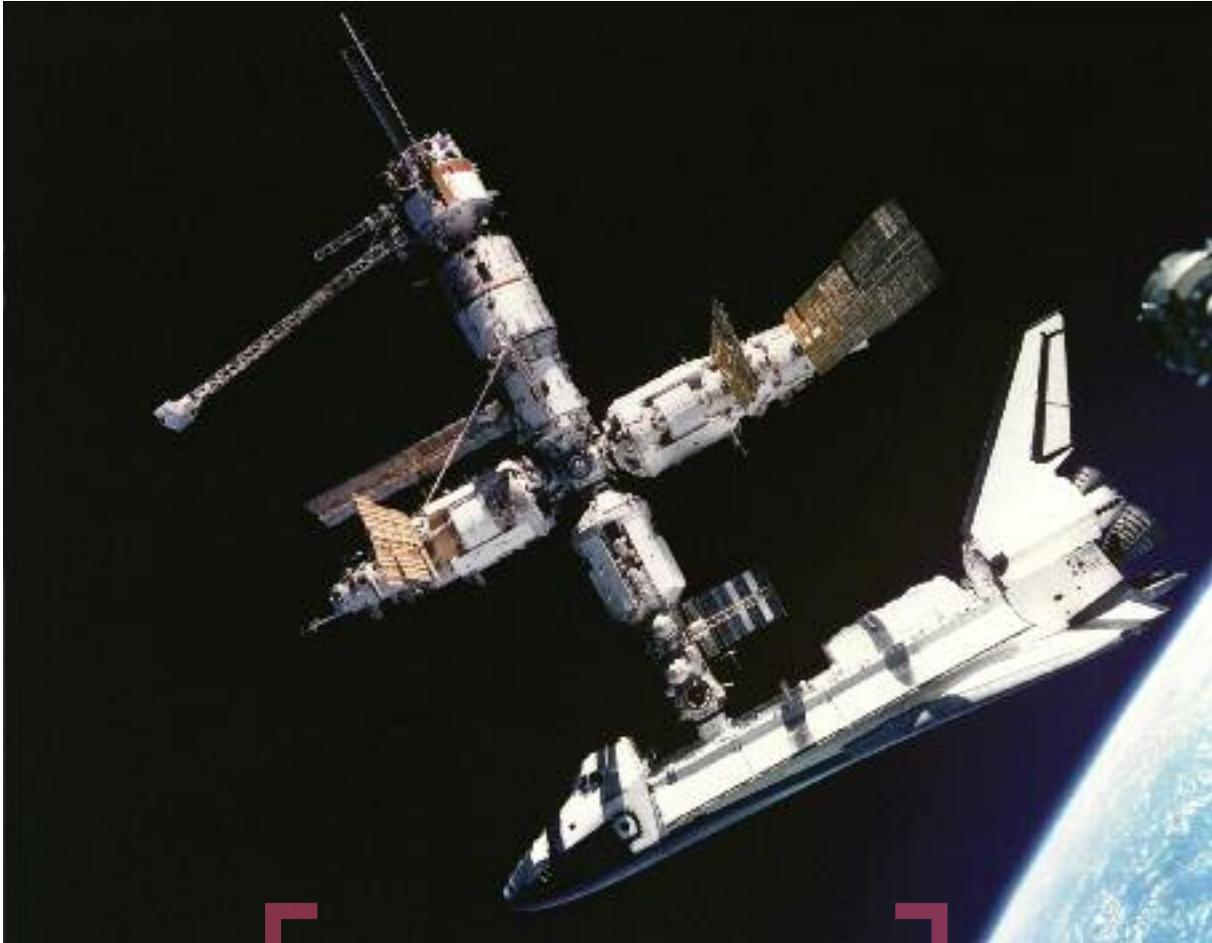
Consultas por e-mail a: info@yamay.com.ar o más información en: www.yamay.com.ar

Un repaso de los hechos más notables

60 AÑOS EN EL ESPACIO

Por Lic. Diego Córdova, prensaespacial.blogspot.com.ar

Mientras que la conquista del aire fue completada en un tiempo equivalente al de una vida humana, la del espacio no se considerará lograda mientras haya mundos por descubrir y explorar. En estos primeros 60 años de exploración espacial, la humanidad puso un pie en otro mundo y estiró su mano hacia los rincones del sistema solar, con la promesa de avanzar hacia ellos.



El transbordador Atlantis se acopla a la estación espacial rusa Mir en 1995.

EL LANZAMIENTO DEL SPUTNIK 1 DESDE LAS ESTEPAS RUSAS EN OCTUBRE DE 1957, ES CONSIDERADO POR MUCHOS COMO EL INICIO DE LA ERA DEL HOMBRE EN EL ESPACIO. Sin embargo, una serie de acontecimientos precedentes permiten situar ese inicio sobre el fin de la Segunda Guerra Mundial.

Las potencias vencedoras de Alemania habían tomado posesión de los misiles A4, también llamados bombas

voladoras (V2). Fue así que tanto Estados Unidos como la Unión Soviética utilizaron esos vectores para llevar cargas a gran altitud para estudios atmosféricos. El primero fue lanzado en 1946 desde White Sands (Nuevo México, EE.UU.), con total éxito.

Los soviéticos comenzaron a obtener sus logros en 1951. Mikhail Tijonranov, diseñador de cohetes, afirmó que su tecnología estaba a la par de la estadounidense, y que tenía como objetivo colocar un satélite en órbita. En



Un ingeniero soviético explica el funcionamiento del Sputnik 1.

1956, durante la celebración del Año Geofísico Internacional, en Barcelona, volvió a anunciar sus intenciones de lanzamiento para el año siguiente.

Comienza la carrera espacial

Los anuncios no habían sido tomados en serio hasta que, el 4 de octubre de 1957, el mundo quedó sorprendido con el lanzamiento y la puesta en órbita del Sputnik 1, el primer satélite artificial de la Tierra. Se trataba de una esfera de aluminio, con un diámetro de 58 cm y un peso de 83 kg. Contenía unos simples instrumentos que, indirectamente, permitieron estudiar la temperatura y la densidad atmosféricas.

El cohete lanzador del Sputnik fue un misil balístico intercontinental, denominado R 7. Fue el origen de una gran familia de lanzadores soviéticos muy similares entre sí, pero con distintas prestaciones, que han permanecido a lo largo de estos 60 años brindando sus servicios para vuelos tripulados y hasta para cargas pesadas. Esta familia de vectores fue diseñada bajo la dirección del ingeniero Sergei Korolev, considerado el padre de la cohetaría soviética.

Antes de que Estados Unidos pudiera recuperarse de haber sido superado por la Unión Soviética, recibiría, ese mismo año, otro golpe. El 3 de noviembre de 1957 despegó el Sputnik 2 con la perra Laika, el primer ser vivo en el espacio.

El satélite, además de la esfera con los instrumentos para medir la radiación solar, contenía un habitáculo para alojar a Laika, que estaría monitoreada por medio

de electrodos, que medían las frecuencias respiratoria y cardíaca. La historia oficial dice que Laika murió al agotarse la provisión de aire, aunque es muy posible que haya muerto antes, debido al gran estrés y al calor que se provocó apenas producido el lanzamiento. Aún no había sido perfeccionada la aislación térmica de la cápsula y, como no tenía forma de ser recuperada, ardió en la atmósfera.

De todos modos, el vuelo de Laika aportó mucho para que luego viajaran al espacio otros seres vivos (perros y monos), y que regresaran sanos y salvos, lo que dejó abierto el camino para que el hombre conquistara el cosmos.

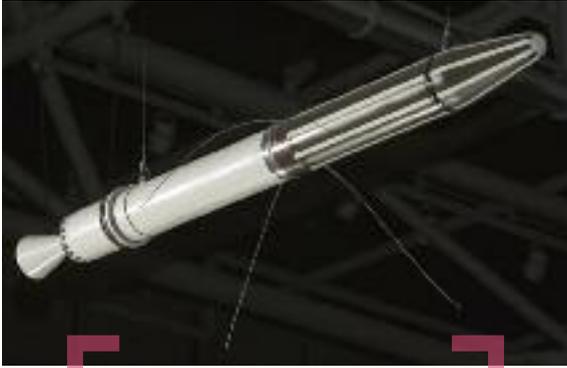
Mientras tanto, en Estados Unidos se hallaban desesperados por ponerse a la par de la Unión Soviética. En diciembre de 1957 habían padecido un fracaso al intentar colocar en órbita un satélite del programa denominado Vanguard. El cohete explotó en la plataforma de lanzamiento y, a raíz del desastre, la tarea de desarrollar un nuevo vector fue puesta en manos del ingeniero alemán Wernher Von Braun.

La réplica estadounidense llegó el 31 de enero de 1958, cuando por medio de un cohete llamado Juno, se lanzó el Explorer 1, el primer satélite artificial norteamericano. El Explorer realizó un interesante descubrimiento científico: los cinturones de radioactividad de Van Allen que rodean la Tierra, delimitados por el campo magnético. Ese mismo año Estados Unidos decidió centralizar todos sus esfuerzos espaciales en una única agencia gubernamental dedicada a tal efecto, la NASA.



Un cohete Vanguard de EE.UU. explota al despegar en 1957.

Smithsonian Museum, EE.UU.



Réplica del Explorer 1.

Más alto y más lejos

Con la carrera espacial en marcha, ambas potencias continuaron con sus respectivas líneas de satélites orbitales, cosechando logros tecnológicos y científicos. El Sputnik 3 prosiguió con la investigación del cinturón de radiación descubierto por el Explorer, y Estados Unidos consiguió poner en órbita algunos satélites Vanguard durante 1958 y 1959, para estudiar los micrometeoritos presentes en la alta atmósfera. En agosto de 1959, el Explorer 6 consiguió transmitir las primeras imágenes de televisión a nuestro planeta.

La Unión Soviética decidió arremeter una vez más, a menos de dos años de iniciada la carrera espacial: logró hacer llegar a la Luna el primer objeto construido por el hombre. El 12 de septiembre de 1959 la sonda Lunik 2, una esfera de 390 kilos, impactó contra la superficie lunar tras haber comprobado la ausencia de campos magnéticos en nuestro satélite.

Un mes más tarde, la Lunik 3, destinada a sobrevolar nuestro satélite natural, consiguió las primeras fotos de su lado oculto. La misión se programó para el momento en que ese sector de la Luna estuviera iluminado por el Sol, y la sonda fue arrojada, como por una onda, de vuelta a la Tierra. Durante el regreso transmitió las imágenes por radio, aunque una falla provocó la pérdida de datos y varias fotos resultaron borrosas.

Todos estos esfuerzos perseguían un fin: el hombre mismo deseaba conquistar el cosmos y hacer realidad un sueño de generaciones de científicos, inventores, filósofos y poetas: poner un pie en la superficie lunar y, luego, llegar a los planetas del sistema solar.

El Hombre en el espacio

Entre 1959 y 1960 ambas potencias seleccionaron candidatos para volar al espacio. Las diferencias entre unos y otros se hicieron notar: los norteamericanos los llamaron astronautas y presentaron ese primer grupo de siete integrantes con un espectáculo mediático sin precedentes. En cambio los soviéticos se comportaron de una manera mucho más cerrada, con sus veinte aspirantes, a los que denominaron cosmonautas.

De todas formas, la flamante NASA perdió su impacto sobre el público. Los soviéticos habían tomado la delantera una vez más: el 12 de abril de 1961 la nave Vostok 1 llevó a Yuri Gagarin a bordo, quien se convirtió en el pri-

mer ser humano en el espacio, y completó una órbita en 90 minutos. Al poco tiempo, en agosto del mismo año, German Titov fue el primer hombre en pasar 24 horas en el espacio.

La NASA estaba en problemas, su rival se había adelantado y no conseguía poner a punto el cohete Atlas, necesario para que sus astronautas alcanzaran la órbita con la nave Mercury. Apenas pudieron realizar dos vuelos suborbitales, con los astronautas Alan Shepard, en mayo de 1961, y Virgil Grissom, en julio del mismo año.

Para atenuar este aspecto negativo, el presidente de Estados Unidos, John Kennedy, pronunció el célebre discurso en el cual se comprometía a enviar un hombre a la Luna y traerlo de regreso a salvo antes del fin de la década del '60.

La conquista del espacio orbital

Estaba claro que parte de la Guerra Fría, entre ambas potencias, se había trasladado a un nuevo escenario: la carrera espacial. El vencedor sería quien llegara primero a la Luna, y esa competencia fue el principal motor. Los siguientes vuelos tripulados apuntarían a resolver todos y cada uno de los interrogantes que se presentaron a la hora de decidir enviar un hombre a la Luna.

El 20 de febrero de 1962 el astronauta John Glenn logró, con su cápsula Mercury 5 (Friendship 7), llegar a órbita terrestre y completar tres revoluciones. Los soviéticos continuaron con novedosas misiones que buscaban, además de explorar el campo tecnológico, crear impactos mediáticos.

En agosto de 1962 lanzaron las naves Vostok 3 y 4, pilotadas por Adrian Nikolaiev y Pavel Popovich respectivamente. Aunque los cosmonautas no poseían control de sus naves y el vuelo conjunto sólo se dio por las leyes de la física, no dejó de ser un gran acontecimiento.

En 1963 se realizaría el último de los programas individua-



Lunik 3, Unión Soviética (1959).

Primera imagen de la cara no visible de la Luna.

les. El 15 de mayo el astronauta Gordon Cooper completó 24 horas en su cápsula Mercury 9 (Faith 7), mientras que los soviéticos realizaron otro vuelo conjunto, en junio: las naves Vostok 5 y, piloteada por Valentina Tereshkova, la primera mujer en el espacio, la Vostok 6.

Caminando por el espacio

El camino hacia la Luna seguía siendo la prioridad. La NASA estaba por comenzar el programa Gemini, que contemplaba misiones orbitales con dos astronautas, pero la Unión Soviética lanzó en octubre de 1964 la Voskhod 1, primera nave multiplaza, tripulada por tres cosmonautas, Vladimir Komarov, Konstantin Feoktistov y Boris Yegorov, en un vuelo de 24 horas.

En 1965 el cosmonauta Alexei Leonov abandonó su nave, la Voskhod 2, y se convirtió en el primer caminante espacial. Su actividad duró 12 minutos y fue televisada. Ese mismo año, la NASA puso en marcha el programa Gemini, que se extendió por dos años y tuvo diez misiones tripuladas. La réplica a la caminata de Leonov llegó con la Gemini 4, y Edward White, el primer norteamericano en dar un paseo espacial, controló sus movimientos con una pistola de gas, para que su "caminata" fuera más prolija que la de su par soviético.



Alexei Leonov en 1965, "caminando" en el espacio.

Las siguientes misiones realizaron permanencias cercanas a las dos semanas en el espacio, con encuentros en órbita (Gemini 6 y 7) y acoples con misiles balísticos Agena (Gemini 8 a 12), lo que perfeccionó la experiencia de vuelo de cara al programa Apolo.

Las sondas interplanetarias

En forma paralela al programa tripulado, las potencias espaciales cosecharon sus éxitos en la exploración planetaria. En junio de 1964, la NASA obtuvo fotos de amplias zonas de la Luna, por medio de la sonda Ranger 7. La Mariner 4 llegó a Marte en noviembre, y transmitió una gran cantidad de fotos y datos científicos.

Los soviéticos se dedicaron a la exploración de Venus. En marzo de 1966, la sonda Venera 3 penetró en su atmósfera y, en octubre de 1967, la Venera 4 se posó en su superficie, aunque sin poder mantener el contacto.

En cuanto a la exploración lunar, los soviéticos lograron el primer alunizaje suave con la sonda Lunik 9, en enero de 1966, y la NASA obtuvo mayores éxitos con las sondas Surveyor.

El camino hacia la Luna

El proyecto Apolo ya era un hecho. La primera tripulación debía realizar un vuelo de dos semanas para testear la cápsula en órbita terrestre, pero un mes antes la tragedia golpeó al programa lunar. El 27 de enero de 1967 un incendio se desató dentro de la cápsula del Apolo 1 durante un entrenamiento, y mató casi de inmediato a sus tres ocupantes. Esto motivó un retraso de dos años para el programa espacial.

Los soviéticos no estuvieron exentos de sufrir tragedias en la carrera espacial. En abril del mismo año, el cosmonauta Vladimir Komarov falleció cuando su cápsula Soyuz 1 se estrelló al enredarse su paracaídas. Fue la primera víctima en vuelo espacial.

La NASA se repuso de su golpe trágico. En octubre de 1968 consiguió poner en órbita terrestre el Apolo 7, la primera misión tripulada del programa, y en diciembre repetiría la hazaña, pero ahora en órbita lunar. Con un vuelo circunlunar tripulado, el camino del hombre a la Luna ya estaba allanado.

Un salto gigante para la humanidad

En la mañana del 16 de julio de 1969 todo estaba listo para el inicio del histórico viaje. En la plataforma de lanzamiento del Centro Espacial Kennedy se hallaba el cohete Saturno V, de 111 metros de altura; el más grande y poderoso de la historia. En su cima estaba el módulo de mando Columbia, en honor a la nave ideada por Julio Verne en su célebre novela *De la Tierra a la Luna*; debajo, el módulo lunar Eagle (Águila). Juntos conformaban el Apolo 11, primero de su serie destinado a posarse, con astronautas, en nuestro satélite natural.

Los tres protagonistas eran el Comandante Neil Armstrong, el único civil; el piloto del módulo lunar Edwin Aldrin, Coronel de la Fuerza Aérea; y el piloto del módulo de mando Michael Collins, Teniente Coronel de la Fuerza Aérea de Estados Unidos.

Puntualmente a las 9:31 (11:31 en Argentina), el Saturno V se elevó rugiente ante un millón de personas apostadas en las cercanas playas de Cocoa Beach y Cabo Cañaveral, al tiempo que era televisado para casi todo el mundo. El vuelo ya se inscribía en las páginas de la historia.

Por fin, el 20 de julio llegó el gran momento: Armstrong y Aldrin se trasladaron del módulo Columbia al Eagle para descender en la zona llamada Mar de la Tranquilidad, mientras Collins los aguardaba, en órbita lunar, hasta su regreso.

A las 23:56 hora argentina, Armstrong descendió por la escalerilla del módulo, y así la humanidad entera puso, por primera vez, su pie en la Luna. Luego bajó Aldrin. Para ese entonces Armstrong ya había tomado una pequeña muestra de roca lunar.

Los viajes lunares tripulados pronto serían considerados rutina. Sin embargo, en abril de 1970, la misión Apolo 13 demostraría que no hay rutina en un viaje espacial. Lanzada en medio de una total indiferencia, sufriría dos días después un grave percance. Uno de los tanques de oxígeno del módulo de servicio estalló como consecuencia



Edward White fue el primer norteamericano en dar un paseo espacial. Su “caminata” fue más prolija porque controló sus movimientos con una pistola de gas.

de un cortocircuito, y eso dejó la nave sin energía. Los tres astronautas, James Lovell, Jack Swigert y Fred Haise, debieron hacinarse en el módulo lunar y emplearlo como bote salvavidas, y regresaron a salvo el 17 de abril en lo que fue el primer rescate espacial. El desinterés del público y la baja en el presupuesto terminaron con las exploraciones lunares tripuladas. Los astronautas Gene Cernan y Harrison Schmitt, del Apolo 17, fueron, hasta el día de hoy, los últimos caminantes lunares, en diciembre de 1972.

Las estaciones orbitales

La Unión Soviética fue la precursora de las estaciones orbitales. Con el tiempo fueron prolongando las estadias de sus cosmonautas en el espacio, con el objetivo de probar la capacidad de trabajo en períodos cada vez más largos. Sin duda los rusos contemplaban, a mediano plazo, vuelos tripulados a los planetas. Con el programa lunar definitivamente abandonado en 1971, los soviéticos encararon la creación de su primera estación espacial, Salyut 1. En junio de ese mismo año la nave Soyuz 11 se acoplaba a la Salyut. Los tres cosmonautas, Georgi Dobrovolski, Viktor Patsaiev y Vladislav Volkov, se trasladaron al interior de la estación y permanecieron allí 25 días, el primer récord espacial.

Finalizada la misión, la Soyuz se separó de la Salyut para regresar a la Tierra. Durante el reingreso en la atmósfera una válvula del módulo orbital se abrió y dejó escapar el aire de la cabina. La Soyuz aterrizó perfectamente, pero los tres cosmonautas fueron encontrados muertos. No llevaban trajes espaciales porque la cabina era muy estrecha; de haberlos tenido, se habrían salvado. Los estadounidenses, apenas finalizado el programa lunar, colocaron en órbita su única estación espacial, el Skylab, que permaneció entre 1973 y 1979 y fue visitada por tres tripulaciones durante sus dos primeros años de servicio. La primera tripulación permaneció 28 días; las siguientes, 59 y 84 días respectivamente. El Skylab comenzó a perder altura rápidamente, y en julio de 1979 cayó sobre territorio desértico en Australia. Las siguientes estaciones soviéticas Salyut permitieron que los cosmonautas tuvieran estadias cada vez más prolongadas en el espacio. La revolucionaria Salyut 6, lanzada en 1977, contaba con dos puertos que permitían el acople simultáneo de dos naves Soyuz; o de un carguero no tripulado, llamado Progress, ideado para llevar suministros a la estación y regresar con desechos que luego ardían en la atmósfera junto con la nave. En este marco se gestó el programa Interkosmos, consistente en sumar a las tripulaciones soviéticas cosmo-

nautas de otras nacionalidades. En principio, se trataron de países alineados a la política soviética, como Hungría, Rumania y Bulgaria; pero luego se sumaron otros estados no comunistas, como Francia. Vladimir Remek fue, en 1978, el primer hombre de un tercer país (Checoslovaquia) en ir al espacio; y en 1980, el cubano Arnaldo Tamayo Méndez se convirtió en el primer latinoamericano en volar al espacio.

La cooperación internacional

Durante la segunda mitad de la década del '70 se había proyectado una serie de misiones conjuntas internacionales. Sin embargo, la desconfianza, producto de la entonces vigente Guerra Fría, truncó esa iniciativa y sólo pudo concretarse una única misión, que consistió en unir en órbita una nave Apolo con una Soyuz.

La empresa, más política que científica, se realizó en julio de 1975. La cápsula Apolo, tripulada por Tom Stafford, Vance Brand y Deke Slayton, se acopló a la Soyuz, tripulada por los cosmonautas Alexei Leonov y Valery Kubasov. El clima entre ambas tripulaciones fue muy cordial pero, la-

mentablemente, hubo que esperar 20 años para volver a ver tripulaciones rusas y americanas juntas en el espacio. Luego de este vuelo internacional, los soviéticos prosiguieron con el desarrollo de las estaciones Salyut, batiendo récords de permanencia, mientras los norteamericanos, abocados al desarrollo del transbordador espacial, estarían 6 años sin vuelos tripulados.

La era del transbordador

La década del '80 sería la del inicio de la era del transbordador espacial, la primera nave tripulada reutilizable, multifunción y utilizada tanto para fines civiles como militares. Fue el mayor exponente de un intento de aliviar costos en el programa espacial. Despegaba como un cohete y aterrizaba como un avión, para luego ser utilizado en otra misión.

Tras muchos retrasos, el 12 de abril de 1981 el transbordador espacial Columbia realizó su primer vuelo, con los astronautas John Young y Robert Crippen. Además del Columbia se sumaron a la flota el Challenger, el Discovery, el Atlantis y, más tarde, el Endeavour (que reem-



NASA

El módulo lunar Águila del Apolo 11 se acerca al módulo de mando Columbia para regresar a la Tierra.

NASA



Estación espacial Skylab,
en órbita entre 1973 y 1979.

plazó al Challenger), cada uno con la capacidad de realizar 100 vuelos.

Durante la primera mitad de la década del '80 se llevaron a cabo misiones con tripulaciones compuestas por cinco a siete astronautas, que incluían participantes de otros países, como Francia, Alemania, Holanda y Canadá.

El 28 de enero de 1986 se produjo uno de los accidentes más resonantes de la historia espacial. El transbordador Challenger se desintegró a sólo 73 segundos de haber despegado; sus siete tripulantes murieron en el acto, entre ellos, la maestra Christa McAuliffe, quien formaba parte del programa Maestro en el Espacio, concretado finalmente en 2007 con el vuelo de quien fuera su suplente de aquel entonces, Barbara Morgan.

Además de la negligencia y falta de previsión que originaron esta tragedia, el transbordador comenzó a ser objeto de las más duras críticas. Los costos no bajaban, a pesar de ser una nave reutilizable, y la NASA no daba

signos de tener un plan que llevara al hombre más allá de la órbita terrestre.

A partir de esto, Estados Unidos revisó sus planes y promovió una unión de esfuerzos con Rusia, para encarar juntos la construcción de una estación espacial y elaborar un plan sostenido de exploración a los planetas. Así, el transbordador cumplió su verdadera función desde 1995, relevando astronautas en la hoy desaparecida estación rusa Mir durante la primera fase de cooperación internacional. Luego se encargó de llevar módulos a la Estación Espacial Internacional y tripulantes de relevo, hasta su salida de servicio en 2011.

Su último revés lo sufrió el 1° de febrero de 2003, cuando el Columbia, luego de una exitosa misión científica de 15 días, se desintegró en la atmósfera, producto del ingreso de aire a altas temperaturas en el borde de su ala izquierda, la cual había sido perforada en el lanzamiento por un fragmento de espuma del tanque externo. Sus siete tripulantes pasaron a engrosar la lista de víctimas espaciales.

Con tres transbordadores en la flota, la NASA aceleró la decisión de darlo de baja para encarar el proyecto lunar Constellation, el cual quedaría trunco. Desde 2011 la NASA no cuenta con vehículos espaciales tripulados, y encaró un 2017 con la promesa de realizar vuelos orbitales de la mano de empresas privadas.

Recorriendo los planetas

El hombre siguió extendiendo su mano, a través de las sondas espaciales no tripuladas, a los planetas del sistema solar. Los soviéticos continuaron con la exploración sostenida de Venus durante la década del '80 por medio de las sondas Venera, con aterrizajes y mapeos del planeta que, luego, completaría la sonda norteamericana Magallanes, en los '90.

La superficie de Marte recibió los aterrizadores Viking 1 y 2, en 1976; y la Pathfinder, en 1997, el primer vehículo rodado sobre otro planeta. Les siguieron, en 2004, los Rover Spirit y Opportunity; este último sigue operando, aunque de manera errática. El último vehículo rodado en llegar fue el Curiosity, en 2012.

Las sondas Voyager 1 y 2 ampliaron el conocimiento de los planetas exteriores. Para eso se aprovechó una suerte de alineación entre ellos. Fueron lanzadas en 1977 con distintas trayectorias. En 1979 pasaron por Júpiter y descubrieron su tenue sistema de anillos y una gran cantidad de lunas. Al año siguiente llegaron a Saturno, donde hallaron una mayor complejidad en sus anillos y también nuevas lunas.

La Voyager 2 prosiguió su camino hacia los planetas más lejanos. En 1986 pasó por Urano, y en 1989 por Neptuno, para abandonar luego el sistema solar¹. Llevan un mensaje de toda la humanidad, plasmado en imágenes y sonidos de la Tierra.

Nuevas sondas llegarían a los planetas gigantes para ampliar conocimientos, como la Galileo a Júpiter, en 1995, y la Cassini a Saturno, en 2004, que incluyó el aterrizador Huygens, que descendió sobre su luna Titán. Con la llegada de la New Horizons a Plutón y la misión Rosetta/Philae a la superficie de un cometa, ya quedan pocos rincones de nuestro sistema solar por explorar.

MIR: puesto avanzado

La estación Mir, lanzada en febrero de 1986, fue la ter-

cera generación en estaciones espaciales soviéticas. Tenía cinco puertos de acople en la proa, más un sexto en la popa, que permitían ensamblar varios módulos para ampliar su capacidad.

A lo largo de su vida, la Mir se amplió con otros cinco módulos, desde donde se realizaron observaciones astronómicas, experimentos biológicos y con materiales industriales de todo tipo. A bordo se lograron los récords de permanencia más largos, como el de Musa Manarov y Vladimir Titov, que estuvieron 365 días ininterrumpidos en el espacio, en 1987. Luego el médico Valery Poliakov los superaría, con una estadía de 438 días, en 1995.

La Mir soportó embates económicos y políticos de su país, que terminaron con la caída de la Unión Soviética en 1991. En ese momento, Sergei Krikalev y Anatoly Artsebasky se encontraban a bordo. La economía permitió entrenar sólo a un relevo, por lo que Krikalev vio su estadía ampliada de seis a diez meses, hasta que retornó a un país que ya no era el que había dejado. Ante la imposibilidad de poner en órbita una nueva estación espacial, la Mir extendió su vida útil hasta fines del año 2000, más del triple de lo planeado. Luego fue derribada, de manera controlada, sobre el Océano Pacífico.

La Estación Espacial Internacional

La Estación Espacial (ISS por sus siglas en inglés) fue concebida a partir de la necesidad de Estados Unidos y Rusia de contar con un complejo orbital para seguir explorando las posibilidades de viajes tripulados extendidos.

Con el acuerdo en marcha, la primera fase del proyecto consistió en realizar una serie de misiones del transbordador norteamericano a la estación Mir, entre 1995 y 1997, y llevó astronautas de la NASA a formar parte de las expediciones rusas para sumar experiencia. El primer norteamericano en una estación espacial rusa fue Norman Thagard, y Shannon Lucid fue la mujer que más tiempo permaneció (188 días), un récord individual que ya fue ampliamente superado en la actual Estación Espacial.

En diciembre de 1998 el transbordador Endeavour llevó el primer componente de la Estación Espacial Internacional, el Nodo 1, para ser acoplado al módulo ruso Zarya, lanzado unos días antes por un cohete Protón².

Las agencias espaciales europea y japonesa han aportado módulos y astronautas para sumarse a las expediciones que la habitan. Hoy la ISS es el objeto espacial tripulado más grande de la historia, con un largo de 88 metros, un ancho de 104 y una masa de 410 toneladas. Desde la llegada de la expedición 1, en noviembre de 2000, la presencia del hombre en el espacio es permanente e ininterrumpida.

China, el nuevo actor en el espacio

En los comienzos del año 2000, China hizo pública su intención de enviar sus propias naves tripuladas. En 2003, para sorpresa de muchos, el primer astronauta chino, Yang Liwei, llegó al espacio a bordo de la Shenzhou V, una nave que remite mucho a las Soyuz rusas.

Liwei realizó un vuelo de 21 horas, pero marcaría el comienzo de una incipiente nueva carrera espacial. Desde ese entonces hasta hoy, sólo consiguieron realizar seis

vuelos tripulados, pero cada uno de ellos con notables mejoras. Realizaron paseos espaciales y acoplaron modestas pero estables estaciones espaciales (Tiangong 1 y 2). Sin dudas, China avanza a los saltos, decidida a dar batalla a los grandes y viejos rivales, manteniendo vigente la posibilidad de llegar a la Luna.

60 años en el espacio

Si bien aún estamos lejos del futuro imaginado por Arthur Clarke en *2001: Odisea del Espacio*, es notoria la gran cantidad de logros concretados en un plazo inferior al de una vida humana. Vista desde esa óptica, la gesta espacial resulta asombrosa. El hecho de llegar tan alto y tan lejos obedece al destino que el hombre siempre siguió, y fue puesto de manifiesto en estas célebres palabras del científico ruso Konstantin Tsiolkovsky: *"La Tierra es la cuna de la Humanidad, pero no se puede vivir para siempre en la cuna"*. ■

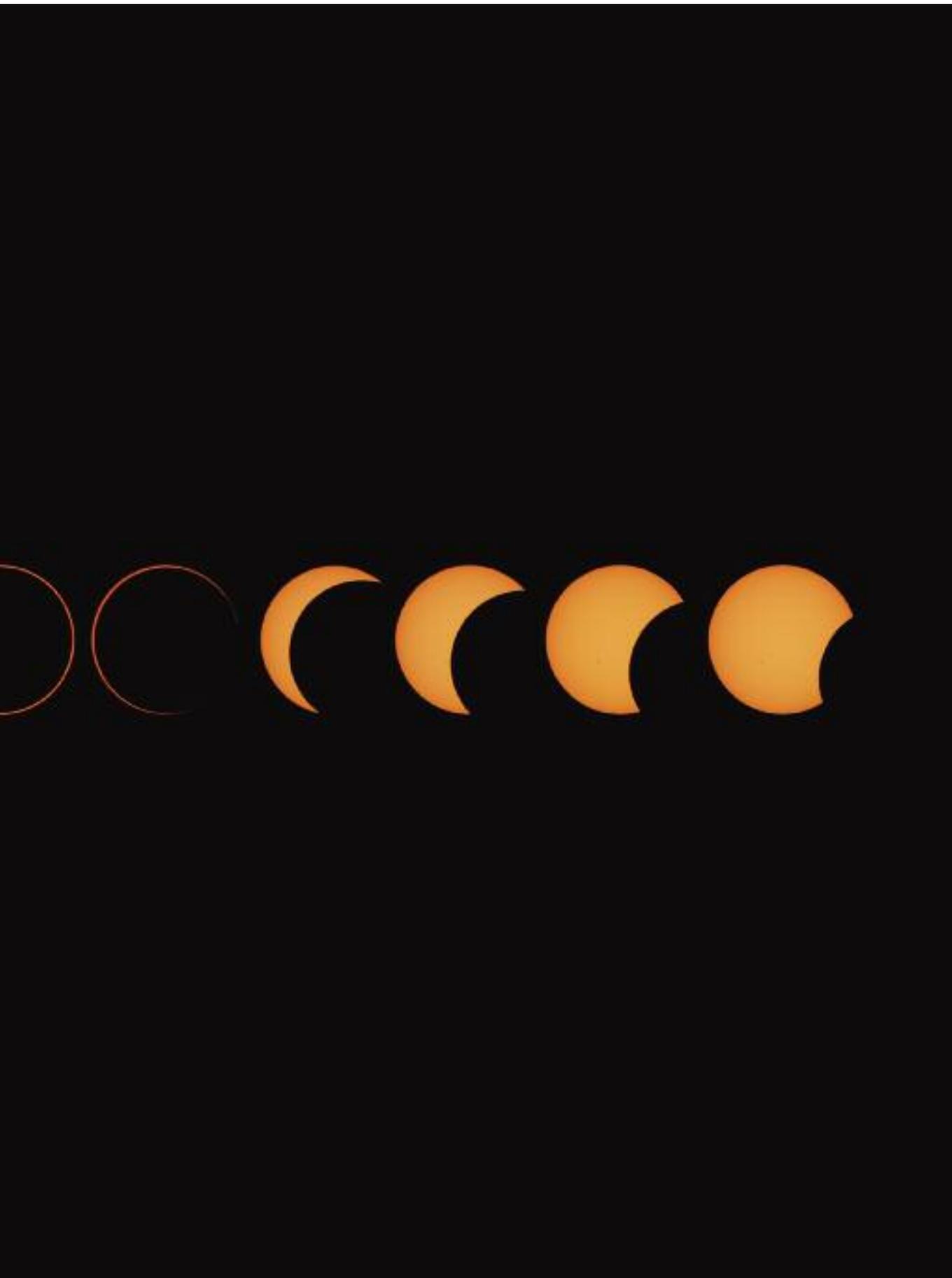
1 Abandonar el sistema solar, en este caso, se considera a dejar atrás la heliosfera, la zona hasta la que tienen influencia el campo magnético y el "viento" solar, un flujo de partículas cargadas eléctricamente proveniente de nuestra estrella. Pero podría considerarse también que el sistema solar finaliza en la Nube de Oort, una esfera hipotética colmada de núcleos de cometas, que se encontraría a un año luz a la redonda del Sol.

2 El Protón es un gran cohete de cuatro etapas, diseñado por el equipo de Sergei Korolev y empleado desde los tiempos de la URSS hasta la actualidad. Con sus seis motores, desarrolla la potencia necesaria para colocar en órbita grandes cargas, como lo fueron las estaciones espaciales Salyut, la MIR y sus distintos módulos, y varios de la actual Estación Espacial Internacional. También es empleado en misiones de sondas interplanetarias.



Astronautas reparando el Telescopio Espacial Hubble desde el Transbordador Atlantis, en 2009.





Sarmiento y Facundo, Chubut, 26 de febrero de 2017

VIAJE AL CENTRO DEL ECLIPSE

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



Leonardo Julio

Familias enteras, chicos de diferentes grupos de astronomía, maestros y profesores, astrónomos profesionales y amateurs, aficionados locales y extranjeros, astrofotógrafos, físicos, divulgadores científicos... Todos, desde donde pudimos, observamos el evento astronómico del año, un eclipse anular de Sol, un fenómeno extraordinario y poco habitual. Nuestro centro de actividades fue la localidad de Sarmiento, en Chubut, cuyo municipio desplegó un operativo impresionante. Otros lugares de convocatoria fueron la localidad de Facundo, hacia el oeste, y Camarones, sobre la costa atlántica chubutense. En el resto del país el eclipse se pudo ver en forma parcial, y en Buenos Aires la Luna cubrió un 73% del diámetro solar y un 66% de su área.

EL PLANETARIO DE BUENOS AIRES PARTICIPÓ EN SARMIENTO, PROVINCIA DE CHUBUT, DE LA OBSERVACIÓN DEL ECLIPSE ANULAR DE SOL PRODUCIDO EL 26 DE FEBRERO PASADO. El evento, al que asistieron más de 400 personas, muchos de ellos extranjeros que llegaron al país exclusivamente para presenciar el fenómeno astronómico, fue organizado en conjunto con el Grupo Astronómico Osiris, el Instituto de Formación Docente de El Bolsón (Río Negro) y el Instituto Copérnico de San Rafael (Mendoza), y fue auspiciado por la Secretaría de Turismo de la Municipalidad de Sarmiento. Se organizaron charlas

previas, una visita al Bosque Petrificado (desde donde también realizamos observaciones nocturnas) y la búsqueda de un buen lugar para ver el eclipse en su mayor esplendor. Así viajamos 40 km al norte de la ciudad de Sarmiento, a orillas del lago Musters, por donde pasó la fina franja de sombra que recorrió la provincia de oeste a este, sector fundamental en el que debía uno encontrarse si pretendía disfrutar del evento completo.

La actividad comenzó muy temprano. Con un cielo absolutamente despejado y el Sol asomando sobre el horizonte, una caravana partió de Sarmiento y re-

Guillermo Abramson



Una mancha solar que pudo observarse también durante el eclipse.

corrió unos 40 km de ripio y tierra por la ruta provincial 24, entre los lagos Musters y Colhué Huapi, este último, un gigantesco lago que ha quedado completamente seco debido al mal manejo de los recursos hídricos. En esos autos, camionetas y micros, viajaban también telescopios, filtros, anteojos especiales, cámaras fotográficas y una gran cantidad de aparatos caseros inventados para proyectar el eclipse de manera segura.

Crepúsculo a media mañana

Durante el eclipse, se destacaron algunos fenómenos que sorprendieron especialmente a quienes observaban por primera vez este tipo de evento. La Luna comenzó a cubrir el Sol a las 09:25, y lentamente iba avanzando hasta producir la anularidad a las 10:38. El Sol volvió a verse por completo a las 12:01.

Un rato antes de la anularidad, la luminosidad comenzó a bajar cada vez más. En realidad, el brillo general del cielo descendió apenas un pequeño porcentaje de lo habitual, y nunca llegó a "hacerse de noche". El ambiente era muy particular, parecía que faltaban colores en las montañas, en el cielo, en el lago; como si el Sol apenas estuviera asomando. Era como una suerte de crepúsculo, pero con el Sol a media altura sobre el horizonte y sin los colores típicos de un amanecer o atardecer, los que se producen debido a la refracción de la luz solar en la atmósfera terrestre cuando el Sol está bajo.

A las 10:38:56 comenzó la fase de anularidad, es decir, cuando la Luna se interpuso completamente delante del Sol. Esa etapa finalizó apenas 62 se-

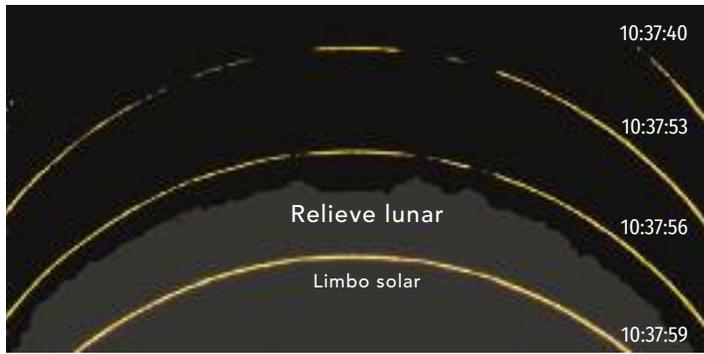
gundos después. Para algunos, ese tiempo pareció eterno; para otros, se escapó como el agua entre las manos; para todos los que lo observamos, quedó registrado en nuestra memoria para siempre, y en miles de fotografías.

Durante ese minuto, además de producirse la parte más espectacular, se pudo comprobar por qué este tipo de eclipses se llama "anular". Como la órbita de la Luna alrededor de la Tierra es elíptica, en determinados momentos nuestro satélite se encuentra un poco más cerca o un poco más lejos de nuestro planeta. En este eclipse, se dio que la Luna estaba un poco más lejos; entonces, su diámetro en el cielo parecía un poco menor al diámetro del Sol (ambos astros ocupan casi el mismo espacio en nuestro cielo, con muy leves variaciones producto de las distancias cambiantes). Entonces, en el momento de la anularidad, la Luna no alcanzó a tapar por completo el Sol;



Mariano Ribas

La cámara y el telescopio apuntan al eclipse, y por encima, unos anteojos especiales para la observación solar.



Limbo recortado por la superficie lunar

Durante la anularidad del eclipse, hubo también otro fenómeno notable. El limbo del Sol (el "borde") se fragmentó durante los dos momentos de contacto con la silueta de la Luna, al comenzar y al terminar la fase anular, debido a la superficie irregular plagada de cráteres, valles y elevaciones de nuestro satélite. El relieve de la Luna hizo que la luz del Sol pudiera colarse por los valles mientras las montañas la tapaban. A medida que la Luna se movía, distintos puntos del relieve iban haciendo contacto. Aquí hay una secuencia de cuatro imágenes del segundo contacto, tomadas desde Facultad por Guillermo Abramson, con algunos segundos de diferencia, en donde se aprecia el movimiento de la Luna, de arriba hacia abajo, mientras deja visible el borde del Sol, comparada con una simulación superpuesta del relieve de la Luna.

temperatura un rato antes de producirse la anularidad. Quienes teníamos puesto apenas una remera y un pantalón corto, ya que era verano, estábamos en un lugar desértico y no había viento, tuvimos que abrigarnos e, instintivamente, comenzamos a realizar esos típicos movimientos para calentar el cuerpo.

Algunos viajamos 2000 km para ver un fenómeno que duró menos de tres horas, aunque lo que más queríamos observar duró apenas 62 segundos. A nuestro regreso, lo primero que hicimos fue tomar el último número de *Si Muove*, volver a mirar el mapa de los próximos eclipses de Sol visibles en nuestro país, y confirmar que hasta mitad de siglo tendremos la oportunidad de observar unos seis eclipses solares más, entre totales y anulares (habrá varios más parciales). El próximo será muy pronto, el 2 de julio de 2019 (con un gran eclipse de Luna el 21 de enero del mismo año); casi nada, en comparación con las décadas que esperamos por el gran eclipse anular al sur de Chubut. ■

y quedó, alrededor de la Luna, un anillo de luz proveniente del Sol, que muchos llaman "anillo de fuego" (aunque el Sol no sea de fuego). Ese anillo fue muy fino, y se puede apreciar bien en varias de las fotografías que publicamos de ese momento.

Otra cosa que se notó claramente fue cómo bajó la



Lucas Suárez

El equipo del Planetario observó el eclipse al norte del lago Musters, cerca de Sarmiento, Chubut.

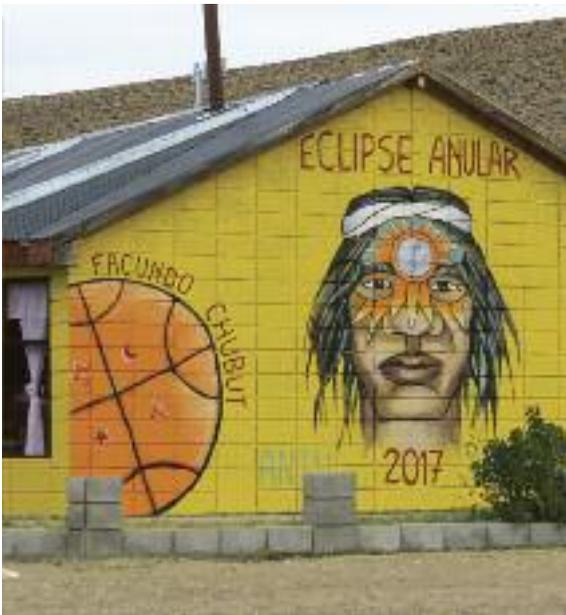


Lo que viene...

Región central del próximo eclipse total de Sol visible desde nuestro país, el 2 de julio de 2019. El eclipse finaliza en la franja amarilla, por lo que si uno se encuentra allí, verá la totalidad con el Sol ocultándose bajo el horizonte, y no podrá observar el resto del evento. Por eso, es conveniente viajar hacia el oeste, a Córdoba, San Luis o San Juan, para tener el Sol un poco más elevado a la hora de la totalidad. Desde la ciudad de Buenos Aires el eclipse no será total, sino parcial en un 99%. Algunas localidades que alcanzará la totalidad son Lobos, Chivilcoy y Junín (provincia de Buenos Aires); Venado Tuerto (Santa Fe), Río Cuarto (Córdoba) y Merlo (San Luis), siempre con el Sol muy bajo, cerca de ocultarse. Mientras más alejado se encuentre uno de la franja oscura, menor será la superficie del Sol tapada por la Luna.



Antes, durante y después de la anularidad a través de un telescopio H-Alpha.



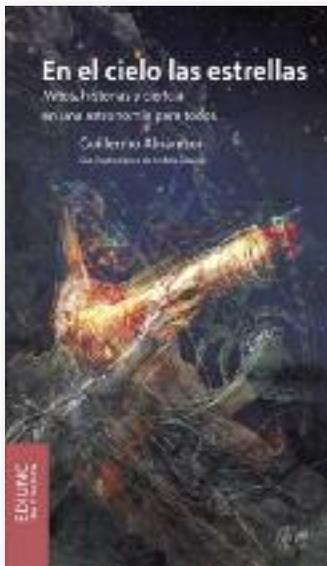
Un mural con motivo del eclipse en el centro de artesanos de Facundo.



Una extraña imagen en el momento de la anularidad, con la cámara sin filtro y el diafragma casi cerrado. Aun así, la luminosidad es tal que provoca esa falta de definición y “quema” la foto. El efecto de rayos se produce al pasar la luz por cada hueco entre hoja y hoja del diafragma al cerrarse.



Momentos previos al eclipse, con parte del operativo montado a orillas del lago Musters.



En el cielo las estrellas

Mitos, historias y ciencia en una astronomía para todos

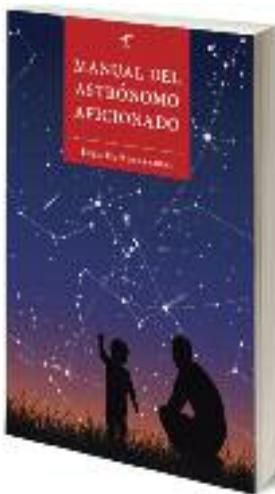
Guillermo Abramson

Con ilustraciones de Andrés Casciani.

2016. Editorial Ediunc, Mendoza.

Guillermo Abramson nos sugiere detenernos a mirar el cielo con asombro. Se entrecruzan los mitos y las historias con la ciencia de los astros y las leyes que los rigen. El libro se divide en tres grandes partes: la primera presenta mitos e historias de las constelaciones y las estrellas. La segunda se detiene en nuestro sistema solar, sus planetas y satélites. Y la tercera cuenta momentos importantes en el desarrollo de la ciencia de la astronomía.

Numerosas fotos, imágenes y dibujos enriquecen la lectura. Las abundantes y oportunas referencias a autores y personajes de nuestra cultura, tanto clásicos como modernos, nos permiten entender hasta qué punto es importante conocer y reconocer lo que el cielo quiere decirnos.



Manual del Astrónomo Aficionado

La guía más completa para iniciarse en la observación astronómica

Enzo De Bernardini

2016. Disponible en Duoptic Telescopios, Maizal Ediciones y Óptica Saracco.

Conozca el cielo nocturno, sepa dónde encontrar los planetas, identifique las principales constelaciones y sus estrellas. Sepa cómo utilizar sus binoculares y su telescopio, conozca los accesorios más utilizados. Cuándo ver las lluvias de meteoros, cómo se producen los eclipses, cómo buscar y observar cúmulos estelares, nebulosas y galaxias. Un manual completamente ilustrado, ideal para todos los que gusten de las noches estrelladas, pensado tanto para los que recién se inician como para los observadores avanzados, con particular atención al hemisferio sur pero igualmente útil para el hemisferio norte.



La Luna del 1 al 10

Ciencia para contar

Mariano Ribas

2016. Editorial lamiqué.

Los números del 1 al 10 son la excusa perfecta para contar, explicar y mostrar toda clase de datos, imágenes y curiosidades sobre nuestro satélite. De las fases a los eclipses, de los cráteres de impacto a los "mares" y cordilleras, de las "dos caras" de la Luna a las otras "súper lunas" del sistema solar, del telescopio de Galileo al primer viaje tripulado. De todo eso y mucho más se ocupa "La Luna del 1 al 10", un libro de divulgación científica especialmente destinado a los chicos, pero pensado también para el disfrute de sus padres y abuelos. Narrado de principio a fin con textos breves, claros y amenos, acompañados de atractivos gráficos e ilustraciones, y astrofotografías lunares tomadas por el propio autor.

A 70 años del primer "plato volador"*

ALIENÍGENAS: ¿AMIGOS O ENEMIGOS?

Por Alejandro Agostinelli, editor de Factor 302.4 (factorelblog.com).



Alien³ (David Fincher, 1992).

La probabilidad de establecer comunicación con presuntos extraterrestres es remotísima. Pero hace varias décadas que estamos expuestos a ficciones y mitologías que nos lo hacen perder de vista. Miles de años de antropocentrismo nos nublan la vista, nos hacen ver humanoides en Marte, algo así como pareidolias** alienígenas aparecidas en el fondo húmedo y oscuro de la Vía Láctea. Dicho esto, Stephen Hawking insiste en que hay que tener cuidado con el contacto extraterrestre.

ALLÁ POR 2010 STEPHEN HAWKING LO DIJO CON TODAS LAS LETRAS: MÁS VALE EVITAR EL CONTACTO CON EXTRATERRESTRES. No "anticipó una invasión alienígena", como tituló el portal de MSN Argentina y reiteraron otros medios hasta la enajenación. La "recomendación" fue parte de un show, más precisamente un ciclo que protagonizó el mismo Hawking en *Discovery Channel*.

Las palabras de Hawking, jubilado de la cátedra que supo ocupar Isaac Newton en la Universidad de Cambridge, fueron filtradas por una gran cadena de televisión. "No tenemos más que mirarnos a nosotros mismos para ver cómo la vida inteligente podría convertirse en algo que no quisieras encontrar", aseguraba el cable que afirmó el cosmólogo.

Imperturbable, el científico consideró "perfectamente racional" la hipótesis de la existencia de inteligencias extraterrestres. Ahora bien, si llegara a darse un encuentro entre alienígenas y humanos, Hawking no es

optimista. Ellos podrían invadir la Tierra para abastecerse; y si te he visto, no me acuerdo.

"Si nos visitaran, los resultados serían similares a cuando Cristóbal Colón desembarcó en América, algo que no terminó del todo bien para los nativos", declaró el autor de *Una breve historia del tiempo* (1988), el libro de divulgación científica más vendido (y quizá, el menos leído) de la historia. "Para evitar el desastre –sigue el cable– el gran reto consiste en saber a qué se pueden parecer estos alienígenas".

¿Quién sabe cuán a fondo argumenta a favor de la posibilidad de la existencia de vida en el sistema solar y más allá? Hasta ahora, Hawking sólo había especulado sobre la existencia de vida extraterrestre microbiana. El programa de *Discovery* imagina herbívoros amarillos de dos patas, depredadores lagartiformes y bípedos con cabeza de sopapa. También muestra otras especies con un aspecto menos ofensivo a nuestra sensibilidad terrícola, como unos grises bioluminiscentes, que nadan



Stephen Hawking sugirió “evitar” el contacto extraterrestre, en una estrategia publicitaria para un programa de TV.

bajo los hipotéticos océanos helados de Europa, el menor de los cuatro satélites más conocidos de Júpiter. El contexto no es, como fue dicho, el de un paper académico. Pero Hawking ha aconsejado tomar con pinzas un posible contacto interplanetario, y su consejo (no importa si bien o mal argumentado) ya ha sido diseminado por doquier gracias al efecto multiplicador que proporciona la autoridad de ser el científico más famoso del mundo después de Albert Einstein.

No hables con desconocidos

Las declaraciones que se le atribuyen a Hawking tuvieron eco porque van a contrapelo de una idea con amplio consenso social: en nuestra cultura no hay nada más rutinario que imaginar extraterrestres bienhechores. Esta creencia no sólo atraviesa grupos minoritarios, como las

religiones ufológicas o buena parte de los aficionados al tema. Si cerca del 80 por ciento de los norteamericanos, por ejemplo, cree en la existencia de vida extraterrestre, el 77 por ciento acuerda en que podrían haber visitado la Tierra y entre ellos, un 30 por ciento cree que el gobierno ha ocultado las pruebas.

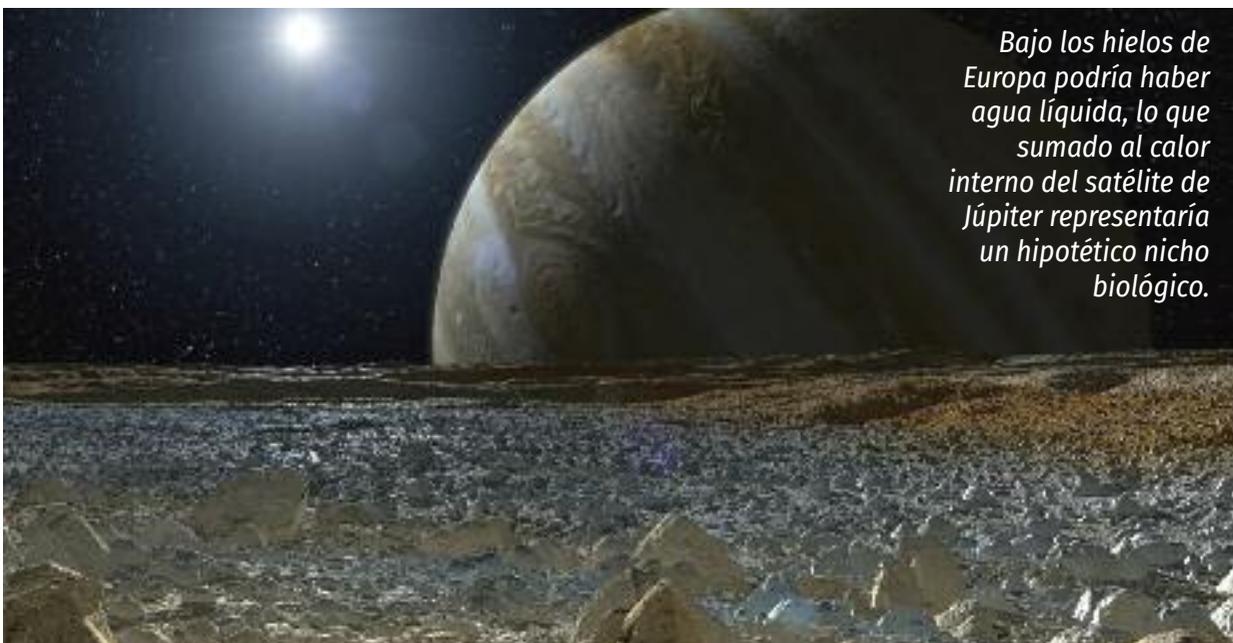
Por lo demás, ésta es una búsqueda que hacemos mirándonos al espejo: esta ilusión de hallar extraterrestres que se nos parecen (catequizadores en el caso de los contactados, ceñudos exploradores en el caso de los científicos), también alcanza, da sentido a su vida y quién sabe si no asegura el entusiasmo a cientos de investigadores científicos empeñados en escuchar alguna señal que conjure el pavoroso silencio cósmico.

Algunos ufólogos han recibido las declaraciones de Hawking con una mezcla de gratitud y perplejidad: “¡Bien! Al menos admite la posible existencia de alienígenas”. En realidad no sólo eso, de sus palabras se infiere que podría aceptar que entre dos civilizaciones cuyas culturas son radicalmente dispares podría suceder algo parecido a la comunicación. O no, pues su dificultad (o, para decirlo con menos diplomacia, su casi segura imposibilidad) bien puede estar entre las causas de una posible conflagración.

Ahora bien, ¿qué puede saber Hawking sobre las intenciones de “ellos”?, preguntará, escéptico, el buen ufólogo. No faltará quien le reclame al cosmólogo “embarrarse las botas” (o las ruedas) antes de sembrar el pánico sobre el real objetivo de los inmaculados alienígenas. Otros, a favor de una misión patriarcal de la ciencia, aducirán que el consejo de Hawking no es distinto al que le puede dar un padre a su hijo: “No hables con desconocidos”.

¿Y si vienen en son de guerra?

El documental es una forma de entretenimiento y sus estrategias publicitarias son parte de la sociedad de consumo. Razón de más para ir en búsqueda de ayuda al cine. El relanzamiento de los lagartos de *V*, *Invasión*



Bajo los hielos de Europa podría haber agua líquida, lo que sumado al calor interno del satélite de Júpiter representaría un hipotético nicho biológico.

NASA JPL-Caltech



Una escena de la película *District-9* (N. Blomkamp, 2009), en la que los extraterrestres quedan varados en la Tierra y no la pasan nada bien.

Extraterrestre, los descendientes de Diana que hace unos años pasaron por cable con más pena que gloria, podría llevar a pensar que *Discovery* aprovechó el impulso que la serie le dio al alienígena beligerante que, dicho sea de paso, supo ser el clásico invasor de la ciencia ficción de los años '50. Contra esta suposición, ahí tenemos a los ETs muertos de miedo de *District-9* (N. Blomkamp, 2009) y a los vulnerables pieles rojas galácticos de *Avatar*. No, la dicotomía lagartos terroríficos versus crustáceos desprevenidos, a merced del peor régimen terrestre posible, no aclara las cosas. Hay tres escenas emblemáticas y convergentes del cine del siglo XX que pueden echar algo de luz en torno a esta cuestión. Una, el sacerdote que cayó fulminado en la primera versión de *La Guerra de los Mundos* (B. Haskin, 1953) justo antes de exhibir el crucifijo. Otra, aquellos felices contactados que, sobre la terraza del *Empire State*, elevaban plegarias de bienvenida a los "Hermanos Superiores" antes de acabar con sus cuerpos pulverizados por la nave insignia de *Independence Day* (R. Emmerich, 1996). Y, por último, la suelta de palomas chamuscadas por los marcianos de Tim Burton (*Mars Attack!*, 1996). El cine ironizó sobre la ilusión del buen marciano antes y mejor. Si bien no hay por qué dudar a priori de las buenas intenciones de los buscadores del contacto, ¿a cuento de qué tanta confianza? Quizá todas estas reflexiones están teñidas de una humana dosis de ingenuidad. En el mismo tren especulativo, ¿vale medir con la misma vara las primeras generaciones de radioastrónomos y científicos del espacio con las siguientes? ¿Podría suceder que las generaciones futuras resulten ser víctimas de nuestra presente curiosidad? ¿O acaso el error descansa en prejuzgar que

todo lo extraño representa una amenaza potencial?

Al enemigo, ni justicia

Entre la ficción y la ciencia tenemos 70 años de mitología ufológica por desmenuzar. No voy a resumir aquí lo que me costaron 347 páginas de *Invasores. Historias reales de extraterrestres en la Argentina* (2009). Pero sí recordar que, allá por 1965, el astrónomo inglés Martin Ryle, presidente de la Comisión de Radioastronomía de la Unión Astronómica Internacional, estuvo entre los primeros científicos en manifestarse escépticos respecto de la búsqueda de vida extraterrestre. Más interesado en la investigación radioastronómica tradicional, Ryle rechazó una propuesta de cooperación con sus pares de la Unión Soviética. Como se advierte, las nuevas generaciones le pasaron por encima. Pero en 1974, cuando el radiotelescopio de Arecibo, en la caribeña isla de Puerto Rico, apuntó su antena a la constelación de Hércules para transmitir el primer saludo a una eventual civilización extraterrestre, Ryle sembró la duda: "¿Qué es esto de andar ventilando más allá del sistema solar nuestra posición? ¿Y si son violentos? ¿Y si tienen hambre y vienen por nosotros?".

En su respuesta a Ryle, el astrónomo Frank Drake¹ le dijo que su inquietud llegaba con atraso: las señales de radio y televisión se habían disparado hacia décadas, y podrían alertar a eventuales alienígenas sobre nuestra pista (un tema que *Contacto*, la novela de Carl Sagan, trata con exquisita imaginación, conocimiento y sentido del humor). Además, el mensaje de Arecibo había sido enviado a 25 mil años luz de la Tierra, es decir, iba a tomarse 25 mil años en llegar a destino. Con todo, el cacareo de las coordenadas de la Tierra en el espacio —y la consi-

guiente responsabilidad científica— fue tema de peliagudos debates.

El ABC de la diplomacia cósmica

En 1957, el jurista norteamericano Andrew Haley, en el primer tratado de Derecho del Espacio, postuló una ley según la cual los seres humanos *"deberíamos tratar a los extraños como ellos desean ser tratados y no como nosotros pensamos que deberían serlo"*. En 1970, su colega Ernst Fasan, en su libro *Relaciones con Inteligencias Alienígenas*, escribió once reglas del llamado "metaderecho":

1. Toda acción capaz de ocasionar perjuicio a otra especie es absolutamente inadmisibles.
2. En caso de perjuicio, el que provoca el daño deberá ofrecer indemnización plena.
3. Cada especie tiene derecho a la defensa propia.
4. Todas las especies inteligentes del universo gozan de igualdad de derechos.
5. Cada uno de los sujetos del metaderecho tiene el derecho de la propia libre disposición.
6. Cada especie tiene el derecho de reivindicar el propio espacio vital.
7. El principio de conservación de una especie no tendrá preferencia frente a la evolución de la otra.
8. Ninguno de los sujetos del metaderecho podrá exigir algo imposible.
9. Las estipulaciones del metaderecho son de cumplimiento obligatorio.
10. Ninguna de las normas del metaderecho debe ser respetada si su observancia tuviera por consecuencia el aniquilamiento de la especie comprometida por la obligación.
11. Es más un principio ético que legal, el que una especie venga en auxilio de otra en caso de necesidad (1).

La complejidad de estos conceptos quizá es algo imposible de transmitir a una forma de inteligencia totalmente ajena a las inteligencias conocidas. Por cierto, si la probabilidad del contacto es baja, las posibilidades reales de comunicación aun lo son mucho más.

Pero entre los investigadores del derecho espacial, la búsqueda de un marco jurídico y legal para fijar posibles relaciones interplanetarias era un hecho a comienzos de los años '70.

Entre los argentinos, el jurista Aldo Armando Cocca, gestor del Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei, escribió en 1957 una de las primeras Teorías del Derecho Interplanetario (2). Las ideas de Cocca se cristalizaron en 1987 en el primer Protocolo Internacional elaborado sobre el tema, titulado *XII Tablas para Investigadores en Inteligencia Extraterrestre*. Sus autores, entre quienes se destacaron el diplomático Michael Michaud y el astrónomo argentino Jorge Sahade, concluían que: a) *"Si bien la humanidad no está lista para iniciar comunicaciones interestelares (...) para evitar el impacto negativo que podría suceder a la recepción de una señal artificial desde el cosmos (...) es necesario que la humanidad esté informada y prevenida"* y b) *"El código de conducta para investigadores debe contener guías precisas que respondan, al menos, al siguiente principio: prudencia, verificación, verdad, lealtad y res-*



El radiotelescopio de Arecibo, Puerto Rico, de 305 metros de diámetro, fue utilizado para transmitir el primer saludo a una eventual civilización extraterrestre, en 1974.

puesta inmediata. La conducta a observar por los responsables de contestar ha de ajustarse a los principios de respuesta universal, amistosa bienvenida, entendimiento y no agresión, cooperación, respeto y preservación de la vida y de la propiedad".

En el curso de toda discusión sobre cómo manejar una eventual relación con extraterrestres, el acento está en las acciones humanas. La razón es sencilla: nadie puede adivinar los modales de una civilización alienígena. Tener consciencia de esa *ajenidad* también supone un enigma de primera magnitud sobre cuál es el modo adecuado de presentarse ante inteligencias no humanas. En 1973, las sondas *Pioneer* arrojaron fuera del sistema solar una plancha de aluminio con el dibujo de un hombre y una mujer desnudos. Sólo el hombre "saludaba" (como si el gesto pudiera significar algo para otra cultura) y —para horror de Hawking— ¡se ventilaban las coordenadas de la Tierra en la galaxia!

No confíes en nadie

Hace cuarenta años que los integrantes del proyecto Búsqueda de Inteligencias Extraterrestres (por sus siglas en inglés, SETI) rastrean el cielo. Si llegasen a tropezar

con algo parecido a un mensaje inteligente alienígena, ¿cuál sería el siguiente paso? Una de las eminencias del proyecto SETI, el cosmólogo y astrobiólogo Paul Davies, dijo: *"Mi consejo enérgico será mantener en secreto las coordenadas de la entidad transmisora hasta que la comunidad mundial evalúe con qué estamos tratando. No queremos que nadie dirija su radiotelescopio al cielo y mande sus propios mensajes a la fuente"*. Vale la pena transcribir un delicioso fragmento de la entrevista del reportero Jon Ronson, publicada por el periódico británico *The Guardian* (3).

Ronson: *-¿Entonces le dirán al mundo que los extraterrestres nos están mandando señales, pero renunciarán a decir de dónde?*

Davies: *-Exacto.*

Ronson: *-Le matarán. Le atraparán y le torturarán para sacarle la información.*

Davies: *-Pero, ¿cuál es la alternativa? Imagine que vamos a las Naciones Unidas... que son tan "expertas" en encontrar soluciones armoniosas a los problemas del mundo... Sería un completo desastre. ¿Y cuáles son las agencias que pueden representar realmente a la humanidad? No acudiría a la Iglesia Católica, ¿verdad? Ni al Ejército de EE.UU."*

El curso de acción más prudente, siguió Davies, *"será crear una especie de parlamento de la ciencia como el creado para supervisar la exploración científica de la Antártida"*. El periodista de *The Guardian* insistió: quería saber qué mensaje transmitirán.

Davies: *-Creo que debemos decir algo sobre nuestros logros científicos y sobre nuestra comprensión acerca de cómo funciona el mundo. Algo de física fundamental, biología. Pero, sobre todo, de física y astronomía.*

Ronson: *-¿Y algo de música clásica?*

Davies: *-Bueno, podemos, pero no va a significar gran cosa para ellos.*

Ronson: *-¿Y por qué no significa nada para ellos?*

Davies: *-No hay nada seguro en este juego, pero nuestra apreciación del arte y la música está muy relacionada con nuestra arquitectura cognitiva. No hay ninguna razón por la cual otras especies inteligentes compartan nuestros valores estéticos. La teoría de la relatividad general es impresionante y, sin duda, ellos la entenderán. ¿Les mostrarías un Picasso, la Mona Lisa? No les interesaría.*

El disco de oro que la NASA envió a bordo de las sondas *Voyager* contenía discursos de los ex presidentes Kurt Waldheim (Austria) y Jimmy Carter (Estados Unidos). *"Eso es un mundo de distancia con lo que deberíamos hacer"*, respondió Davies. Y, con visible franqueza, concluyó que intentaría decir a los extraterrestres que en el planeta no hay un gobierno unitario, que la Tierra *"es un gran lugar de libertad, incluso una anarquía... Aunque decir esto a los alienígenas, si sólo tenemos las matemáticas en común, será una especie de desafío"*.

El pistolero interplanetario

En la década del ochenta, cuando el mundo se conmovía ante la Iniciativa de Defensa Estratégica (un sistema de misiles intercontinentales antinucleares conocido como *Star Wars*) y capeaba una política anticomunista y neo-conservadora que sería un juego de niños comparada con las que estaban por venir, Ronald Reagan, por entonces presidente de los Estados Unidos, protagonizó un brulote que enseña a no minimizar el rol de las creencias de los políticos capaces de definir el destino del mundo. El 4 de diciembre de 1989, en su primer encuentro cumbre en Ginebra, Reagan le propuso a su par soviético, Mijail Gorvachov, la siguiente suposición: *"Si el mundo sufriera una amenaza del espacio exterior; ¿no cree que nuestros países olvidarían sus diferencias para unirse"*



El personaje encarnado por Stephen Lang en la película *Avatar* (James Cameron, 2009), nos refresca cuál es el predador más destructivo que existe sobre la Tierra.



El físico inglés Paul Davies es una de las eminencias del proyecto SETI, y sugiere mantener en secreto las coordenadas si llegara algún supuesto mensaje extraterrestre.

frente al enemigo común?”.

En 1986, durante el primer encuentro sobre Posibilidades de Vida Extraterrestre organizado por la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA, el difunto sociólogo Guillermo Magrassi dijo que, si el dilema se da en esos términos, “juro luchar codo a codo... junto a los invasores”. El conductor de *La aventura del Hombre* no había convivido en vano largas temporadas con chiriguano, tobas y mapuches. Ese día dio una lección de realismo moral que se anticipó varias décadas a los crustáceos de *District-9* o a los pandorianos que refrescan cuál es el predador más destructivo que existe sobre la Tierra. Gorbachov, a la sazón secretario general del Partido Comunista de la URSS, desestimó la oferta de Reagan porque “no tenía clara la posición de la teoría marxista-leninista acerca de la legitimidad de cooperar con los imperialistas contra una invasión interplanetaria”, en clara demostración de que el líder soviético nunca leyó las conferencias del líder trotskista argentino J. Posadas². Pero, ups, la apelación de Reagan no figuraba en el memo oficial del gobierno norteamericano para la cumbre: el presidente había improvisado. Al regresar de Ginebra, Reagan se jactó de haberse anotado un poroto ante Gorbachov. Colin Powell, su consejero de seguridad, se interesó en el asunto y averiguó que aquel día Reagan –fanático de la ciencia ficción desde sus tiempos en Hollywood– había buscado inspiración en el film *The Day the Earth Stood Still* (El día que paralizaron la Tierra, R. Wise, 1951).

De ahí en más, Powell vigiló cada vez que Reagan amagó mencionar posibles invasiones alienígenas. Sus recaudos no impidieron que las declaraciones del viejo cowboy de mentirita fogonearan la hoguera conspirativa durante los siguientes veinte años (4).

Ronald Reagan fue un apasionado por los ovnis desde 1981. En 1986, visitamos con el periodista J. Antonio Huneeus al coronel húngaro Colman VonKeviczky, presidente del grupo de investigación ovni Icfon, en su casa en New York. VonKeviczky nos mostró la correspon-

dencia que intercambié con Reagan y nos reveló sus intentos por influir al Secretario General de las Naciones Unidas, U Thant, para que la ONU creara una agencia de vigilancia de la actividad ovni. Su predicamento alcanzó al presidente de la isla caribeña de Grenada, Eric Gary, quien en 1978 dio un discurso en la Asamblea General de la ONU sobre la necesidad de proteger la vida de “alguna criatura ultramundana que viniese a despedazarnos, a desollarnos la piel de nuestras espaldas como nosotros hacemos con los árboles”. Para VonKeviczky, los ovnis eran “una fuerza de tareas intergaláctica resuelta a destruir el planeta, a menos que los líderes del mundo pongan fin a sus hostilidades”. Y vos, ¿de qué lado estás? ■

1 En 1960, el astrónomo y astrofísico estadounidense Frank Drake lanzó el pionero proyecto Ozma, dedicado a la búsqueda de inteligencias extraterrestres. Es presidente emérito del instituto SETI.

2 J. Posadas (Homero Cristalli, 1912-1981) fue un dirigente trotskista convencido de que la Tierra estaba siendo visitada por “seres superiores” con alto grado de desarrollo tecnológico, ya que en su planeta habían alcanzado “una organización social parecida a la socialista”.

Bibliografía consultada

- (1) Lemarchand, Guillermo A. *El llamado de las estrellas. Búsqueda de inteligencia extraterrestre*. Ed. Lugar científico. 1992.
- (2) De León, Pablo. *Historia de la Actividad Espacial en la Argentina*. 2008.
- (3) Jonson, Jon. *First contact: The man who'll welcome aliens*. *The Guardian*. 6-03-2010.
- (4) Villanueva Prieto, Francisco Darío. *El Apocalipsis de la realidad*, en Lámpara Azul. Revista del Instituto de Estudios Clásicos Occidentales y Orientales. 2010.

* El 24 de junio de 1947 un piloto vio sobrevolar una escuadrilla de nueve objetos brillantes cerca de Mount Rainier, Washington, EE.UU. Las declaraciones del testigo, Kenneth Arnold, fueron recogidas por un periodista que bautizó esos objetos como “platillos voladores”. Desde entonces la polémica evolucionó hasta volverse uno de los más perdurables fenómenos de la cultura popular. La idea de que la Tierra es visitada por extraterrestres se instaló con fuerza. Ayer y hoy, las noticias sobre ovnis siguen siendo tomadas con fascinación o escepticismo.

** Pareidolias: ver el artículo siguiente.

El autor: Alejandro Agostinelli, periodista especializado en creencias y misterios, comenzó su carrera a fines de los '80 como redactor de las revistas *Cozoca Más*, *Misterios*, *Enciclopedia Popular Magazine* y *Gente*, y de los diarios *La Prensa* y *Página/12*. En 1990 cofundó la *Fundación CAIRP* y fue asesor de su revista, *El Ojo Escéptico*. También fue productor de televisión, documentalista y editor de las revistas de divulgación *Descubrir*, *NEO*, *Pensar*, *El Escéptico* y *Newsweek*. Creó el sitio *Dios!* (*dios.com.ar*) y los blogs *Magia crítica*, *Ciencia Bruja* (*Yahoo!*) y *Factoreblog.com*. Es autor de *Invasores. Historias reales de extraterrestres en la Argentina* (Random House, 2009).

Nuestro cerebro obra de formas misteriosas

¡SANTAS PAREIDOLIAS!

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

Una pareidolia es un fenómeno psicológico que consiste en que un estímulo indefinido y aleatorio es percibido erróneamente como una forma reconocible, muy generalmente, una cara, aunque también puede parecer una figura humana, un personaje histórico o ficticio, un animal o un elemento cotidiano. La astronomía también es fuente de la imaginación y la sugestión.

EL FENÓMENO DE LAS PAREIDOLIAS ES UTILIZADO EN EVALUACIONES PSICOLÓGICAS, COMO EL TEST DE RORSCHACH, UN FAMOSO MÉTODO QUE CONSISTE EN VER UNA SERIE DE FIGURAS AMBIGUAS Y SIMÉTRICAS, E IMAGINAR, A TRAVÉS DE LA SUGESTIÓN, ALGO FAMILIAR. Es un método que carece de rigor científico. Nubes, montañas, grifos, tostadas, relojes, bolsos, casas y hasta animales o plantas pueden adquirir, aparentemente, una figura conocida, una imagen religiosa o fenómenos paranormales. Hasta hay quienes encuentran connotaciones sexuales en los dibujitos de Disney. Algo muy divertido es escribir "pareidolias" en un buscador de Internet y ver la cantidad de imágenes que aparecen (incluso, "gatos parecidos a Hitler" o "personas parecidas a objetos"). Cuando aplicamos estos métodos en astronomía, muchas nebulosas y ciertas configuraciones en cráteres y montañas, pueden convertirse en pareidolias. El máximo exponente de esto es la famosa "Cara de Marte" (ver artículo siguiente): una foto tomada por la sonda Viking 1 en 1976, en la que muchos vieron un rostro. Una imagen posterior, con mayor resolución y desde otra perspectiva, develó que sólo se trataba de un fortuito juego de luces y sombras en una formación geológica común del terreno marciano.

Las constelaciones son otro ejemplo clásico, aunque en este caso hay que emplear muchísimo más la imaginación y la sugestión para ver figuras donde sólo hay puntos luminosos, aunque intentemos unirlos con líneas imaginarias.



Carlos Di Nallo / Omar Mangini

Dos típicas pareidolias astronómicas. La Nebulosa Cabeza de Caballo (Barnard 33) es una nube oscura y fría, parte del complejo de nubes moleculares de Orión, y se observa en fotografías (no por telescopios ya que es demasiado tenue) porque está delante de una nebulosa brillante (la rojiza IC 434). A la izquierda, la Cabeza de Bruja (NGC 1909), una nebulosa de reflexión muy pálida, iluminada por la cercana estrella azul Rigel, todo en la constelación de Orión.

Las nebulosas son más generosas. Así tenemos la famosa Cabeza de Caballo (llamada también Barnard 33, por su número de catálogo) y la Cabeza de Bruja (NGC 1909) en la constelación de Orión; o el Mañic, un gran ñandú que formaban los mocovíes del Chaco y otros pueblos originarios con las manchas oscuras y brillantes de la Vía Láctea, entre la Cruz del Sur y el Escorpión.

Incluso hay quienes ven una liebre entre las manchas oscuras, llamadas mares, de la Luna. Pero todo esto no tiene más valor que un juego mental, de la misma forma que cuando imaginamos figuras con las nubes, o con las manchas de humedad del baño.

Qué te has creído

Nuestros sentidos no son una guía completamente fiable. Muchas veces son engañados por sus propias limitaciones. Pero tenemos una cualidad muy interesante en el reconocimiento de patrones, que muchas veces puede ser falsa. Desde bebés somos capaces de reconocer caras fácilmente; y ya de grandes, podemos identificar un rostro conocido entre millones de



Natalia Jaoand (cocina y foto).

Una pareidolia autóctona: una figura animal (un cerdo, un delfín, o quizás, un manatí) en una rica empanada casera.



Marte da para todo: Pie Grande, una cuchara y la carita feliz del cráter Galle.

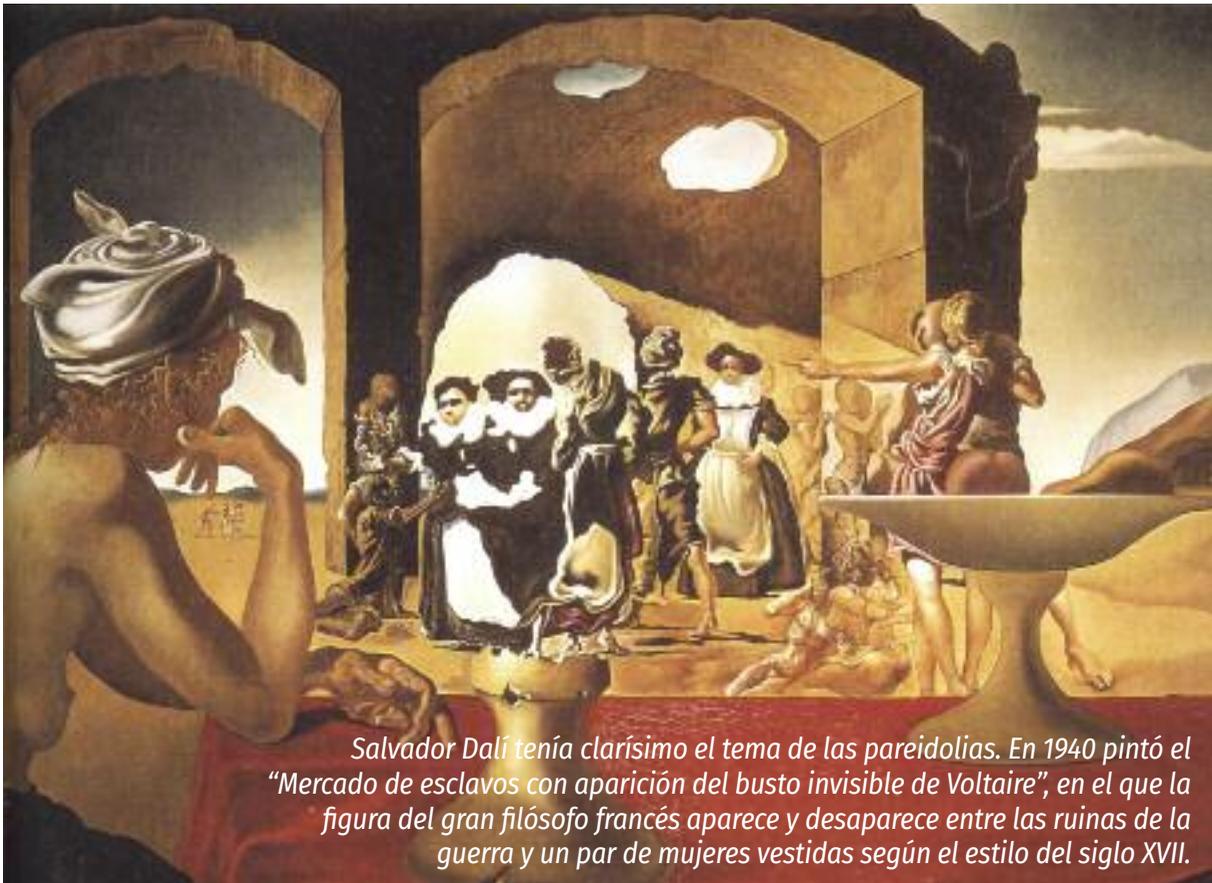
personas. Nuestro cerebro detecta también imágenes semejantes a rostros o figuras donde en realidad sólo hay una sombra o una mancha de grasa.

A veces, no somos capaces de distinguir uno de estos patrones a simple vista. Pero con un pequeño estímulo y un poco de sugestión, como el de alguien que nos indique cómo es y dónde está la figura, podemos llegar a ver algo que realmente no existe. El Mañic es un clásico de este tipo. Cuando vamos al campo a observar el cielo, especialmente en las noches de marzo a junio, lo podemos ver, pero sólo si alguien que ya conoce la figura nos lo muestra.

No deja de sorprender la capacidad de la mente humana para imaginar cosas que no existen. Nuestras

percepciones pueden estar distorsionadas por la educación, la cultura o los prejuicios, o por las limitaciones de nuestros órganos sensoriales, que sólo perciben una parte muy pequeña de la realidad. Tendemos a humanizar lo desconocido. Por eso, entre otras cosas, los extraterrestres siempre son físicamente parecidos a los humanos: son bípedos, tienen una columna vertebral, cuatro extremidades, una cabeza, dos ojos. En realidad, ésas son las cualidades y estrategias evolutivas de los vertebrados: mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces. El resto, la enorme mayoría de los seres vivos de nuestro planeta, es muy diferente, como seguramente lo sean los seres vivos que, si es que los hay, existen en otros mundos. ■

The Salvador Dalí Museum, San Petersburgo, Florida, Estados Unidos.



Salvador Dalí tenía clarísimo el tema de las pareidolias. En 1940 pintó el “Mercado de esclavos con aparición del busto invisible de Voltaire”, en el que la figura del gran filósofo francés aparece y desaparece entre las ruinas de la guerra y un par de mujeres vestidas según el estilo del siglo XVII.

Un mito que nació, creció y murió

LA "CARA DE MARTE" NO EXISTE

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



NASA

La imagen tomada en 1976 por la sonda Viking 1 fue archivada y encontrada de casualidad en 1980, cuando se disparó el mito de la "Cara de Marte".

Hace cuatro décadas, una tosca foto en blanco y negro, tomada por la nave Viking I (NASA), disparó una de las fantasías pseudocientíficas más famosas de todos los tiempos. La imagen mostraba una formación geológica que, favorecida por la perspectiva y un juego de luces y sombras, se parecía a un rostro humano. De poco sirvió que los científicos explicaran, una y otra vez, que era una simple estructura natural. La otra versión, la de los desinformadores de siempre, resultó mucho más vendible: la "cara", decían, era un monumento construido por marcianos de antaño. Lo que sigue es una breve crónica sobre el curioso nacimiento, el rápido ascenso y la estrepitosa caída de la "Cara de Marte".

Vikingos en Marte

En 1976, la NASA se anotó uno de los hitos más espectaculares en la historia de la exploración planetaria: los módulos de descenso (*landers*) de las Viking 1 y 2 lograban posarse con éxito en la superficie de Marte. Mientras ambos robots trabajaban separados por miles de kilómetros en el hemisferio norte, sus respectivas naves "madre" (los orbitadores) daban vueltas alrededor del planeta a 2000 km de altura. Así tomaron miles de fotografías que, por primera vez (más allá de algunas misiones previas, como las Mariner 4, 6, 7 y 9), revelaron con lujo de detalles los desoladores paisajes marcianos:

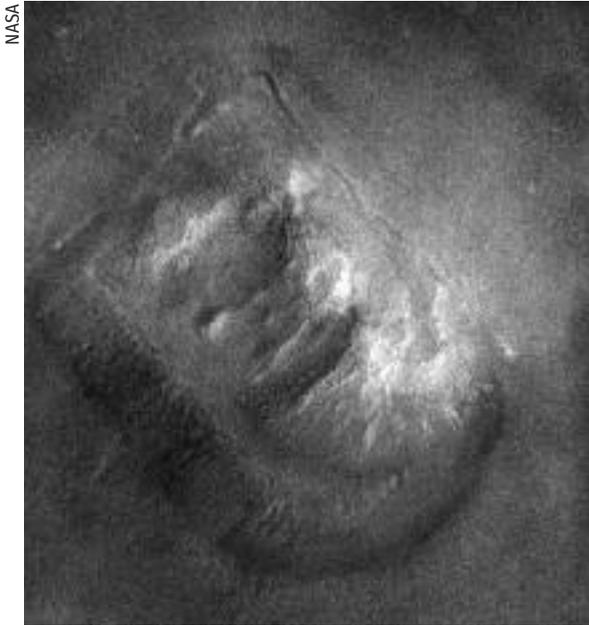
grandes llanuras, cráteres erosionados, lomas, barrancos, fisuras, tierras altas y bajas, y hasta largos y sinuosos surcos que parecían lechos de ríos extintos. Colada en medio de esa catarata de fotos que viajaba a la Tierra transmitida por radio, venía una sorpresita...

Cabeza y pirámides

Todas las fotos eran almacenadas digitalmente en los discos del *National Space Science Data Center* de la NASA, en Greenbelt, Maryland, Estados Unidos. Pero eran tantas, que los científicos sólo podían mirar la tercera o cuarta parte. En medio del montón de imágenes

desatendidas, había una tomada el 31 de julio de 1976 por la Viking 1, catalogada como 35A72, pero con un rótulo más informal y juguetón: "Cabeza". Para los expertos, era una imagen más, y nunca imaginaron que provocaría tanto revuelo.

La foto quedó archivada hasta que, en 1980, fue encontrada casi por casualidad por Vincent Di Pietro, un experto en informática que, en un rato libre, se había puesto a revisar una pila de fotos de las Viking. Al verla, Di Pietro quedó hipnotizado: en plena región de Cydonia, a 40° de latitud norte, creyó ver la cara de una mujer. A partir de la escala de la fotografía, dedujo que



En 1998, la sonda Mars Global Surveyor, con tecnología mejorada, tomó imágenes mucho más cercanas y comenzó a develar el misterio.

medía unos 1500 metros. El técnico, intrigado por su hallazgo, siguió revisando más fotos, y así tropezó con otra toma (la 70A13), del 4 de septiembre de 1976: otra vez el enigmático rostro femenino. Pero había algo más: a unos 15 km parecía insinuarse un grupo de... ¿pirámides? El cóctel era explosivo. Y claro, explotó.

El boom de la "cara"

Ambas fotos llegaron a manos de la prensa, y una vez publicadas, estalló la locura: todo el mundo comenzó a ver la "Cara de Marte", tal como fue bautizada mediáticamente. En todas partes, incluso en Argentina, ufólogos y "especialistas" aseguraron que el "rostro de mujer" y las "pirámides" eran monumentos construidos por una antigua civilización marciana. Se publicaron incontables artículos sensacionalistas en diarios y revistas, y hasta libros enteros, como el best seller *Leben auf dem Mars* (Vida sobre Marte), del "investigador" alemán Johannes von Buttlar.

Los verdaderos expertos (astrónomos, geólogos y periodistas especializados) intentaron aclarar el asunto, y explicaron que sólo se trataba de una ilusión visual pro-

vocada por una fortuita combinación de factores: accidentes del relieve marciano, el ángulo de iluminación solar y las sombras proyectadas. Y las ganas de creer, por supuesto.

Pero no hubo caso. El mito creció descontroladamente a principios de los años '80, alimentado por todo tipo de rumores: que la NASA quería esconder pruebas (un falaz y repetido argumento pseudocientífico), que había una ciudad marciana y que las Viking habían fotografiado diez o doce caras más. Los embaucadores recurrieron a supuestas fotos secretas, y dijeron y escribieron toda clase de mentiras para defender sus fábulas. Pero es sabido: las mentiras, en Marte o en la Tierra, tienen patas cortas.

El principio del fin

La "Cara de Marte" comenzó a desdibujarse en 1998, cuando *Mars Global Surveyor* (MGS), una nave orbitadora de la NASA, examinó la curiosa formación de Cydonia. A diferencia de las legendarias Viking, la MGS tomó fotos cinco veces más cerca (a sólo 444 km de altura) con una cámara de mayor resolución. Mientras que las fotos de 1976 mostraban detalles nunca menores a 50 metros de largo, las vistas de la MGS revelaban cosas tan chicas como un auto. Además, fueron tomadas desde distintos ángulos, y con iluminación y sombras diferentes. Así, con una contundencia demoledora, la nave de la NASA reveló que la "Cara de Marte" no era más que una meseta rocosa de 1500 metros de largo, ondulada y fracturada por algunas fisuras. En 2001, la MGS volvió a desmenuzar, con lujo de detalles, la caprichosa formación geológica. El mito estaba herido de muerte.

Mars Express y la imagen 3D

El golpe de KO llegó en julio de 2006, cuando la *Mars Express* (la nave europea que está en órbita marciana desde 2003, y aún funciona) apuntó su Cámara Estéreo de Alta Resolución (HRSC) a la zona de Cydonia. Sus imágenes 3D revelaron como nunca antes la verdadera naturaleza de la "Cara de Marte" y de las supuestas pirámides. Tal como era de esperar, sólo se trata de unos



Carl Sagan posa con un modelo de los landers (módulos de descenso) de las naves Viking.



Imagen de “la cara” tomada en 3D por Mars Express en 2006.

montículos sedimentarios, dispersos y erosionados por el medio ambiente marciano durante millones de años. Fue el final de una fábula pseudocientífica que duró décadas y que, en cierto modo, funcionó como una especie de Test de Rorschach masivo: mucha gente vio lo que *quiso* ver; a veces, con toda inocencia. Como cuando una parte de una montaña nos despierta la ima-

gen de un animal, una persona o un zapato (ver artículo anterior, las pareidolias). O cuando jugamos a dibujar formas en las nubes. Otras veces, con toda la mala fe y las trampas que suelen poner en práctica los partidarios de las pseudociencias a la hora de defender sus reclamos disparatados. Pero ya está. Ciencia mediante, se acabó el cuento. ■



Ilustración de la sonda Mars Express con su Cámara Estéreo de Alta Resolución (HRSC).



Música en el Rosedal

Durante el otoño nuestro Planetario realizó actividades en el Rosedal de Palermo, en donde fusionamos en un paseo clásico de Buenos Aires, la música con la astronomía. Quienes se acercaron pudieron disfrutar de la música de **PIGS Pink Floyd Experience** (un grupo argentino que realiza un tributo a la gran banda británica), y de **Sophos**, una banda de "música electrónica espacial". Ambos actuaron sobre el escenario flotante del lago del Rosedal. Además, hubo telescopios montados por el personal del Planetario, a través de los cuales pudimos observar la Luna y Júpiter.

Planetario para personas ciegas

Nuestro cielo táctil y auditivo, conocido desde hace 15 años como "El cielo para todos", inaugura una nueva etapa de desarrollo. Apoyado en los dispositivos hápticos (a través del tacto) y en los recursos sonoros de su tercera versión, lleva la adaptación táctil del cielo de Buenos Aires y brinda una descripción sonora de los colores y el brillo de las estrellas. Ahora también nos acercamos al barrio, a la escuela y a las instituciones dirigidas a las personas con discapacidad visual. Los primeros objetivos fueron la asociación sin fines de lucro ASAC (Asociación de Ayuda al Ciego), la escuela especial Nro. 505 de la localidad de Merlo y la Biblioteca Argentina para Ciegos (BAC).



Cursos en Estación Federal

En mayo, junio y julio nuestro Planetario brindó cursos de divulgación científica en la sede de Estación Federal, bajo los arcos del ferrocarril, en los bosques de Palermo. "El Sistema Solar: novedades de nuestros mundos vecinos", "Descubrir, Observar y Disfrutar el Cielo", "Estructuras Cósmicas", "Conociendo las estrellas", "Crónicas de un Eclipse Anular de Sol" y "Taller de Telescopios" fueron las propuestas para compensar parte del tiempo en el que el Planetario estuvo cerrado por las obras de remodelación y mantenimiento.

Planetario Itinerante

El Planetario Itinerante vuelve al ruedo y qué mejor manera de hacerlo que visitando el Jardín de infantes Sueños Bajitos del Barrio 31 Bis. Una tarde entre planetas, estrellas, pintorcitos y galletitas que nos endulzaron el corazón. Agradecemos la invitación de los docentes para compartir y disfrutar de la curiosidad de los chicos al ritmo de nuestro espectáculo "María Chiquita", un cuento sobre las distintas formas de mirar el universo. Además, con el apoyo de la **Comuna 14**, visitamos la Escuela Normal N° 4 y la Escuela para niños, niñas, jóvenes y adultos con discapacidad mental Dr. Rafael Luis Arcone.





Una fusión de dos imágenes en dos fases diferentes de la Luna, una del 2 de julio en cuarto creciente, más la Luna llena siguiente. Cada una fue obtenida a partir de 25 fotos de cada fase, que luego se “apilaron” y “fusionaron” mediante Photoshop y algo de trabajo, ya que costó mucho hacer coincidir los cráteres debido al movimiento de libración lunar. La particularidad de esta foto es que normalmente, en cuarto creciente no puede observarse la luz cenicienta. Pero al unirla con la de la Luna llena pudimos hacer visible esa zona oscura.

Nebulosa oscura IDN 1622 y Bucle de Barnard.

Leonardo Julio



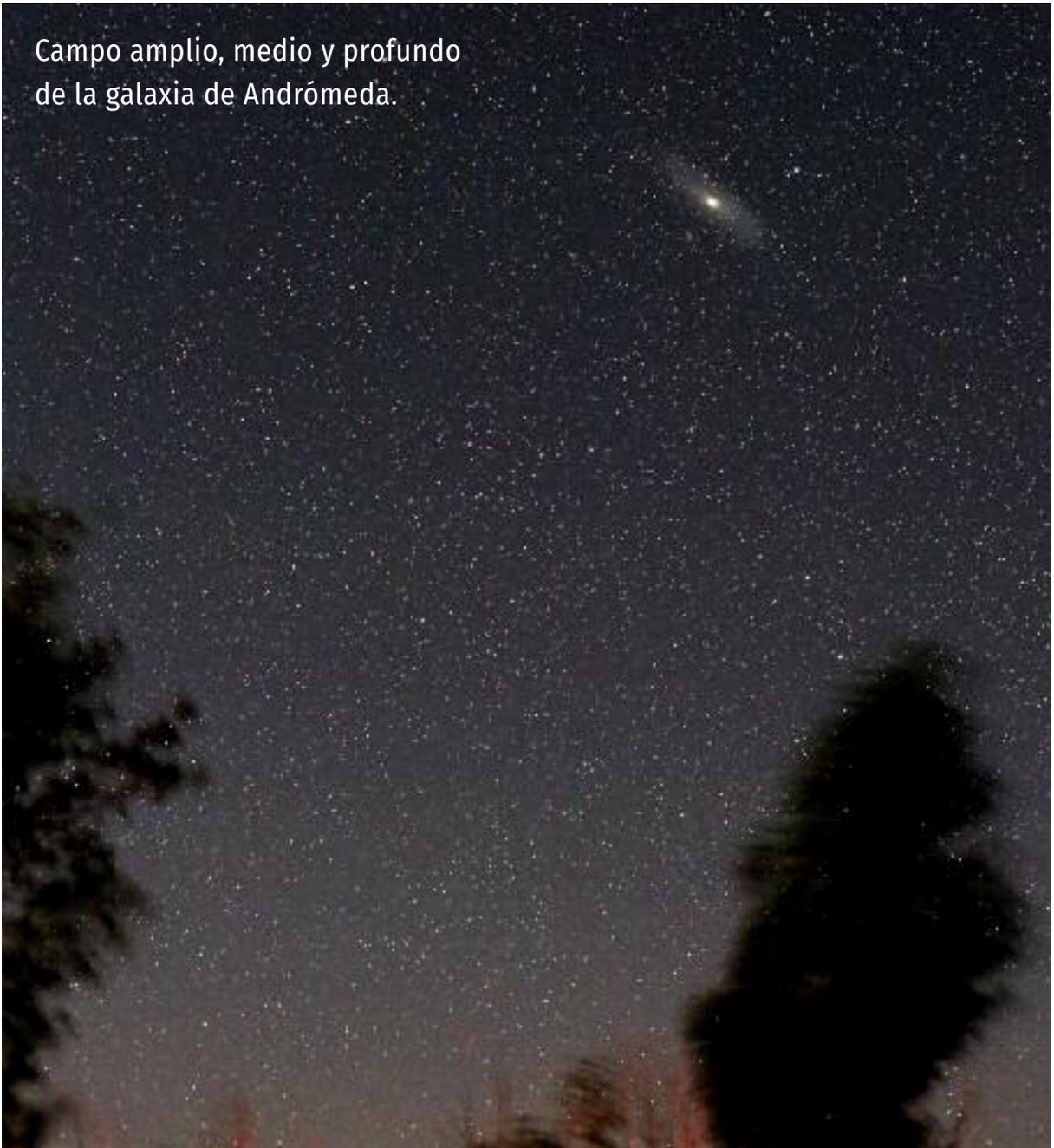
Nebulosa NGC 6334, Pata de Gato, en Escorpio.

Ignacio Diaz Bobillo



Campo amplio, medio y profundo de la galaxia de Andrómeda.

Mariano Rivas



Carlos Di Nallo



Ignacio Díaz Bobillo

Nebulosas Cabeza de Caballo y la Flama, en Orión.

Matías Tomaseilo



Cometa McNaught desde el Planetario (2007).

Pablo Fiszzelew



Puesta de Venus y Marte sobre Acassuso.

Enzo de Bernardini



Una secuencia de la puesta de Venus (el más brillante), Marte y varias estrellas, en la que puede verse cómo el brillo baja y el color se enrojece mientras disminuye la altura, debido a la refracción atmosférica. Todas son tomas superpuestas de 2 segundos de exposición cada una.

Grupo Astronómico Osiris: la observación a simple vista como punto de partida para la enseñanza de la astronomía



MIRANDO DESDE OTRA ÓRBITA

Por Dr. Diego Galperin, Proyecto de Extensión Miradas al cielo, Universidad Nacional de Río Negro e Instituto de Formación Docente Continua de El Bolsón.



Encuentro de Jóvenes Astrónomos (E.J.A.) de Malargüe 2014.

Muchas personas piensan que necesitan comprar un telescopio para comenzar a aprender astronomía. Sin embargo, en Bariloche y El Bolsón se desarrolla el proyecto *Miradas al cielo*, que propone enseñar y difundir esta temática sin mayor instrumental que nuestros propios ojos.

EN 1999, DESDE EL INSTITUTO DE FORMACIÓN DOCENTE CONTINUA DE EL BOLSÓN (RÍO NEGRO), COMENZAMOS A ORGANIZAR OBSERVACIONES DEL CIELO Y OTRAS ACTIVIDADES ASTRONÓMICAS, con el fin de lograr que alumnos y docentes de los distintos niveles educativos se aproximen a este campo del saber de las Ciencias Naturales, de escasa inserción en el currículum escolar. Unos años más tarde quedó en evidencia la escasa participación del nivel medio en estas propuestas, lo que motivó la implementación de un proyecto dirigido especialmente a esos chicos. El proyecto tiene como propósito la inclusión paulatina de la astronomía observacional como parte de los contenidos curriculares en las instituciones escolares, y se encuentra en desarrollo ininterrumpido desde 2005.

Para llevarlo a cabo, se conformó un equipo de liderazgo del proyecto, el **Grupo Astronómico Osiris**, integrado por estudiantes de secundaria y docentes. Este grupo se reúne en horario extraescolar todos los viernes

de 18:30 a 20:30 para aprender astronomía y, al mismo tiempo, generar acciones para su enseñanza en las escuelas y para su divulgación hacia la comunidad. Con este fin se realizan capacitaciones para docentes, charlas de divulgación, clases y talleres en las escuelas, funciones de planetario, observaciones del cielo, concursos astronómicos, "Encuentros de Jóvenes Astrónomos" (E.J.A.) y muchas propuestas más.

De este modo se busca que los estudiantes del grupo incrementen sus conocimientos sobre la temática y que, al mismo tiempo, aprendan algo que consideramos más importante: que **el conocimiento propio tiene sentido en la medida en que podemos utilizarlo para que otros también aprendan**, intentando buscar que estos aprendizajes queden ligados a vivencias placenteras en relación a la astronomía.

En 2013, *Miradas al cielo* fue aprobado como proyecto de extensión de la Universidad Nacional de Río Negro, lo que hizo posible la prolongación de sus actividades

a la ciudad de Bariloche, donde comenzó a funcionar en simultáneo otro núcleo de trabajo del Grupo Astronómico Osiris. A su vez, el interés en el proyecto por parte de alumnos de otros niveles educativos ha generado la creación de los grupos "Osiris Kids", integrado por alumnos de nivel primario, y "OSIRISup", con estudiantes de nivel superior. Este último grupo ha centrado su desarrollo en la realización de actividades en escuelas y centros barriales, y procura que la astronomía observacional llegue a una mayor cantidad de niños. Como es posible percibir en las diversas propuestas que llevamos a cabo, la observación a simple vista del cielo constituye una actividad muy motivadora para estudiantes de todas las edades, e incluso para gran parte de los adultos, debido a que puede realizarse desde la casa de cada uno, y a que su estudio promueve la generación de gran cantidad de cuestionamientos en relación a los fenómenos astronómicos cotidianos, a las características de nuestro universo y a nuestra presencia en él. En este sentido, **observar el cielo es una actividad que despierta infinidad de preguntas fascinantes** y que la humanidad ha tratado de ir respondiendo de diferentes modos a lo largo de la historia.

¿Cómo funciona Osiris?

El Grupo Astronómico Osiris es abierto y horizontal, y se puede ingresar en cualquier momento del año. Está integrado por alumnos de nivel medio, quienes deciden y sostienen la mayor parte de las propuestas que se llevan a cabo. El grupo debe su nombre al **planeta extrasolar HD 209458b**, llamado extraoficialmente Osiris, el cual representa el espíritu del grupo: Osiris constituye un mundo nuevo por descubrir, que está ubicado en un lugar lejano de los centros astronómicos más conocidos, donde se desarrolla la astronomía con un enfoque observacional y topocéntrico, muy distinto al presente en la mayoría de los libros y materiales curriculares sobre la temática. De ahí proviene la frase que caracteriza al grupo: "mirando desde otra órbita".

En Osiris, la predisposición y los intereses de sus integrantes determinan la mayoría de las propuestas que se realizan, y como meta fundamental se intenta que los estudiantes organicen y coordinen actividades dirigidas a sus pares y a la comunidad. De este modo, los alumnos de nivel medio llevan a cabo talleres en las escuelas, manejan los telescopios en las observaciones, realizan microprogramas radiales que se difunden en los medios locales, organizan campañas para disminuir la contaminación lumínica y, recientemente, han producido videos propios que se muestran en "OSIRIS Divulgación", un canal creado en YouTube.

A su vez, la presencia de alumnos muy interesados provocó la participación en las **Olimpiadas Nacionales de Astronomía**, donde se obtuvieron primeros puestos entre los años 2010 y 2014, y en las **Olimpiadas Latinoamericanas de Astronomía**, con medallas de bronce y de oro en 2012 y 2013, respectivamente.

Toda esta actividad ha provocado que el proyecto sea reconocido ampliamente a nivel local, aunque también en el ámbito provincial y nacional. En este sentido, el Grupo Astronómico Osiris ha sido declarado de interés educativo, social y cultural por la Legislatura de la Provincia de Río Negro y por el Concejo Deliberante de El

Bolsón. A su vez, el proyecto ha recibido los premios **Educación-Intel 2007** y **Clarín-Zurich 2011**, y fue seleccionado en las convocatorias de subsidios de la **Fundación YPF 2007** y de **Petrobrás Socioambiental 2013**.

¿En qué consisten los E.J.A.?

Más allá de la extensa cantidad de propuestas que se llevan a cabo, existe una actividad anual que despierta gran interés y motivación en los estudiantes: los "**Encuentros de Jóvenes Astrónomos**" (E.J.A.). Estos encuentros constituyen "minicongresos" de astronomía dirigidos a niños y jóvenes de entre 11 y 18 años, en los cuales se llevan a cabo diferentes propuestas de divulgación de la temática, siempre en un marco donde las vivencias agradables y significativas potencian las ganas de aprender de los participantes. Para ello se convoca a especialistas provenientes de diversos puntos del país para realizar las actividades, aunque una parte importante de las mismas son coordinadas, como es habitual, por los estudiantes del Grupo Astronómico Osiris.



Miradas al cielo: un balance de estos 12 años

El proyecto ha permitido desarrollar propuestas innovadoras de enseñanza de la astronomía relacionadas con la observación del cielo a simple vista, lo que ha hecho posible que estudiantes de todas las edades y también adultos, puedan acercarse a esta área de la cual gran parte de la población posee escasos conocimientos o, muchas veces, concepciones alternativas que dificultan la comprensión de los fenómenos celestes. En este sentido, estamos convencidos de que una proporción importante de los más de 25.000 destinatarios de nuestras actividades ha comenzado a prestar atención y a preguntarse sobre lo que sucede en el cielo cotidianamente, tanto de día como de noche.

A su vez, el funcionamiento continuo de Osiris evidencia que es posible nuclear a estudiantes de distintas edades, responder a su necesidad de encontrar marcos de pertenencia, generar buenos vínculos entre docentes y alumnos, aprender ciencia a partir de estrategias y recursos no convencionales, estar a gusto haciéndolo y, a su vez, lograr un compromiso importante con la tarea. En este sentido, el modo de funcionamiento de Osiris es totalmente motivador para los alumnos participantes,



Los chicos de Osiris observan el eclipse anular de Sol del 26 de febrero desde Sarmiento, Chubut.

dado que todos los años ingresan nuevos integrantes al grupo, lo que provoca gran disparidad de edades y conocimientos. Pese a esto, los vínculos que se generan entre pares son muy positivos, lo que se potencia en las diferentes tareas y en la heterogeneidad de intereses, necesidades y conocimientos. Los alumnos con mayor antigüedad dentro del grupo asumen posiciones de liderazgo en las actividades que se llevan a cabo, y hacen que los más nuevos se integren paulatinamente a la dinámica de trabajo que caracteriza al grupo.

Por todos estos motivos, no es casualidad que los participantes en el proyecto se expresen así:

"Espero que todo esto dure muchos años, que siempre vaya y vuelva gente como la que conocí en este grupo, que se convirtió en una segunda familia cada vez más grande" (Hernán, alumno de Osiris, El Bolsón).

"Para mí Osiris fue muy importante porque estuve allí durante toda mi secundaria, y el 95% de las cosas que hice y de los lugares a los que llegué fueron gracias al grupo. Es un espacio genial. ¡Gracias por ser parte de mi secundaria y una parte tan importante de mi vida!" (Abril, alumna de Osiris, El Bolsón).

"Osiris es un lugar especial donde cada uno puede ser quien es. Aprendemos cosas sin querer, sin darnos cuenta lo valioso que es 'estudiar' con gente que te quiere. Acá me siento realmente feliz. Me queda un año y estoy seguro de que va a ser casi tan bueno como cuando nos conocimos, cuando empezábamos a transitar ese lúgubre mundo de la secundaria, y que ustedes aparecieron con sus linternitas rojas para alumbrarnos la mejor época de nuestras vidas. Ah, por si no entendieron: ¡GRACIAS!" (Nico, alumno de Osiris, El Bolsón).

"Muchas gracias por brindarnos la posibilidad de participar en el taller y de conocer el planetario móvil. Los chicos se entusiasmaron con lo que vieron. Diariamente charlo con ellos sobre lo que podemos observar por las noches, ahora que comenzamos a tomarle la mano al Stellarium" (Beto, docente de primaria, Bariloche).

Las evaluaciones de los E.J.A. son también muy positivas: *"Fue una experiencia hermosa, llena de risas, estrellas y cosas que aprender. No me voy a aburrir nunca de estos encuentros"* (Agostina, alumna de Osiris, El Bolsón).

"Quedé encantada con todo el trabajo y lo comenté

con otros docentes, que preguntaron cómo pueden participar el año próximo. ¡Gracias por todo lo que hacen, por hacer cosas tan lindas y buenas para los chicos" (Rita, docente participante, Buenos Aires).

"¡Gracias a todo Osiris por enseñarles a nuestros hijos la pasión por la astronomía y el conocimiento!" (mamá de Josefina, una alumna del Grupo Osiris, Bariloche).

"Fue la primera participación de mi hija en un congreso de esta índole y regresó fascinada, no sólo por la organización sino por la calidad de los expositores, los talleres, el cuidado en todos los detalles y la buena onda de todos" (mamá de una alumna participante, Bariloche).

"Una de las más lindas experiencias compartidas durante el 6° E.J.A., tan bien organizado por OSIRIS en Las Grutas, fue la expedición al Salar del Gualicho, donde 400 chicos de distintos puntos del país, junto a docentes, amigos y colegas de la enseñanza y divulgación de las ciencias, pudimos disfrutar de un impresionante cielo nocturno" (Mariano, tallerista invitado, Buenos Aires).

Para finalizar, desde el Grupo Astronómico Osiris tenemos un mensaje para brindar: *"Más allá de la temática que se aborde, que en este caso es la astronomía, es importante que los jóvenes participen en propuestas que les permitan poner en juego sus potencialidades e intereses, y que hagan posible que ellos mismos descubran todas las cosas que, si se lo proponen, son capaces de realizar"* (extracto del video del proyecto, año 2007).

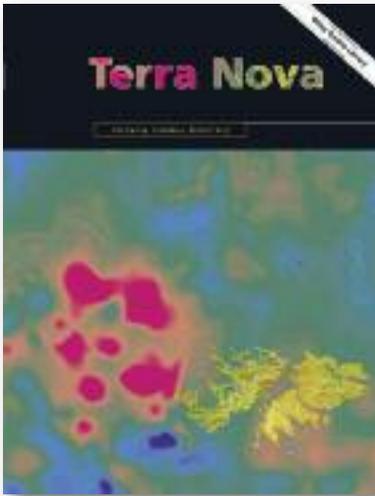
Los invitamos a ser parte de alguna de las actividades del proyecto Miradas al cielo, y del espíritu que caracteriza al Grupo Astronómico Osiris, cuya canción sostiene en su estribillo: *"Por eso llegué un día a Osiris... ¡y aquí me quiero quedar!"*. ■

1 La canción del Grupo Osiris fue escrita, grabada y filmada en 2012, y puede verse en nuestra página web: www.miradasalcielo.com.ar, al igual que todas las propuestas y distinciones obtenidas. Las actividades y fotos actualizadas pueden consultarse en la red social: www.facebook.com/grupoastronomicoosiris. El proyecto también está presente en Instagram ([astroosiris](https://www.instagram.com/astroosiris)) y en Twitter ([@gruposiris](https://twitter.com/gruposiris)).

Los Encuentros de Jóvenes Astrónomos (E.J.A.) llevados a cabo fueron: El Bolsón, Río Negro (2009); La Plata, Buenos Aires (2011); Chivilcoy, Buenos Aires (2012); La Punta, San Luis (2013); Malargüe, Mendoza (2014); Las Grutas, Río Negro (2015); Bariloche, Río Negro (2016); y San Rafael, Mendoza (2017).

El autor: Diego Galperin es Doctor en Enseñanza de las Ciencias (UNCPBA) y Profesor de Enseñanza Media y Superior en Física (UBA). Vive en El Bolsón (Río Negro), donde ha desarrollado actividades formales y no formales de enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos, incluyendo la formación de futuros docentes, especializándose en la enseñanza de la astronomía. Es autor de textos escolares sobre la temática, de artículos de investigación y del libro de divulgación *"Astronomía para chicos y no tan chicos. Aprender a contemplar el cielo"* (Novedades Educativas). Es director del Proyecto de Extensión *Miradas al cielo* (Universidad Nacional de Río Negro e I.F.D.C. de El Bolsón) y desde 2005 coordina el Grupo Astronómico OSIRIS.

GRAN AVANCE EN LA INVESTIGACIÓN DEL SUPUESTO CRÁTER DE MALVINAS



El paper en la revista científica *Terra Nova*, de Oxford, es nota de tapa.

LA ESTRUCTURA, LA HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO Y LAS CONSECUENCIAS EN LA VIDA EN LA TIERRA DE AQUEL ENTONCES, SON SIMILARES A LAS DEL CRÁTER DE CHICXULUB, EN MÉXICO, PRODUCIDO HACE 65 MILLONES DE AÑOS. Si se confirma que un impacto se produjo en Malvinas hace 250 millones de años, este trabajo podría quedar en la historia de la geología mundial.

El paper profesional fue desarrollado entre Maximiliano C. L. Rocca (*The Planetary Society*), Michael Rampino (Universidad de Nueva York) y Jaime Báez Presser (geólogo y geofísico de Asunción del Paraguay). Fue enviado a la revista *Terra Nova* de Oxford, Reino Unido, para el *peer review* ("revisión por pares" o "arbitraje") en octubre pasado. Normalmente, los trabajos tardan dos meses en ser revisados, para luego ser aceptados o rechazados. La revisión de "*Geophysical evidence for a large impact on the Falkland/Malvinas Plateau*" ("Evidencia geofísica de un gran impacto en la meseta de Malvinas") tardó seis meses hasta ser aceptado, tras pedir unos cambios menores en las figuras del artículo. Los editores de *Terra Nova* reconocieron que había sido un tiempo extraordinariamente largo. Manuscritos extraordinarios requieren evaluaciones en tiempos extraordinarios.

La prensa científica mundial se

Hace poco publicamos el producto de un trabajo de un grupo de especialistas en estudios de cráteres de impacto en nuestro planeta: el redescubrimiento, análisis y puesta en valor de una enorme estructura circular de 250 km de diámetro al noroeste de las Islas Malvinas, sepultada bajo sedimento y tapada por el océano. Esa estructura podría indicar la existencia de un cráter de impacto de tamaño colosal producido hace 250 millones de años, con la posibilidad de estar conectado a la peor extinción en masa de la historia de la Tierra.

está haciendo eco del hallazgo: ha salido un comunicado de prensa de la *New York University* acerca de este trabajo, y existe un gran interés desde el *Washington Post*. Por su parte, el *Penguin News*, el diario semanal de las Islas Malvinas, ha publicado un artículo referido al tema, y existe un contacto ameno entre Rocca, los editores del *Penguin* y el legislador del parlamento del gobierno de las islas, Mr. G. Short. El trabajo de Rocca y sus colegas ha puesto las Islas Malvinas en las noticias mundiales, por primera vez en la historia, no por un conflicto político, sino por un descubrimiento científico impresionante. ■

Received: 5 October 2019 | Revised: 27 March 2021 | Accepted: 18 April 2021
DOI: 10.1111/ter.12348

PAPER

WILEY **Terra Nova**

Geophysical evidence for a large impact structure on the Falkland (Malvinas) Plateau

Maximiliano C.L. Rocca¹ | Michael R. Rampino^{2,3} | Jaime L. Báez Presser⁴

¹The Planetary Society, Buenos Aires, Argentina

²Department of Biology and Environmental Studies, New York University, New York, NY, USA

³USA, Global Institute for Space Studies, New York, NY, USA

⁴Jaime Presser Experiencias, Asunción, Paraguay

Correspondence:

Maximiliano C.L. Rocca, The Planetary Society, Buenos Aires, Argentina.
Email: maxrocca201@gmail.com

Funding information:

The Planetary Society; AP/1/2018-12 Challenge Grant

Abstract

A large, roughly circular structural basin is recognised on the Falkland (Malvinas) Plateau to the NW of West Falkland (Gris Malvinas) island (53°00' S, 62°00' W). The basin, seen in seismic-reflection profiles and evident as a large negative gravity anomaly, has a diameter of ~250 km. The age of the basin is estimated to be Late Palaeozoic. It is completely buried by younger sediments and has no topographic expression on the sea floor. We propose that the basin and geophysical anomalies, especially the combination of a large circular negative gravity anomaly with a rim of positive anomalies, and a marked circular series of positive magnetic anomalies in the same area, may be best explained by the presence of a large buried impact structure.

Visita al Observatorio Carlos U. Cesco, en el PN El Leoncito

EL CIELO QUE HIZO FAMOSO SAN JUAN

Cristian López



EN 2016 NUESTRO PLANETARIO DIO INICIO A UNA SERIE DE COLABORACIONES CON LA ESTACIÓN ASTRONÓMICA DE ALTURA CARLOS U. CESCO, SITUADA EN EL PARQUE NACIONAL EL LEONCITO, EN LA PROVINCIA DE SAN JUAN, Y PERTENECIENTE AL Oafa, OBSERVATORIO ASTRONÓMICO FÉLIX AGUILAR, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN. Participamos de las jornadas de Turismo Astronómico Accesible bajo la organización del profesor Héctor López y con la colaboración del Municipio de Calingasta y de la Delegación de Parques Nacionales. Ofrecimos charlas de divulgación astronómica y mostramos cómo el Planetario de Buenos Aires trabaja con la accesibilidad, las dificultades

En el Parque Nacional El Leoncito, San Juan, funcionan dos complejos astronómicos de importancia internacional: la Estación de Altura Carlos U. Cesco, creada por las universidades norteamericanas de Yale y Columbia, y el CASLEO, del CONICET y las universidades de San Juan, Córdoba y La Plata.

que se presentan y cómo podemos solucionarlas. Presentamos nuestro *Planetario para personas ciegas*, realizamos un taller de fotografía astronómica, colaboramos en las visitas nocturnas y realizamos observaciones desde la plataforma. Además, asistimos a la presentación que realizó el director del Oafa, Dr. Ricardo Podestá, acerca del convenio entre Argentina y China para la instalación de un radiotelescopio en el predio del Observatorio (ver recuadro).

Investigación, docencia y turismo astronómico

El Observatorio Astronómico Félix Aguilar (Oafa) es un instituto de investigación que depende de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan. Tiene a su cargo el Observatorio Astronómico Dr. Carlos U. Cesco, que se encuentra en la

localidad de Barreal del Departamento de Calingasta, a 2330 metros sobre el nivel del mar, dentro del Parque Nacional El Leoncito. Realiza importantes programas de observación e investigación, de docencia, divulgación y turismo astronómico.

La Estación Astronómica fue inaugurada el 31 de marzo de 1965, gracias a las gestiones del astrónomo argentino Carlos Ulrrico Cesco y a un convenio con dos universidades norteamericanas, Yale y Columbia, que necesitaban su propio observatorio en el hemisferio sur. Desde entonces, este observatorio ha determinado el movimiento propio de más de cien millones de estrellas australes, lo que representa una fuente fundamental de información para el estudio



CART, un radiotelescopio que China instalará en El Leoncito

Recientemente fue presentado el inicio de la obra para la construcción de un radiotelescopio de 40 metros de diámetro en el predio de la Estación de Altura Cesco, en colaboración con China, como resultado de un acuerdo entre la Universidad Nacional de San Juan y la Academia China de Ciencias. El CART realizará investigaciones de geodesia¹, en conjunto con otros radiotelescopios del mundo, para estudiar, entre otras cosas, el desplazamiento de las placas tectónicas, nubes y ondas magnéticas, galaxias que sólo se ven desde el hemisferio sur, etc. Funcionará a través de la técnica de interferometría de muy larga base (VLBI), lo que permite apuntar varios radioteles-

copios a un mismo objeto y que actúen como si fueran un único instrumento gigante. China ya cuenta con el radiotelescopio más grande del mundo, de 500 metros de diámetro. Pero necesitaba otro en Sudamérica, ya que mientras mayor sea la distancia entre los equipos, mejores serán los resultados.

En El Leoncito ya se ha colocado la piedra basal, y tras el estudio y aprobación de los proyectos, la construcción comenzaría a principios de 2018. Se espera que para el segundo semestre de 2019 el radiotelescopio CART esté en funcionamiento.



1 La geodesia describe y representa la superficie terrestre a través de estructuras geométricas, lógicas, analíticas y computacionales. Estudia fenómenos que tienen lugar en el interior de la Tierra, derivados del campo gravitacional, del campo magnético y, muy especialmente, de las ondas sísmicas.

Alexia Silva



de la Vía Láctea. Actualmente, el proyecto se encuentra en la etapa de análisis de los datos para la elaboración del catálogo SPM en su quinta y última versión. La determinación de posiciones de cometas y asteroides que se desplazan por el hemisferio sur ha sido otro programa con resultados altamente satisfactorios, al punto que el observatorio tiene acreditados más de 100 asteroides descubiertos y una decena de cometas.

Instrumental y objetivos

La Estación cuenta con programas de Astrometría Visual Meridiana, con instrumentos como un Círculo Meridiano Repsold Automático, un Astrógrafo doble (único en su tipo en el hemisferio sur), telescopios solares (Hasta y Mica) y programas de mantenimiento y desarrollo electrónico. Posee un telescopio MATE (*Magnetic Activity and Transiting Exoplanets*) robótico de 40 cm de apertura, que realiza fotometría de alta precisión para la detección de tránsitos de exoplanetas, y opera con el grupo de Actividad Estelar, Planetas extrasolares y Astrobiología del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE-CONICET) de Buenos Aires. Y un telescopio *30 Tera Hertz* de espejos, que observa el disco solar en el infrarrojo lejano, cuyo objetivo es detectar emisiones repentinas originadas en fulguraciones, y opera por convenio con la Universidad de Mackenzie, Brasil.

Cristian López



Carlos Di Nallo

El telescopio MICA (Mirror Coronagraph for Argentina) se dedica a estudios de la corona solar.

El telescopio principal del Observatorio Cesco es un astrógrafo doble de dos lentes de 51 cm de diámetro cada una.



Héctor López

El equipo Máster/OAFA es un telescopio robotizado instalado por la Universidad Estatal de Moscú, Rusia, en la Estación Astronómica Carlos Cesco, en junio de 2016. Con él trabajan astrónomos rusos, junto a los del Observatorio Félix Aguilar y del Instituto de Ciencias Astronómicas de la Tierra y el Espacio (ICATE/UNSJ) y CONICET). Forma parte de una red global de telescopios automáticos y cámaras distribuidas en Rusia, España, Sudáfrica y Argentina.

Entre los programas de extensión, capacitación y divulgación, se destacan los trabajos acerca de la Accesibilidad, el Turismo Astronómico y la Educación Ambiental como estrategia para preservar la estética de los paisajes. El *Programa por un cielo sin contaminación* se basa en charlas a alumnos de escuela primaria en las que se les brindan recomendaciones para proteger el cielo de la contaminación lumínica, además del cuidado del medio ambiente.

Existe también un programa de Turismo Estudiantil, destinado a universidades nacionales e internacionales, que busca el intercambio de conocimientos geográficos, sociales y culturales; y un programa de capacitación en Turismo Astronómico para estudiantes de las carreras Técnico Guía y Licenciatura en Turismo. También se realizan talleres de fotografía nocturna y astrofotografía.

Además del instrumental profesional, el Observatorio Cesco cuenta con una plataforma de observación que recibe todas las noches a los turistas. Allí se puede observar un cielo espectacular a simple vista, pero también con telescopios montados especialmente para las visitas nocturnas. Finalmente, en el Centro de Visitantes y Museo se pueden ver imágenes e instrumentos antiguos que cuentan la historia del observatorio y de la astronomía.

Muy cerca del Observatorio Cesco funciona el CASLEO (Complejo Astronómico El Leoncito), inaugu-



Carlos Di Nallo



Andrea Anfossi

Desde la plataforma de observación del Cesco, que cada noche recibe decenas de turistas, tomamos imágenes como las de la nebulosa Roseta (página 66) y la Nube Mayor de Magallanes (arriba).

Carlos Di Mallo



Andrea Anfossi

Muy cerca del Cesco funciona el CASLEO, Complejo Astronómico El Leoncito. Allí se encuentra el telescopio Jorge Sahade, el más grande del país, con 215 cm de diámetro.



Natalia Jaoland

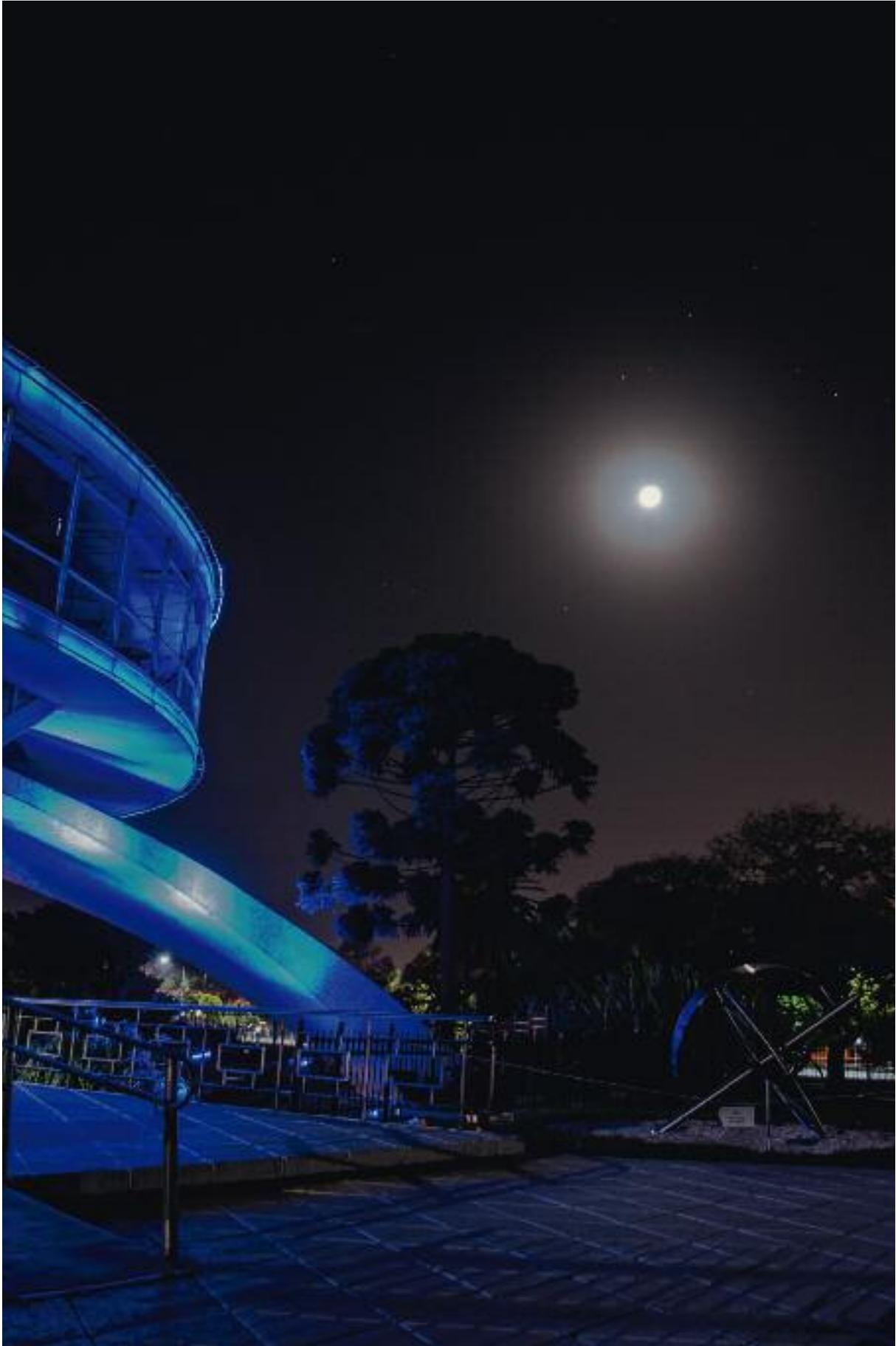
Desde el observatorio se percibe un paisaje cordillerano en el que se destaca el cerro Mercedario, de 6770 metros de altura, la Pampa del Leoncito y el Camino del agua, marcado por la vegetación.

Mariano Ribas



rado en 1986 con el telescopio más grande del país, por convenio entre el CONICET y las universidades de La Plata, Córdoba y San Juan. Ambos observatorios se encuentran dentro del Parque Nacional El Leoncito, creado especialmente para conservar ambientes como el monte, la puna y los altos Andes, y de esa manera contribuir al mantenimiento del cielo oscuro y a reducir las consecuencias de las actividades humanas que generan luces y polvo atmosférico. Este lugar fue elegido para montar una serie de observatorios debido a que cuenta con alrededor de trescientas noches despejadas al año. ■

NdeR: el título de este artículo hace referencia a una vieja publicidad de principios de la década del '80: "Resero blanco sanjuanino: el vino que hizo famoso a San Juan". Tras algún malestar de las autoridades locales, la publicidad quitó la "a" y quedó: "... el vino que hizo famoso San Juan". Se pueden encontrar las dos versiones en YouTube.



Andrea Anfossi

