

SI MUOVE

NÚMERO 11 - VERANO 2015/16



Música bajo las estrellas

Diferentes géneros musicales interpretados en vivo por grandes artistas bajo el cielo estrellado del Planetario.

Gastón Ferrerós



www.planetario.gob.ar



Buenos Aires Ciudad

EN TODO ESTÁS VOS

Ministerio de Cultura

www.buenosaires.gob.ar/agendacultural

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 11 - VERANO 2015/16

STAFF

Editora Responsable / Directora
LIC. LUCÍA CRISTINA SENDÓN

Director Periodístico
DIEGO LUIS HERNÁNDEZ

Director de Arte / Diseño Gráfico
ALFREDO MAESTRONI

Secretario de Redacción
MARIANO RIBAS

Redactores de esta edición
GUILLERMO ABRAMSON
MAXIMILIANO ROCCA
DIEGO CÓRDOVA
GONZALO DE ELÍA
MARCELA LEPERA
RAFAEL GIROLA

Colaboradores
Juan Carlos Forte, Andrea Anfossi, Alejandro Antognoni, Carlos Di Nallo, Gastón Ferreirós, Cristian López, Mariana Roig.

Correctores
Walter Germaná, Natalia Joaand.

Foto de tapa
Caronte. JPL/NASA, 2015 (ver página 27).

Agradecimientos
JPL/NASA, HST, ISS, César Ramos, Daniel Acevedo, Gabriela Pons y José Pérez.

Administración
GRACIELA VÁZQUEZ
MARCELA BARBIERI

Impresión
CILINCOP S.A. San Antonio 1035 - CABA
4301-9306/9037-2805 cilincop@speedy.com.ar

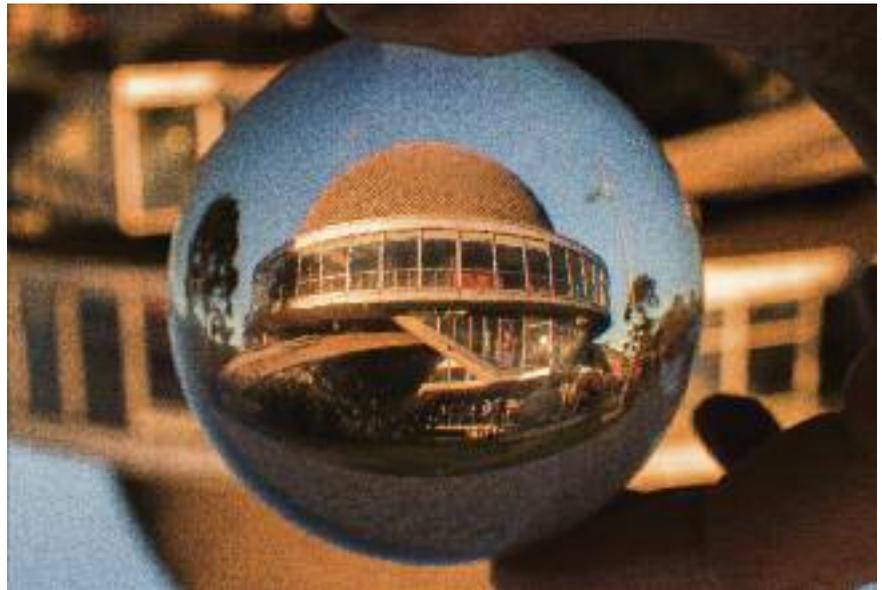
ISSN 2422-8095

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 Cultura

Jefe de Gobierno - Ing. Mauricio Macri
Ministro de Cultura - Ing. Hernán Lombardi
Subsecretario de Gestión Cultural - Lic. Alejandro Gómez
Directora del Planetario - Lic. Lucía C. Sendón



Gabriela Pons: Proyecto Bola Mágica

EDITORIAL

Bienvenidos a este nuevo número de nuestra querida revista. Cada vez que estamos cerrando un número y leo detalladamente cada uno de los artículos me parece que esa edición es la mejor. Y cada nueva revista me resulta superior a la anterior. Espero que a ustedes, nuestros queridos lectores, también les resulte igual.

Hay una variada cantidad de temas y los artículos más destacados están dedicados a Plutón con sus últimos descubrimientos obtenidos por la sonda Nuevos Horizontes. Es asombroso que en el tiempo transcurrido desde que llegó la sonda a Plutón ya se conozcan tantos nuevos datos de este astro tan lejano.

Mi reconocimiento a los colaboradores externos que participaron en este número, como Guillermo Abramson, Maximiliano Rocca, Diego Córdoba y Gonzalo de Elía, científicos que contribuyeron en forma gratuita a la labor de divulgación científica que realiza el Planetario, aportando sus conocimientos y jerarquizando nuestra revista.

Destaco, como siempre, el trabajo de Diego Hernández, Mariano Ribas y Alfredo Maestroni, que hacen posible que esta revista tenga un nivel de contenidos y de arte similar al de las revistas internacionales.

Menciono especialmente el calendario 2015 porque allí están resumidas las actividades que realizamos durante el año que se suman a las ocho funciones diarias que realizamos de martes a domingos. Me impresiona verlas todas juntas porque me hacen dar cuenta de la gran cantidad de actividades que realizamos este año. Cabe mencionar que en el Planetario no trabajan muchas personas por lo que tantas actividades representan un gran esfuerzo y compromiso de nuestros empleados debiendo cubrir una franja horaria muy extensa, cambiar horarios de trabajo y sacrificar compromisos personales. Mi agradecimiento a todos ellos.

Me despidió de todos ustedes con el deseo de reencontrarnos en 2016 compartiendo proyectos y realizaciones.

Lic. Lucía Cristina Sendón,
Directora Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.



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

SUMARIO

4 /// Un *Scalextric* en el sistema solar. **5-6** /// El Grito de Munch. **7-9** /// La química del universo. **9-10** /// Arte callejero. **11-17** /// La Estación Espacial Internacional. **19-29** /// *New Horizons* llegó a Plutón. **30-31** /// Institucionales. **32-35** /// Eclipse total de Luna. **36-39** /// Conjunción Venus-Júpiter. **40** /// Actividades. **41-46** /// Cráteres de impacto en la Argentina.

JANO Y EPIMETEO, LUNAS DE SATURNO

Un Scalextric gravitatorio

Por Rafael Girola, Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.



Cassini/NASA-ESA-ASI

La historia de la ciencia nos muestra que muchas veces, en las diferentes disciplinas, ocurren contradicciones en las ideas que explican una causa y su efecto. En la Astronomía podemos encontrar varios escenarios paradójicos. Uno de ellos es un hecho peculiar que ocurre con dos pequeñas lunas de Saturno, llamadas Jano y Epimeteo. Resulta que la distancia entre sus órbitas es menor al tamaño de las propias lunas, por lo que deberían chocar. Pero no lo hacen. Estamos frente a una paradoja.

En la diversidad de lunas que existe en el sistema solar, entre las de Saturno encontramos una rica variedad de escenarios sobre las características generales físicas, químicas y atmosféricas. Entre ellas, sorprende el enigma de cómo pueden dos pequeñas lunas, Jano y Epimeteo, orbitar sin chocar, ya que sus tamaños son mayores a la distancia que las separa una de otra. Ocurre algo similar a una carrera de *Scalextric*, en la que los autos pueden chocar cuando se cruzan en un lugar de sus trayectorias.

Pero en esta carrera de lunas, cada cuatro años una de ellas alcanza a la otra. Entonces, “cambian” sus órbitas y evitan la colisión, para luego alejarse una de la otra. ¿Por qué?

Jano y Epimeteo poseen un tamaño superior a los 100 km y orbitan Saturno a una distancia de 151.422 km y 151.472 km. Es decir que la distancia entre ambas, como mínimo, es de 50 km. El sentido común dice que deberían chocar.

Si recordamos las bellas y útiles leyes de Kepler con las que describe matemáticamente el movimiento de los planetas, la mecánica celeste nos puede explicar cómo se evita el choque. Debido a la distancia a la que se encuentran de Saturno, el tiempo que tardan en completar



Chicos y grandes se divierten jugando al Scalextric.



Las lunas de Saturno intercambian su órbita y no chocan.

el recorrido de la órbita es de 17 horas. Como una de las lunas está más cerca del planeta, se desplaza a una velocidad mayor.

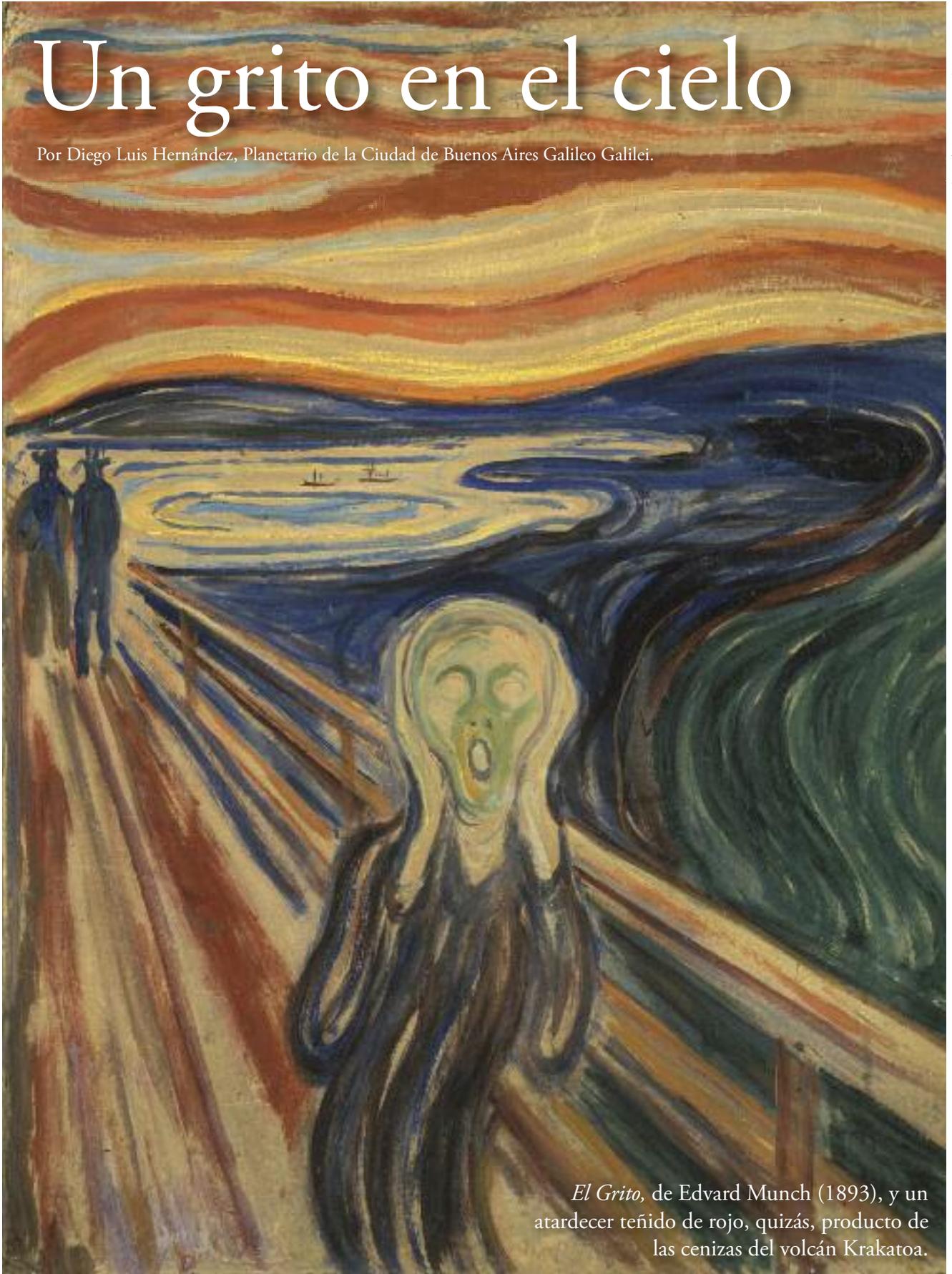
Supongamos que Jano es la que está más cerca de Saturno. Como Jano viaja a una velocidad mayor, cuando alcanza a Epimeteo se lo debería llevar por delante. Pero al acercarse, Jano se va desacelerando; y Epimeteo va acelerándose. Luego de 4 años se vuelven a encontrar.

En lugar de producirse el choque, la interacción gravitatoria entre ellas lo evita. El motivo es que cuando Jano se aproxima a Epimeteo, la “comunicación” de la gravedad y el momento lineal (una magnitud que asocia la masa con la velocidad de un cuerpo en movimiento) hacen su juego. Epimeteo es acelerado y adquiere una velocidad mayor, y pasa a una órbita más cercana, la que ocupaba antes Jano, que debido a su desaceleración, pasa a una órbita más alejada, la que ocupaba antes Epimeteo. Intercambian así sus órbitas luego de cada encuentro y el choque no se produce. ■

Un grito en el cielo

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

Galería Nacional de Oslo, Noruega



El Grito, de Edvard Munch (1893), y un atardecer teñido de rojo, quizás, producto de las cenizas del volcán Krakatoa.

¿De qué color es el cielo nocturno? Negro, como la más oscura de las sombras. Cuando está nublado, desde las grandes ciudades puede presentarse gris, marrón o anaranjado. Eso se debe a la contaminación y a las luces que iluminan, muchas veces innecesariamente, apuntando hacia arriba, y que alumbran las nubes desde abajo. Pero si miramos el cielo nublado desde el campo, alejados de las luces de las ciudades, se ve todo oscuro.

Sin embargo, durante el día, todo cambia: el cielo se ve celeste cuando el Sol está alto; o amarillento, rosado y anaranjado en los amaneceres y en los atardeceres, especialmente si observamos hacia el lado por donde está el Sol. La atmósfera de la Tierra es un conjunto de capas con diferentes gases (el nitrógeno, con un 78%, es el más abundante; y el oxígeno, con un 21%, el siguiente), en donde la mayor concentración de elementos, moléculas, partículas de polvo, vapor, gotitas de agua, etc., se encuentra en la capa que está más cerca del suelo, la tropósfera, que se ubica desde la superficie hasta unos 12 km de altura aproximadamente.

La luz del Sol experimenta diferentes fenómenos al atravesar la atmósfera (que funciona como un filtro y como un prisma): se dispersa, se refracta (se “inclina”) y se descompone en los diferentes colores que la forman. La luz se dispersa en diferentes longitudes de onda, y la suma de todos los colores da el color de la luz del Sol: **blanco** (pese a que lo solemos dibujar amarillo, quizás, porque casi ya no existen lápices blancos).

Cuando el Sol está alto en el cielo, los colores que se dispersan hacia la superficie son los



Andrea Antofossi

Atardece en Yamay. La luz del Sol se descompone en la atmósfera y, cuando está cerca del horizonte, los colores rojo, naranja, rosa o amarillo se dispersan hacia la superficie.

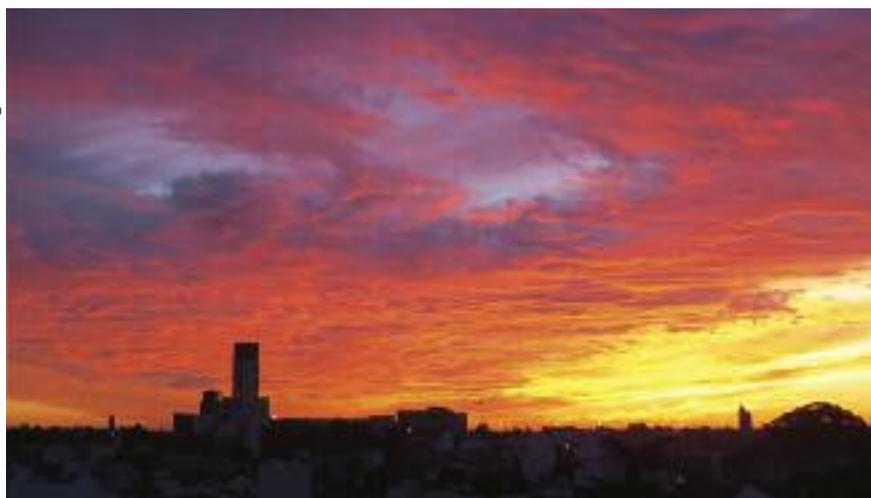
más cercanos, en el espectro de luz visible, al azul. Por eso se ve el cielo azul o celeste durante el día. Pero cuando el Sol está bajo, cerca del horizonte, la luz debe atravesar una capa mayor de atmósfera, desde nuestra posición frente a la superficie curva de la Tierra, y su recorrido a través del aire es mayor. Así se dispersan, en todas direcciones, los colores azules, y los cercanos al rojo, amarillo y naranja se dirigen hacia la superficie. Ésa es la razón por la que durante los amaneceres y atardeceres el cielo se tiñe de esos colores. Además, cuando en la atmósfera flota una mayor cantidad de partículas, como polvo, contaminación o ceniza volcánica que se desparrama por todo el mundo, esos elementos provocan que la luz del Sol se disperse más y el cielo se vea más rojizo.

Los materiales que expulsan los volcanes permanecen durante años flotando y dispersándose en la atmósfera, y también juegan un rol importante al “teñir” nuestro satélite durante la totalidad de un eclipse de Luna.

¿Qué tiene que ver todo esto con *El Grito*, pintado por el artista expresionista noruego Edvard Munch, en París, en 1893? El significado del rostro angustiado del famoso cuadro ha sido analizado por numerosos críticos, pero lo que más nos interesa es prestar atención al fondo, con ese atardecer con tonos amarillentos, rojizos y anaranjados.

Unos años antes de finalizar esta obra, había entrado en erupción por última vez el volcán Krakatoa, que se encontraba en la isla del mismo nombre, en Indonesia, entre Java y Sumatra. La isla desapareció por completo tras la erupción. La onda sonora que se generó fue detectada a miles de kilómetros a su alrededor, y durante varios meses las cenizas se fueron distribuyendo por la atmósfera, lo que generó que en gran parte del mundo el cielo se coloreara, especialmente, durante los amaneceres y atardeceres. El mismo autor señaló que durante un paseo por la costa de los fiordos en Oslo, el cielo se tornó “rojo sangre con lenguas de fuego” cuando el Sol se puso, y que sintió “un estremecimiento desgarrador de tristeza y un grito interminable que atravesaba la naturaleza”. Es muy probable, entonces, que al estar en París pintando su obra más famosa, Munch haya recordado esos días en los que los atardeceres eran teñidos de rojo. ■

Diego Hernández



Atardece en la ciudad. Cuando el Sol está bajo, cerca del horizonte, su luz debe atravesar una capa más gruesa de atmósfera y su recorrido a través del aire es mayor.

LA QUÍMICA DEL UNIVERSO

Elemental, querido Watson

Por Dr. Guillermo Abramson, Instituto Balseiro y CONICET (División Física Estadística e Interdisciplinaria, Centro Atómico Bariloche. abramson@cab.cnea.gov.ar. guillermoabramson.blogspot.com).



Alejandro Antognoni

La nebulosa oscura Cabeza de Caballo es una gran nube de polvo inmersa en una nube de gas brillante. El gas es casi exclusivamente hidrógeno molecular, y lo que vemos de color rojo es por fluorescencia debida a la radiación ultravioleta de las estrellas que alberga. El polvo está formado por finísimas partículas sólidas de una multitud de sustancias químicas, incluyendo sustancias orgánicas complejas.

Miramos al cielo, miramos a nuestro alrededor. ¿Qué vemos? El mundo material está hecho de los mismos elementos: los 92 de la tabla periódica. Nosotros, el resto de los animales, las plantas, los minerales, los planetas, las estrellas. Sabemos sus propiedades físicas y químicas. *Sabemos de dónde vienen.* Sabemos muchísimo sobre ellos. Y sabemos cuánto hay de cada uno. Cuando miramos la bóveda celeste, la Vía Láctea, las estrellas, los planetas, las nebulosas, ¿qué elementos estamos viendo?

Hidrógeno. El hidrógeno está por todos lados. Está aquí desde el origen del universo. Las estrellas infatigablemente lo usan como combustible desde hace 13 mil millones de años, pero hay tanto que todavía abunda. Las tres cuartas partes de la masa de las estrellas y de los planetas gigantes como Júpiter y Saturno son hidrógeno. Cuando la luz de las estrellas lo excita, brilla con el encantador color rojo

tan familiar de las fotos astronómicas. Cuando vean fotos astronómicas sin rojo (como los famosos *Pilares de la Creación*, del Telescopio Espacial Hubble), pueden estar seguros de que los colores no son naturales. ¿Dónde no hay hidrógeno? En pocos lugares: la Luna, por ejemplo, no tiene casi nada. La sal de cocina bien sequita, tampoco.

El segundo elemento más abundante es el

helio. Sirve para inflar globos y hablar finito, pero no para mucho más. Sólo para ocupar espacio. Y bastante espacio: en una estrella, de la cuarta parte que no es hidrógeno casi todo es helio. Afortunadamente, tiene la gentileza de inmolarse convirtiéndose en cosas más útiles, como oxígeno y carbono.

En tercer lugar, el archiconocido **oxígeno.** Es tremendamente promiscuo y se com-

HST, Telescopio Espacial Hubble



Los Pilares de la Creación, en la nebulosa del Águila, son otro gigantesco complejo de gas y polvo interestelar. Su intrincada forma se debe a la erosión de la radiación de las estrellas jóvenes que los rodean. Ocultan en su interior estrellas aún más jóvenes, todavía en formación.

bina con casi todos los demás elementos. A punto tal que no podemos mirar algo sin ver oxígeno. La Luna, por ejemplo, o Marte: la mitad de sus superficies son de oxígeno. Nuestro cuerpo, por cierto, tiene muchísimo oxígeno. En gran medida forma una tercera parte de **la substancia más abundante del cosmos: el agua**. Hay agua por todos lados: hay vapor de agua en el espacio interestelar y hasta flotando por encima del Sol; hay agua sólida en los incontables cometas más allá de Neptuno, en los anillos de Saturno y en muchos de los satélites de Júpiter y Saturno. En la Tierra, por supuesto, hay abundante agua líquida en la superficie; y sólida, al menos por ahora; y gaseosa: el principal gas de invernadero de nuestra atmósfera es el agua, aunque toda la mala prensa se la lleva el dióxido de carbono. Y hablando del **carbono**, el carbono ocupa el cuarto lugar. El universo está lleno de carbono. Bueno, no: está lleno de hidrógeno y helio. El oxígeno, el carbono

y los demás son apenas una pizca. Pero de la pizca, el carbono forma una buena parte. El carbono es genial: le encanta combinarse con otros carbonos y otros

elementos, y formar moléculas enormes. ¡Enormes! Proteínas con decenas de miles de átomos. Polímeros, como el ADN, ¡con miles de millones de átomos! Qué sería de nosotros sin el carbono. Polvo, nada más.

En quinto lugar está el **nitrógeno**. Casi todo lo que respiramos es nitrógeno: es el 78% de nuestra atmósfera. Más el oxígeno, que ocupa un 21%, nos da 99%. ¿Qué es el 1% restante, eh? ¿Cuál es el tercer elemento más abundante de nuestra atmósfera?

Más de uno estará tentado de decir que es el dióxido de carbono, el CO₂ de triste fama. Pues no, a pesar de su tenebroso rol en el cambio climático, el CO₂ es poquísimo en el volumen de la atmósfera. Ese 1% es casi todo **argón**, el sexto elemento del cosmos. El raro argón no era tan raro después de todo. Es el gas que hay adentro de las lamparitas incandescentes (explicarle a los niños qué eran las lamparitas incandescentes).

El resto, los otros 86 elementos de la tabla periódica, son casi nada en el universo. No para nosotros, naturalmente: el **cloro**, el **sodio** y el **potasio** que permiten funcionar el sistema nervioso; el **silíce**, el **aluminio** y el **magnesio** que constituyen el suelo mismo del planeta; los demás metales, de los que tan crucialmente depende nuestra civilización. Mirando al cielo los vemos apenas en las superficies de los planetas rocosos. Una nada en la inmensidad del cosmos.



Mariano Ribas

La Luna es uno de los pocos lugares donde casi no hay hidrógeno.

Y aún así, esos 92 elementos¹, del hidrógeno al uranio, son apenas una parte de la materia que vemos cuando miramos a nuestro alrededor. Cinco o seis veces más existen en formas que aún no detectamos: probablemente partículas elementales, quizás átomos extrañísimos, constituyendo la conjetural *materia oscura*, de la cual tenemos apenas evidencia indirecta. ¿Qué será? Hay muchos experimentos tratando de detectar su elusiva substancia. ¡Qué intriga! ■

¹ Actualmente la tabla periódica posee 118 elementos químicos, pero a partir del plutonio, el número 93, son todos sintéticos, es decir, creados en laboratorios.



La atmósfera terrestre está compuesta en un 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de otros gases, entre los que el más abundante es el argón, por sobre el dióxido de carbono.

CIENCIA EN LA CALLE

Una pared al universo

Por Diego Hernández.



Un mural dedicado a Giordano Bruno en la calle que lleva su nombre, en el barrio de Caballito.

“¿Qué es esta bóveda azul, que ciertamente existe y nos impide ver las estrellas durante el día?”.

Con esta frase se acompaña a ese famoso dibujo en su publicación original, un libro del astrónomo francés Camille Flammarion, llamado *L'Atmosphère: Météorologie Populaire*, aparecido en París en 1888. Al pie de la imagen se agrega: “Un misionero medieval cuenta que había hallado el lugar en el que el Cielo y la Tierra se encontraban”.

La ilustración, un grabado originalmente hecho a buril¹, de autor anónimo, que Flammarion publicó en la página 163 de uno de sus libros más famosos, pudo haber sido una fotografía para la que se montaron varias imágenes realizadas en diferentes épocas. Mucho tiempo después, otros autores se encargaron de darle color, y en nuestra ciudad de Buenos Aires, en el barrio de Caballito, la encontramos embelleciendo una pared de la calle Giordano Bruno.

Se han hecho muchas interpretaciones acerca de lo que representa la imagen. La más habitual es la que la vincula con el deseo del ser

César Ramos

humano de conocer más allá, de descubrir la mecánica celeste, de entender los movimientos de los astros. Hay quienes se animan a aventurar que el personaje que intenta correr el velo de la atmósfera para poder observar el cosmos es un astrónomo; otros, simplemente, lo ven como un campesino que, de tanto observar el cielo durante las madrugadas, logra interpretar sus ciclos y los asocia a los de la naturaleza.

Como dijimos en el artículo de la página 6, la atmósfera de la Tierra es un conjunto de capas de gases que envuelve a nuestro planeta y nos permite a los seres vivos, entre otras cosas, respirar. No siempre fue como la conocemos ahora, sino que se ha ido transformando con el correr de miles de millones de años. Los principales agentes que la modificaron fueron los seres vivos primitivos que poblaban las profundidades marinas, y que para sus procesos vitales incorporaban hidrógeno de la molécula del agua y eliminaban oxígeno. Así, durante millones de años, los mares se fueron oxigenando y, con el tiempo, ese elemento se fue liberando a la atmósfera. La luz del Sol se dispersa en la atmósfera, y eso interfiere en

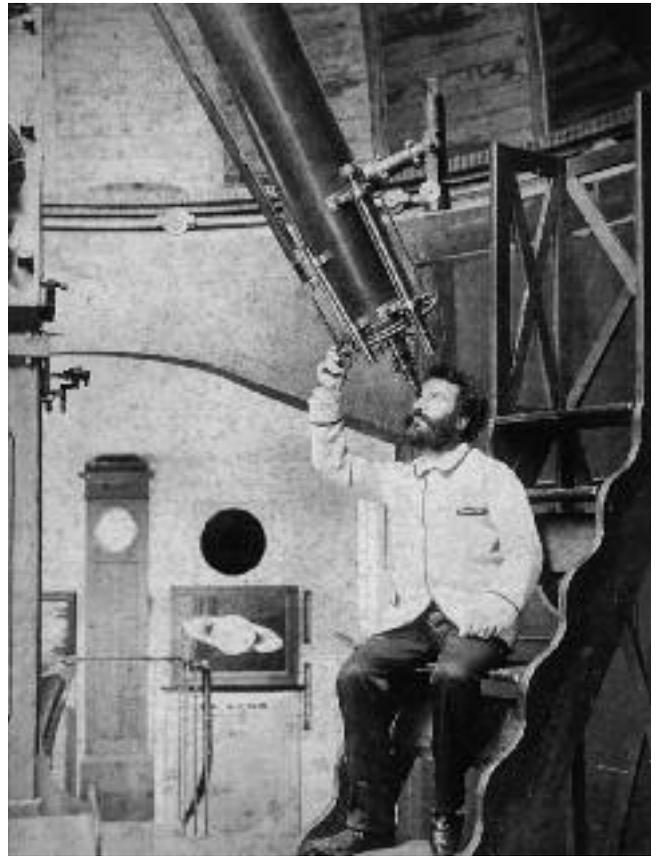
el color del cielo e impide ver las estrellas durante el día. Por la noche, el cielo se ve negro por la ausencia de la luz solar dispersada en la atmósfera. Desde el espacio, el cielo se ve negro por la ausencia de atmósfera.

Tanto Giordano Bruno como Flammarion se preocuparon por comprender el funcionamiento de la atmósfera y su influencia en la observación de los astros. Bruno vivió casi tres siglos antes que Flammarion. Fue un monje italiano defensor de la pluralidad de los mundos y del heliocentrismo, un adelantado a su época, uno

de los grandes mártires de la ciencia. Fue quemado vivo en la hoguera de la Inquisición romana en febrero de 1600, ya que sus teorías cosmológicas y teológicas eran consideradas heréticas. Los dos fueron astrónomos y grandes divulgadores científicos, pero también se los vincula con actividades esotéricas y ocultistas. Bruno enseñaba la “magia” mientras que Flammarion era espiri-

tista. En Caballito, de alguna forma, comparten un merecido homenaje. ■

1 Un buril es una herramienta para realizar huecograbados en una determinada superficie, por ejemplo, cobre y otros metales, utilizada desde la antigüedad. En el siglo XVIII fue agregado como constelación, entre las catorce que ideó Nicolas Louis de Lacaille, para completar los cielos del sur. Caelum es su nombre en latín y se ubica entre Columba y Eridano.



Société astronomique de France

Flammarion en su observatorio de Juvisy-sur-Orge, que hoy lleva su nombre. Además de astrónomo se dedicaba al espiritismo.

Natalia Jacoand



Monumento a Giordano Bruno en Roma.

Natalia Jacoand



El Castel Sant'Angelo, donde Bruno fue torturado por la Inquisición.

LA ESTACIÓN ESPACIAL INTERNACIONAL

Bate todos los récords

Por Lic. Diego Córdova.



Una vista de la Tierra y un amanecer, a 420 km de la superficie, desde la Estación Espacial Internacional (ISS).

En noviembre de 2015 se cumplieron quince años de presencia humana, ininterrumpida, en el espacio. El escenario de los actuales récords astronáuticos es el gran complejo orbital, cuyo ensamblaje comenzó a fines de 1998. Hoy, la actual tripulación busca alcanzar el año de permanencia, como clave para los viajes interplanetarios.

Un “lucero” brillante cruza el cielo. En algunos de sus pasajes su magnitud compite con la de Venus, sin embargo su naturaleza es muy distinta. Se trata de la Estación Espacial Internacional, el objeto en el espacio más grande construido y habitado por el hombre. Su paso puede ser registrado, a simple vista, en varias latitudes y en numerosas oportunidades.

Este centro de investigación orbital es el fruto de la cooperación entre las agencias espaciales de Estados Unidos (NASA) y Rusia (RSA), como contribuyentes de los principales módulos de propulsión, energía y soportes de vida; y en menor escala de Europa

(ESA), Japón (JAXA) y Canadá (CSA). Con tantas tecnologías para un mismo fin, la estación es considerada uno de los mayores logros de la ingeniería.

A pesar de lo grandioso de esta estructura, en tamaño e implicancias tecnológicas y científicas, hoy la rutina parece haberse apoderado de la estación espacial. En medio de las actividades científicas los expedicionarios Mark Kelly, astronauta de la NASA, y su compañero, el cosmonauta ruso Mikhail Korniyenko, buscan alcanzar la permanencia de un año en el espacio. Un récord ya cumplido en la estación MIR a fines de la década del '80 y reforzado en los '90 con la estadía de Valery Poliakov, cosmonauta y médico, el

hombre que más tiempo pasó en una sola misión: 438 días.

Sin embargo, nuevos estudios requieren más pruebas de resistencia humana en el espacio. La actual estación, con el conglomerado internacional que tiene, es el marco adecuado para realizar pruebas y poner proa a destinos planetarios.

Kelly y Korniyenko nunca estuvieron solos en su hazaña. Llegaron el pasado mes de marzo a bordo de la nave Soyuz TMA-16M, piloteada por otro cosmonauta veterano, Gennady Padalka. El trío se reunió con otros tres residentes que estaban desde noviembre pasado, y dieron inicio así al “año espacial” que culminará en marzo de 2016.

Apenas iniciado este interesante período, novedoso para la estación espacial, se presentó un inconveniente: a fines de abril debería haber llegado el carguero automático Progress M27M, uno de los tantos que la agencia espacial rusa utiliza, desde los inicios de la actividad astronáutica, para aprovisionar con combustible, agua, herramientas y alimentos a los residentes espaciales. Pero una grave falla en sus sistemas de orientación impidió el acople.

Descartada la posibilidad de acoplarse a la estación, el carguero comenzó a navegar de forma errática hasta que, a principios de mayo, reingresó en la atmósfera terrestre y se desintegró sobre el Océano Pacífico.

A pesar de las pérdidas materiales, este hecho no produjo demasiado impacto en el aprovisionamiento, ya que se cuenta además con los servicios de los cargueros europeos ATV y los japoneses HTV; pero sí trajo otro tipo de consecuencias. Debido a que los Progress y las Soyuz, tripuladas, son naves casi idénticas que cuentan con los mismos sistemas de navegación, todos los lanzamientos y retornos de estas últimas debieron ser demorados hasta tanto se determinaran los alcances de la falla que afectó al Progress accidentado.

Esto motivó la prolongación en la estadía de los residentes que estaban desde noviembre, el astronauta Terry Virts, el cosmonauta Anton Shkaplerov y la italiana Samantha Cristoforetti. Con este inesperado retraso, de casi un mes, esta tripulación llegó a los 200 días de permanencia, y Cristoforetti se transformó en la primera mujer que pasó más tiempo en el espacio en una sola misión, destronando a la estadounidense Sunita Williams, con 195 días, logrados en 2007.

Otra consecuencia, indirecta, de este episodio fue la desertión de quien hubiera sido la octava turista espacial, la cantante británica Sarah Brightman, quien decidió cancelar su participación en el vuelo de la Soyuz TMA-18M, con su entrenamiento casi completo, a sólo cuatro meses del lanzamiento.

La butaca de Brightman fue ocupada por Aydyn Aimbetov, el primer cosmonauta de Kazajistán. Con él viajaron el ruso Sergei Volkov y el primer cosmonauta danés, Andreas Mogensen. Así, un nuevo trío llegó a la estación para acompañar a los “maratonistas” espaciales.

Al cabo de una corta estadía de ocho días, Aimbetov y Mogensen retornaron a la Tierra, a mediados de septiembre, pero acompañados por el veterano ruso Gennady

Padalka, el mismo que en marzo había llegado acompañando a Kelly y Korniyenko, que volverán en marzo de 2016.

Con el regreso de la Soyuz TMA-18M, Padalka ostenta un curioso récord: es el ser humano que más tiempo acumuló en el espacio, con 879 días como sumatoria de sus cinco misiones, una en la estación MIR y las demás en la actual estación espacial.

Además de ser el primer comandante en desempeñar este cargo cuatro veces, en un mismo complejo espacial, destronó al famoso veterano Sergei Krikalev, quien tras la caída de la URSS, en 1991, debió ampliar su estadía en la MIR de seis a diez meses, y siguió volando luego como integrante de dos expediciones de la estación espacial, hasta acumular 803 días. Su récord permaneció desde 2005 hasta el vuelo de Padalka.

No contento con ser el nuevo “capitán del espacio”, Padalka ya anunció que intentará volar una vez más, para alcanzar el acumulado de 1000 días. Seguramente será una experiencia que enriquecerá los datos biomédicos a la hora de plantear un vuelo interplanetario tripulado.

La llegada de la primera expedición, en noviembre de 2000, compuesta por apenas tres integrantes, fue la apertura para estos quince



La tripulación de la Soyuz TMA-16M: Kelly, Padalka y Korniyenko.



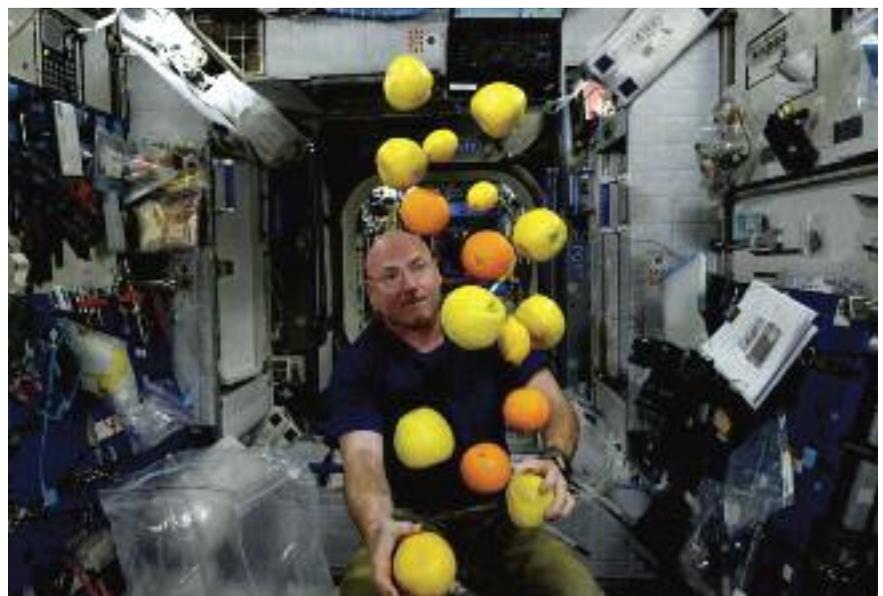
Con 200 días en la ISS, la italiana Samantha Cristoforetti es la mujer que más tiempo pasó en el espacio en una sola misión.

años de presencia humana sin interrupciones. En este marco se han actualizado muchos récords con astronautas provenientes de las distintas agencias espaciales, al tiempo que las investigaciones científicas han tenido un gran incremento, sobre todo, con un novedoso instrumento, el Espectrómetro Magnético Alfa (AMS), instalado en 2011 durante el penúltimo vuelo del transbordador espacial de la NASA. El AMS sólo puede funcionar en la estación por la gran cantidad de energía que demanda, pero su instalación valió la pena, pues parece haber dado con los primeros indicios de presencia de materia oscura en el universo.

El hombre busca adaptarse cada vez más en un medio hostil, como lo es el vacío espacial y la microgravedad, la cual atenta contra el funcionamiento de todo su organismo. Pero el espíritu humano pugna por abrirse nuevos caminos de forma permanente. La carrera espacial finalizó con la llegada del hombre a la Luna, pero la conquista apenas acaba de comenzar. ■

El autor: Diego Córdova es licenciado en periodismo y comunicación social (Universidad J. F. Kennedy), columnista en Volando

por TV (canal Garage TV), redactor en la revista Aeroespacio y autor del blog Prensa Espacial: <http://prensaespacial.blogspot.com>



Mark Kelly (NASA) hace malabares en el espacio, y busca alcanzar el año de permanencia en la ISS.



Laboratorio de experimentos japonés JEM-EF, en la ISS. Sector de plataforma expuesta al vacío que contiene unos diez experimentos.



Imagen nocturna de la península itálica, con la Soyuz TMA-15M en primer plano, captada a fines de mayo por el astronauta Terry Virts, quien compartió su estadía con la astronauta italiana Samantha Cristoforetti.



El tifón Soudelor, sobre el Océano Pacífico, con vientos de hasta 285 km por hora, que azotó Japón, Filipinas, este de China y Corea del Sur, a principios de agosto.



El tifón Soudelor, captado por la estación espacial sobre el Océano Pacífico. En primer plano se aprecia la nave Soyuz TMA-17M y, al fondo, un carguero ruso Progress no tripulado.



Imagen de larga exposición tomada por el astronauta Scott Kelly, que capta parte de la Vía Láctea. Se puede apreciar la constelación de Escorpio (la estrella roja es Antares) y el planeta Saturno, arriba a la izquierda.



La aurora boreal registrada en una imagen de larga exposición desde la Estación Espacial Internacional. Se puede apreciar la constelación de Orión, las Tres Marías (arriba a la derecha) y la estrella Sirio (hacia el medio).



Vistas del carguero japonés HTV Kounotori, durante su aproximación final, el pasado mes de agosto, a la estación espacial, con cuatro toneladas de suministros para los tripulantes. En la imagen final es tomado por el brazo robot canadiense Canadarm2 para acoplarlo al complejo. De fondo se aprecian España y el norte de África.



EN INTERNET

<http://www.planetario.gob.ar/revista.html>

revistaplanetario@buenosaires.gob.ar

CONOCIENDO A PLUTÓN

New Horizons lo hizo posible

Por Dr. Gonzalo C. de Elía, Instituto de Astrofísica de La Plata (IALP), CCT La Plata-CONICET-UNLP, y Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de La Plata, UNLP.

El 19 de enero de 2006 la misión *New Horizons* de la NASA fue lanzada desde Cabo Cañaveral, Florida, en los Estados Unidos, hacia la conquista de Plutón. Luego de más de nueve años de recorrido, el 14 de julio de 2015 la misión espacial logró acercarse a 12.500 km de distancia del planeta enano. A partir de este máximo acercamiento, *New Horizons* ha logrado obtener imágenes y datos de Plutón y su sistema de satélites con un nivel de detalle sin precedentes. Desde el inicio de la misión, los científicos esperaban encontrar un mundo antiguo y densamente craterizado. Sin embargo, generó diversas sorpresas y develó resultados inesperados.

La misión *New Horizons* ha logrado finalizar un profundo debate originado hace más de una década, y le devolvió a Plutón su condición de “objeto más grande de la región transneptuniana”. Recordemos que en el año 2003, el descubrimiento de Eris generó enormes controversias y un fuerte debate sobre la definición de planeta en toda la comunidad astronómica. En efecto, con un diámetro de 2400 km (con un margen de error de 100 km), Eris aparecía como el objeto más grande de la región transneptuniana, y superaba incluso a Plutón, que en aquel entonces tenía asociado un diámetro de 2290 km. Sin embargo, las estimaciones del diámetro de Plutón realizadas por



La mejor imagen global de Plutón hasta la fecha. Es un fotomontaje que muestra por detrás a Caronte, el más grande de sus satélites.

New Horizons le han asignado un nuevo valor de 2374 km, superando mediciones recientes del diámetro de Eris de 2326 km, y por ende, recuperando su condición de objeto más grande de la región transneptuniana.

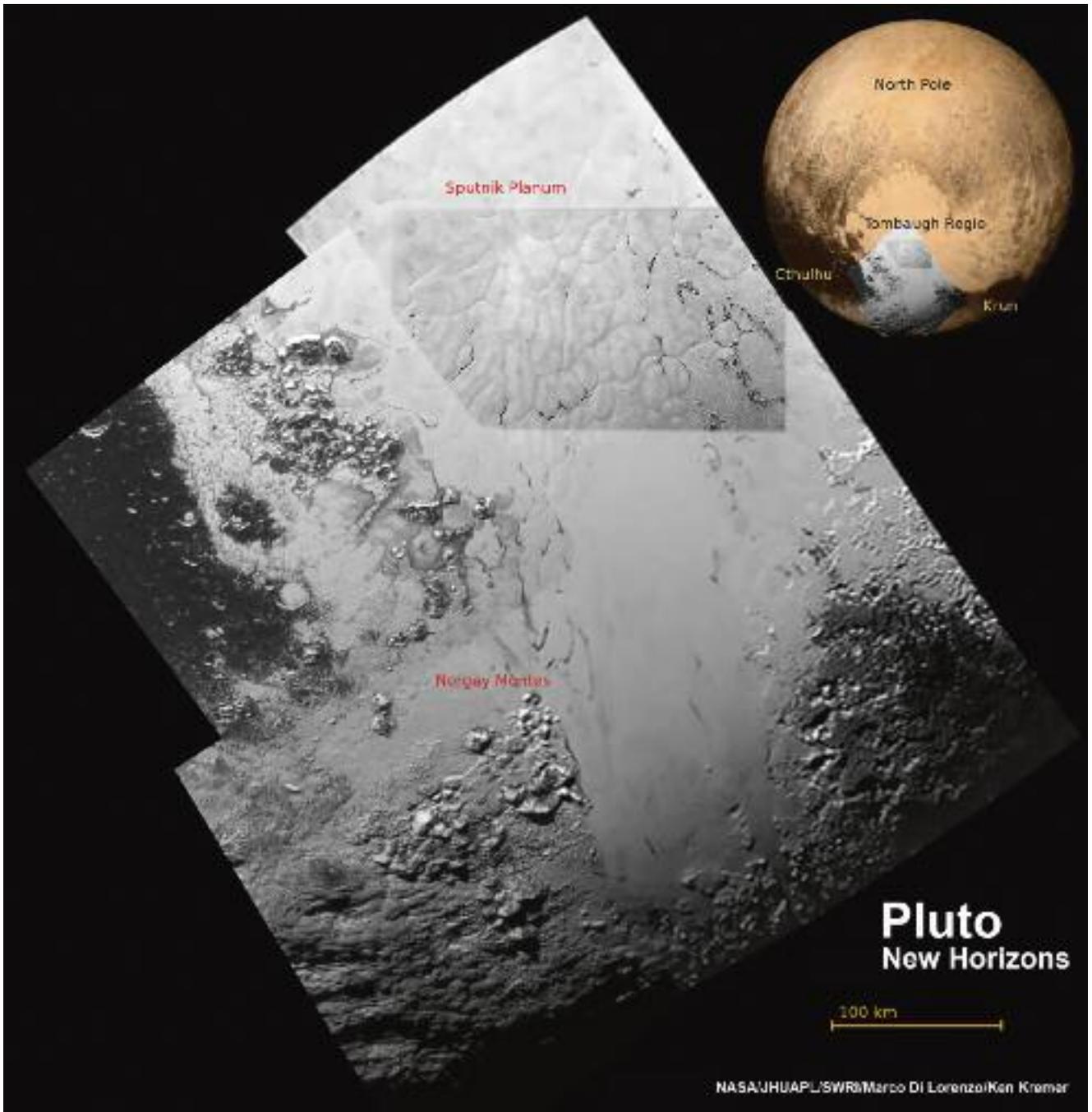
Vale la pena mencionar además que Eris resulta ser aproximadamente un 30% más masivo que Plutón. Si Eris es más masivo y además es más pequeño, su densidad será mayor que aquella asociada a Plutón. Por ende, Plutón podría tener en su interior más hielos de lo que previamente se ha estimado. Fortalecer nuestro entendimiento sobre la naturaleza física de estos objetos ha sido un logro relevante de *New Horizons*. Sin embargo, aún hay más cosas que generarán sorpresas.

La misión *New Horizons* ha logrado desarrollar las primeras observaciones de la atmósfera de Plutón, y obtuvo resultados sin precedentes. La atmósfera de este planeta enano está compuesta principalmente por

nitrógeno molecular (N_2), aunque posee también metano (CH_4), monóxido de carbono (CO) y otros compuestos ricos en carbono en proporciones menores. Plutón posee una fina atmósfera, con una presión que es aproximadamente entre 10.000 y 100.000 veces menor que la presión correspondiente a la atmósfera de la Tierra.

New Horizons ha sugerido la existencia de variaciones periódicas en los valores de la presión atmosférica de Plutón. En efecto, los científicos establecen que estos cambios están relacionados con el movimiento de Plutón en su órbita elíptica. Cuando el planeta enano alcanza el punto más distante respecto del Sol, una cierta fracción de su atmósfera se congela sobre su superficie, lo que conduce a un decrecimiento en los valores de la presión.

Vale la pena destacar que existen dos puntos de interés significativo que merecen ser mencionados en relación a la atmósfera de Plutón. Por un lado, la misión ha logrado la



En esta imagen se amplía una región de gran interés, ubicada al sur del lóbulo oeste del “corazón” de Plutón. En el zoom se ve el Sputnik Planum en la parte norte y los montes Norgay en la zona sur. Se aprecian las montañas y la ausencia de cráteres a su alrededor, lo que sugiere que se trata de una región rejuvenecida. Hay evidencias de erosión en la superficie y las montañas dan indicios de actividad geológica asociada a una fuente de energía interna. La actividad geológica del pasado está asegurada, pero si la región en el entorno de las montañas está rejuvenecida, podríamos tener indicios de actividad geológica aún en el presente.

primera observación de la atmósfera de este planeta enano a altitudes mayores a los 270 km sobre su superficie. En efecto, el equipo de la misión ha develado que la atmósfera de Plutón es extremadamente extendida, y que alcanza distancias de hasta 1600 km por encima de su superficie. Por otra parte, la interacción entre el viento

solar y las capas superiores de la atmósfera de Plutón generan una cola extendida compuesta de nitrógeno ionizado. Una fracción del nitrógeno molecular que compone la atmósfera logra escapar al espacio, donde es ionizado debido a la radiación ultravioleta del Sol. Cuando esto sucede, los iones resultantes son arrastrados por el viento solar, y

generan una cola de nitrógeno ionizado alrededor del planeta enano. Plutón parece estar perdiendo nitrógeno molecular de su atmósfera a razón de 500 toneladas por hora. Dada esta tasa de remoción atmosférica, resulta lógico pensar en fuentes potenciales que renueven cuantitativamente el contenido de nitrógeno molecular de la at-

mósfera. Los científicos han sugerido que el nitrógeno removido de la superficie a través de impactos cometarios no sería suficiente para compensar la cantidad perdida en el espacio. El equipo de la misión sugiere que algún proceso geológico debería estar removiendo el nitrógeno desde el interior de Plutón hacia la atmósfera.

A partir de esto vale la pena preguntarse lo siguiente. ¿Existen evidencias sobre Plutón que nos sugieran la existencia de algún tipo de actividad geológica? Para responder esta pregunta, leamos un poco más.

Superficie activa

Las características más intrigantes develadas por *New Horizons* se encuentran en la región Tombaugh, bautizada con esta denominación en tributo a Clyde William Tombaugh, un astrónomo estadounidense,

descubridor de Plutón en 1930. Con su forma de corazón, la región Tombaugh ha develado diversas facetas nunca imaginadas previamente. En el lóbulo oeste del “corazón” que constituye la región Tombaugh se ubica una zona peculiar llamada *Sputnik Planum*. En esta región, *New Horizons* ha develado la existencia de hielos que fluyen sobre la superficie de Plutón de un modo similar a como lo hacen los glaciares sobre la Tierra.

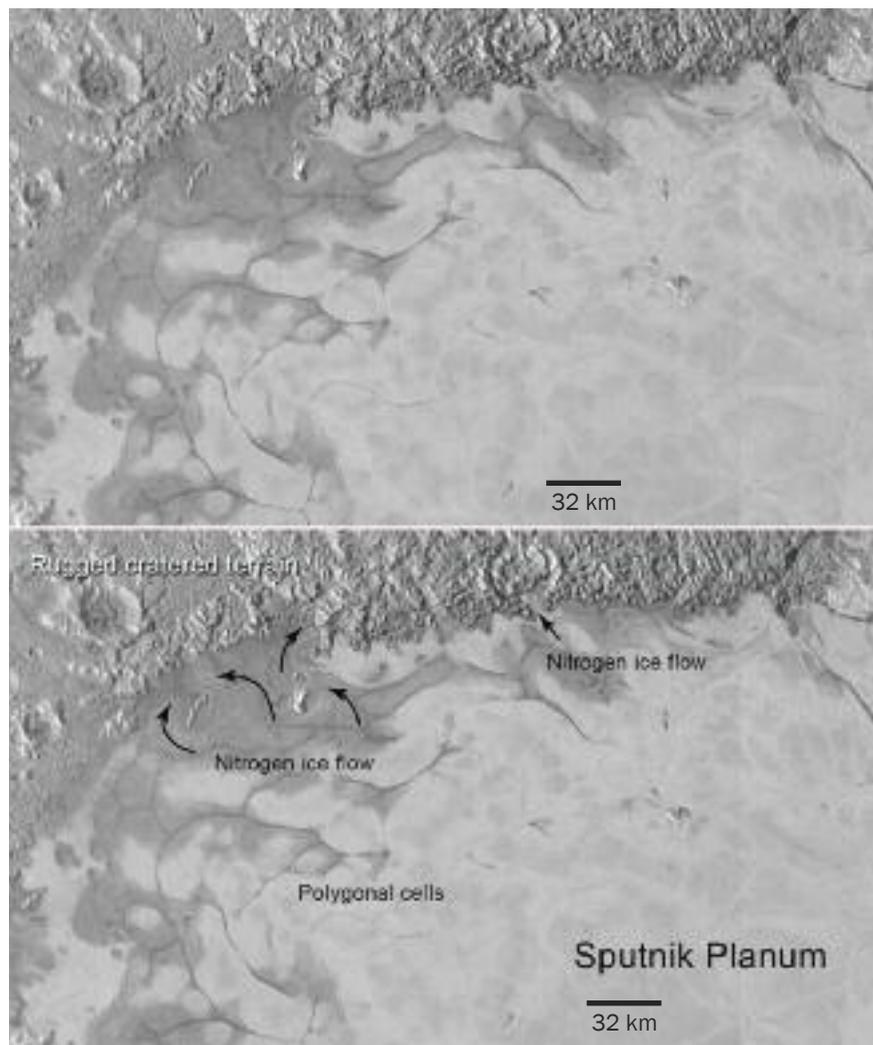
La temperatura en la superficie de Plutón es de aproximadamente 235 grados bajo cero. Los hielos pueden fluir en la superficie a tales temperaturas porque están compuestos fundamentalmente por nitrógeno, metano y monóxido de carbono. Los científicos consideran que ésta es la primera evidencia directa que sugiere que Plutón es un cuerpo geológicamente activo en superficie.

Otro rasgo de interés relevante observado

en la parte inferior de la región Tombaugh, es la existencia de montañas, probablemente hechas de hielo de agua, que se elevan hasta 3500 m sobre la superficie de Plutón. Los científicos sugieren que estas estructuras son jóvenes, que se han formado durante los últimos 100 millones de años. Más aún, los estudiosos proponen que estas montañas podrían continuar su proceso de formación hoy en día. El carácter joven atribuido a estas estructuras ha sido propuesto a partir de la ausencia de cráteres observada en la región.

Al igual que sobre el resto de la superficie de Plutón, esta región particular debió sufrir una evolución colisional significativa a lo largo de la historia del sistema solar, lo que condujo a una superficie densamente craterizada. En efecto, Plutón orbita alrededor del Sol inmerso en la región transneptuniana, una vasta población de cuerpos helados remanentes del proceso de formación planetaria. Estudios teóricos indican que la formación de estructuras de impacto sobre Plutón resulta ser un proceso natural y frecuente a lo largo de la historia del sistema solar. La ausencia de cráteres develada por la misión *New Horizons* en aquella región particular de Plutón nos lleva a pensar que algún proceso reciente ha erosionando estas estructuras, lo que conduce a un rejuvenecimiento de su superficie. Más aún, la presencia de montañas en esa región nos invita a pensar que dicha actividad podría estar relacionada con algún proceso geológico vinculado con alguna fuente de energía interna. Los científicos han propuesto que la presencia de potasio radiactivo en el núcleo de Plutón podría ser la fuente de calor interno que dé lugar a tales procesos. Sin embargo, aún hay más. Si esta fuente de energía está presente en el interior de Plutón, los científicos han sugerido que podría existir un océano de agua líquida por debajo de su superficie congelada.

New Horizons ha modificado paradigmas clásicos relacionados con Plutón. En efecto, esta misión espacial fue lanzada hacia la búsqueda de un Plutón viejo e inactivo, y hasta aquí ha encontrado un mundo con superficies rejuvenecidas con un potencial interés astrobiológico. Un cambio en los paradigmas clásicos resulta ser muy estimulante para aquellos que hacemos investigación. Desde su llegada a Plutón, la misión *New Horizons* nos desafía continuamente,



Aquí se observan indicios de la existencia de hielos de nitrógeno en la región Sputnik Planum, que fluyen en la superficie de Plutón de un modo similar a como lo hacen los glaciares sobre la Tierra.

llevándonos a rever nuestros modelos teóricos de formación y evolución planetaria. Es un hecho que Plutón no es lo que imaginábamos. Lo bueno es que *New Horizons* nos ha mostrado que es más interesante aún de lo que previamente se creía. ¿Encontraremos más sorpresas en este planeta enano? Seguramente. Mientras tanto, tengamos paciencia, espere-mos nuevos datos y, por sobre todo, sigamos estudiando.

¿Y Caronte?

Caronte es el más grande de los cinco satélites naturales observados alrededor de Plutón hasta la fecha, y cuenta con un diámetro estimado de 1212 km. Este satélite fue descubierto por el astrónomo estadounidense James Walter Christy el 22 de junio de 1978. La misión *New Horizons* ha permitido fortalecer nuestros conocimientos sobre diversas propiedades físicas y dinámicas asociadas a Caronte, mientras que, al mismo tiempo, ha puesto en evidencia una gran cantidad de características sorprendentes.

En términos generales, la misión ha mostrado que la superficie de Caronte no es lo que se preveía. En efecto, los científicos esperaban encontrar un mundo dominado y densamente cubierto de estructuras de impacto. Sin embargo, las primeras imágenes de alta resolución han permitido develar diversas estructuras ampliamente variadas. Por un lado, una de las características más intrigantes evidenciadas sobre la superficie de Caronte es la existencia de una montaña que se origina desde el fondo de una depresión.

Este rasgo peculiar ha dejado desconcertado al equipo científico de la misión. Por otro lado, observaciones realizadas sobre Caronte revelan la existencia de un cinturón de fracturas y cañones ubicado en una región al norte del ecuador del satélite. Este gran sistema de cañones se extiende a lo largo de 1600 km sobre la superficie, con una longitud cuatro veces mayor que aquella asociada al Gran Cañón del Colorado en Estados Unidos. Este tipo de estructuras sugiere que la corteza de Caronte presenta un elevado grado de fractura, indicadores de una fuerte actividad geológica en el pasado.

Por otra parte, y de modo similar a lo que sucede sobre la región Tombaugh de Plu-

tón, los científicos de la misión *New Horizons* se han sorprendido como consecuencia de la aparente ausencia de cráteres observada en ciertas regiones sobre la superficie de Caronte. Particularmente, el equipo de investigadores ha descubierto que la región ubicada al sur del gran sistema de cañones sobre Caronte, informalmente bautizada como *Vulcan Planum*, tiene menos cráteres grandes que la región ubicada al norte de dicha estructura. Este rasgo peculiar sugiere la existencia de procesos que han suavizado y rejuvenecido la superficie asociada a la región.

Un proceso que podría conducir al suavizado y rejuvenecimiento de ciertas regiones sobre la superficie de Caronte es una especie de actividad volcánica fría conocida como criovulcanismo. Los científicos han sugerido la posibilidad de que un océano de agua interno se haya congelado debajo de la superficie de este satélite, lo que llevó a un cambio natural en su volumen, y por ende, a una ruptura de su corteza. Este proceso podría permitir que el agua fluya hacia la superficie desde el interior de Caronte, conduciendo a un re-

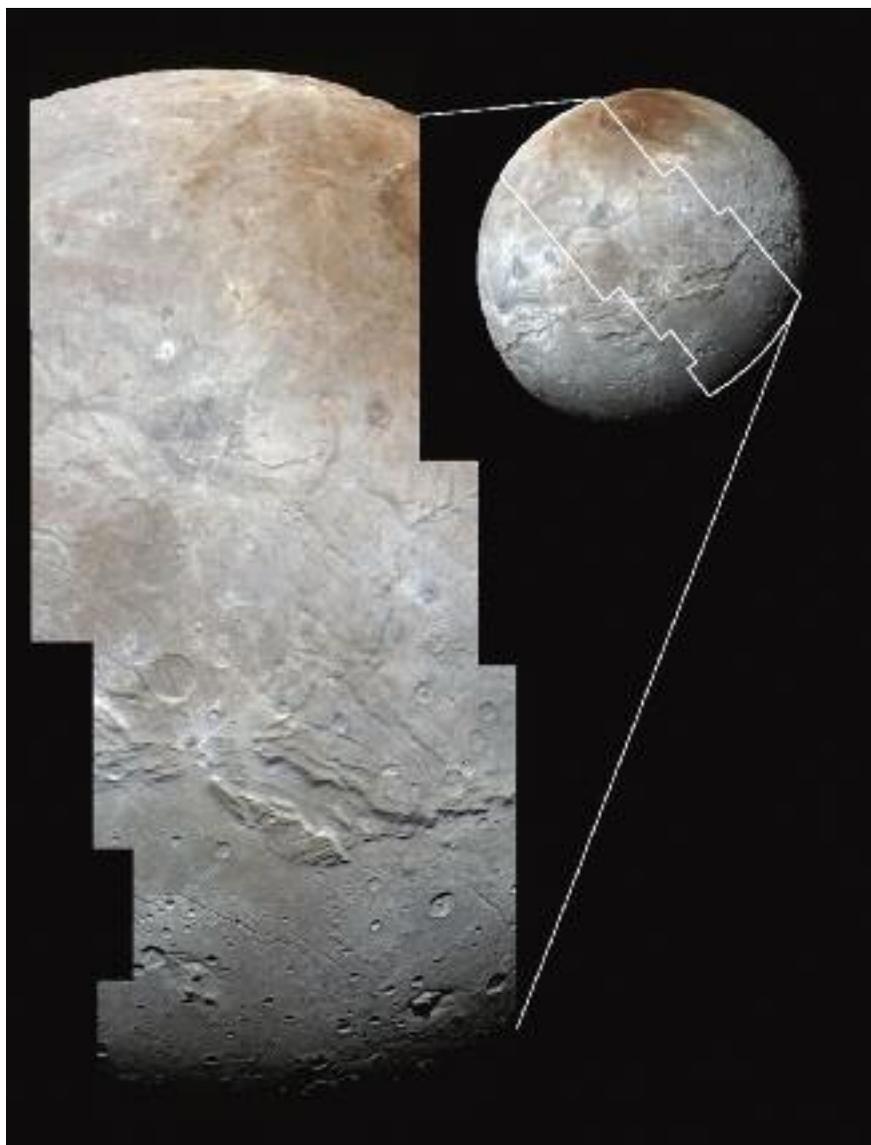
juvenecimiento de las regiones particulares donde tiene lugar esta actividad.

Otra característica enigmática observada sobre Caronte se ubica en las cercanías de su polo norte. Las imágenes obtenidas de la misión sugieren que esta región es un depósito de material oscuro enrojecido, razón por la cual ha sido informalmente bautizada como *Mordor* por la comunidad científica. El equipo de la misión especula con la idea de que dicho material esté constituido por moléculas pertenecientes a la atmósfera extendida de Plutón, las cuales están escapando al espacio de manera continua.

La misión *New Horizons* ha sugerido que, a diferencia de Plutón, cuya superficie está compuesta principalmente por hielos de nitrógeno, metano y monóxido de carbono, la superficie de Caronte se compone fundamentalmente de hielo de agua. Por otra parte, vale la pena mencionar también que *New Horizons* no ha detectado evidencias claras que sugieran la existencia de una atmósfera asociada a Caronte. Sin embargo, los científicos optan por remarcar que si este satélite natural llegara a tener una atmósfera,



La mejor imagen global de alta resolución hasta hoy de Caronte. Del centro hacia la derecha y en diagonal, se observa la cadena de fracturas y cañones de 1600 km de extensión. Además, se aprecia el polo norte enrojecido bautizado como Mordor.



Si se hace un zoom en los cañones de Caronte, se observa que inmediatamente al sur de estas estructuras hay menos cráteres grandes que en la región ubicada inmediatamente al norte.

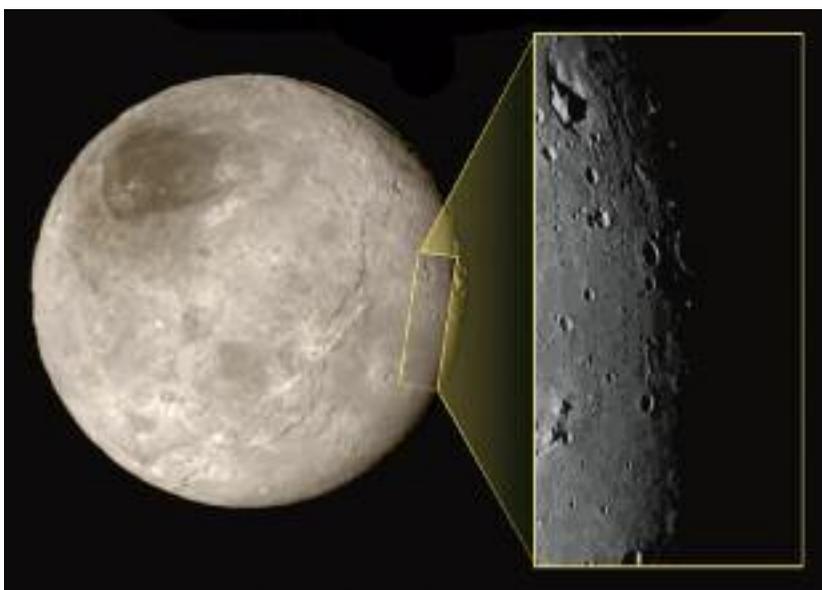
En este zoom, en la parte norte, se ve la montaña incrustada en la depresión. Una estructura increíble en la que parece que la montaña “nace desde abajo”, y aún se desconoce cómo se formó.

debería ser mucho menos densa que aquella asociada a Plutón.

Como se pudo apreciar en este breve informe, Caronte ha brindado un nivel de sorpresa comparable a aquel mostrado por Plutón. En efecto, Caronte también ha logrado desafiar muchos de los paradigmas preexistentes relacionados con aquellas propiedades que esperaríamos encontrar en objetos asociados a regiones tan distantes en nuestro sistema solar. Estos desafíos nos permiten conocer a Caronte como nunca antes, y a partir de esto, refinar nuestros modelos teóricos de formación y evolución planetaria.

Lo más interesante es que esta aventura del conocimiento recién está comenzando. Por lo pronto, dejemos que la misión *New Horizons* nos siga contando este cuento tan sorprendente. ■

El Autor: Gonzalo Carlos de Elía es Doctor en Astronomía, egresado de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata (FCAGLP-UNLP). Es Investigador Adjunto del CONICET y forma parte del Grupo de Ciencias Planetarias del Instituto de Astrofísica de La Plata (IALP). También se desempeña como Jefe de Trabajos Prácticos de la materia Astronomía Esférica en la FCAGLP-UNLP.



LAS IMÁGENES Y LOS DATOS MÁS IMPACTANTES DE LA MISIÓN

Plutón revelado

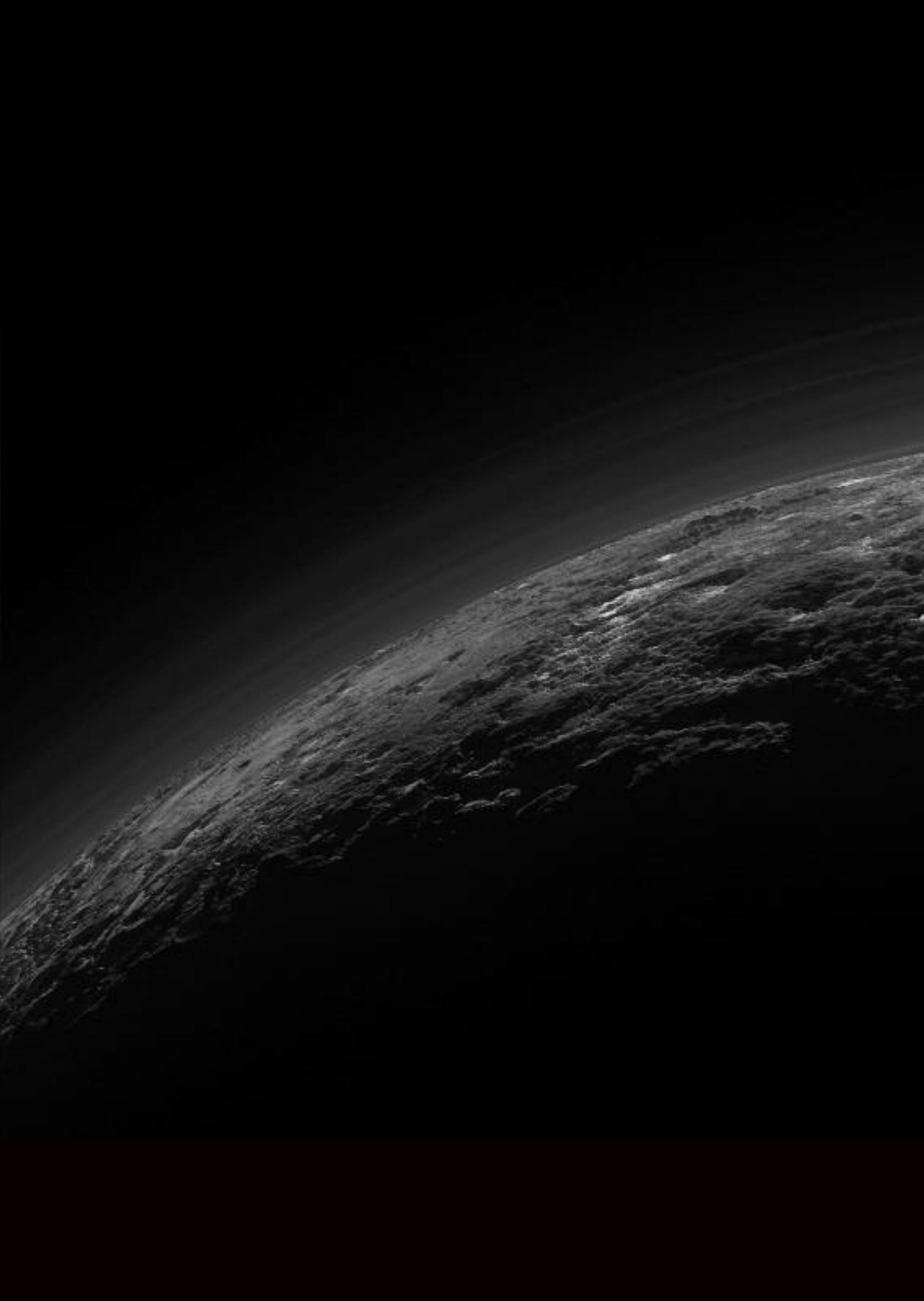
Por Mariano Ribas, Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei. Imágenes JPL/NASA.

La larguísima espera valió la pena. Tras casi una década de viaje interplanetario y miles de millones de kilómetros recorridos, el pasado 14 de julio la sonda *New Horizons* (NASA) sobrevoló por primera vez Plutón y su sistema de lunas. Fue un encuentro tan cercano como fugaz: la nave pasó a tan sólo 12 mil kilómetros del planeta enano a una velocidad de casi 50 mil km/hora. A continuación les presentamos una colección de imágenes y datos, especialmente elegida para esta edición de **Si Muove**. Celebremos, pues, esta hazaña de la ciencia. Un hito mayúsculo de la Era Espacial. Somos realmente afortunados: por primera vez en la historia le hemos visto la “cara” al más famoso de los planetas enanos.



Plutón da la cara

Aquí está. Así es: el 13 de julio, un día antes de su mayor acercamiento, la cámara LORRI (*Long Range Reconnaissance Imager*) de *New Horizons* tomó este impresionante plano global de Plutón. La imagen original (en blanco y negro) fue combinada con la información color aportada por el instrumento *Ralph*. Al momento de tomar esta foto, la sonda de la NASA estaba aún a 476 mil kilómetros del planeta enano. El rasgo dominante es el “corazón” de Plutón, una enorme llanura helada de unos 1600 km de diámetro, rodeada de los más oscuros y rocosos terrenos ecuatoriales.





Paisaje “aéreo”: una postal de otro mundo

“Esta imagen realmente te hace sentir que estás allí, en Plutón, explorando el paisaje por ti mismo”. Las palabras de Alan Stern, Investigador Principal de *New Horizons*, no pueden ser más precisas: esta impresionante panorámica, tomada el 14 de julio (y transmitida a la Tierra el 13 de septiembre), es una mirada oblicua a través de los paisajes de Plutón, con iluminación solar desde atrás. La escena abarca unos 1250 kilómetros. Montañas de hielo, glaciares y llanuras de nitrógeno helado. Y por encima, varias capas de brumas de nitrógeno atmosférico, que se extienden desde la superficie hasta unos 100 km de altura.



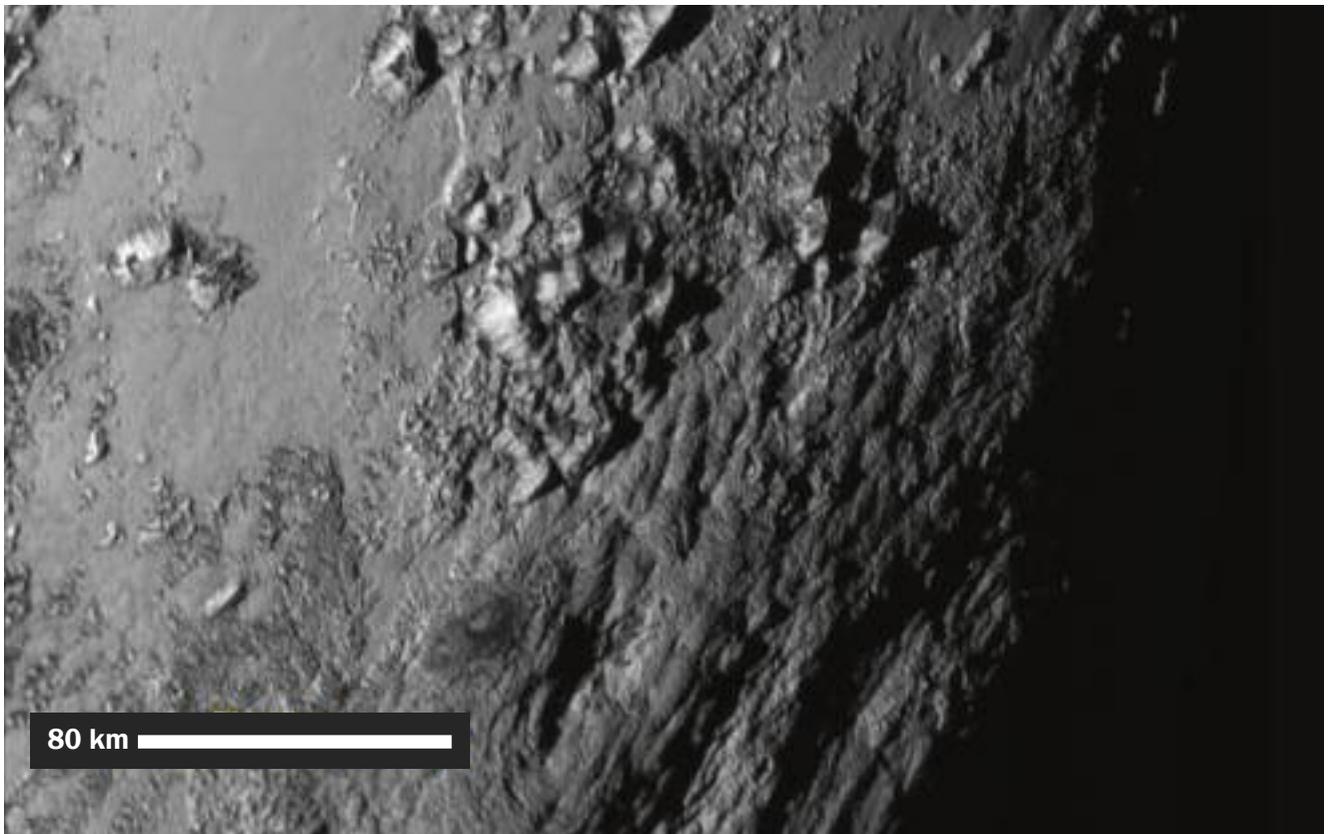
Una visión “sintética” de Plutón

Sobre la base de una serie de fotografías parciales de alta resolución (tomadas el 14 de julio a una distancia de 80 mil kilómetros), los científicos de *New Horizons* ensamblaron esta imagen semiglobal “sintética” que nos muestra a Plutón como si lo estuviésemos sobrevolando a sólo 1800 kilómetros de distancia, por encima de su región ecuatorial. Se destaca la llanura helada de *Sputnik Planum* y una zona oscura y cratereada, llamada *Cthulhu Regio*. “Plutón nos está mostrando una diversidad de paisajes y una complejidad de procesos que rivalizan con cualquier otra cosa que hayamos visto en el sistema solar”, decía, por entonces, el Dr. Alan Stern.



Nix e Hydra

Hasta hace apenas unas décadas, Nix e Hydra eran desconocidas. Y aún cuando fueron descubiertas por el Telescopio Espacial Hubble, en 2005, lucían como simples puntos de luz. Ahora, estos dos mundos diminutos también han sido revelados. La imagen de Nix fue tomada por el instrumento *Raph* a una distancia de 165.000 km, y nos muestra en color resaltado este pequeño cascote helado. El manchón rojizo podría ser un cráter. La foto de Hydra fue tomada a una distancia de 231.000 km y revela dos grandes cráteres. Hydra y Nix miden 55 x 40 y 42 x 36 km, respectivamente, y son los satélites más grandes de Plutón detrás de Caronte.



Las montañas de Plutón

Esta postal es sumamente especial, porque fue uno de los primerísimos “planos detalle” de Plutón transmitidos por *New Horizons*. La imagen fue tomada el mismo 14 de julio, apenas una hora y media antes de la máxima aproximación de la nave a Plutón (ocurrida a las 8:49:59 hora argentina), cuando estaba a una distancia de 77.000 km. Fue publicada al día siguiente en medio de una enorme expectativa. Aquí vemos una serie de montañas ubicadas muy cerca del ecuador, algunas de hasta 3500 metros de altura. Según los expertos, se trata de montañas muy “jóvenes”, de no más de 100 millones de años (el dato se desprende de la ausencia de cráteres en la región). Y no sólo “jóvenes”: estas torres geológicas están hechas de hielo de agua. Hielo que, dadas las bajísimas temperaturas de Plutón (unos -230°C) se comporta como la más dura de las rocas. Impresionante, se lo mire por donde se lo mire.



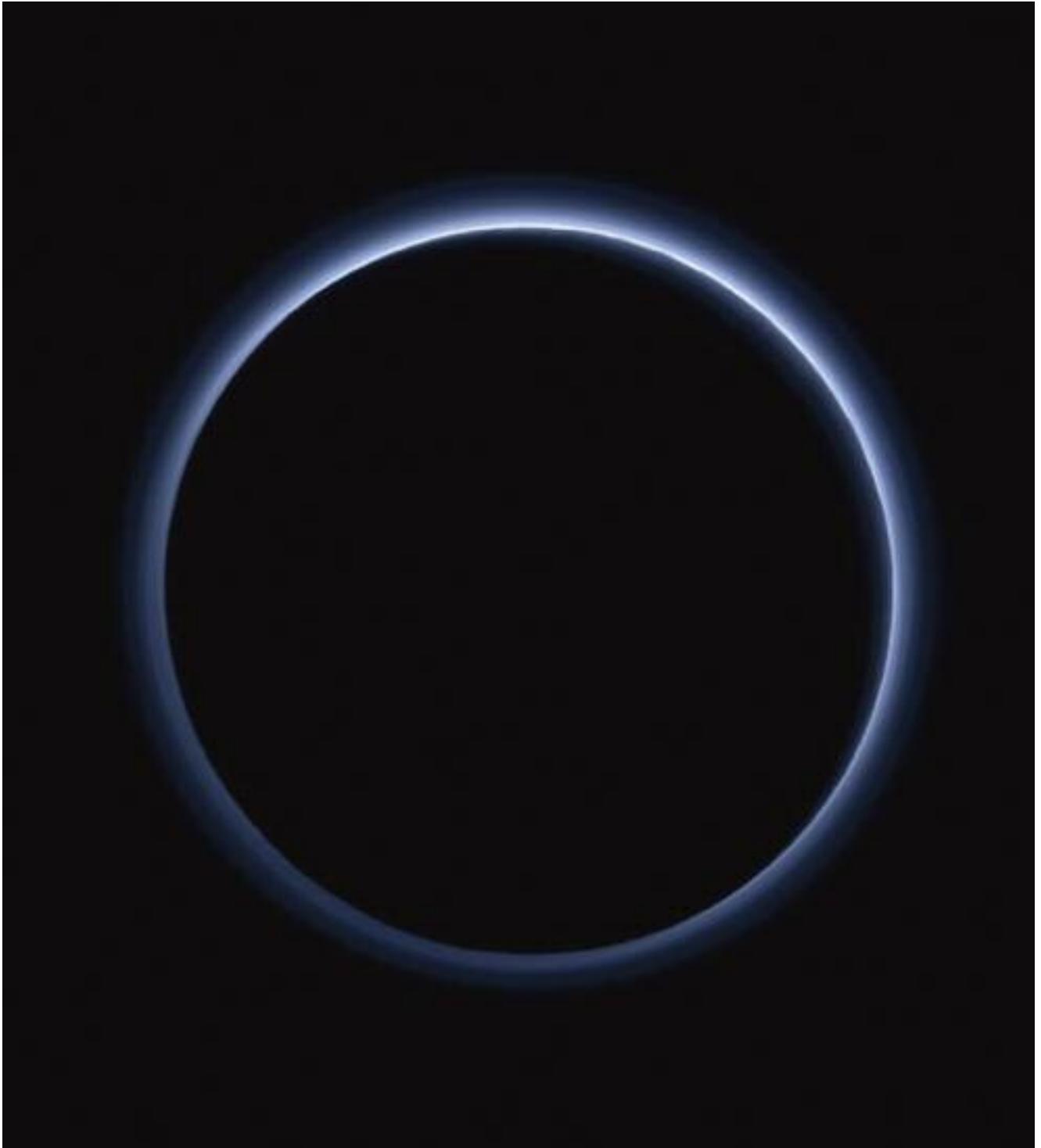
Foto de tapa

En la imagen de nuestra portada podemos ver a Caronte, el satélite principal de Plutón descubierto en 1978, en un impresionante primer plano. La otra imagen que aquí presentamos, tomada por el Telescopio Espacial Hubble en 2006, una de las mejores que existían de Plutón y su sistema de satélites hasta hace unos pocos meses, sirve para comparar qué es lo que conocíamos de estos cuerpos antes de la llegada de la sonda *New Horizons*.

Caronte, de lujo

Cuando Caronte, la gran luna de Plutón, fue descubierto en 1977, no era más que un “chichón” que asomaba a un costado de la pequeña y borrosa imagen fotográfica del planeta enano. Apenas una desprolijidad visual. Y ahora tenemos esta maravilla: la mejor imagen global y en colores de esta bola de roca y hielo de 1200 km de diámetro. El satélite resultó ser una sorpresa mayúscula: en lugar del cuerpo monótono y totalmente *cratereado* (como muchos científicos pensaban), resultó ser un mundo geológicamente muy complejo. Montañas, cañones, depresiones y terrenos tan caóticos como variados. En esta foto (tomada el 14 de julio y publicada el 1° de octubre), Caronte muestra la cara que siempre mira hacia Plutón. Entre los rasgos más curiosos está el impresionante sistema de cañones y fracturas de más de 1600 km de largo, ubicado justo al norte del ecuador. “*Parece que la corteza entera de Caronte se hubiese desgarrado*”, dice John Spencer, otro de los científicos de la misión. Pero eso no es todo: las llanuras ubicadas al sur del sistema de cañones (conocidas como *Vulcan Planum*) presentan pocos cráteres en relación al norte, lo que indica su “juventud” geológica. Los expertos piensan que esa suavidad, sumada a ciertas ondulaciones y desniveles, son signos de algún proceso de criovulcanismo y renovación superficial de gran escala. Una de las hipótesis más fuertes sugiere que Caronte tuvo un océano global de agua que se congeló hace miles de millones de años, y eso habría “hinchado” su volumen y desgarrado su corteza, dejando fluir lavas ricas en agua helada hacia la superficie.





Un fino velo azul

El 15 de julio, un día después de su máximo acercamiento, *New Horizons* miró “para atrás” y tomó esta imagen a contraluz que revela la finísima atmósfera del planeta enano. Este manto de gases está compuesto principalmente de nitrógeno, con algo de metano. La imagen es el resultado de la combinación de los instrumentos *Ralph* y *Multispectral Visible Imaging Camera (MVIC)*. El intenso color azul de la atmósfera se debe a la presencia de macromoléculas, resultantes de reacciones químicas iniciadas por la luz solar sobre el nitrógeno y el metano. Esas macromoléculas dispersan preferentemente la luz azul. Esta foto (publicada el 8 de octubre) es una combinación de imágenes en luz azul, roja e infrarroja, y muestra lo que vería el ojo humano. “¿Quién hubiera esperado encontrar un cielo azul en el Cinturón de Kuiper? Es algo maravilloso”, dice Stern.

UN RECORRIDO POR LA AGENDA DE 2015

Calendario Planetario

Por Marcela Lepera, Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.

Cuando la cercanía de fin de año comienza a evidenciarse con atardeceres tardíos y bullicio en nuestra Sala de espectáculos, repleta de alumnos felices ante la llegada de las deseadas vacaciones, no podemos evitar sentir esa característica sensación de fin de ciclo que nos lleva al casi obligado recuerdo de lo vivido durante los últimos meses. Miles fueron las funciones de divulgación astronómica, las recorridas por el museo, las observaciones por telescopios y los alumnos que asistieron a los cursos y charlas de Astronomía durante este año. Todas estas actividades son bien conocidas y muy valoradas por nuestro público. Nadie puede negar la gran convocatoria de estas propuestas que ya podríamos considerar clásicas. Pero la sorpresa puede ser grande al recorrer la agenda 2015 del Planetario y descubrir el resto de sus numerosas y diversas ofertas culturales. Los invitamos a transitar nuestro calendario 2015.

Enero, nuestro punto de partida

Los primeros días del año ya nos resultan lejanos, pero aún recordamos la alegría que

Gastón Ferreirós



Gabriel Bengochea durante su conferencia del 29 de octubre en el Planetario.



Andrea Antofosi

4 Beatband fue uno de los exitosos grupos tributo que se presentaron en el Planetario durante el ciclo Música bajo las Estrellas.

sentimos al haber visto la respuesta tan entusiasta del público que asistió a las funciones de *Cielo Porteño*, un espectáculo de producción propia y locución en vivo, capaz de rescatar la esencia de la labor de los Planetarios: brindar una visión detallada, actualizada e impactante del cielo, y en este caso, de los astros más destacados que se pueden observar desde Buenos Aires durante el verano. Sin dudas, fue un buen inicio.

En febrero recibimos la prestigiosa visita de Charles Bolden, Administrador de la NASA y ex astronauta (cuatro veces tripulante del transbordador espacial), quien presentó sus reflexiones sobre *Cómo ir y volver del espacio*, que dio inicio a una larga lista de encuentros en los que, bajo el formato de conferencias, logramos que el conocimiento científico trascienda el mundo académico y sea accesible a todas las personas. ¿Los temas? Variados: la luz, Plutón, los siempre convocantes agujeros negros... (Ver detalle en el apartado). No podemos dejar de manifestar nuestro agradecimiento a los reconocidos científicos y especialistas que presentaron estos encuentros, quienes contribuyeron de manera des-

interesada con nuestra tarea de divulgación científica.

En abril iniciamos la temporada de espectáculos para estudiantes y los cursos, y además, el Planetario fue sede del festival Bafici, con diez días a puro cine *full dome*. Las charlas TEDx con su innovador y ágil formato arribaron por primera vez al Planetario en el mes de mayo, y en junio, Daniel Golombek presentó en nuestra Sala su libro *El telescopio de las estrellas: El Hubble, los enormes observatorios y la astronomía del siglo XXI*.

El justo medio

Unos pocos días antes de las vacaciones de invierno, la nave Nuevos Horizontes, luego de nueve años de viaje, alcanzó su máximo acercamiento al planeta enano Plutón. En el Planetario celebramos este momento histórico conectándonos en vivo a través de *NASA Museum Alliance* y la Embajada de los Estados Unidos, frente a un numeroso público.

Tan sólo cuatro días después llegaron las vacaciones, y miles de familias disfrutaron de los shows astronómicos y artísticos progra-

mados para esta temporada. Para recibir más espectadores instalamos una gran carpa en el parque, en la que grandes y chicos pudieron participar de charlas de divulgación científica y realizar talleres temáticos de arte, circo y otras disciplinas, para aprender Astronomía de una manera diferente.

En ese mes de emociones intensas, *Una de Piratas*, nuestra primera producción digital animada para público infantil, llegó más lejos de lo que imaginábamos: se estrenó en el Planetario de la ciudad de Malargüe, Mendoza. El equipo de relatores de esa institución (responsables de la presentación y locución del show) fue entrenado por personal de nuestro Planetario que viajó hasta allí para dar una capacitación.

Con el firme objetivo de transmitir nuestra experiencia profesional, también colaboramos con el Centro de Experimentación e Investigación en Artes Electrónicas de la Universidad Nacional de Tres de Febrero, la Universidad Tecnológica Nacional y el Cultural San Martín, en la realización del primer *Taller de producción audiovisual Full dome - UVM 2015/2016, Música Visual: Experimentación, Investigación y Creación en Buenos Aires, Argentina*.

También participamos en la sexta edición del EJA, *Encuentros de Jóvenes Astrónomos*, organizado por el Grupo Astronómico OSIRIS con el respaldo de la Universidad Nacional de Río Negro y el Instituto de Formación Docente Continua, de El Bolsón. Estos emprendimientos e intercambios con otras prestigiosas instituciones nos enriquecen y dan una nueva dimensión a nuestro trabajo divulgador.

Agosto con aroma a café

Al cumplirse un año de su muerte, le rendimos homenaje a Leonardo Moledo, quien fue director del Planetario entre 2000 y 2007. Su gestión dio origen e impulso a una gran cantidad de propuestas, programas y actividades, muchos de los cuales perduraron, se desarrollaron y profundizaron a través del tiempo. Uno de los más resonantes fue el recordado *Café Científico*. El 28 de agosto el Planetario relanzó esta actividad en la que los expertos le cuentan al público, café de por medio, las novedades y curiosidades de sus áreas de investigación. La propuesta se desarrolló, además, en diferentes *Bares Notables de la Ciudad de Buenos Aires*, lo que sumó un atractivo cultural

a cada encuentro.

Ya en primavera llegó la fecha más destacada de esta agenda: 27 de septiembre, la noche en la que el eclipse total de Luna fascinó a más de quince mil personas que eligieron el Planetario como lugar ideal para compartir este evento astronómico. La serena multitud observó a través de nuestros telescopios, disfrutó de claras explicaciones y de muy buena música.

Y si de música hablamos...

No podemos dejar de mencionar los Tributos a los Beatles y a *Pink Floyd* interpretados por *The 4Beatleband* y el grupo *Ecos* respectivamente y los conciertos de Tango con artistas de la talla de **Guillermo Fernández, Pablo Agri, Nicolás Ledesma** y el grupo *Tanghetto*. Estas presentaciones de nuestro ciclo **Música bajo las estrellas** se interpretaron en vivo bajo el imponente cielo estrellado del Planetario, deslumbraron con sus proyecciones full dome -es decir imágenes creadas para ser exhibidas a cúpula completa con un sistema inmersivo único en nuestra ciudad de Buenos Aires y causaron... ¡FUROR! No faltaron en el museo exposiciones interactivas, muestras de pintura, astrofotografías, obras y performances de grandes artistas.

Última estación

Llegando a fin de año, *Noviembre Electrónico* dijo presente en nuestra Sala con conciertos y presentaciones audiovisuales. Para diciem-



Claudio Creta

El administrador de la NASA, Charles Bolden, se presentó en el Planetario para contar sus experiencias como astronauta.

bre programamos las últimas conferencias, un ciclo de charlas astronómicas y un cierre de fiesta con la **Noche de las estrellas**.

Y luego el merecido mantenimiento técnico anual de nuestros equipos de proyección, verdaderos pilares que sostienen nuestra nutrida agenda de actividades.

Estamos cerrando nuestro calendario, descansaremos tan sólo unos días y en enero... ¡Volver a empezar! ■

CONFERENCIAS 2015

- 04/12 Una nueva era espacial Dr. Diego Bagú.
- 29/10 Big Bang: una mirada a cómo pensamos que funciona el universo. Dr. Gabriel R. Bengochea.
- 10/9 Las huellas de la luz. Dr. Fausto Osvaldo Bredice.
- 27/8 Viaje hacia Plutón: una aventura interplanetaria. Dr. Gonzalo Carlos de Elía.
- 18/8 Las imágenes del universo. Clase magistral. Dr. Marcelo Levinas.
- 02/7 Los cuerpos menores y el origen del sistema solar. Dr. Mario Melita.
- 28/5 Agujeros negros: las luces y las sombras. Dr. Ernesto Eiroa.
- 30/4 ¿Qué nos cuenta la luz de las estrellas? Dra. Andrea Buchino.

Eclipse en el Planetario de Buenos Aires

Durante la noche del domingo 27 al lunes 28 de septiembre, una verdadera multitud (más de 15 mil personas) se reunió en el parque que rodea al Planetario para observar el fenómeno a simple vista, con varios telescopios en la explanada de nuestra institución, pantalla gigante y música. A las 21:11 del domingo la Luna ingresó en la penumbra, la parte externa de la sombra terrestre. Ése fue, técnicamente, el comienzo del eclipse. Sin embargo, no fue posible notar prácticamente nada interesante hasta las 22:07. Ubicada a casi 40° de altura sobre el horizonte del noreste, la Luna ingresó en la umbra, la parte central del cono de sombra terrestre. Minuto a minuto, la redondeada sombra de la Tierra fue cubriendo el disco lunar con un “mordisco” oscuro cada vez más grande. La primera mitad del evento se observa en la secuencia fotográfica de esta misma página.

Mariana Roig



Mariana Roig



Carlos Di Nallo



Totalidad

A las 23:11, ubicada a casi 50° sobre el horizonte noreste, la Luna quedó completamente sumergida en la umbra terrestre. Fue el inicio de la totalidad del eclipse, su fase central y más espectacular, que alcanzó su máxima profundidad hacia las 23:47. Como en todos los eclipses lunares, la capa más baja y densa de la atmósfera terrestre refracta algo de luz solar hacia el interior del cono de sombra. Es justamente esa débil luz la que salva a la Luna de lo que, de otro modo, sería una oscuridad absoluta. Como la mayor parte de esa luz refractada corresponde a las longitudes de onda del rojo y el naranja, durante la totalidad la Luna se “tiñe” de bonitos tonos rojizos y anaranjados. En esta oportunidad, la totalidad del eclipse fue especialmente larga: 1 hora y 12 minutos, y finalizó a las 00:23 del lunes 28.



Mariano Ribas

Una panorámica de la cúpula de nuestro Planetario durante la totalidad del eclipse.



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



Final

Luego de la totalidad, el resto del eclipse fue como ver la película al revés: minuto a minuto, la luz solar fue ganando nuevamente el disco lunar. La parte más interesante del fenómeno duró más de 3 horas. La Luna salió de la umbra a la 1:27 del lunes 28 y, luego, sólo quedó algo más de una hora de la etapa penumbral final, que prácticamente se considera irrelevante. Las amenazantes nubes que cubrieron parte del cielo, por suerte, no alcanzaron a tapar la Luna, al menos, desde nuestra ubicación; y sobre todo, en los últimos momentos del eclipse agregaron este curioso halo multicolor. El próximo eclipse de Luna visible por completo desde nuestro país será recién el 20 de enero de 2019, mientras que del eclipse del 27 de julio del año anterior veremos apenas su finalización.



**Conjunción Venus-Júpiter desde Bariloche.
30 de junio de 2015.**



Guillermo Abramson

**Conjunción Venus-Júpiter desde el Planetario de la Ciudad de Buenos Aires.
30 de junio de 2015.**

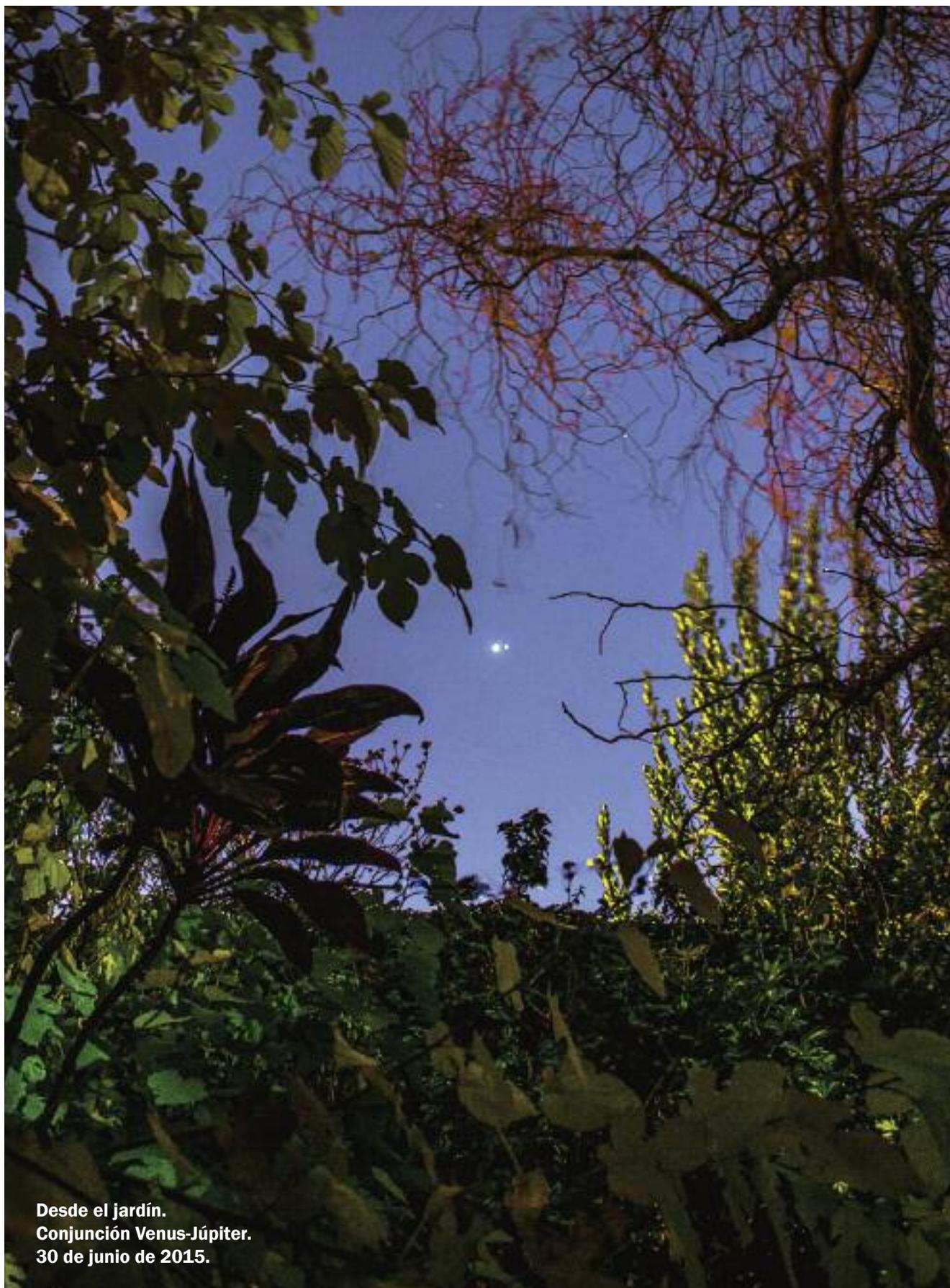


Mariano Ribas

Esta curiosa imagen muestra uno de los paisajes más notables del año, la conjunción entre Venus (abajo) y Júpiter, más la Luna, que apareció hacia la misma dirección en el cielo el 20 de junio. Fue realizada a orillas del río Luján, en San Fernando. En primer plano, se ve un plátano que sufrió la mutilación por parte de algún jardinero que no debe tener mucha idea de cómo podar un árbol.

Andrea Anfossi





**Desde el jardín.
Conjunción Venus-Júpiter.
30 de junio de 2015.**



La conjunción Venus-Júpiter observada a través de un telescopio de 80 mm. Se veían los dos planetas en el mismo campo del ocular.



Venus-Júpiter y su reflejo en la Laguna del Indio Muerto, en Saladillo, provincia de Buenos Aires, el 20 de julio.



El Área de Divulgación Científica del Planetario de Buenos Aires participó del 6to. Encuentro de Jóvenes Astrónomos, que se desarrolló entre el 10 y el 12 de octubre en la ciudad de Las Grutas, Río Negro.

La actividad fue organizada por el *Grupo Astronómico Osiris*, un conjunto de docentes de El Bolsón y Bariloche que, desde hace 10 años, es precursor en la formación astronómica de niños y adolescentes. Participaron unos 400 alumnos y docentes, 290 de ellos rionegrinos de El Bolsón, Bariloche, General Roca, San Antonio Oeste y Las Grutas; y el resto de Puerto Madryn, Río Gallegos, Malargüe y diferentes localidades de la provincia de Buenos Aires.

Los Encuentros de Jóvenes Astrónomos (EJA) son congre-

sos dirigidos a chicos y adolescentes interesados en la Astronomía, en un marco lúdico y de educación no formal que posibilita el intercambio entre pares de distintas localidades y que estimula el interés de los participantes. Se llevaron a cabo más de 70 actividades: charlas de astrónomos profesionales y aficionados, talleres (origen del universo, últimos descubrimientos, fenómenos cotidianos, uso del telescopio, utilización de programas informáticos, astronáutica, etc.), talleres para docentes relacionados con la enseñanza de la Astronomía en las escuelas, actividades de observación del cielo en las Salinas del Gualicho (a 100 km de Las Grutas), funciones a cargo del Planetario Digital Móvil de Cipolletti y un taller de diseño y lanzamiento de cohetes de agua.

Mariana Roig



Ciclo de Café Científico

Después de muchos años, nuestro Planetario ha retomado la propuesta de divulgación del “Café Científico”, donde los expertos le cuentan al público, de modo llano, coloquial y, café y medialunas de por medio, las novedades y curiosidades de sus áreas de investigación. Este recordado ciclo, fundado por Leonardo Moledo, había alcanzado pleno auge entre 2001 y 2004, y vuelve con nuevos temas y nuevos especialistas invitados. A esta propuesta se le suma el atractivo de recorrer, una vez por mes, los “Bares Notables de la Ciudad de Buenos Aires”, los típicos cafés porteños.

El tema de apertura fue “El Hombre Sí llegó a la Luna, evidencias y hechos que desarticulan la falacia del fraude lunar”. El expositor fue Diego Córdova, licenciado en periodismo y comunicación, reconocido experto en astronáutica e historia de la Era Espacial, y la presentación se llevó a cabo en el café El Gato Negro (Av. Corrientes 1669).

La segunda presentación se desarrolló en el Bar La Ideal (Suipacha 384) y estuvo a cargo de Maximiliano Rocca, investigador argentino que trabaja para *The Planetary Society*, de Pasadena, Estados Unidos, y colabora con el Centro Austral de Investigaciones Científicas / CONICET. La temática fue “Cráteres de impacto en la Argentina. La amenaza del cielo y las huellas de antiguas colisiones”.

Por último, cerramos este año en el mismo Bar La Ideal con Alejandro Agostinelli, escritor, periodista, guionista y productor de televisión, quien nos habló acerca de “Ovnis: mito y realidad” y la desmitificación de las historias más populares acerca de los supuestos encuentros del más allá.

Mariana Roig



CRÁTERES DE IMPACTO EN TERRITORIO ARGENTINO

La búsqueda recién comienza

Por Maximiliano C. L. Rocca, The Planetary Society, Pasadena (EE.UU.).
maxrocca2010@gmail.com

Daniel Acevedo



Bajada del Diablo, en la provincia del Chubut, podría ser una zona de impactos de un asteroide fragmentado.

En el sistema solar existen objetos menores que pueden chocar con nuestro planeta. Este tipo de eventos ha ocurrido muchas veces en el pasado geológico, y podría volver a ocurrir en el futuro. Ya se han catalogado unas 200 estructuras y cráteres de impacto sobre la Tierra, con diámetros que van desde unas decenas de metros hasta cientos de kilómetros. Aquí analizamos los sitios de impacto más destacados reportados en nuestro territorio, algunos de los cuales son dudosos y requieren mayores investigaciones.

Los planetas giran alrededor del Sol en órbitas apenas elípticas, casi circulares, por lo que sus distancias al Sol varían muy poco a lo largo de un período de traslación. Los objetos cercanos a la Tierra —asteroides y cometas— (llamados NEOs por su sigla en inglés: *Near Earth Objects*) giran en órbitas muy elípticas y, como consecuencia, sus distancias al Sol cambian mucho en

cada período de traslación. Es por eso que, frecuentemente, los NEOs se cruzan con la órbita de la Tierra; y si lo hacen en un punto exacto de coincidencia, pueden chocar con nuestro planeta y formar un cráter de impacto.

Los NEOs pueden chocar con la Tierra. De hecho, este tipo de eventos ha ocurrido muchas veces en el pasado geológico, y volverá a ocurrir en el futuro. Imagine usted

una montaña de roca o metal de 10 cuerdas (1 km) cayendo del cielo a 20 kilómetros por segundo (más de 70.000 km por hora). Parece fantasía pura. Sin embargo, es real y se trata de un proceso raro (en la escala de una vida humana), pero activo y capaz de liberar cantidades colosales de energía. Un impacto de un NEO es **miles de veces más fuerte** que el peor terremoto o la mayor erupción volcánica posible. La

razón es la tremenda energía cinética¹ que el asteroide descarga al chocar contra la superficie terrestre.

En promedio, un asteroide de 500 metros de diámetro que se mueve a 20 km por segundo liberará, al impactar, unos 25.000 megatones de energía (1 megatón es la energía liberada por la explosión de un millón de toneladas de TNT). Sí, así es: liberará veinticinco mil megatones de TNT y abrirá un cráter de 10 km de diámetro. Para dar una idea, una bomba termonuclear de hidrógeno libera al detonar unos 10 megatones de energía.

La diferencia entre los impactos y otros procesos terrestres está en la velocidad con la que se libera la energía. En un impacto, la energía se libera virtualmente en forma instantánea. Al chocar, la energía cinética del asteroide se transforma en la llamada **onda de shock o compresión**. Ella consiste en un pico de altísima presión (desde 100.000 hasta 5 millones de veces la presión atmosférica normal) que se propaga velozmente, a varios kilómetros por segundo, a partir del punto de impacto. Tanto el suelo terrestre como el asteroide que chocó sufren sus efectos. A medida que la onda de shock se propaga va perdiendo fuerza con la distancia, pero enormes volúmenes de roca son astillados, deformados, triturados, fundidos, proyectados hacia el cielo y vaporizados en sólo unos segundos. Las temperaturas en la zona de impacto pueden alcanzar los miles de grados centígrados.

Curiosamente, del asteroide que chocó no sobrevive nada. Toda su masa se transforma en vapor como consecuencia de los efectos del paso de la onda de shock que lo castiga. A consecuencia del impacto se forma una cicatriz en la superficie terrestre con forma de cuenco circular, llamada **cráter o estructura de impacto**. En prome-

dio, un asteroide abre un cráter cuyo diámetro es igual a 20 veces su propio diámetro.

Ya se han catalogado unas 200 estructuras y cráteres de impacto sobre la Tierra que tienen desde unas decenas de metros hasta cientos de kilómetros de diámetro. Se clasifican en:

A- Cráteres simples: hoyos circulares con forma de taza de no más de 5 km de diámetro. Se caracterizan por mostrar un borde sobreelevado con respecto al nivel de suelo circundante.

B- Estructuras complejas: pueden ser de 3 clases; 1) de pico central; 2) de anillo central; y 3) cuencas multi-anillo. Pueden tener desde unos 4 km hasta 500 km de diámetro. Las mayores son llamadas cuencas multi-anillo, y tienen el tamaño de países enteros. Se las define como grandes estructuras geológicas circulares que muestran una alternancia de anillos elevados concéntricos y valles hundidos delimitados por fallas geológicas.

Búsqueda de nuevos cráteres de impacto en la Argentina

Las investigaciones sobre cráteres de impacto, como asimismo los estudios de meteoritos, han sido poco abordadas por los geólogos argentinos, y en ocasiones quedan fuera de la consideración científica. Sin embargo, hay fuertes evidencias de que muchos nuevos cráteres de impacto podrían haber sido confundidos con otras geoformas o, simplemente, ignorados.

El reconocimiento de probables cráteres de impacto a través de fotografías aéreas e imágenes satelitales se está llevando a cabo meticulosamente desde 2002. Aún falta constatar esas observaciones en el campo, y hallar evidencias de metamorfismo de shock que demuestren fehacientemente la existencia de estas estructuras, que no por

extraordinarias son menos raras de lo que comúnmente se cree. Constituyen un proceso habitual de la geología planetaria de nuestro sistema solar.

No todas las formas circulares dibujadas sobre la faz de la Tierra son sitios de impacto, pero no es menos cierto que algunas de estas estructuras han sido descritas erróneamente como calderas o cráteres volcánicos, y/o mapeadas como paisajes cársticos, sumideros, dolinas², maeres o bajos sin salida.

La clave para reconocer un auténtico cráter de impacto de meteorito gigante a partir de imágenes satelitales o fotos aéreas es ver si la depresión tiene un borde sobreelevado con respecto al nivel del suelo circundante. Si hay un borde sobreelevado, entonces, el cráter se formó sin dudas por una explosión violenta que salpicó de bloques de roca todo alrededor. Y sólo dos tipos de cráteres se forman por explosión: 1) cráteres de impactos; 2) cráteres volcánicos de explosión, conocidos como maeres o explosiones freatomagmáticas. Sólo la geología del entorno local y estudios de campo los pueden luego distinguir.

Sitios de impacto de meteoritos gigantes en la Argentina, 2015:

Los sitios de impacto de NEOs más destacados reportados para el territorio argentino hasta el presente son los siguientes:

I) Campo del Cielo, Región Nordeste (27° 30' Lat S; 61° 42' Long O).

Representa uno de los más grandes campos de dispersión de meteoritos conocidos en el mundo. Se ubica entre las provincias del Chaco y Santiago del Estero, en dirección SO-NE en un área de unos 1350 km². El impacto habría ocurrido hace unos 4000 años y aunque algunos fragmentos fueron descubiertos en tiempos de la colonización española, pasaron muchos años hasta que se aceptara que los cráteres habían sido producidos por el choque de estos cuerpos extraterrestres, ya que se creía que eran sólo meras excavaciones de los aborígenes o los colonizadores.

El objeto que produjo los impactos provino de un asteroide tipo Apolo³. Su diámetro pre-atmosférico (antes de ingresar a la atmósfera terrestre) ha sido estimado en unos 6 metros, y su masa en unas 840 toneladas. Recorría una órbita alrededor del



Algunos de los meteoritos de Campo del Cielo están exhibidos en el Planetario. Se trata de restos de un asteroide tipo Apolo, caído en un único evento ocurrido hace 4000 años entre Chaco y Santiago del Estero. Antes de ingresar a la atmósfera terrestre medía 6 metros y pesaba más de 800 toneladas.

NASA



Río Cuarto, provincia de Córdoba.

Sol, calculada hace algunos años, y habría llegado desde el sudoeste y entrado a la atmósfera terrestre en un ángulo de unos 9° . Como consecuencia de ello el asteroide se rompió en innumerables trozos, algunos de los cuales, al chocar contra la superficie de sedimentos cuaternarios, produjeron unas decenas de cráteres de explosión, de penetración y de impacto y rebote.

El objeto, una octaedrita tipo IAB⁴ (97% Fe, 3% Ni), fragmentado en miles de pedazos, constituye, en cuanto a su masa total, el de mayor peso registrado en la Argentina. Sólo en el cráter “La Perdida” fueron recobrados numerosos fragmentos con un peso total de 5200 kilogramos. Uno de ellos está hoy en la puerta del Planetario. El más grande, conocido como “Chaco”, corresponde a un siderito⁴ que pesa 37,4 toneladas. Fue hallado en 1980 dentro del cráter “Gómez”, de 25 m, y está entre los tres más grandes recuperados en la Tierra. El cráter de impacto mayor, llamado “Laguna negra”, tiene un diámetro de 115 metros.

II) Río Cuarto, provincia de Córdoba (32° 52' Lat S; 64° 14' Long O).

Éste es un tipo especial de estructuras oblongas. Su origen a través de un impacto meteorítico se encuentra hoy muy discutido, ya que pueden constituir meras cuencas de deflación eólicas, es decir, depresiones en dunas de arena causadas por la eliminación de sedimentos por el viento.

La zona muestra desde el aire algunas curiosas estructuras paralelas con forma oval, de unos pocos kilómetros de largo por otros menos de ancho, alineadas en dirección NE-SO a lo largo de unos 30 kiló-

metros. La exploración de campo reveló la presencia de materiales fundidos por el calor y dos fragmentos de un meteorito condríctico (no metálico), uno de ellos cubierto por materia vítrea.

Las depresiones ovales investigadas han sido recreadas en el laboratorio. Se hizo colisionar un proyectil con bajo ángulo de incidencia contra un objetivo, lo que permitió formular una hipótesis según la cual un asteroide de alrededor de 200 metros de diámetro entró en la atmósfera terrestre con un ángulo muy bajo, y se fragmentó en numerosas piezas al impactar.

Sin embargo, esto parece muy dudoso. Más de cuatrocientas nuevas estructuras similares y orientadas en la misma dirección han sido recientemente reportadas en la misma área por otros científicos argentinos y británicos, quienes prefieren atribuirlos a la erosión eólica.

Se trataría, según dichos autores, de meras cuencas de deflación con bordes de dunas de polvo creadas por los fuertes vientos locales. La situación es confusa y sólo futuras investigaciones echarán luz sobre el asunto.

III) Las “escorias” vidriosas de las barrancas de la costa atlántica bonaerense.

Aunque sólo ha sido hallada una estructura de impacto en territorio bonaerense (cráter de La Dulce), hay fuertes evidencias de varios impactos más, a juzgar por el hallazgo de material vítreo, materiales fundidos por el calor del impacto y alojados en depósitos de arcillas en los acantilados litorales. Dicho vidrio ha sido denominado localmente como “escorias” (vidrio espumoso de color verde amarillo-

nado) y “tierras cocidas” (rocas rojas con aspecto de ladrillo).

Se ha datado el material vítreo y se infieren al menos cuatro eventos de impacto:

1. Centinela del Mar, cerca de Necochea. Nivel A: edad 0,23 millones de años (Ma.); Nivel B: edad 0,44 Ma.
2. Chapadmalal, cerca de Mar del Plata: edad 3,30 Ma.
3. Parajes próximos a la ciudad de Bahía Blanca: edad 5,33 Ma.
4. Localidades cercanas a la laguna de Chasicó: edad 9,23 Ma.

Cráter de La Dulce, provincia de Buenos Aires (38° 12' Lat S; 59° 12' Long O).

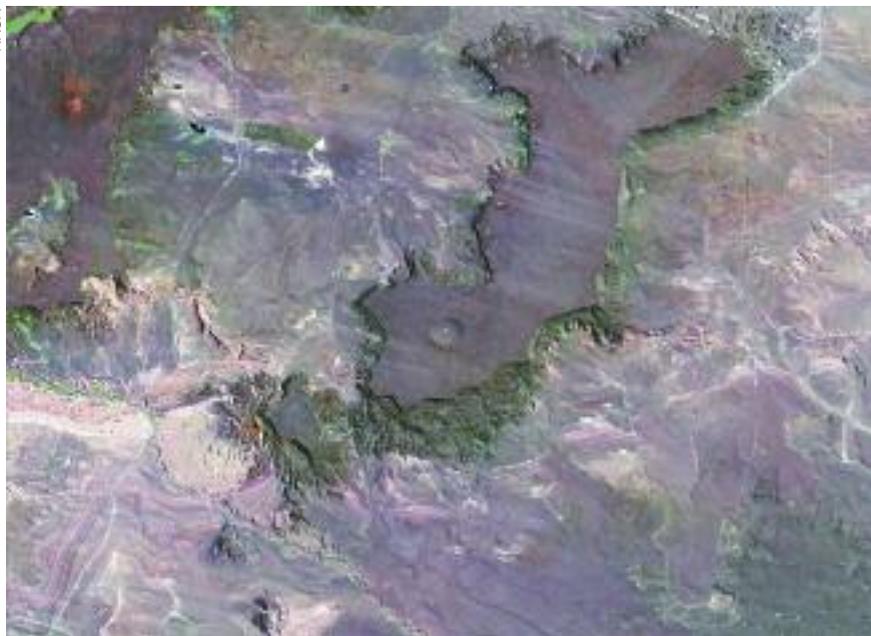
Se trata sin duda de un cráter de impacto con 2,8 kilómetros de diámetro con borde sobreelevado entre 25 y 40 metros con respecto al nivel normal del suelo local. Su edad está calculada por radioisótopos en 445 mil años. Se lo vincula con la capa de “escorias” vidriosas de la misma edad que aparecen esparcidas por la zona de Necochea.



Escoria de Chapadmalal.

José Pérez

NASA



Cráter de la meseta de la Barda Negra, provincia del Neuquén.

IV) Meseta de la Barda Negra, provincia del Neuquén (39° 10' Lat S; 69° 53' Long O).

Éste es un cráter aislado de 1,5 km de diámetro alojado en medio de una meseta basáltica, cuyo reconocimiento fue efectuado a través de la inspección de imágenes satelitales. Su edad es menor a 10 millones de años. Una reciente visita geológica ha dado resultados confusos. Por un lado, podría ser realmente un cráter de impacto viejo y ero-

sionado, y por el otro, podría ser un cráter volcánico de explosión. Sólo nuevas investigaciones resolverán el origen de esta depresión.

V) Bajada del Diablo, provincia del Chubut (42° 45' Lat S; 67° 30' Long O).

Éste es un sitio extraordinario. Numerosos cráteres de impacto han sido reportados en un área ubicada entre las localidades de Telsen y Gan-Gan. A través de las fotografías aéreas disponibles pueden

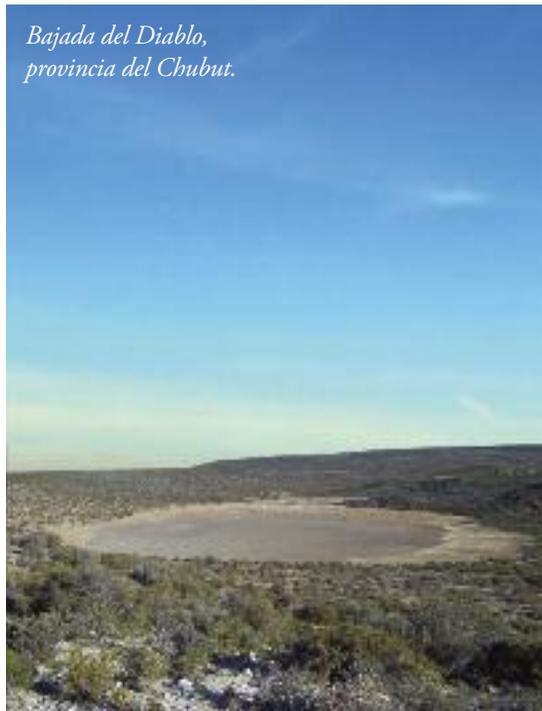
reconocerse casi 200 posibles cráteres simples en un área de dispersión de 35 x 17 kilómetros. El cráter mayor tiene un diámetro de 400 metros, y hay decenas de entre 400 y 200 metros de diámetro. Muchos muestran evidencias de tener bordes elevados. Los cráteres están localizados principalmente sobre depósitos sedimentarios fluviales, y la edad del evento de impacto ha sido

estimada entre 700 mil y 130 mil años. El evento de impacto se habría producido con anterioridad a la actividad fluvial reciente, por lo que sólo una parte, todavía numerosa, habría sobrevivido a la erosión actuante. La cantidad original de cráteres de impacto al momento de su formación se estima en 500. Este caso podría tomarse, a primera vista, como un ejemplo de lluvia de meteoritos, si no fuera porque no hay evidencia alguna de la típica elipse de dispersión. Todo lo contrario; la distribución es azarosa en cuanto a tamaño y ubicación. Probablemente, se trate de un campo de cráteres resultantes de la llegada de una pila de escombros cósmicos provenientes de un asteroide fragmentado o, más probablemente, un núcleo de cometa fragmentado. Investigaciones detalladas de geología de campo están hoy en curso.

VI) Bajo Hondo, provincia del Chubut (42° 15' Lat S; 67° 55' Long O).

Es una estructura con características geomorfológicas de un cráter de impacto de 4,8 km de diámetro, con bordes elevados 100 a 150 metros por sobre el área circundante. Está localizada en la meseta

Daniel Acevedo



Bajada del Diablo, provincia del Chubut.



NASA

Bajo Hondo, provincia del Chubut.

de Somuncurá, 10 km al SE de la sierra de Talagapa. Las rocas reportadas en Bajo Hondo son brecha basáltica que contienen bloques angulosos de hasta 3 metros de diámetro, rocas escoriáceas y bombas de vidrio. Esto encaja con un impacto cósmico. Sin embargo, una reciente visita geológica parecería confirmar que no se trata de un cráter de impacto. Curiosamente, Bajo Hondo sería una caldera volcánica colapsada que copia las características geomorfológicas de un cráter de meteorito gigante.



Tres posibles cráteres en la meseta del Canguel, Chubut, formados simultáneamente.

VII) Gran Altiplanicie Central, provincia de Santa Cruz (48° 25' Lat S; 70° 08' Long O).

Recientes esfuerzos por reconocer nuevos cráteres de impacto en la Argentina han posibilitado la ubicación de un posible cráter simple, muy erosionado. Se trata de una forma circular aislada, con bordes elevados, de 1 km de diámetro, en medio de una meseta basáltica. La edad del basalto es de 11 Ma.

VIII) Meseta del Canguel, provincia del Chubut (44° 28' Lat S; 68° 35' Long O).

Se trata de tres posibles cráteres con bordes sobreelevados ubicados en configuración de letra "Y" sobre una meseta de roca basáltica. Los tres cráteres se formaron simultáneamente. Sus diámetros son

de 1,3; 0,8 y 0,6 km, y su edad se estima en menos de 20 millones de años.

IX) Los Mellizos, provincia de Santa

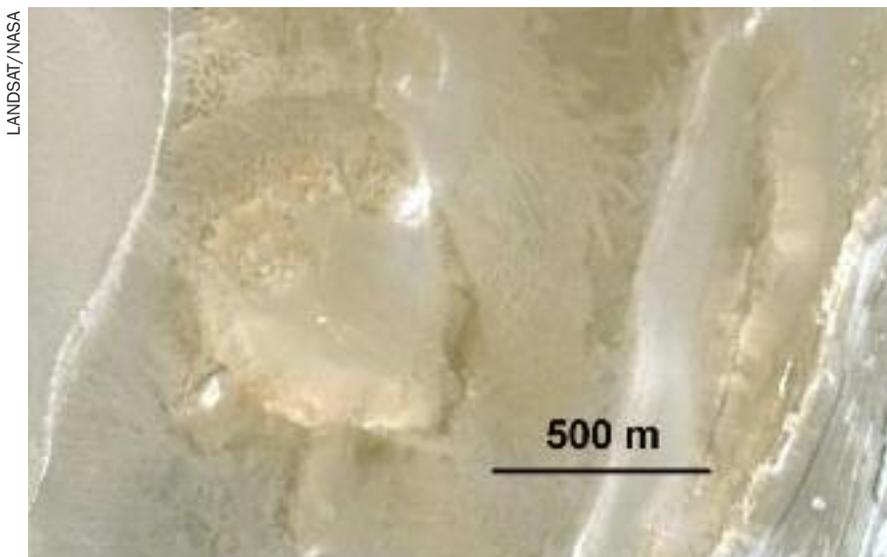


Sierra de Ambato, provincia de Catamarca.

Cruz (47° 20' Lat S; 70° 00' Long O). Otro potencial sitio de impacto, con un anillo exterior y un pico central, algo erosionado y parcialmente cubierto. Es muy evidente en las imágenes de radar del satélite X-SAR. Su diámetro es de 15 km. Si bien la geología local no es conocida en detalle, el sustrato está representado por ignimbritas, piroclastitas⁵ y brechas degradadas (pueden ser brechas de impacto) de unos 150 millones de años de antigüedad. De confirmarse el sitio **podría representar la estructura de impacto más grande reconocida en la Argentina continental.**

X) Salar de Antofalla, provincia de Catamarca (26° 18' Lat S; 67° 59' Long O).

En la esquina sudeste del salar de Anto-



Salar de Antofalla, provincia de Catamarca.

falla ha sido identificado, a través de la observación de imágenes satelitales, un posible cráter con borde levantado de 750 m de diámetro, que ha afectado el sustrato del período cuaternario. Está algo erosionado y su edad sería menor a 3 millones de años.

XI) Sierra de Ambato, provincia de Catamarca (28° 03' Lat S; 66° 03' Long O).

Se trata de una estructura circular de casi 2 km de diámetro. Es una depresión central rodeada por una serie de anillos y un borde levantado. Muestra un aspecto similar al de un vidrio impactado por una piedra: anillos concéntricos y grietas radiales. La geología local nos dice que no



Cráter del Salar del Hombre Muerto, provincia de Salta.

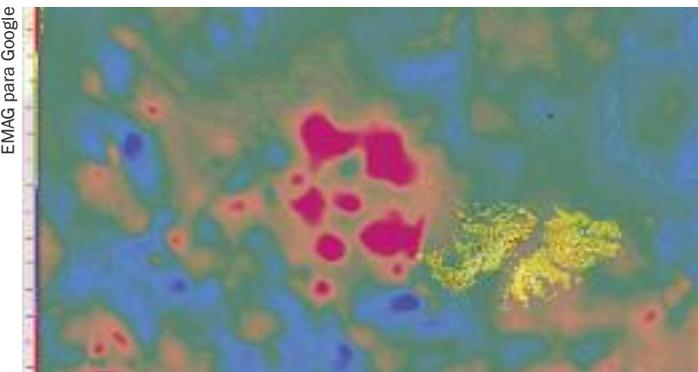
ha habido volcanes en ese lugar. Su edad sería superior a los 100 millones de años y podría ser perfectamente un cráter de impacto muy erosionado.



Salar de Arizaro, provincia de Salta.

XII) Salar del Hombre Muerto, provincia de Salta (25° 12' Lat S; 66° 55' Long O).

Un grupo de diez pequeñas estructuras circulares, cuyos diámetros oscilan entre 90 y 250 m, distribuidas en un área oval de 5 x 4,5 km, posiblemente producidas por el contacto de meteoritos con la superficie terrestre, ha sido detectado a través de la vi-



Mapa magnético de las Islas Malvinas, que muestra la existencia de una anomalía positiva compatible con un impacto.

Salta (24° 55' Lat S; 67° 27' Long O).

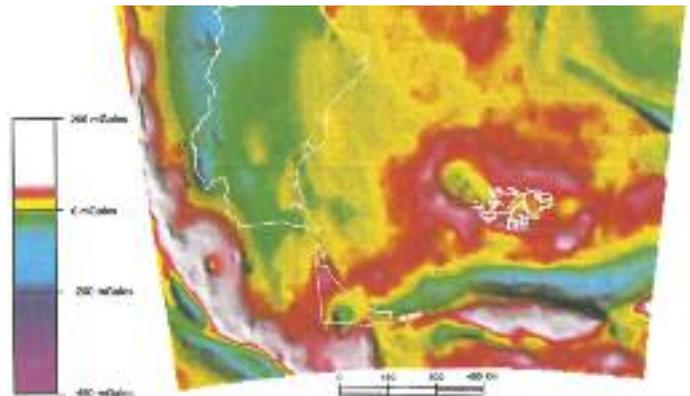
Este caso es particularmente interesante.

Se trata de un hermoso ejemplo de cráter de unos 185 metros de diámetro, con bordes sobreelevados y bloques de roca alrededor. Está ubicado sobre una zona sedimentaria compuesta por areniscas y yesos, por lo que no puede ser una estructura volcánica, y su origen sólo puede explicarse por un impacto meteorítico. Edad estimada: menos de un millón de años.

sualización de fotografías aéreas e imágenes satelitales. Se presentan frescas y han sido esculpidas sobre un abanico de sedimentos arenosos. Edad atribuida: menos de 100 mil años.

XIII) Salar de Arizaro, provincia de

bién muestran una estructura circular de unos 250 km de diámetro en la misma zona. Esto es típico de los impactos gigantes. Podría ser una gran estructura de impacto del tipo de anillo central, y su edad sería superior a los 300 millones de años. De confirmarse su origen, **estaría entre las cinco estructuras de impacto mayores del planeta.** A medida que las investigaciones avancen, nos iremos encontrando, sin duda, frente a nuevos casos de cráteres de impacto en el territorio argentino. No hay ninguna razón para que eso no suceda. Esta ciencia está aún en sus comienzos y aún queda todo por descubrir. ■



Mapa gravimétrico de las Islas Malvinas, que mide la intensidad del campo de gravedad terrestre.

XIV) La anomalía geofísica circular de las Islas Malvinas (51° 00' Lat S; 62° 00' Long O).

Aunque todavía no pasa de ser una especulación, un posible gran impacto podría haber afectado, en tiempos carbónico-permianos (unos 300 millones de años atrás) la plataforma continental argentina.

Se ha detectado un área circular, una enorme geoforma de proporciones colosales oculta bajo el agua y cubierta por sedimentos más modernos al noroeste de la isla Gran Malвина. Los mapas de las anomalías en el magnetismo tam-

El autor: Maximiliano Rocca es Analista de Sistemas. Desde 2002 trabaja en estudios de cráteres de impacto, becado anualmente por *The Planetary Society* de Pasadena, EE.UU., y colabora en equipo con geólogos del Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC-CONICET) de Ushuaia.

DEFINICIONES:

- 1 Energía cinética es aquella energía que un cuerpo posee debido a su movimiento.
- 2 Cárstico: forma generada por disolución de rocas con altos contenidos de minerales solubles por el agua. Dolina: depresión de contornos circulares generada a partir de la disolución de rocas o el colapso del techo de una cueva. Sumidero: orificio que actúa como desagüe natural de las aguas de lluvias, ríos o arroyos.
- 3 Asteroides del tipo Apolo son los que pueden cruzar la órbita de la Tierra.
- 4 Una octaedrita tipo IAB y un siderito son meteoritos metálicos.
- 5 Ignimbritas y piroclastitas son rocas de origen volcánico, formadas por fragmentos de otras rocas de variadas formas, unidos entre sí por un material más fino. Son típicas de los grandes volcanes explosivos.

Una de piratas



Espectáculo astronómico para niños con narración en vivo

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



www.planetario.gob.ar



Buenos Aires Ciudad

EN TODO ESTÁS VOS

Feedback

La tecnología espacial de regreso a la Tierra

Espectáculo de divulgación astronómica para toda la familia.

El Planetario los invita a disfrutar de los astros más destacados del cielo de Buenos Aires y a descubrir toda la tecnología que fue creada para ser usada en el espacio y que hoy nos acompaña en nuestra vida cotidiana.



www.planetario.gob.ar
www.buenosaires.gob.ar/agendacultural



Buenos Aires Ciudad

EN TODO ESTÁS VOS