

SI MUOVE

NÚMERO 12 - PRIMAVERA 2016



Nuevo Museo

Espacio astronómico interactivo

En el Planetario estamos generando un lugar de experiencias únicas donde la diversión, el asombro y el descubrimiento estén siempre presentes. Un espacio para la divulgación del conocimiento científico-astronómico a través de una propuesta museográfica impactante desde lo conceptual y desde lo tecnológico.



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 12 - PRIMAVERA 2016

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 CORDOVA
CARLOS COLAZO
WALTER GERMANÁ
ROBERTO ARES

Colaboradores
Juan Carlos Forte, Andrea Anfossi, Ignacio Díaz Bobillo, Carlos Di Nallo, Pablo Fiszlelew, Martín Langsam, Ezequiel Bellocchio, Cristian López, Mariana Roig, Sergio Eguivar.

Correctores
Walter Germaná, Natalia Joaand.

Foto de tapa
Juno y Júpiter. NASA, 2016 (ver página 36).

Agradecimientos
JPL/NASA, ESA, SEGEMAR, Hélène Courtois (Univ. de Lyon, Francia), Stephen Leshin (Sedona Stargazer Observatory, EE.UU.), Fundación Félix de Azara, Revista Nature.

Administración
GRACIELA VÁZQUEZ
MARCELA BARBIERI

Impresión
IMPRENTA DEL GOBIERNO DE LA CIUDAD
ISSN 2422-8095

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



Ministerio de Modernización

Jefe de Gobierno - Horacio Rodríguez Larreta
Ministro de Modernización - Andrés Freire
S. S. de Ciudad Inteligente - Juan Pablo Limodio
Directora del Planetario - Lucía C. Sendón



EDITORIAL

Estimados amigos:

Posiblemente ésta sea el último editorial que escribo como Directora de esta revista y del Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei. Les pido disculpas que resulte autorreferencial pero es un permiso que me doy en esta única ocasión. He cumplido con mi edad jubilatoria y estoy por iniciar los trámites correspondientes después de haber trabajado durante casi 43 años. Recientemente me encontré con un video en *You Tube* de Sucesos Argentinos que se hizo cuando recién había ingresado. Cuesta reconocermelo en esa jovencita de apenas 22 años que se iniciaba como relatora para las funciones de estudiantes y que luego fue creciendo hasta convertirse en la voz oficial de todas las funciones de público durante 20 años. No sólo fui relatora, el más gratificante cargo que pude ocupar, de todas las funciones para estudiantes y público, sino que recorrí todos los escalones de la programación y producción de espectáculos que se dieron en los últimos 40 años. También fue mi responsabilidad el Museo y la Biblioteca, y por último, desde hace 8 años, la Dirección. Toda una vida dedicada a una pasión. El Planetario fue mi pasión.

Cuando mis tres hijos eran pequeños fue sacrificado el tener que dejarlos para trabajar los fines de semana, a la noche y todas las veces que tuviéramos que dar funciones especiales. También hubo años difíciles en los que después de haber alcanzado la vicedirección, tuve que volver a mi cargo inicial de relatora debido a cambios de gestión.

Un hecho inesperado me ubicó en la Dirección del Planetario en mayo de 2008. Fue un gran honor y una enorme responsabilidad haber sido nombrada por el Jefe de Gobierno. Mauricio Macri, sin conocerme previamente, reconoció mis antecedentes y mi trayectoria y me dio esa oportunidad, algo poco común en estos días.

Quiero agradecer a todos los que compartieron con

esfuerzo y dedicación esta pasión por el Planetario. Sin su acompañamiento, no hubiera sido posible realizar tantas actividades y concretar tantos proyectos. Muchas pero muchas gracias. Nunca los olvidaré. Los años transcurrieron vertiginosamente y casi sin que me diera cuenta, estoy llegando al final de mi carrera en esta institución que tanto me dio y a la que tanto me entregué.

Resulta inevitable que afloren los recuerdos de cosas vividas. Atesoro como avances en estos años la modernización tecnológica que se realizó en el año 2011 y que ubicó al Planetario entre los más modernos del mundo. Esta nueva tecnología nos obligó a perfeccionarnos y capacitarnos para hacer los nuevos espectáculos.

La programación y producción de las funciones para estudiantes es algo complejo que requiere conocimientos de la currícula de los distintos niveles educativos para poder armar espectáculos que respondan a las expectativas que tienen los docentes al solicitar las visitas de los centros educativos. Fue un desafío la realización de los espectáculos en vivo con la nueva tecnología digital. Programas como Planetario para ciegos y sordos, Planetario Itinerante, el ciclo de conferencias y clases magistrales, los cursos, las observaciones por telescopio, "Música bajo las estrellas", Café científico, la modernización del Museo, las exposiciones y por último la revista, fueron logros que alcanzamos con mucho trabajo y dedicación.

Si Muove fue un sueño que acaricé durante algunos años y que por fin pude concretar salvando los obstáculos presupuestarios en 2011. Hoy está en muy buenas manos de Diego Hernández, Alfredo Maestroni y Mariano Ribas. Por último, quiero destacar nuestra presencia en los foros internacionales de Planetarios como la *International Planetarium Society*, la Sociedad Mexicana de Planetarios y APAS, Asociación de Planetarios de América del Sur que, desde el año 2014, soy su Presidenta.

Me despidió de ustedes, tal vez ahora tenga tiempo para escribir algún artículo de la revista, y deseo que las nuevas autoridades preserven el espíritu y el compromiso con la divulgación y enseñanza de la astronomía y ciencias afines que defendí durante tantos años. Hasta siempre.

Lic. Lucía Cristina Sendón,

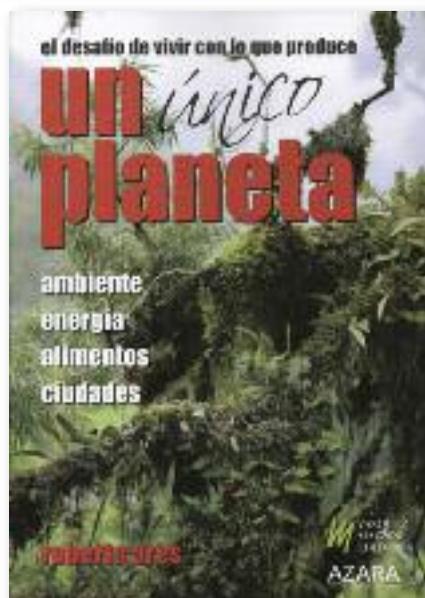
Directora Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.



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

SUMARIO

5-8 /// Tras su manto de neblina. 9-11 /// El día que conocimos Urano. 12 /// Bosque Alegre encontró el asteroide 2006 CH138. 13-15 /// Sigue brillando. 16 /// Observando con ojos de gigantes. 17-18 /// Tránsito en el Planetario. 19-20 /// Luz de Luna. 21-31 /// Un lugar en el cosmos, sólo uno más. 32-35 /// Galería astronómica. 37-41 /// La misión que no fue. 42-46 /// Agua dulce sobre agua salada.



El desafío de vivir con lo que produce
UN ÚNICO PLANETA
ENERGÍA - AMBIENTE - ALIMENTOS - CIUDADES

Roberto Ares

VÁZQUEZ MAZZINI EDITORES

Fundación AZARA. Descubrí tu espíritu explorador.

Una visión científica interdisciplinaria de los principales problemas que enfrenta el planeta. Decenas de indicadores ambientales, biológicos, físicos y socio-económicos se dispararon desde la mitad del siglo XX y parecen estar fuera de control.

Se agrupan en cuatro secciones: ambiente, energía, alimentos y ciudades. Se estudian las causas, las consecuencias, las tendencias del cambio, los problemas éticos y las acciones posibles para mitigarlos. Una visión que equilibra el optimismo de una solución tecnológica y la preocupación por la baja esperanza en el futuro. *Un Planeta* se ocupa de las razones de stress que afecta a nuestro único hogar común.

ares.roberto@gmail.com / robertoares.com.ar

Guía Turística de la Tierra Extrema

Mariano Ribas

Ilustraciones de Javier Basile

EDICIONES IAMIQUÉ

¡Más de 25 destinos para quienes deseen llegar hasta “lo más” de nuestro planeta! Montañas que se elevan hasta el cielo, cuevas que descienden hasta las entrañas de la Tierra, volcanes que cortan la respiración, desiertos con temperaturas insoportables, ríos que parecen no terminar jamás, islas completamente deshabitadas, poblados donde llueve todo el tiempo, salares inmensurables...

Con indicaciones precisas de cómo llegar y una descripción detallada de cada destino, esta guía turística sirve para que conozcas los lugares extremos del mundo. Recomendado para curiosos de 8 a 108 años (y para padres y maestros en aprietos).



Lunario de un Siglo

Buenaventura Suárez

Regulado al meridiano de San Cosme y San Damián. Reimpresión facsímil de la edición de 1748, por la Secretaría Nacional de Turismo del Paraguay, con el apoyo de la Secretaría Técnica de Planificación y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo; con la colaboración del profesor Blas Servín.

En el siglo XVIII, las Misiones Jesuíticas Guaraníes constituyeron sociedades exitosas y florecientes, con talleres artísticos, imprentas, música barroca e iglesias en piedra como las mejores de Europa. Pero también crearon observatorios y libros de astronomía. Este libro del jesuita Buenaventura Suárez (1679-1750) es uno de los testimonios más importantes y uno de los episodios más interesantes de los jesuitas en América. El Lunario –nombre con el cual se designa a los libros de efemérides y predicciones de acontecimientos astronómicos– fue objeto de reconocimiento y admiración de sus contemporáneos americanos y europeos, y fue reimpreso en varias oportunidades. Hoy quedan sólo unos pocos ejemplares en colecciones privadas y bibliotecas especializadas. Por ello, es doblemente loable esta reimpresión, que pone en valor el tesoro cultural misionero.

UN POSIBLE CRÁTER DE IMPACTO GIGANTESCO EN LAS ISLAS MALVINAS

Tras su manto de neblina

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

Tal como ocurre en diferentes planetas y satélites del sistema solar, la Tierra también es víctima de impactos de asteroides y núcleos de cometas que se cruzan en su órbita. Ya se han catalogado unas 200 estructuras y cráteres de impacto sobre nuestro planeta, que poseen desde unas decenas de metros hasta cientos de kilómetros de diámetro. Hace poco se halló una enorme estructura circular de 300 kilómetros de diámetro al noroeste de las Islas Malvinas, y aunque aún faltan realizar investigaciones que lo confirmen, podría indicar la existencia de un cráter de impacto de tamaño colosal producido hace más de 300 millones de años.



NASA/ESA/FAO/JAXA/CSA

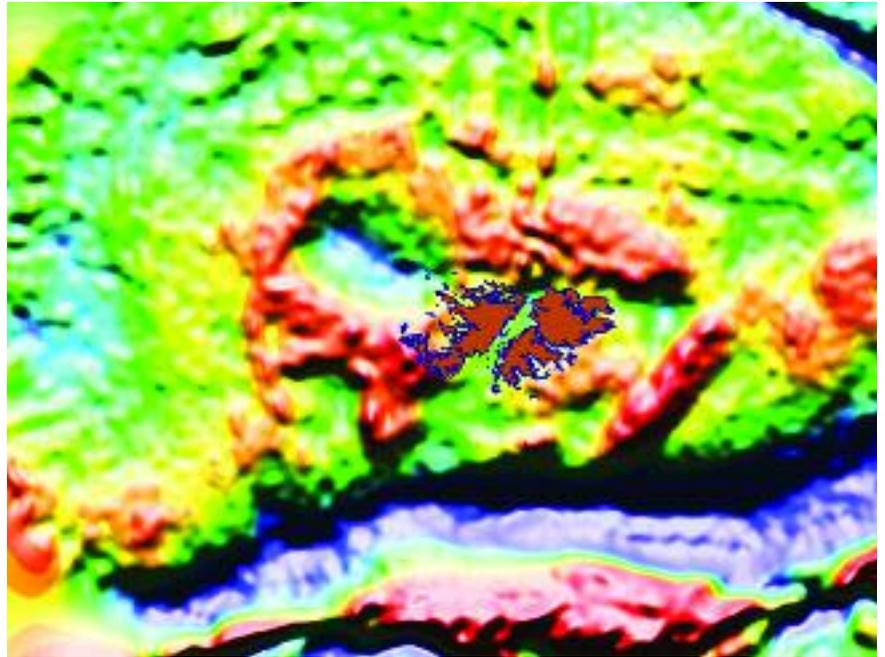
Las Islas Malvinas vistas desde la Estación Espacial Internacional. Foto del astronauta ruso Oleg Artemyev.

La investigación comenzó en 1992, cuando Michael Robert Rampino, de la Universidad de Nueva York, publicó un breve resumen en los congresos anuales de la *American Geophysical Union* (AGU), de Estados Unidos, en el que reportaba una gigantesca anomalía circular en los mapas de campo gravitacional en la zona de las Islas Malvinas, a la que interpretaba como un “nuevo” gran cráter de impacto.

Esos mapas de anomalías miden pequeñas variaciones del campo gravitacional en la superficie terrestre, y representan para los geólogos lo que las placas radiográficas son para los médicos. Nos enseñan la densidad y las estructuras de las rocas ocultas por debajo de la superficie. El trabajo de Rampino era muy interesante, pero curiosamente quedó olvidado. Interesados en el tema, en 2002 buscamos más información geológica y mapas detallados de anomalías geofísicas en Malvinas. Los geólogos del *British Geological Survey*, expertos en la zona, proporcionaron el mapa más detallado que existe de anomalías gravimétricas de la zona. Allí se ve claramente una forma circular de valores gravimétricos negativos, de un valor mínimo de -30,6 mili Gales (el mili Gal es la unidad usada en estudios gravimétricos), rodeada por un anillo de valores positivos (47,6 mGal) de unos 300 kilómetros de diámetro. También conseguimos una copia del mapa equivalente del Servicio Geológico y Minero de Argentina (SEGEMAR) publicado en 1997 en Buenos Aires.

Los dos mostraban lo mismo: una tremenda estructura circular de 300 kilómetros de diámetro al lado de las Islas Malvinas. Hablando técnicamente, una cuenca o depresión en forma de plato sopero. La estructura está ubicada bajo el agua del Océano Atlántico a unos pocos kilómetros al noroeste de la isla Gran Malвина (coordenadas geográficas: 51° 00' lat S, 62° 00' long O).

La anomalía de esta estruc-



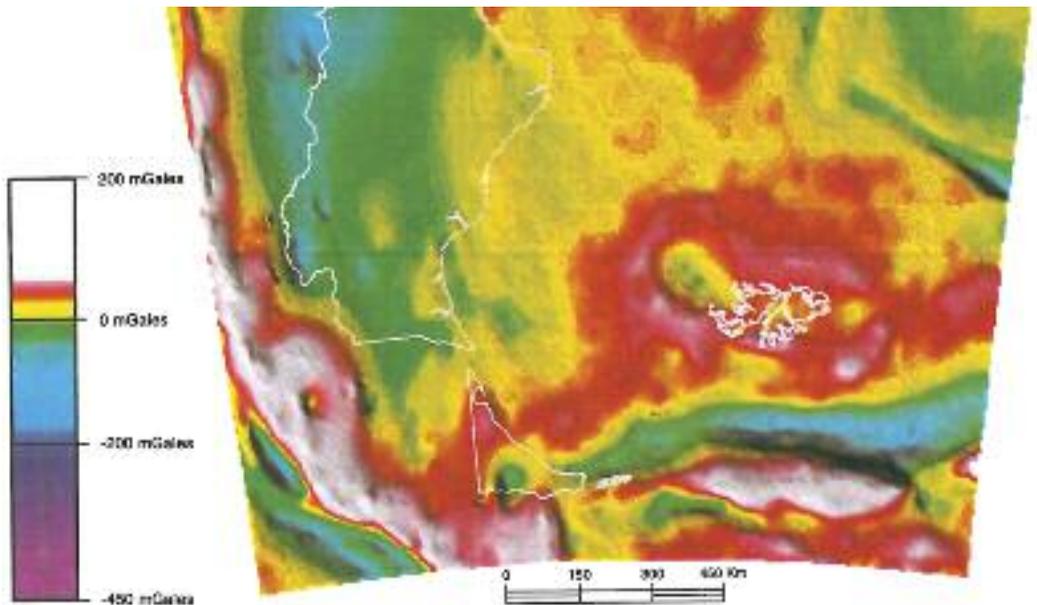
El mapa de anomalías gravimétricas de la British Geological Survey es el más detallado de la zona.

tura circular es muy parecida a la de valores negativos asociada al famoso cráter de impacto de Chicxulub, en México. Ese cráter fue descubierto a partir del mismo tipo de mapas gravimétricos que estaban en manos de la petrolera mexicana PEMEX. Los números de la estructura gravimétrica circular de Malvinas tienen todas las características de un gran cráter de impacto y son casi idénticos a los de Chicxulub.

Lo siguiente era ver la topografía del

fondo marino del lugar. Los mapas topográficos de la base de datos del satélite TOPEX, que se dedica a medir los niveles del suelo submarino, muestran que la zona es bastante plana y que no hay ninguna cavidad o depresión visible.

Todas estas informaciones nos dicen que la cuenca que causa la anomalía gravimétrica de Malvinas está totalmente tapada por sedimentos más jóvenes. Es lógico, ya que los geólogos británicos le atribuían



Mapa de anomalías gravimétricas del SEGEMAR, Argentina, de 1997.

una edad de, al menos, 300 millones de años. Tanto la erosión como la sedimentación actúan rápidamente y tapan los agujeros en el suelo.

El siguiente paso fue conseguir mapas de anomalías del campo magnético de la región. Pasaron muchos años sin lograrlo. Hasta que en 2015, gracias al geólogo y geofísico Jaime Báez Presser, de Asunción del Paraguay, logramos conseguir excelentes mapas de las anomalías magnéticas de la zona submarina al lado de las islas. Los mapas nos dicen cómo varía la intensidad del campo magnético terrestre en el lugar, y nuevamente nos dan una idea de qué tipo de rocas hay ocultas.

Resultó una sorpresa tremenda ver que en el mismo lugar había una gigantesca anomalía positiva del campo magnético. Esto nos indica que allí el campo magnético es más intenso que en cualquier otro lugar de la zona, y ésa es la razón de los valores positivos de la anomalía, que alcanzan un valor máximo de 214 nanoteslas (Tesla es la unidad utilizada en geología para medir el campo magnético terrestre). Eso es característico en cráteres de impacto multi-anillo de tamaño colosal. El calor liberado durante el impacto funde y luego magnetiza intensamente las rocas en el lugar. Y

otra vez, esos datos geofísicos se parecían al caso del cráter de Chicxulub en México, que también muestra una enorme anomalía magnética de valores positivos. Todo encajaba bien con un gran impacto de asteroide o cometa en la zona de Malvinas.

Cuando tuvimos todo ese material publicamos, junto a Jaime Báez Presser, un artículo con todos nuestros estudios en la revista científica argentina *Historia Natural*, de la Fundación Félix de Azara, en octubre de 2015. Mike Rampino, el descubridor del cráter, quedó muy entusiasmado con nuestra tarea, y ahora trabajamos todos en equipo en este caso.

En suma, ¿qué tenemos?

Una gigantesca cuenca circular de 300 kilómetros de diámetro, asociada a una anomalía circular gravimétrica negativa con anillo de valores positivos que la rodea, y una anomalía circular magnética positiva bajo el agua.

La información con la que contamos apoya la idea de que en Malvinas realmente hay un enorme cráter de impacto del tipo cuenca multi-anillo. Existen evidencias también de actividad hidrotermal en la zona exacta de la cuenca, lo que fa-

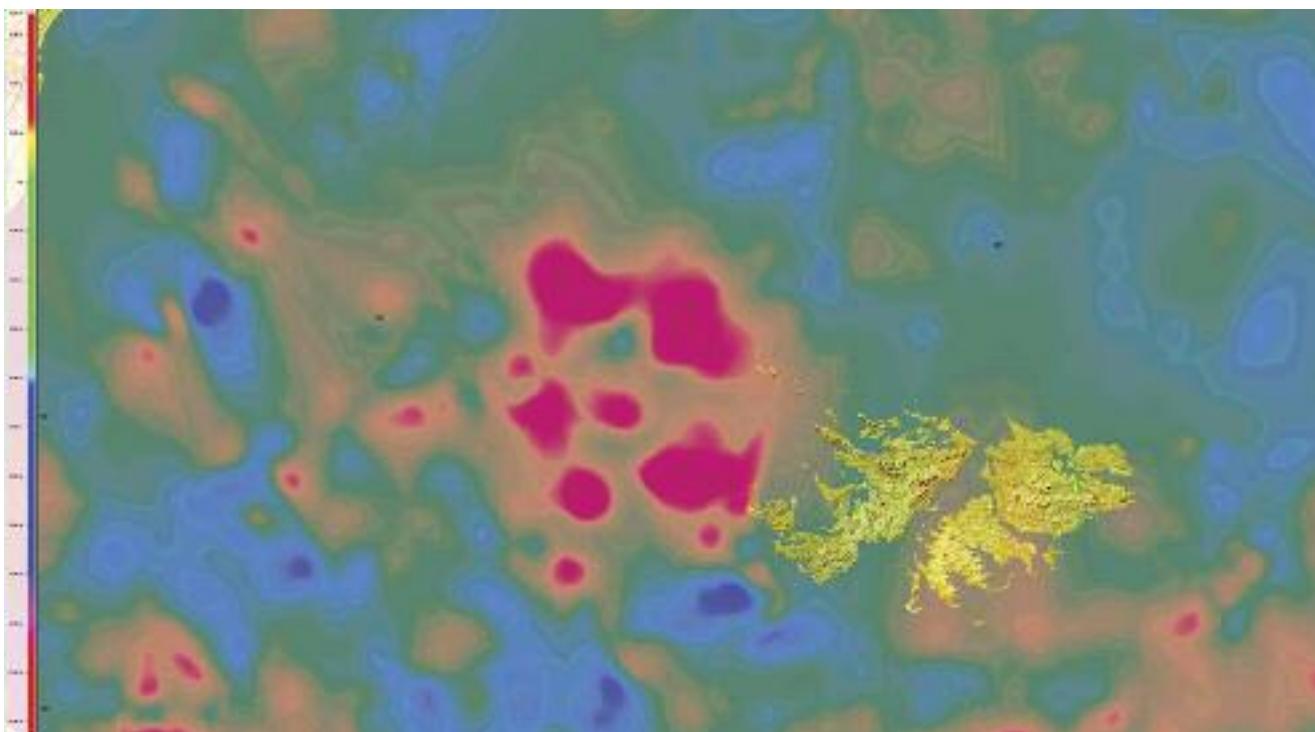
“La información con la que contamos apoya la idea de que en Malvinas realmente hay un gigantesco cráter de impacto del tipo cuenca multi-anillo.”

vorece la teoría.

Aún no estamos completamente seguros, pero creemos que hay un 80% de probabilidades de que haya realmente un viejo cráter de impacto gigantesco bajo el agua al noroeste de la isla Gran Malvina.

Desgraciadamente, no hay muestras de rocas tomadas en el sitio. Las empresas petroleras británicas que trabajan en la zona no han perforado allí nunca. Y sin muestras de rocas, es muy difícil llegar a una conclusión absolutamente segura.

Los geólogos petroleros británicos poseen perfiles marinos de reflexión sísmica de la zona, algo así como ecografías computa-



Mapa de anomalías magnéticas del EMag para Google, que indica que allí el campo magnético es más intenso que en cualquier otro lugar de la zona.

Hasta ahora, unos 200 cráteres de impacto han sido catalogados en nuestro planeta. En promedio, un asteroide o un núcleo de cometa puede abrir un cráter cuyo diámetro sea igual a 20 veces su propio diámetro. Esos cráteres 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 del suelo circundante.

B- Estructuras complejas, que se dividen en 3 clases:

- 1) De pico central. Entre 5 y 25 kilómetros de diámetro.
- 2) De anillo central. Entre 25 y 150 kilómetros de diámetro.
- 3) Cuenas multi-anillo. Más de 150 km de diámetro. Grandes estructuras geológicas circulares que muestran una cavidad central circular con forma de plato sopero y una alternancia de anillos elevados concéntricos, y valles hundidos delimitados por fallas geológicas alrededor de la cavidad central. Las cuencas multi-anillo de impacto más grandes conocidas en la Tierra son:

Nombre	Ubicación	Diámetro	Edad
Maniitsoq	Groenlandia	500 km	3.000.000.000 de años
Vredefort	Sudáfrica	300 km	2.023.000.000 de años
Sudbury	Canadá	250 km	1.850.000.000 de años
Chicxulub	México	180 km	65.000.000 de años

El más popular es el de Chicxulub en Yucatán, México, que ha sido asociado a la extinción en masa de miles de formas de vida al final del período Cretácico, entre ellos, los dinosaurios no avianos.

habría tenido unos 15 kilómetros de diámetro.

A medida que las investigaciones avancen obtendremos nuevos datos que apoyarán o descartarán la hipótesis de un impacto en Malvinas. Para eso, hemos sumado recientemente fuerzas con el equipo del Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY) y con sus colegas geofísicos de la Universidad Autónoma Nacional de México (UNAM) y del *Imperial College* de Londres, Reino Unido. Ellos son expertos y han estudiado en detalle el cráter Chicxulub, y felizmente están de acuerdo en que la estructura de Malvinas reúne todas las características geofísicas de un “nuevo” gran cráter de impacto. Planeamos ahora avanzar juntos en su estudio. ■

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

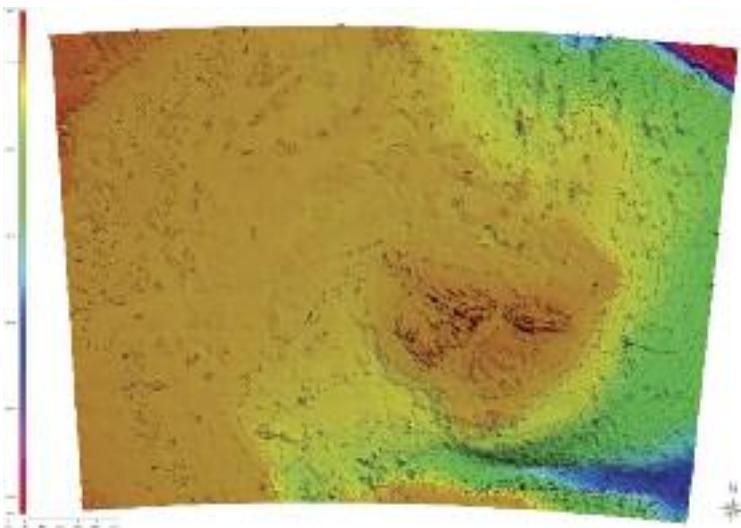
das del suelo submarino. Lamentablemente, están en manos de la petrolera británica Geco-Prakla Schlumberger y no son de libre consulta o publicación.

De tratarse de una gigantesca estructura de impacto del tipo cuenca multi-anillo,

su edad sería superior a los 250 a 300 millones de años, es decir, de la era geológica Paleozoica. Estaría entre las cinco mayores estructuras de impacto del planeta, y el asteroide o núcleo de cometa que cayó en Malvinas

La secuencia de eventos en Malvinas hace 250 a 300 millones de años deducida de los datos geológicos disponibles posiblemente habría sido la siguiente:

- 1) Impacto de un asteroide o núcleo de cometa y formación de una estructura de impacto tipo cuenca muti-anillo de 300 kilómetros de diámetro.
- 2) Un largo período de erosión donde parte del registro geológico de la zona fue completamente borrado. Esto es lo que en geología se llama una “discordancia erosiva”.
- 3) Lo que quedaba de la cuenca de impacto luego de la erosión fue sepultado por sedimentos en la era Mesozoica hace unos 150 millones de años.
- 4) Estado actual: los restos erosionados de la cuenca de impacto están ocultos bajo el agua y enterrados bajo sedimentos más jóvenes.



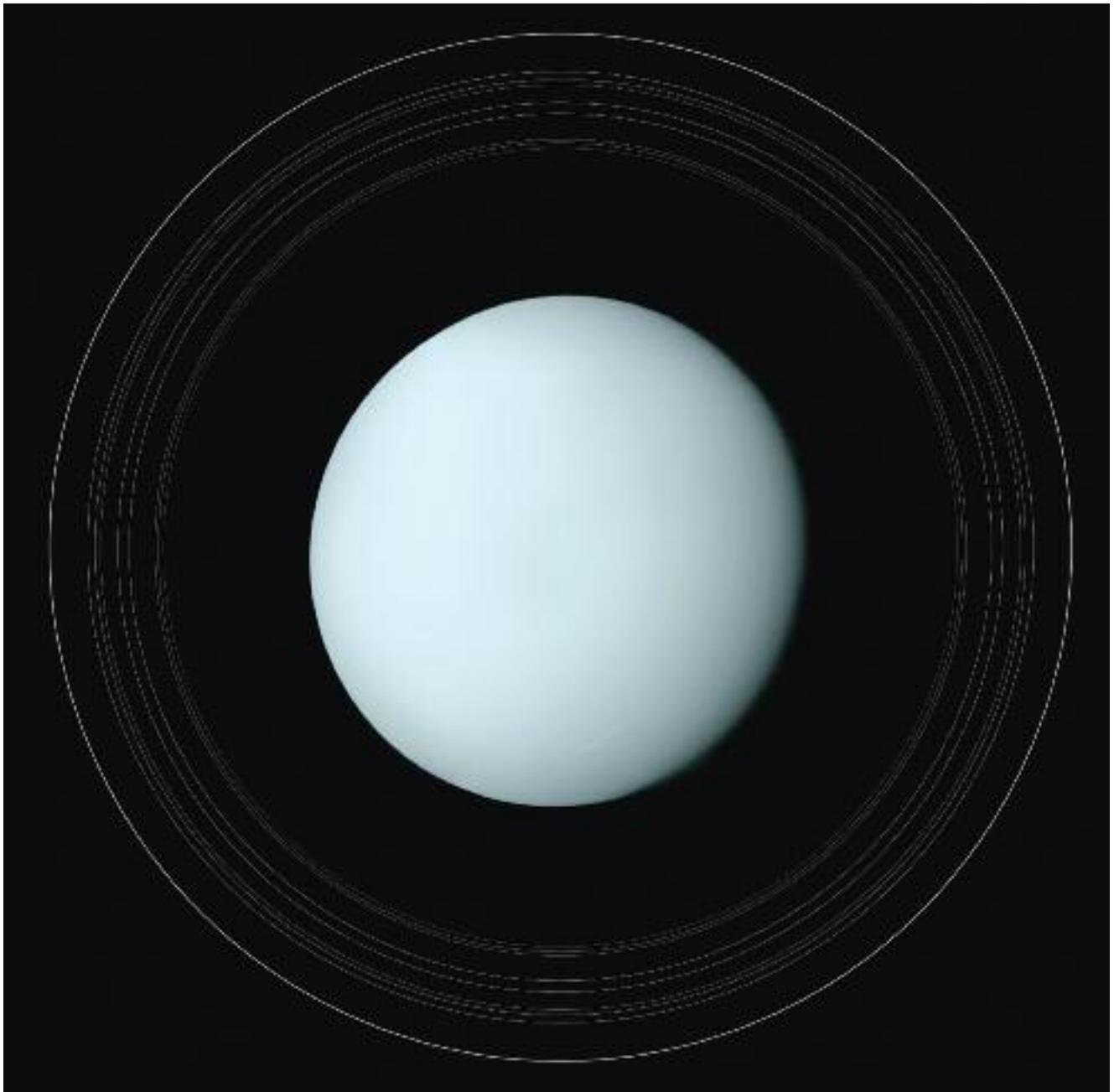
Mapa topográfico submarino realizado por el satélite TOPEX (NASA/CNES).

A 30 AÑOS DE LA HISTÓRICA VISITA DE LA VOYAGER 2 AL “PLANETA TUMBADO”

El día que conocimos Urano

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

Durante mucho tiempo, poco y nada se supo del séptimo planeta del sistema solar. Pero el 25 de enero de 1986, una intrépida sonda espacial de la NASA llegó finalmente a Urano. Lo vimos de cerca por primera vez. La legendaria Voyager 2 trazó un completo perfil de Urano, de sus principales lunas y de sus oscuros anillos. Desde entonces, ninguna otra nave regresó. En esta edición de *Si Muove* recordaremos aquel día, hace 30 años, cuando vimos Urano como nunca antes, y como nunca después.



Urano y sus 13 delgados anillos, compuestos de polvo, roca y hielo.

Urano está 7 mil veces más lejos que la Luna. Por eso, aunque es enorme, este mundo de gas y “hielos”

(ver *Urano: breve identikit*) luce como un diminuto disco verde-azulado en los oculares de los grandes telescopios, casi carente de detalles. Así lo vio, en 1781, su descubridor, William Herschel, un músico y astrónomo aficionado alemán, nacionalizado británico.

Con el correr del tiempo, se revelaron sus cinco lunas más grandes, y ya durante el siglo XX, varios estudios espectroscópicos delataron la presencia de hidrógeno, helio y metano (CH₄) en la atmósfera del planeta. La fotometría, por su parte, mostró que el brillo del planeta variaba a lo largo de las décadas, algo directamente relacionado con sus estaciones. Finalmente, en 1977, se descubrió que, al igual que Saturno, Urano también tenía anillos. Pocos, oscuros, pero anillos al fin. Más allá de estas pincladas aisladas, hasta

mediados de los años '80 nuestra imagen de Urano era muy pobre. Claro, ninguna nave espacial lo había visitado. Pero eso estaba a punto de cambiar.

Viajeros interplanetarios

Hablar de Urano es hablar también de la doble misión Voyager, probablemente, la mayor epopeya de exploración del sistema solar de la Era Espacial. Las Voyager 1 y 2 (NASA) fueron lanzadas en 1977. Entre 1979 y 1981 visitaron Júpiter y Saturno, examinaron sus pesadas atmósferas, varias de sus lunas y sus anillos. Luego de su paso por Saturno, Voyager 1 salió del plano principal del sistema solar y se perdió para siempre en las profundidades del espacio. Su compañera, en cambio, siguió la ruta planetaria, aprovechando una situación tan rara como inmejorable: por entonces, los cuatro planetas gigantes estaban más o menos alineados. En consecuencia, las distancias entre ellos eran casi las mínimas posibles. Una preciosa oportu-

nidad que no se podía dejar pasar. Tras su paso por Saturno, en 1981, Voyager 2 “puso la proa” hacia Urano. Le esperaban cinco años de oscura y solitaria travesía.

La revelación

Urano comenzó a insinuarse a las cámaras de la Voyager 2 a fines de 1985. Mediante órdenes transmitidas por radio, los técnicos del *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) de la NASA maniobraron la nave, que pasaría como un rayo frente a un mundo que recibe 400 veces menos luz solar que la Tierra. Lograr buenas imágenes del planeta sería el gran desafío.

Y llegó el gran momento: el 25 de enero de 1986, la sonda pasó a sólo 81.500 kilómetros de Urano. Tres horas antes y después de ese momento de máxima aproximación, sus instrumentos “hirvieron” de actividad. Las señales se convirtieron en imágenes y datos, información preciosa que, viajando a la velocidad de la luz, demoraba más de dos horas en llegar a la Tierra. Las fotos sorprendieron a los astrónomos: Urano parecía un globo liso, perfecto, de un color con una rara mezcla de celeste y verde agua. En su gruesa atmósfera de hidrógeno, helio y metano –según determinaron los espectrómetros de la nave– apenas se insinuaban unas sutiles y blanquecinas estrías nubosas. La más notable, a 45° de latitud austral, fue bautizada Collar Sur.

Planeta “dormido”

El contraste de Urano con Júpiter (especialmente) y Saturno fue enorme: ambos planetas le habían mostrado a las Voyager impresionantes estructuras nubosas paralelas al ecuador, cargadas de tormentas y remolinos. Pero Urano lucía atmosféricamente suave. Casi “dormido”, y demasiado frío: Voyager 2 midió temperaturas externas de apenas -215°C. Nadie esperaba gran actividad atmosférica en Urano (recibe muy poca energía solar para alimentar vientos, nubes y tormentas), pero su aspecto de bola lisa parecía demasiado. Esto se acentuó cuando, tres años más tarde, la nave llegó a Neptuno y, a la inversa, se encontró con un mundo atmosféricamente muy dinámico. ¿Qué le pasaba a Urano?

La respuesta parece estar en su pobre calor interno: Voyager 2 observó que el planeta

NASA/JPL



Urano: breve identikit

- Distancia media al Sol:** 2870 millones de km
- Período orbital:** 84 años
- Período de rotación:** 17,2 horas
- Diámetro ecuatorial:** 51.120 km (4 veces el terrestre)
- Masa:** 8,7 x 10²⁵ kg (14,5 masas terrestres)
- Volumen:** 64 veces el de la Tierra
- Densidad:** 1,6 gr/cm³
- Estructura:** núcleo rocoso, manto de “hielos” y atmósfera
- Temperatura media externa (atmósfera):** -215 °C
- Inclinación del eje de rotación:** 98° (“eje tumbado”)
- Lunas:** 27
- Anillos:** 13

Urano es el séptimo planeta a partir del Sol y el tercero más grande, detrás de Júpiter y Saturno. Su característica más curiosa es la extrema inclinación de su eje de rotación, que prácticamente lo hace “rodar” sobre su plano orbital. La explicación más aceptada ante semejante anomalía es que en la “infancia” del sistema solar el planeta fue brutalmente chocado por un objeto del tamaño de la Tierra, y ese impacto lo tumbó hacia un lado.

Según los modelos más aceptados, Urano tiene un núcleo rocoso de 5 a 10 mil kilómetros de diámetro; un grueso manto de agua, amoníaco y metano, que forma una mezcla vis-

cosa y caliente (3000°C) que los geólogos planetarios llaman, curiosamente, “hielos”.

En términos de masa y volumen, el manto de “hielos” sería la parte más sustancial de Urano (el 80% de su masa), y por eso se lo clasifica como un “gigante de hielo”, como a Neptuno.

Finalmente, posee una atmósfera de miles de kilómetros de espesor, compuesta de hidrógeno (80%), helio (18%) y metano (2%). El metano (CH₄) es lo que le da a Urano su suave color verde-azulado. Este gas absorbe la luz roja y refleja al espacio la luz verde y azul.

apenas irradia al espacio el mismo calor que recibe del Sol. Y esto, probablemente, tenga que ver con su rasgo más exótico: su eje de rotación “tumbado”.

La doctora Heidi Hammel (*Space Science Institute*, Boulder, Colorado, Estados Unidos), una de las astrónomas planetarias más destacadas del mundo, lo explica: “*Urano prácticamente rueda alrededor del Sol. Creemos que eso es así porque algo del tamaño de la Tierra lo chocó en los comienzos del sistema solar. Ese impacto debió provocarle una gran pérdida de calor primordial, y con tan poco calor interno, sus fenómenos atmosféricos están muy limitados a la incidencia directa de luz solar*”.

Además, la débil luz solar incide de modo muy desigual, justamente por la orientación de su eje de rotación: en Urano, cada uno de los polos tiene 42 años (terrestres) de día, y 42 años de noche. A propósito, durante la visita de Voyager 2, el polo sur de Urano apuntaba directamente hacia el Sol (era el solsticio de verano en el hemisferio austral). La nave sólo vio esa mitad del planeta. El hemisferio norte estaba hundido en la oscuridad invernal.

Lunas y anillos

Voyager 2 también fotografió las cinco lunas más grandes del planeta: Ariel, Umbriel, Titania, Oberón y Miranda dejaron de ser meros puntos de luz, para convertirse en mundos de roca y hielo, con superficies grisáceas, cubiertas de cráteres, fallas y grietas, que dan cuenta de grandes impactos y cierta actividad geológica en épocas muy remotas. La nave descubrió otras 10 lunitas que habían burlado a los telescopios terrestres, llevando el total a 15 (actualmente se conocen 27).

Los anillos del planeta fueron un capítulo aparte. Hasta ese momento, sólo se sabía que eran nueve, y apenas se los conocía por evidencias indirectas. Voyager 2 no sólo los fotografió, sino que, además, descubrió dos nuevos. Las imágenes mostraron que son “cuerdas” oscuras e irregulares, formadas por polvo, roca y pedazotes de hielo. En conjunto, los anillos de Urano resultaron ser mucho más modestos que los de Saturno, pero más interesantes que los de Júpiter.

A mediados de febrero de 1986, cuando la visita a Urano ya era un recuerdo, los científicos del JPL transmitieron a la



La sonda espacial Voyager 2 fue lanzada el 20 de agosto de 1977.

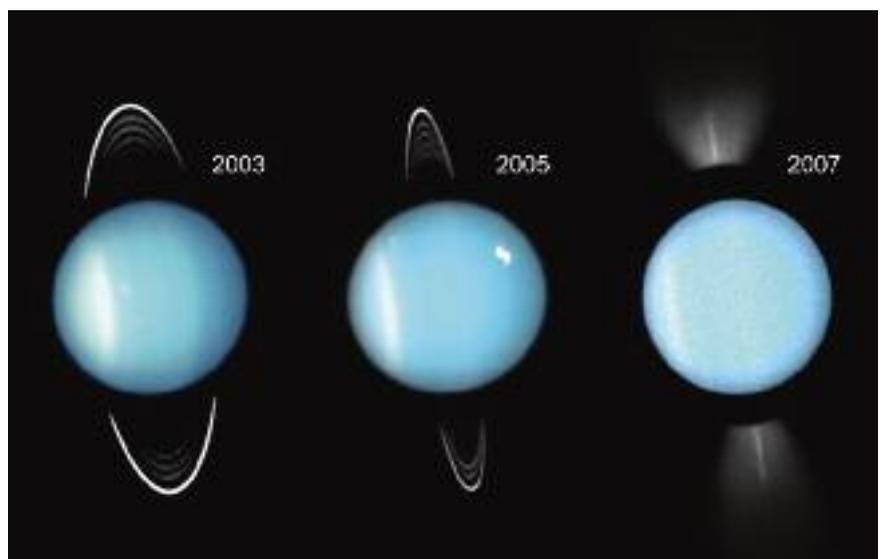
sonda una serie de comandos que la prepararían para el paso siguiente. Voyager 2 encendió sus motores, cambió de rumbo e inició su larga marcha hacia Neptuno (al que arribó en 1989). Pero ésa es otra historia.

Legado y futuro

Treinta años más tarde, el legado científico de aquella aventura espacial cobra una dimensión impactante. Fue la base sobre la que se construyó nuestra imagen moderna de Urano. ¿Y cuándo volvemos al séptimo planeta? Hace unos años, un grupo de científicos encabezados por Christopher Arridge (*Mullard Space Science Laboratory*, del *University College London*) le propuso a la Agencia Espacial Europea (ESA) y a la NASA, una misión

conjunta al planeta: *Uranus Pathfinder*. La nave partiría hacia 2025, y seguiría una compleja trayectoria de doce años de duración. El próximo encuentro cercano con Urano podría ser, recién, alrededor de 2037. La espera tendrá su premio: a diferencia de la Voyager 2, *Uranus Pathfinder* orbitaría el planeta por un par de años y completaría una mucho más profunda exploración del reino uraniano.

Un día, hace 30 años nos encontramos cara a cara con el séptimo planeta del sistema solar, a casi 3 mil millones de kilómetros de la Tierra. Aquél que pasó de ser un minúsculo disco verdoso en el telescopio de Herschel, a un enorme y exótico planeta con todas las de la ley. Hecho y derecho... o más bien, en este caso tan especial, decididamente tumbado. ■



Urano fotografiado por el Telescopio Espacial Hubble.

Bosque Alegre encontró el asteroide 2016 CH138

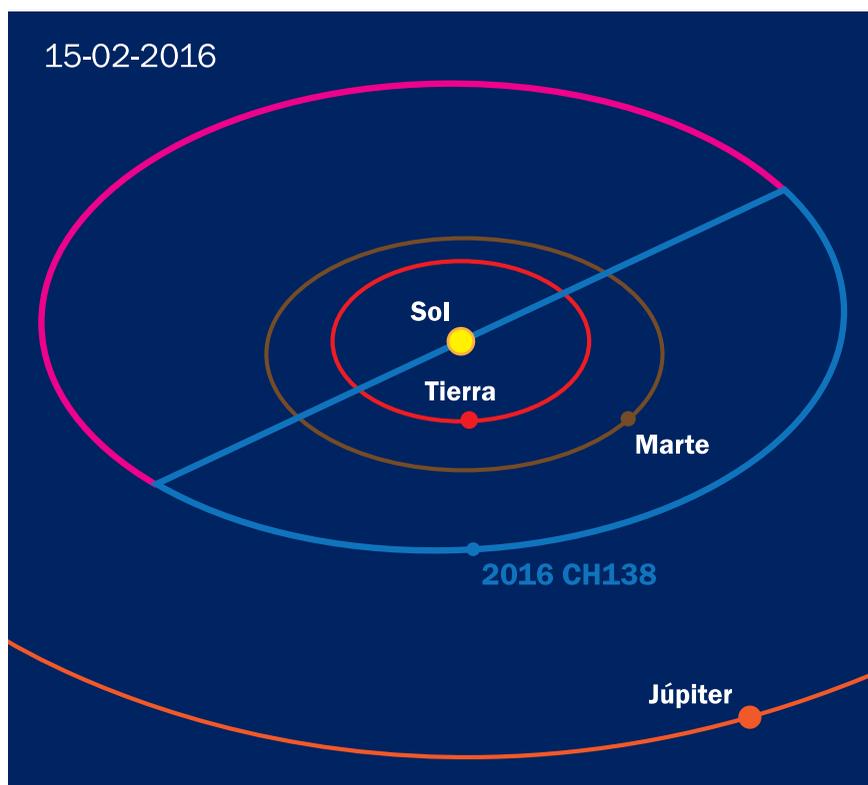
Según lo publicado por el documento MPS 679537 del *Minor Planet Center* (MPC) en la *International Astronomical Union* (IAU) el 14 de febrero de 2016, se trataría de un “nuevo” objeto del sistema solar. Fue detectado por tres astrónomos aficionados argentinos, Marcos Santucho, Rodolfo Artola y Carlos Colazo, tras analizar imágenes tomadas en la madrugada del 1° de febrero, con el telescopio *Pan-STARRS 1*, de 1,8 metros, de Haleakala, Maui, Hawaii.

Los tres observadores forman parte del Grupo de Astrometría y Fotometría (GAF), integrado por docentes y estudiantes de escuelas y de la Universidad Nacional de Córdoba, y astrónomos aficionados que hacen observaciones útiles para la comunidad científica. Participan en una campaña internacional de búsqueda de asteroides (<http://iasc.hsutx.edu/iasc/international.html>).

El GAF tiene acceso al telescopio de 1,54 m de Bosque Alegre, gracias a un convenio firmado con el observatorio de la Universidad Nacional de Córdoba, y cuenta con algunas detecciones que se consideran “descubrimientos provisionarios”. El hallazgo del asteroide 2016 CH138 es un caso diferente: el protocolo de la campaña indica que las detecciones muy débiles en brillo deben descartarse. Los observadores notaron la presencia de una tenue mancha en movimiento, pero no pudieron reportarla por su bajo brillo.

Los integrantes del GAF decidieron no abandonar la posibilidad de haber encontrado un objeto nuevo, e hicieron los cálculos del movimiento probable para los días siguientes. Tres noches después de la detección, iniciaron la búsqueda con el telescopio de Bosque Alegre. Tras encontrarlo, lograron imágenes con muy buen brillo del objeto. Luego de bautizarlo con la denominación provisoria “GAF0003”, recalcularon su movimiento y realizaron otra búsqueda durante la madrugada del 10 de febrero, y obtuvieron el mismo resultado exitoso. Esa misma noche el asteroide fue observado de manera independiente por el observatorio Monte Lemon Survey de Arizona (EE.UU.).

Tras comunicar el hallazgo y reportar las astrometrías al *Minor Planet Center*, el organismo concluyó que se trataría de un “nuevo” objeto al que le impuso la se-



gunda denominación provisoria de “2016 CH138”, e indicó: “*First observed at Córdoba-Bosque Alegre on 2016-02-04*” (“Primera observación realizada...”).

El crédito

El crédito del descubrimiento recién se asignará cuando el asteroide sea numerado, es decir, cuando el *Minor Planet Center* asigne una denominación definitiva. Eso se logra tras un proceso de comparación de las observaciones de Bosque Alegre con astromerías futuras y con eventuales observaciones anteriores al hallazgo, si es que aparecen.

La espera tiene una razón: se trata de descartar la posibilidad de que el hallazgo sea una

recuperación de algún asteroide perdido por su alta incertidumbre en los elementos orbitales, algo que ya ocurrió con el asteroide 2012 OY2, encontrado también desde Bosque Alegre, y que posteriormente se verificó que se trataba de un objeto descubierto ya en 2007, y que se había “perdido” por su alta incertidumbre orbital.

Mientras se espera saber si se trata de un descubrimiento o no, el hallazgo del asteroide 2016 CH138 se vive en Bosque Alegre con mucha alegría, porque confirma el alto potencial que todavía conserva el antiguo telescopio del observatorio.

Algunos datos del asteroide

Con los datos conocidos hasta ahora, se sabe que el asteroide se mueve en una órbita que lo acerca y lo aleja del Sol entre 400 y 525 millones de kilómetros, respectivamente, por lo que se ubica entre las órbitas de Marte y Júpiter y pertenece al cinturón principal de asteroides. Su diámetro se estima en unos 1000 metros, demora 5,5 años terrestres para dar una vuelta completa alrededor del Sol, se desplaza a una velocidad de 68.000 km/h (19 km/seg), y actualmente está a unos 265 millones de kilómetros de nosotros. ■



R. Artola, M. Santucho y C. Colazo.

Sigue brillando

Por Dr. Guillermo Abramson, Instituto Balseiro y CONICET (División Física Estadística e Interdisciplinaria, Centro Atómico Bariloche).
guillermoabramson.blogspot.com

“ *Una de las Tres Marías sigue brillando,
se está apagando, pero sigue brillando* ”

Andrés Calamaro, Tres Marías.



Guillermo Abramson

La foto muestra la mayor parte de la constelación de Orión, con la distintiva Betelgeuse anaranjada y las Tres Marías. Junto a Alnitak (la estrella que aparece más abajo de las tres) se distinguen las nebulosas Flama y Cabeza de Caballo. En la “Daga”, a la derecha de las Tres Marías, se ve la famosa Gran Nebulosa de Orión y otras nebulosidades. Entre Betelgeuse y las Tres Marías se alcanza a ver una tenue nebulosidad roja que se extiende en arco hacia abajo y a la derecha: es el Bucle de Barnard.

Hay una cuestión que surge en cada charla de divulgación, en cada observación con público: que las estrellas que vemos en el cielo nocturno tal vez ya no existen. Que tal vez se han apagado durante el tiempo que su luz demoró en llegarnos. Y siempre me da un poco de escrúpulo refutarla. Da la impresión de que quien lo dice lo hace con una carga emocional, como si supiera un secreto del universo y se sintiera maravillado. Esa sensación de conexión cósmica es valiosa, y por eso me da pena develar la verdad. La pura verdad: ***las estrellas que vemos en el cielo siguen brillando tal cual las vemos.***

La razón es trivial: si bien es cierto que la luz se ha tomado su tiempo en llegar, no ha sido taaaaaanto tiempo. Y las estrellas viven muuuuy lentamente. Sus vidas transcurren en miles de millones de años. Inclusive las más feroces estrellas gigantes viven apenas un par de millones de años. ¿Entonces, cuándo emitieron la luz que veremos esta noche? Preparamos esta lista a manera de ejemplo, usando estrellas familiares. Las últimas dos líneas de la tabla no son es-

trellas sino galaxias, más lejanas que cualquier estrella de la Vía Láctea. La Gran Nube de Magallanes (GNM) es la galaxia “grande” más cercana, y una de las más hermosas de observar. La luz de sus estrellas partió cuando los primeros humanos modernos medraban en África. Inclusive la luz de su famosa supernova SN1987A es de esa época, si bien nos llegó cuando Soda Stereo ya había sacado 3 discos. Por último figura la gran galaxia de Andrómeda (M 31), famosa pero difícil de

observar desde el hemisferio sur. Es una galaxia espiral similar a la nuestra. La luz que vemos partió hace dos millones y medio de años, y en ese tiempo sí que el panorama estelar puede ir cambiando. Pero vista como un todo, como galaxia, inclusive dos millones y medio de años son muy poco. Una galaxia como Andrómeda completa un giro en más de 200 millones de años, así que los dos millones y medio transcurridos desde que salió la luz que vemos son (casi) nada. Las cefeidas¹ observadas allí

Estrella	Distancia (años luz)	Año calculado a 2016,75	Fecha	Suceso
Próxima	4,2421	2012,508	junio 2012	River Plate asciende de categoría, tras pasar un año en la B.
Alfa Cen	4,36	2012,39	marzo 2012	Tras 244 años la Enciclopedia Británica deja de publicarse en papel.
Hadar	320	1696,75	1692	Juicio de las Brujas de Salem, en Massachusetts (EE.UU.).
Acrux	510	1506,75	1506	Muere Cristóbal Colón.
Mimosa	460	1556,75	1550	Girolamo Cardano estudia una lente convergente e inventa la cámara fotográfica 300 años antes de que sirva para algo.
Gacrux	120	1896,75	1896	Se estrena La Bohème, de Puccini.
Eta Car	7500	-5483,25	5500 a.C.	En la India comienza a cultivarse el algodón.
Achernar	69	1947,75	1947	Bernardo Houssay gana el Premio Nobel de Medicina.
Rigel	863	1153,75	1150	El primer doctorado de la historia, otorgado en la Universidad de París.
Betelgeuse	643	1373,75	1374	Eduardo III de Inglaterra le concede a Chaucer un galón de vino diario de por vida, en recompensa por sus trabajos artísticos.
Alnilam	2000	16,75	14	Muere Augusto, primer Emperador Romano; su hijo Tiberio lo sucede.
Alnitak	1262	754,75	732	Carlos Martel detiene el avance del imperio árabe sobre Europa en la batalla de Poitiers.
Mintaka	1200	816,75	814	
Aldebarán	65,3	1951,45	1951	Se estrena Quo Vadis, con Robert Taylor y Deborah Kerr. Peter Ustinov hace de Nerón.
Sirio	8,5828	2008,167	2008	La peor crisis financiera mundial desde la Gran Depresión de 1930.
Canopus	310	1706,75	1703	Isaac Newton es elegido presidente de la Royal Society.
Cástor	49	1967,75	1967	Gabriel García Márquez publica Cien años de soledad.
Póllux	33,7	1983,05	1983	Primeras elecciones democráticas en Argentina tras 7 años de sangrienta dictadura militar.
x Car	8900	-6883,25	6800 a.C.	En Europa se domestican los cerdos.
GNM	160.000	-157.983	160.000 AP	Los primeros Homo sapiens antepasados de todos los humanos actuales viven en África oriental.
M 31	2.500.000	-2.497.983	2.500.000 AP	El género Homo aparece en África oriental; inventan la tecnología de las herramientas talladas en piedra.



Ezequiel Bellocchio

NGC 2024, familiarmente conocida como nebulosa Flama, es parte del complejo de nebulosas y cúmulos estelares de Orión. La intensa radiación ultravioleta de la brillante estrella Alnitak (a la derecha) produce el brillo fluorescente rojo de la nebulosa. Una densa nube de polvo frío y oscuro se interpone, y produce la apariencia de una llamarada. Por detrás de esa nube oscura, dentro del gas de la nebulosa brillante, existe un cúmulo de cientos de estrellas y protoestrellas muy jóvenes, de apenas 100 mil años de edad, que sólo son visibles en radiación infrarroja. La Flama se encuentra a unos 1000 años luz de nosotros: la luz capturada por Ezequiel Bellocchio en esta foto fue emitida durante la declinación de las ciudades mayas de Palenque y Tikal, y el apogeo de Chichén Itzá.

por Edwin Hubble hace 100 años deben seguir pulsando lo más panchas. Por supuesto, el universo es mucho más grande que nuestro vecindario galáctico. Con telescopios y cámaras vemos galaxias que están a cientos y hasta miles de millones de años luz. Las galaxias más lejanas, ciertamente, tienen poblaciones estelares y

estructuras muy distintas que las de nuestras vecinas. Muchas de sus estrellas (pero ni por asomo la mayoría) ya no existen. Las Tres Marías son Alnitak, Alnilam y Míntaka, de abajo hacia arriba en la foto de la primera página de este artículo. No sé a cuál de ellas se refiere Calamaro, pero las tres siguen brillando. ■

1 Una variable cefeida es una estrella que pulsa radialmente, variando tanto en temperatura como en tamaño, que produce cambios de brillo con un período y una amplitud muy regulares. Una relación directa entre su luminosidad y su período permite usar las cefeidas como importantes indicadores de distancias, tanto interestelares como intergalácticas.

RÉPLICAS DE LOS TELESCOPIOS DE GALILEO Y NEWTON

Observando con ojos de gigantes

Un grupo de aficionados argentinos realiza réplicas fidedignas de instrumentos, experimentos e investigaciones que desembocaron en algún descubrimiento histórico en el campo de la astronomía.

El Grupo Argentino de Investigación en Historia de la Astronomía (GAIHIA) es una asociación civil sin fines de lucro integrada por astrónomos aficionados. Se dedica principalmente al estudio, la reproducción y la divulgación de metodologías e instrumentos astronómicos del pasado. Para eso utilizan materiales y técnicas de ensamblado iguales a las originales. Sus instrumentos reproducen fielmente las ópticas y las configuraciones empleadas cuando fueron creadas.

Durante una de las clases del curso *Descubrir, Observar y Disfrutar el Cielo*, en el Planetario, Joaquín de la Rosa y Oscar Luna, integrantes de GAIHIA, se acercaron para mostrar dos de sus recientes creaciones: una réplica del primer telescopio de Newton y otra de uno de los primeros de Galileo.

El telescopio reflector de Isaac Newton,



Joaquín de la Rosa

creado originalmente entre 1668 y 1672, fue reproducido con tubos de cartón y un arnés metálico ajustable a la distancia focal necesaria, tanto para su uso terrestre como astronómico. El sistema está fijo a una esfera de madera que descansa sobre una copa con pie de roble, sujeta por piezas metálicas.

Con sus 34 cm de largo era considerado un “telescopio de escritorio”, pero brindaba más beneficios y mejores imágenes ópticas que los telescopios de más de un metro de largo fabricados por Galileo, medio siglo antes. Funciona como cualquier telescopio reflector moderno: la luz que ingresa por la apertura del tubo se refleja en un espejo primario cóncavo y se dirige hacia un espejo secundario plano, que desvía la luz hacia una lente ocular que, como una lupa, aumenta el tamaño de la imagen.

Al construir este tipo de telescopios Newton logró corregir uno de los principales problemas que tenían los telescopios refractores de Galileo: la aberración cromática, una distorsión óptica que impide que las lentes puedan enfocar todos los colores de la luz en un único punto de convergen-

cia. El diseño del telescopio de Newton, con ligeras modificaciones, es el mismo que siguen utilizando profesionales y aficionados; incluso el Telescopio Espacial Hubble es un reflector newtoniano.

Antes que Newton, a comienzos del siglo XVII, Galileo Galilei se había enterado de que un holandés había construido un instrumento que, a través de un sistema óptico, permitía ver objetos lejanos como si estuvieran mucho más cerca. Entonces, comenzó a fabricar telescopios del tipo refractores, es decir, con lentes. Y lo que es más importante, los utilizó con fines científicos. Galileo construyó muchos telescopios de diferentes tamaños, y los regalaba a los nobles y a amigos influyentes tras sus demostraciones.

Una de las cosas más interesantes de las réplicas construidas por la gente de GAIHIA es que los telescopios son operativos, es decir que funcionan y se puede observar con ellos. Así, a la salida del curso, pudimos ver la Luna y Júpiter tal como los observaron Newton y Galileo. ■

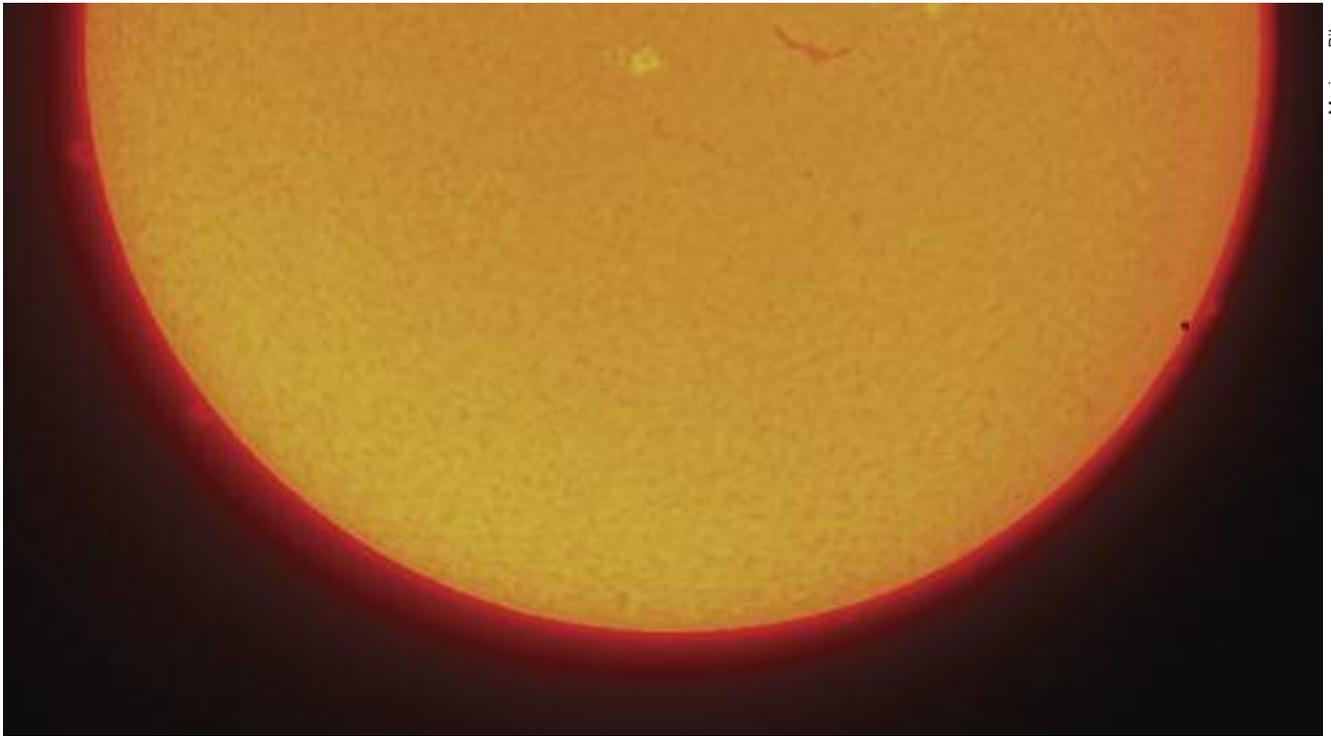
GAIHIA: gaihiastronomia@gmail.com

Joaquín de la Rosa



EL PASO DE MERCURIO POR DELANTE DEL SOL SE OBSERVÓ DESDE BUENA PARTE DEL MUNDO

Tránsito en el Planetario

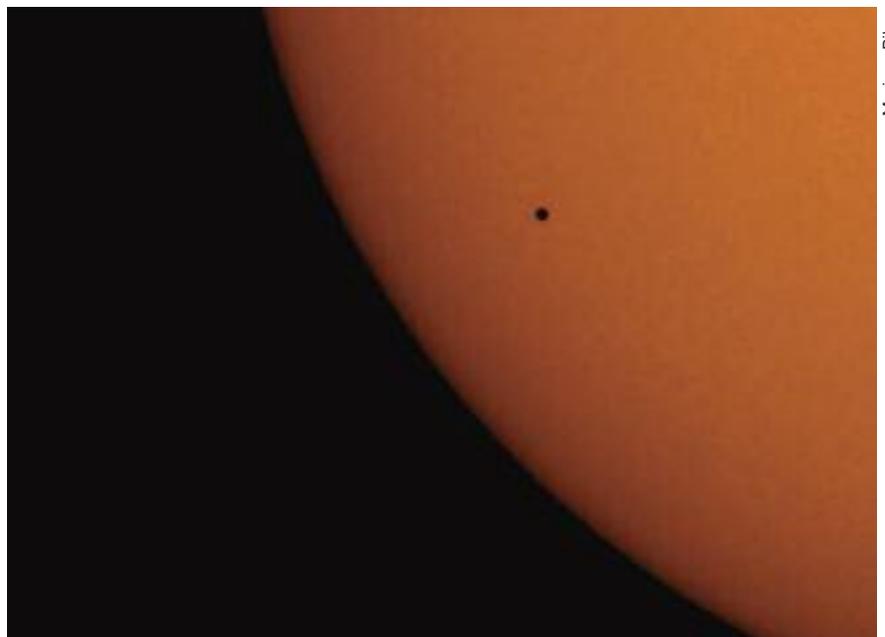


Mariano Ribas

El lunes 9 de mayo se observó el tránsito de Mercurio por delante del Sol, con algunos cientos de personas entre el público en el Planetario y una gran repercusión mediática. Se ofrecieron observaciones gratuitas mediante telescopios, filtros y la proyección de la imagen en la “caja solar”, a cargo del personal del Planetario. El evento astronómico se observó en todo el país y en la mayor parte del mundo, en forma total o parcial, excepto en Oceanía y parte de Asia.

Por tratarse de un fenómeno celeste que involucra al Sol, un tránsito planetario no puede observarse a simple vista. Es necesario utilizar telescopios con filtros especiales que dejen pasar apenas una cienmilésima parte de la luz solar. Otra forma de verlo es a través de la técnica de proyección, en la que la imagen se desvía desde el ocular del telescopio hacia una pantalla blanca ubicada a poca distancia. En cualquier caso, la observación de un fenómeno solar debe estar a cargo de especialistas.

Con las precauciones necesarias pudimos disfrutar de una inolvidable experiencia astronómica. Entre las 8:12 y las 15:42 h un “puntito negro” pasó muy lentamente por delante del disco solar. En realidad, el Sol ese día se encontraba a 151 millones



Mariano Ribas

Mariano Ribes



de km de la Tierra; y Mercurio, bastante más cerca, a 83 millones de km (es decir que Mercurio se encontraba 68 millones de km por delante del Sol).

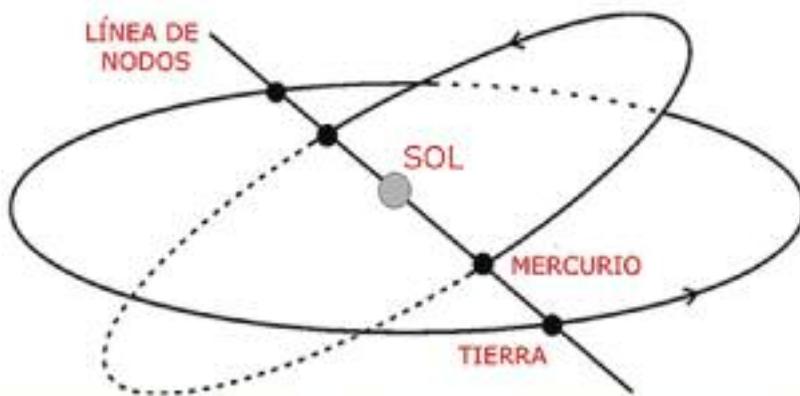
El diámetro aparente del Sol en nuestro cielo (dado su tamaño y la distancia a la que se encuentra) es de apenas $0,5^\circ$ (medio grado), o lo que es lo mismo, 1800 segundos de arco ($''$). El diámetro aparente de Mercurio durante el tránsito fue de $12''$. Es decir que Mercurio aparentaba ser unas 150 veces más chico que el Sol, a través de los métodos con los que observamos, como un diminuto lunar negro.

Los tránsitos de Mercurio ocurren sólo 13 o 14 veces por siglo, siempre en mayo o en noviembre. Para que Mercurio transite por delante del disco solar visto desde la Tierra, ambos planetas deben pasar al mismo tiempo y por el mismo lado de la línea de nodos, es decir, los puntos de intersección de los planos orbitales de Mercurio y la Tierra. Sólo así se produce la perfecta alineación Sol-Mercurio-Tierra, que da lugar a tan particular fenómeno.

Para que ocurra el tránsito de un planeta por delante del Sol debe tratarse, obviamente, de un astro que se encuentre más cerca del Sol que la Tierra. Es decir que sólo puede darse este fenómeno con Mercurio y Venus, los planetas cuyas órbitas son interiores a la órbita de la Tierra.

El último tránsito de Mercurio había

ocurrido el 8 de noviembre de 2006, y el próximo será el 11 de noviembre de 2019 y resultará también visible por completo desde nuestro país. El siguiente se producirá en 2032 y será visible sólo su final al amanecer de la Argentina. En cambio, los últimos tránsitos de Venus se dieron en 2004 y 2012, pero el próximo no ocurrirá hasta 2117. ■



Para que se produzca un tránsito, la Tierra y el planeta deben pasar al mismo tiempo por la línea de nodos, es decir, la intersección entre los planos orbitales.

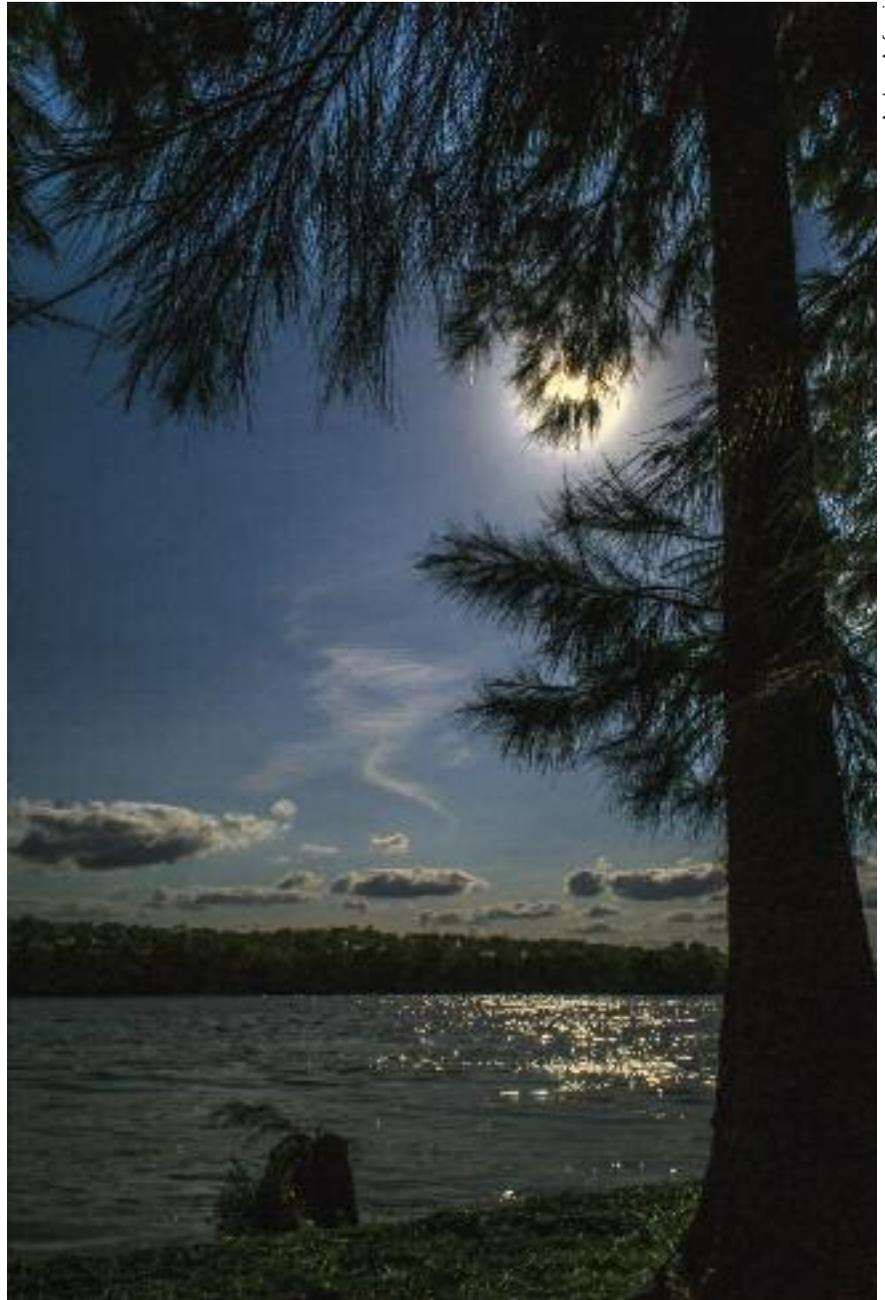
Luz de Luna

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

Entre muchas creencias que han surgido acerca de la Luna, una de las más arraigadas es la que intenta vincular una supuesta influencia de su tenue luz con el crecimiento de las plantas. Aquí nos preguntamos si es real e intentamos encontrar respuestas basadas en los conocimientos científicos.

Por ser el astro más cercano, el único que aparentemente cambia de forma, por permitirnos seguir sus movimientos y sus fases fácilmente, y por haber comprendido que brilla porque refleja la luz del Sol, la Luna debe haber dado a nuestros antepasados la primera idea acerca de la pluralidad de los mundos. La humanidad, desde sus orígenes, observó la Luna, y notó que cambia de aspecto de acuerdo a la posición en la que se encuentra con respecto al Sol. No resulta difícil darse cuenta de que es el Sol el que la ilumina, que por eso brilla.

Entonces, la Luna podría ser otro mundo, como la Tierra... y los planetas podrían serlo también... y las estrellas podrían ser otros soles más distantes, con otros planetas y, por qué no, con otros seres vivientes. Eran ideas peligrosas hace algunos siglos. La Luna es el astro que más mitos ha despertado históricamente, incluso más que el Sol; generó, y aún genera, una serie de creencias populares, la mayoría falsa y sin ningún fundamento científico que resista un análisis serio, que parten de una visión antropocéntrica obsoleta. Con “análisis serio” nos referimos a los métodos científicos para probar o refutar una idea. Eso consiste en tomar la idea y analizarla, sin prejuicios, por más alocada que parezca en un principio; ponerla a prueba sistemáticamente a través de muchas observaciones, mediciones y experimentaciones; modificar las hipótesis y plantear el pro-



Andrea Anfossi

blema desde diferentes puntos de vista; y buscar pruebas concretas.

Hay que tener en cuenta que para nuestros antepasados la idea de que la Tierra se moviera parecía realmente alocada, y costó siglos comprobarlo. Este ejemplo puede llevar a la falsa sensación de que cualquier conocimiento científico actual puede refutarse o cambiarse en el futuro,

con nuevas investigaciones y tecnologías. Pero no es tan fácil. La ciencia no tiene las respuestas a todo, y eso ocurre en todas las épocas. La ciencia avanza paso a paso, muy lentamente. Con el tiempo, los conocimientos van mejorando y, en algunos casos, se van reemplazando. Cualquier elemento tecnológico actual hubiera sido considerado “mágico” hace cientos de

años. Pero esta idea no funciona al revés: un pensamiento mágico, esotérico o sobrenatural no tiene por qué comprobarse en el futuro. Seguramente, en el futuro se lograrán muchas cosas que hoy nos sorprenderían; pero serán muchas más las cosas que no se puedan lograr debido a nuestras limitaciones.

El lado oscuro de la Luna

La palabra luna proviene del vocablo latino *lux*, que significa luminosa. Sin embargo, su superficie es casi tan oscura como el carbón. El albedo es una medida que se utiliza para expresar el porcentaje de radiación que refleja una superficie. La Tierra, con su atmósfera, sus nubes y sus hielos que reflejan mucho la luz del Sol, posee un albedo promedio de 0,32, es decir que refleja el 32% de la luz que recibe. En cambio, la Luna posee un albedo de apenas 0,1. Además, carece de atmósfera. Si la tuviera, brillaría más en nuestro cielo.

Muchas de las creencias populares acerca de la Luna hacen referencia, de una forma u otra, a su luminosidad. Y una de las más arraigadas en ciertos círculos pseudocientíficos, es la suposición de que conviene sembrar algunas plantas durante una determinada fase lunar.

No existe ningún mecanismo físico como para que la tenue luz de la Luna influya de manera directa, a la distancia a la que se encuentra, sobre los seres vivos o sobre cualquier otra cosa; aunque sí tiene una influencia gravitatoria que se manifiesta en las mareas, pero no de manera directa sobre el agua, sino sobre todo el planeta. El astro que realmente nos influye con su luz y calor es, obviamente, el Sol.

Según los criterios tomados por el Sistema Internacional de Unidades, para medir el nivel de iluminación por metro cuadrado se utiliza la palabra "lux" como unidad, y su símbolo es "lx". La cantidad de lux del Sol que recibe 1 m² de superficie durante el día es de **120.000 lx**. Cuando está nublado, se reciben entre **25.000** y **10.000 lx**. Durante los crepúsculos civiles, con el Sol apenas oculto bajo el horizonte, llega a **400 lx**. La iluminación normal que encendemos en nuestra casa durante la noche representa unos **50 lx**. La Luna llena equivale a solamente **0,25 lx**. La luz de una estrella individual vista desde la



Andrea Anfossi

Tierra, a **0,00005 lx**, y la de todas las estrellas juntas que vemos en una noche, **0,15 lx**.

Esto demuestra que la luz que recibimos de la Luna es insignificante, fundamentalmente, porque la Luna no tiene luz propia, sino que es luz reflejada. Además, si esa pequeña porción de luz fuera importante para el crecimiento de las plantas, los campos estarían iluminados con luz artificial. ¿Cómo es que no se le ocurrió esto a los campesinos? En realidad, lo pensaron, lo pusieron a prueba y descubrieron que no hay nada como el Sol para que los vegetales tomen su energía y, a través de la fotosíntesis, la conviertan en alimento. La idea de que la luz de la Luna influye en el crecimiento de las plantas surge de una antigua costumbre de cosechar durante las noches de Luna, para aprovechar lo que se podía ver con esa escasa luz (si estaba nublado, no se podía hacer).

Como no sólo nos interesan las razones astronómicas para aclarar que la Luna no influye en los vegetales, consultamos a muchos biólogos, botánicos, paleontólogos y catedráticos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires

en la especialidad de fisiología vegetal. Sus respuestas fueron contundentes: **nunca se han encontrado relaciones entre la Luna y el crecimiento de los vegetales**, y se ha realizado todo tipo de pruebas a través de métodos científicos, nos dijeron.

Las plantas aparecieron sobre la superficie terrestre hace más de 400 millones de años, y han tenido tanto éxito que poblaron todos los continentes y los mares del planeta. Evidentemente, no han necesitado de nadie para reproducirse durante todo ese tiempo sin presencia humana. En realidad, muchas de ellas se sirven de animales que comen sus frutos y esparcen involuntariamente sus semillas, en lo que los biólogos llaman mutualismo entre diferentes especies.

El ser humano ha domesticado plantas y animales en los últimos 13 mil años (un período que equivale a un 0,003% del tiempo que llevan de existencia las plantas), y esto ha otorgado a nuestra especie una falsa idea de superioridad sobre la naturaleza, a la que tanto daño le ha causado. Deberíamos comenzar a respetarla, y entenderla nos puede resultar de gran ayuda. ■

MÁS ALLÁ DEL BARRIO

Un lugar en el cosmos, sólo uno más

Por Walter Germaná, Planetario de la Ciudad de Buenos Aires Galileo Galilei.



Ignacio Díaz Bobillo

Figura 1. Parte central del Cúmulo de Virgo. Se destacan gigantescas galaxias elípticas, como M 84, M 86 y M 87, y la clásica formación conocida como Cadena de Markarian.

Así como el Sol es apenas una estrella más entre miles de millones, y la Vía Láctea, sólo una galaxia entre muchísimas otras, el Grupo Local, nuestro barrio galáctico, representa una pequeña parte de los suburbios de una gran ciudad. Las estructuras o agrupaciones que veremos a continuación son en gran medida estimativas. Se entrelazan e interactúan entre sí y están sometidas a cambios de morfología; cambios que tienen lugar en extensísimos lapsos que sobrepasan con creces nuestras concepciones cotidianas del tiempo. El “pegamento” con el que se ensamblan las diferentes agrupaciones de galaxias es la fuerza de gravedad, y la argamasa que determina la forma en que se distribuyen en el espacio, es la materia oscura¹.

Nuestro barrio galáctico, una formación a la que denominamos Grupo Local, está comprendido por varias decenas de galaxias. Pero nuestro barrio no es el único. En sus alrededores existen muchos otros similares. Podemos definir entonces que los **grupos de galaxias** son agrupaciones conformadas por decenas de miembros.

Dentro de un mismo grupo, existen galaxias más masivas y dominantes que otras. Ellas congregan otros miembros menores como sus satélites. Hablamos de **subgrupos de galaxias**, es decir, una galaxia muy masiva y sus satélites. Finalmente, cuando nos toque describir concentraciones menores de galaxias, las llamaremos **asociaciones de galaxias**.

La siguiente escala en la organización del

universo está representada por los **cúmulos de galaxias**: agrupaciones de cientos o miles de miembros. El más destacado en nuestras cercanías es el Cúmulo de Virgo (figura 1), una formación de alrededor de 2000 galaxias, situadas a unos 60 millones de años luz de nosotros. Hasta hace muy poco, se tendía a tomar este gran cúmulo como polo de atracción gravitatoria de toda la región. De este modo, el

Cúmulo de Virgo, junto a otros cúmulos más pequeños, más algunas decenas de grupos de galaxias (entre los que se incluye nuestro Grupo Local) y numerosas asociaciones menores, da lugar a otra estructura mayor: el Supercúmulo de Virgo.

A partir de aquí, podemos hablar de una nueva escala: los **supercúmulos de galaxias**, enjambres de asociaciones, grupos y cúmulos de galaxias, que congregan miles o decenas de miles de miembros en su conjunto. De todos modos, cabe destacar que a determinadas escalas y distancias, es difícil establecer los límites de estas organizaciones, y hablaremos más atinadamente de nodos de mayor o menor concentración de materia, más que de estructuras cerradas.

El Gran Atractor y Laniakea², otro enfoque

Entre fines de 2013 y principios de 2014 comenzaron a presentarse en diferentes publicaciones científicas de renombre mundial, los resultados obtenidos por un grupo internacional de investigadores. Todos ellos apuntan a cambiar el polo de atracción a la hora de organizar nuestro lugar en el cosmos. Entre las publicaciones más destacadas podemos citar la del

Astronomical Journal, bajo el nombre de *Cosmography of the Local Universe*, encabezada por la doctora H el ene Courtois (Universidad de Lyon, Francia)³; o la de la prestigiosa revista *Nature*, *Laniakea: Our home supercluster*, encabezada por el doctor Brent Tully (Universidad de Hawa i, Estados Unidos).

Parece ser que aquello considerado como lo m as destacado en nuestra región galáctica desde hace décadas, conocido como el Cúmulo de Virgo, no sería el nodo de concentración de materia más importante, "la ciudad capital", y que aquella macroestructura, denominada Supercúmulo de Virgo, sería sólo una pequeña porción de la materia y el espacio a considerar.

Para explicar este nuevo enfoque debemos remitirnos al análisis del movimiento de las galaxias⁴, a través del corrimiento al rojo o *redshift*⁵, que ya a fines de los años '80 marcaba una dirección de movimiento curiosa, que no se relacionaba tan directamente al Cúmulo de Virgo, sino con algo que no podíamos ver tan claramente. Se lo denominó el Gran Atractor.

Se trataba de un gran tironeo gravitatorio, cuyo origen podíamos situarlo en dirección a las constelaciones australes de Centauro,

Hydra y Norma, y cuya visión nos es vedada en gran parte por nuestra propia galaxia (su núcleo y su plano principal), lo que se denomina Zona de Exclusión o ZOA (*Zone of Avoidance*)⁶. Así se comenzó a calcular una masa equivalente a decenas de miles de galaxias, que nos direccionaban hacia un lugar que no era precisamente Virgo.

La especialista argentina, doctora en astronomía María Victoria Alonso (Universidad de Córdoba), que trabaj  con el mismo tipo de mapeos de corrimiento al rojo, nos remarc  la importancia de otra región. El  rea perteneciente al Cúmulo de Centauro, conocida como el Gran Atractor, no sería el único nodo de peso en el universo cercano, sino que existe otro casi opuesto, denominado Perseus-Pisces. Se trata de otro supercúmulo galáctico extremadamente masivo, con el cual estamos interconectados al igual que con muchos otros, lo que da lugar a una compleja red.

La masa calculada en la actualidad, si colocamos como eje el denominado Gran Atractor y su área total de influencia, ascendería a unas 100.000 galaxias, y el espacio considerado pasaría de ser de un poco más de 100 millones de años luz (Supercúmulo de Virgo), a más de 500 millones de años luz (*figura 2*).

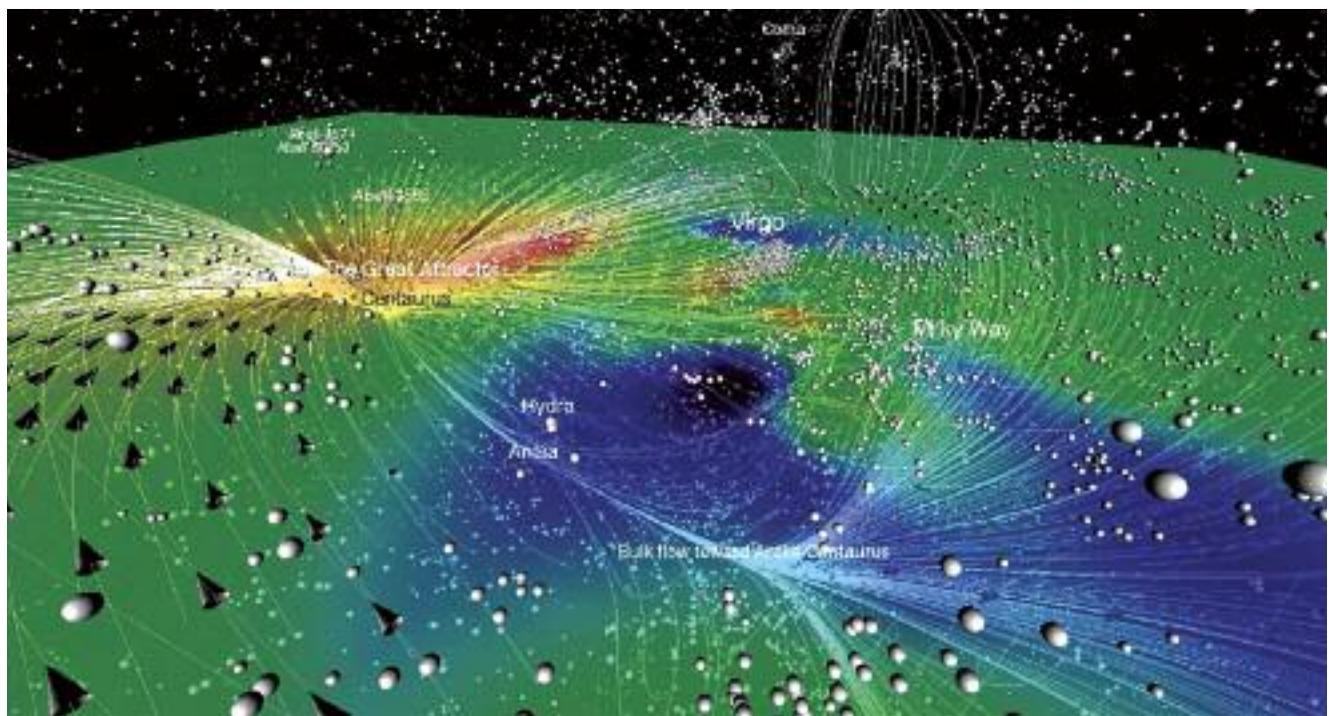


Figura 2. Representación de flujos cósmicos en el universo cercano. Vista en perspectiva de gran angular donde las galaxias se visualizan en forma de esferas. Las líneas de corriente de flujos determinan la dirección de movimiento de las galaxias. La tonalidad amarilla demarca la sección de mayor concentración de materia en nuestra región, denominada el Gran Atractor, y está ubicada en el cúmulo de galaxias de Centauro.

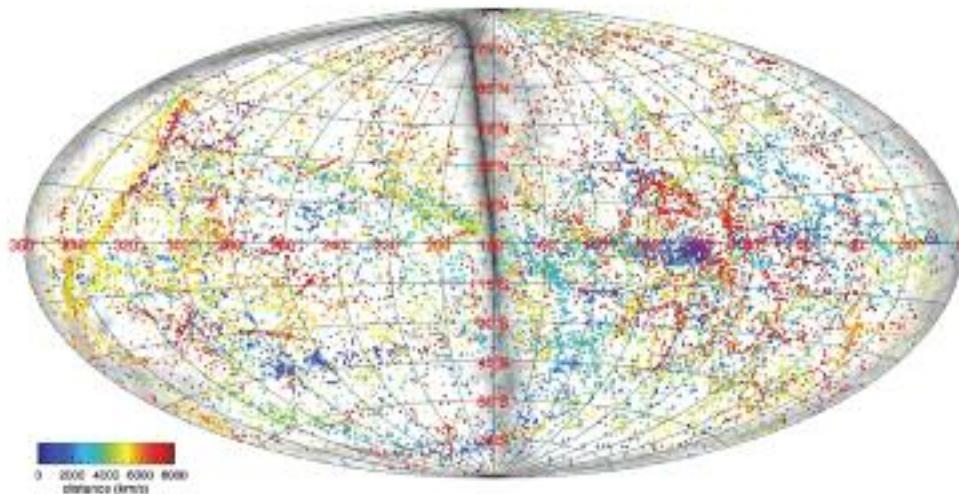


Figura 3. Los colores marcan las distancias a las galaxias participantes en el estudio V8k, expresadas en kilómetros por segundo.

La investigación que ha dado pie a este artículo se ha desarrollado a partir de un catálogo de galaxias denominado V8k. Está conformado por 30.124 galaxias, reunidas a partir de distancias medidas en velocidades de alejamiento no mayores a los 8000 km por segundo⁷ (figura 3). Este catálogo dio lugar a una reconstrucción tridimensional. La constante de Hubble empleada en este análisis es de 75 km/s (150 km/s = 2 megapársecs⁸). En este marco hay que resaltar las virtudes y ventajas de las animaciones encontradas en el video utilizado

como la principal herramienta de divulgación por parte del equipo de investigadores: <http://irfu.cea.fr/cosmography>

Nuestro lugar: de la Vía Láctea a los grupos cercanos (figuras 4 y 5)

A nuestra Vía Láctea, conglomerado de unos 400.000 millones de soles y unos 100.000 años luz de diámetro, la acompañan más de 25 galaxias menores hasta ahora conocidas. Es el llamado **Subgrupo de Vía Láctea**.

Lo más destacado en las cercanías del

disco galáctico son las Nubes Mayor y Menor de Magallanes, con más de 20.000 años luz de extensión la primera, y más de 10.000 la segunda. Como contrapeso gravitatorio existe otra gran agrupación, comandada por la galaxia espiral gigante de Andrómeda, y en menor medida, con la coparticipación de la galaxia espiral M 33 (página 35), mucho más pequeña. Ellas dos, acompañadas por más de 30 satélites menores hasta hoy conocidos, dan lugar al **Subgrupo de Andrómeda**.

Ambos subgrupos (Vía Láctea y Andró-

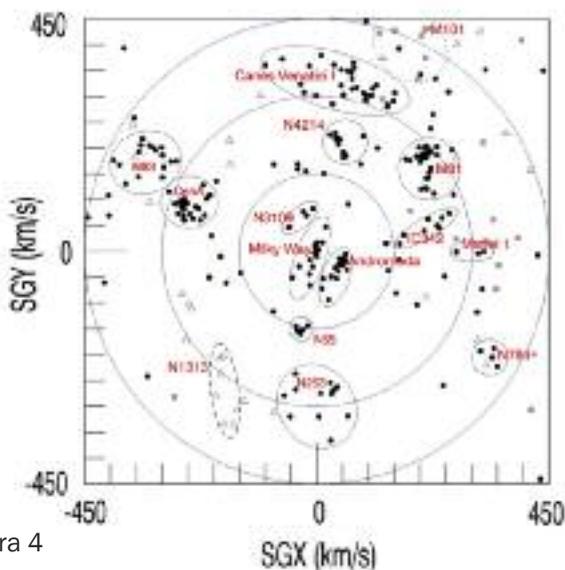
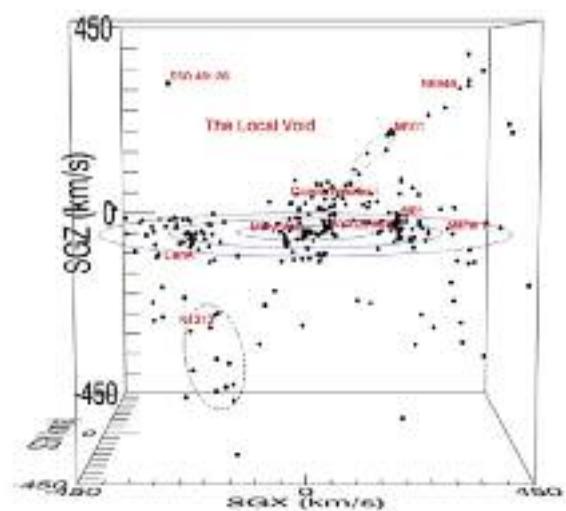


Figura 4



M 83

Una galaxia espiral barrada mediana que forma parte del grupo de Centaurus A, entre los “barrios cercanos”.



Sergio Eguívar

NGC 55

A 6 millones de años luz de nosotros y con 50.000 años luz de diámetro, es una galaxia irregular vista de perfil.

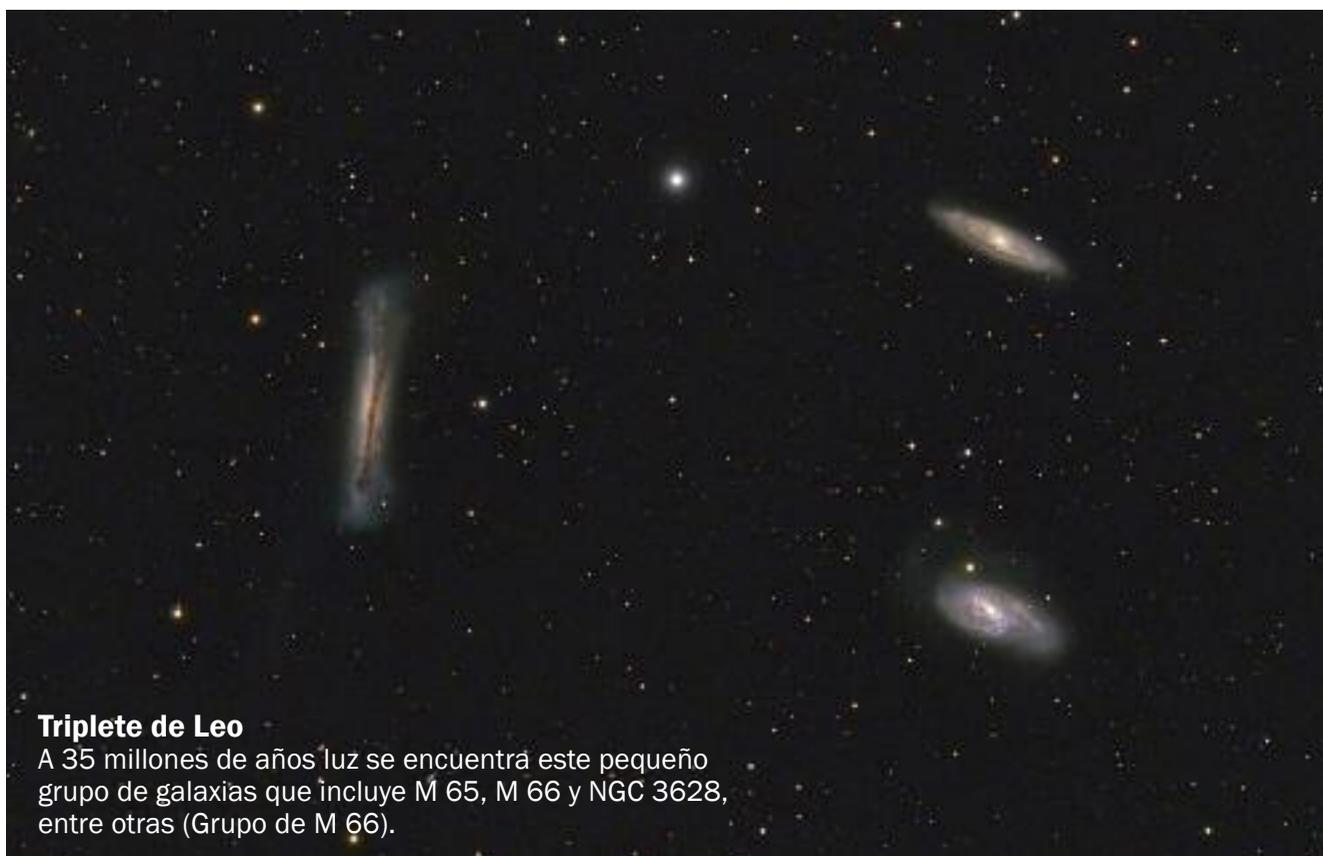


Ignacio Díaz Bobillo



Galaxia Escondida

IC 342, una espiral de dimensiones similares a la Vía Láctea, que encabeza el barrio galáctico más cercano por fuera del Grupo Local.



Triplete de Leo

A 35 millones de años luz se encuentra este pequeño grupo de galaxias que incluye M 65, M 66 y NGC 3628, entre otras (Grupo de M 66).

meda), junto a otras galaxias pequeñas y dispersas, que en total contabilizan más de 70 miembros, dan forma a nuestro **Grupo Local**, nuestro barrio galáctico. Todo posee una extensión aproximada de 10 millones de años luz.

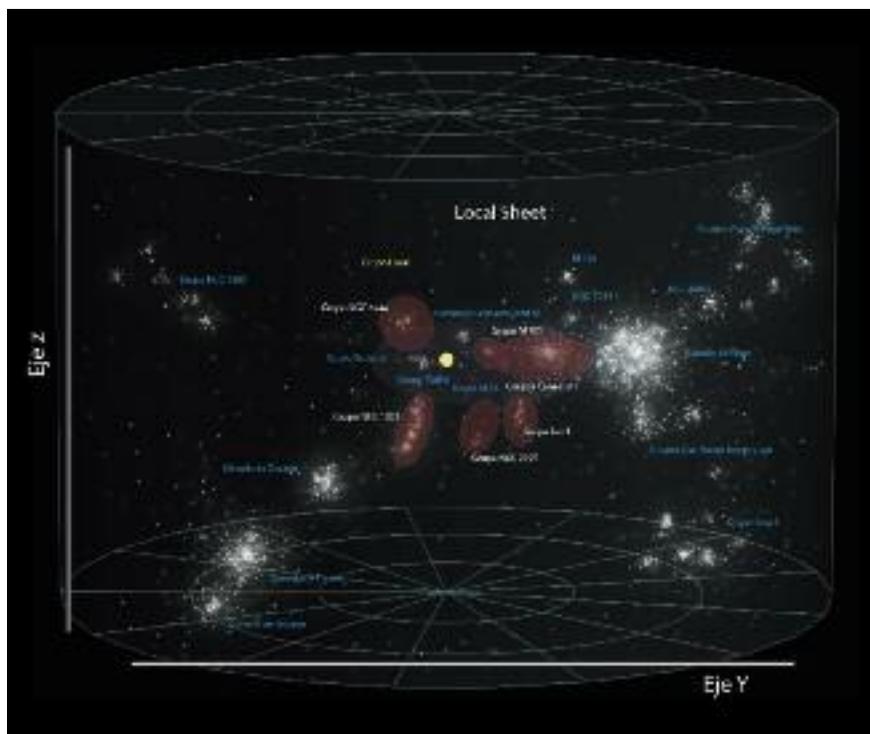
Asociaciones de galaxias menores, que no cuentan con miembros destacados, completan el paisaje de los alrededores. La primera y más cercana de ellas es la asociación conformada en torno a **NGC 3109**, galaxia irregular ubicada a unos 4,5 millones de años luz de nosotros, de un tamaño similar a nuestra Nube Mayor de Magallanes.

La segunda asociación de galaxias más cercana se ubica del lado opuesto, y está formada también por pocos miembros. Se trata de aquella dominada por la galaxia irregular **NGC 55** (página 24), cercana a los 50.000 años luz de extensión y ubicada a unos 6 millones de años luz de nosotros. Por fuera del área de influencia de nuestro barrio galáctico y las asociaciones nombradas con anterioridad, existen mojonos dispersos, representados por galaxias aisladas. Por ejemplo, podemos encontrar la irregular enana IC 5152 (a 6 millones años luz), la elíptica NGC 404 (a 8 millones) o la irregular NGC 4214 (a 9 millones). Existe también una gran espiral, pero ya por fuera del plano supergaláctico⁹. Hablamos de **NGC 6946** (figura 5), a 10 millones de años luz, visible desde el hemisferio norte.

Barrios cercanos (figuras 4 y 5)

Por fuera de agrupaciones menores, el grupo de galaxias más cercano a nuestro barrio es el **complejo IC 342/Maffei**¹⁰, compuesto por dos subgrupos: el de IC 342 y el de **Maffei I**¹¹. Ambos subgrupos congregan unos 15 miembros en total hasta hoy conocidos¹². El punto de importancia verdaderamente destacado en la región es la gran galaxia espiral IC 342, conocida como Galaxia Escondida (página 25). Está a unos 10 millones de años luz de nosotros y su observación es bastante difícil por el gas y el polvo interestelar de nuestra Vía Láctea. La mayor parte de los miembros de este grupo, a excepción de IC 342, la gran elíptica Maffei I y la espiral mediana¹³ Maffei II, son muy pequeños.

La siguiente parada de nuestro viaje nos llevará al denominado **Grupo de Sculp-**



Walter Germaná

Figura 6. Ubicación de los grupos galácticos relativamente cercanos y dispersos.

tor, dominado por la famosa galaxia conocida como Moneda de Plata (NGC 253), situada a más de 10 millones de años luz de nosotros. El grupo está conformado por una veintena de miembros, entre los que también se destacan las pequeñas espirales NGC 45 y NGC 300, y la irregular NGC 247.

A unos 12 millones de años luz podemos encontrar otra agrupación, encabezada por la gran espiral **M 81** (100.000 años luz de diámetro), acompañada por M 82. Esta última es de tipo irregular y posee la mitad del tamaño de la primera. A este par dominante lo acompañan cerca de 30 miembros más. Otra espiral grande, **NGC 4236** (75.000 años luz), ubicada a más de 14 millones de años luz del Sol, junto a sus satélites y en los límites de este grupo, podría formar una asociación anexa.

Otra parada por demás destacada entre los barrios cercanos es el Grupo de Centauro A o **Complejo Centauro A/M 83**. Aquí existen dos subgrupos galácticos dominantes. Ellos reúnen en su conjunto otras 30 galaxias. El primero está dominado por Centauro A (NGC 5128), una galaxia peculiar¹⁴ de unos 60.000 años luz de extensión, ubicada a 15 millones de años luz de la Tierra. La otra joya de la región es M 83, una espiral barrada mediana (página 24).

A una distancia similar, pero en dirección al Cúmulo de Virgo, se presenta una agrupación verdaderamente grande y rica, **Canes Venatici I**. Está formada por unos 40 miembros. Entre sus componentes se destacan algunas espirales medianas como NGC 4244 (65.000 años luz), NGC 4395 (50.000 años luz) y la famosa M 94 (30.000 años luz), la más brillante del grupo.

También podemos advertir algunos subgrupos dispersos, como el encabezado por **NGC 1313**, a 15 millones de años luz; una galaxia mediana que domina una región poblada por pocos miembros, pero por fuera del plano supergaláctico. Lo mismo ocurre con la espiral barrada NGC 784 y sus satélites, a 16 millones de años luz.

Finalmente, podemos advertir por encima del plano supergaláctico un gran vacío, conocido como *Local Void* o Vacío Local. Por “detrás” del Grupo Canes Venatici I podemos ubicar el grupo **Canes II**, un tanto más pequeño que el primero, formado por unos 30 miembros, ubicado a unos 25 millones de años luz del Sol. Sobresale aquí una gran galaxia espiral: M 106 (150.000 años luz).

Nuestro Grupo Local, así como los barrios cercanos antes descritos, conforman una suerte de “conurbano galáctico”, un apéndice que en términos más forma-

Walter Germaná

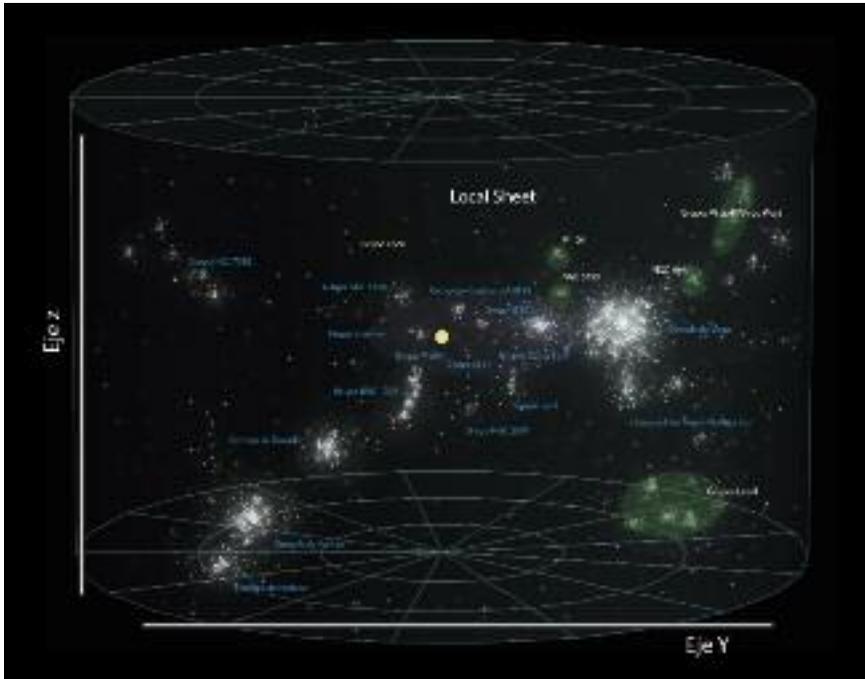


Figura 7. Ubicación de los grupos galácticos lejanos.

les los astrónomos denominan *Local Sheet* (lámina u hoja local) (figura 6 y 7). En este marco, los grupos más dispersos y lejanos, nos demarcan una especie de puente que nos conecta con el Cúmulo de Virgo.

Barrios dispersos (figura 6)

En una dirección que también nos acerca al Cúmulo de Virgo, pero por encima del plano supergaláctico, podemos apreciar la gigantesca galaxia espiral **M 101** (170.000 años luz de diámetro). Se encuentra a unos 25 millones de años luz del Sol y encabeza un grupo formado por más de una decena de miembros conocidos, donde además se destacan otras espirales medianas. En la misma región y tal vez como agrupación anexa, se ubican las clásicas M 63, una espiral gigante similar en tamaño a nuestra Vía Láctea, y un poco más atrás, M 51, conocida como galaxia Remolino, con un tamaño un tanto menor (60.000 años luz). Ya nos encontramos a más de 30 millones de años luz de la Tierra.

Si en nuestro viaje imaginario volteáramos la vista en una dirección casi opuesta al destacado Cúmulo de Virgo, podríamos ver a lo lejos la gigantesca espiral NGC 6744 (175.000 años luz). Ubicada a otros 30 millones de años luz, cuenta con varias compañeras conocidas. La agrupación se proyecta en dirección a la

constelación austral del Pavo.

A una distancia similar podremos ubicar también otra familia galáctica, dominada en este caso por **NGC 1023**, galaxia lenticular gigante¹⁵. Está formada por más de una decena de miembros, algunos de ellos muy destacados entre los observadores habituales del cielo. Allí sobresalen, además, las grandes espirales NGC 925 y NGC 891. Los miembros de este grupo pueden verse en la región del cielo correspondiente a las constelaciones de Andrómeda, Perseo y el Triángulo.

La organización siguiente, proyectada sobre la constelación de Leo, corresponde al pequeño grupo de **M 66**, situado a unos 35 millones de años luz de la Tierra. Tiene como eje el famosísimo **Triplete de Leo** (página 25), conformado por las tres espectaculares espirales M 65, M 66 y NGC 3628, todas de tamaño similar o superior al de nuestra Vía Láctea. A las tres protagonistas de esta región del universo se suman otros miembros bastante más pequeños. Muy probablemente relacionado gravitatoriamente a este pequeño grupo se encuentra otro aún más grande, conocido como **Leo I** o **Grupo M 96**. Está encabezado por otras tres galaxias de tamaño mediano a grande: M 95 y M 96 de tipo espiral, y M 105 de tipo elíptico. La agrupación podría contener más de 20 miembros, y se ubica un poco por detrás

del gran Triplete de Leo, a unos 38 millones de años luz de nosotros.

En la misma dirección y dentro del perímetro de la constelación de Leo, podemos encontrar galaxias dispersas también muy famosas, aunque no relacionadas a los grupos descritos con anterioridad. Ellas son las espirales NGC 2903 (80.000 años luz), ubicada a unos 20 millones de años luz de nosotros; y NGC 3521, a 35 millones de años luz y de un tamaño menor a la anterior.

Barrios lejanos (figura 7)

A más de 50 millones de años luz podemos toparnos con otros grupos dignos de ser destacados, como aquél dominado por la gran espiral NGC 2997. El grupo cuenta con más de 20 miembros hasta hoy conocidos y se proyecta sobre la constelación de Antlia.

Si retomamos el camino hacia la gran ciudad galáctica cercana (Virgo) y a través de diferentes senderos, aparecen distintos grupos destacados, sobre todo por su galaxia insignia. Messier 104 o galaxia Sombrero es tal vez la más conocida de la región. Se trata de una galaxia espiral mediana acompañada por, al menos, ocho miembros.

Un tanto más lejos podemos encontrar, proyectada sobre la constelación de Canes Venatici, la gran espiral NGC 5033 (100.000 años luz), acompañada por una decena de galaxias.

Otros mojoneros en el camino los demarcarán, en los alrededores de la gran “ciudad”, grupos menores donde sólo destacaremos sus galaxias principales. Entre ellas se encuentran la gran elíptica NGC 4697 (100.000 años luz), la espiral NGC 4699 (60.000) y la inmensa lenticular NGC 5084 (250.000). Todas estas galaxias y sus grupos respectivos están esparcidos en una región que se ubica a partir de los 50 millones de años luz y alcanza los 80 millones. A estos conjuntos suele definírselos como Grupos Virgo II.

Aún más lejos existen otros grupos con galaxias destacadas, como NGC 5846, elíptica gigante (100.000 años luz); o NGC 5746, espiral gigante (170.000 años luz). A esta última parte suele conocerse como Grupos Virgo III.

Otro sendero podría llevarnos hasta los 70, 80 e incluso 90 millones de años luz del Sol.

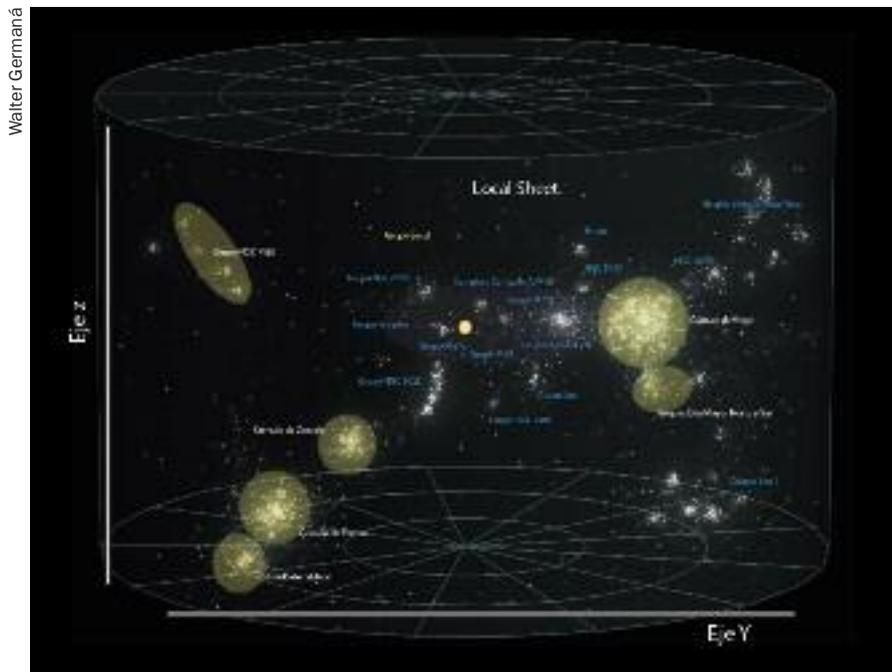


Figura 8. Ubicación de los cúmulos galácticos más cercanos, que son notablemente menores que el gran Cúmulo de Virgo.

Allí, cerca de una decena de subgrupos y grupos galácticos, conocidos en su conjunto como Grupos Leo II, nos ofrecerán vistas de otras grandes galaxias, como la elíptica NGC 3607 (95.000 años luz), cabeza de un grupo conformado por más de una decena de miembros; o NGC 3227, gran espiral (100.000 años luz), también acompañada por sus respectivas compañeras.

Pueblos cercanos, cúmulos menores (8)

Toda gran ciudad no sólo cuenta con una región periférica, a la cual podríamos denominar su conurbano, sino que más allá existen agrupaciones aún más grandes. En este caso, hablamos de formaciones mayores que los grupos: verdaderos cúmulos galácticos. El primer “pueblo” en el horizonte es el Cúmulo del Dorado, ubicado a más de 60 millones de años luz de nosotros. Se encuentra en el límite entre un gran grupo y un cúmulo de galaxias, con más de 70 miembros conocidos de un tamaño considerable¹⁶. En su centro se ubican dos grandes galaxias, NGC 1549, de tipo elíptico, y NGC 1553, de tipo lenticular. Se destacan además otros subgrupos como puntos de concentración dentro del grupo/cúmulo, como son los encabezados por las espirales de tamaño mediano a grande NGC 1566 y NGC 1433, o aquel dominado por NGC 1672, una galaxia espiral barrada.

Sin embargo, el cúmulo de galaxias más destacado y masivo en un radio de 100 millones de años luz, después de Virgo, es el Cúmulo de Fornax (figura 9), conformado por más de 100 galaxias conocidas hasta nuestros días, y compuesto, según su masa, por varios cientos de miembros en total. El centro mismo del cúmulo podemos situarlo en torno a los 65 millones de años luz. Esta agrupación cuenta con dos polos de concentración concretos. El primero, en torno a la elíptica gigante NGC 1399 (130.000 años luz), ubicado en la parte central; y el segundo, bastante desplazado del centro, en torno a la galaxia más grande del cúmulo, la inmensa lenticular NGC 1316 (215.000 años luz). El segundo miembro en tamaño de la región es la magnífica espiral barrada NGC 1365, con aproximadamente el doble del diámetro de la Vía Láctea. Se trata de una formación con gran variedad de tipologías, donde además sobresalen la elíptica NGC 1344 (105.000 años luz), y las grandes espirales barradas NGC 1350 (110.000 años luz) y NGC 1425 (115.000 años luz). Un poco más lejos, y con su parte central ubicada a 75 millones de años luz de la Tierra, está el Cúmulo de Erídano, una población galáctica con otras 70 galaxias principales conocidas. Se estima que po-

dría contener cerca de 200 miembros en total. Erídano es también llamativo por contar con galaxias muy famosas de diversas tipologías, como NGC 1300, gigantesca espiral barrada (150.000 años luz). Así también sobresalen otras espirales barradas aún más grandes, como NGC 1398 (175.000 años luz) y NGC 1232 (170.000). Y por si toda esta abundancia fuese poco, tampoco podemos dejar de lado las colosales elípticas NGC 1395 (140.000 años luz), NGC 1407 (125.000) o NGC 1332 (105.000).

Para cerrar el paisaje de los alrededores de aquello denominado como Supercúmulo de Virgo, encontramos grandes grupos como los de la Osa Mayor Norte y la Osa Mayor Sur, que congregan más de 60 galaxias conocidas, entre las que se destaca M 109, gran espiral barrada (120.000 años luz), la galaxia más brillante del complejo.

Para finalizar, hay que nombrar un grupo más pequeño y disperso, ubicado a unos 70 millones de años luz, encabezado por NGC 7852. Esta galaxia espiral conforma un clásico cuarteto de grandes espirales junto a NGC 7552, NGC 7590 y NGC 7599, conocido también como Cuarteto de la Grulla (página 35).

Una gran urbe

Con su corazón situado a unos 60 millones de años luz de la Tierra, el gran cúmulo galáctico de Virgo nos obnubila y hace las delicias de todos los grandes observadores del cielo experimentados en galaxias. La parte central del cúmulo podría ocupar un tamaño similar al de nuestro Grupo Local, pero con un nivel de concentración de miembros abrumador. Si bien sabemos que el cúmulo en su conjunto contaría con unas 2000 galaxias, también debemos aclarar que la amplia mayoría de ellas son enanas¹⁷. Aquí pueden destacarse verdaderos monstruos galácticos, como M 87, gigante elíptica cercana al millón de años luz de diámetro. Algo menores pero nada despreciables son sus colegas, las elípticas gigantes M 84 y M 86. Éste parece ser el núcleo duro de la ciudad, “la plaza central”. Sin embargo, existen otros verdaderos titanes elípticos, más pequeños que los antes nombrados, pero nada despreciables tampoco, como M 49 (160.000 años luz) o M 60 (120.000), ubicados en otros puntos del cúmulo. Cada uno de estos pesos pesados da lugar

a numerosos grupos y subgrupos galácticos que se entrelazan gravitatoriamente e intentan dominar el cúmulo en su totalidad. Tampoco nos serán aquí extrañas las grandes espirales, como M 98 (150.000 años luz), M 88 (130.000) o M 100, similar en tamaño a nuestra Vía Láctea. Pero tanta maravilla no nos dejó ver con claridad algo que estaba un tanto más lejos.

La ciudad escondida: megaestructuras y nuevas escalas (figuras 11 y 12)

El estudio de la dirección de movimiento de las galaxias, a través de instrumentos de mayor complejidad en los últimos años, permitió a los astrónomos darle un lugar concreto en el espacio a aquella extraña entidad gravitante, denominada Gran Atractor. El eje gravitacional de toda nuestra región se ubica en el cúmulo de galaxias **Abell 3526**, más conocido como **Cúmulo de Centauro**. Esta monstruosa ciudad galáctica está dividida en dos secciones principales, que contarían en su conjunto con miles de galaxias. Cada una de estas secciones está conformada por

decenas de grupos y subgrupos. En la sección más grande sobresale una enorme galaxia elíptica, NGC 4696.

La gran “ciudad”, ubicada a unos 160 millones de años luz del Sol, se encuentra íntimamente ligada al gran **Cúmulo de Hydra (Abell 1060)**, agrupación también muy masiva. De hecho, muchas fuentes se refieren a la región como **Supercúmulo Hydra-Centauro**, agrupación de galaxias de un porte mayor que el denominado Supercúmulo de Virgo.

En forma contigua a esta estructura colosal y alejándose aún más de nosotros, se ubican grandes agrupaciones, principalmente cuatro cúmulos de galaxias, todos ellos extremadamente densos y masivos. Ellos son los **Abell 3565**, **Abell S753**, **Abell 3537** y **Abell 3574**. Aún más lejos, a más de 200 millones de años luz de nosotros y por fuera del gráfico, se encuentra el **Abell 3581 (figuras 13 y 14)**.

Toda esta masa conformada por decenas de miles de galaxias nos arrastra con ella, incluyendo al cúmulo galáctico de Virgo, hasta hace poco considerado lo más impor-

tante en nuestros alrededores cósmicos.

Entre otras estructuras ligadas al centro de la verdadera gran “ciudad” (figuras 11, 12, 13 y 14), se encuentran el cúmulo de **Pavo-Indus**, formado por otros cúmulos menores como Abell 3656, 3698, 3742, 3747, 3627 y 4038, contabilizando varios cientos de galaxias más; y los hípermasivos cúmulos de **Pavo II (Abell S805)** o **Norma**, ubicados a más de 200 millones de años luz de nosotros.

El Cúmulo de Norma es otra de las agrupaciones de galaxias más masivas que se conocen, formada por miles de miembros. De hecho, desde hace décadas, muchos estudios previos ubicaban allí el Gran Atractor.

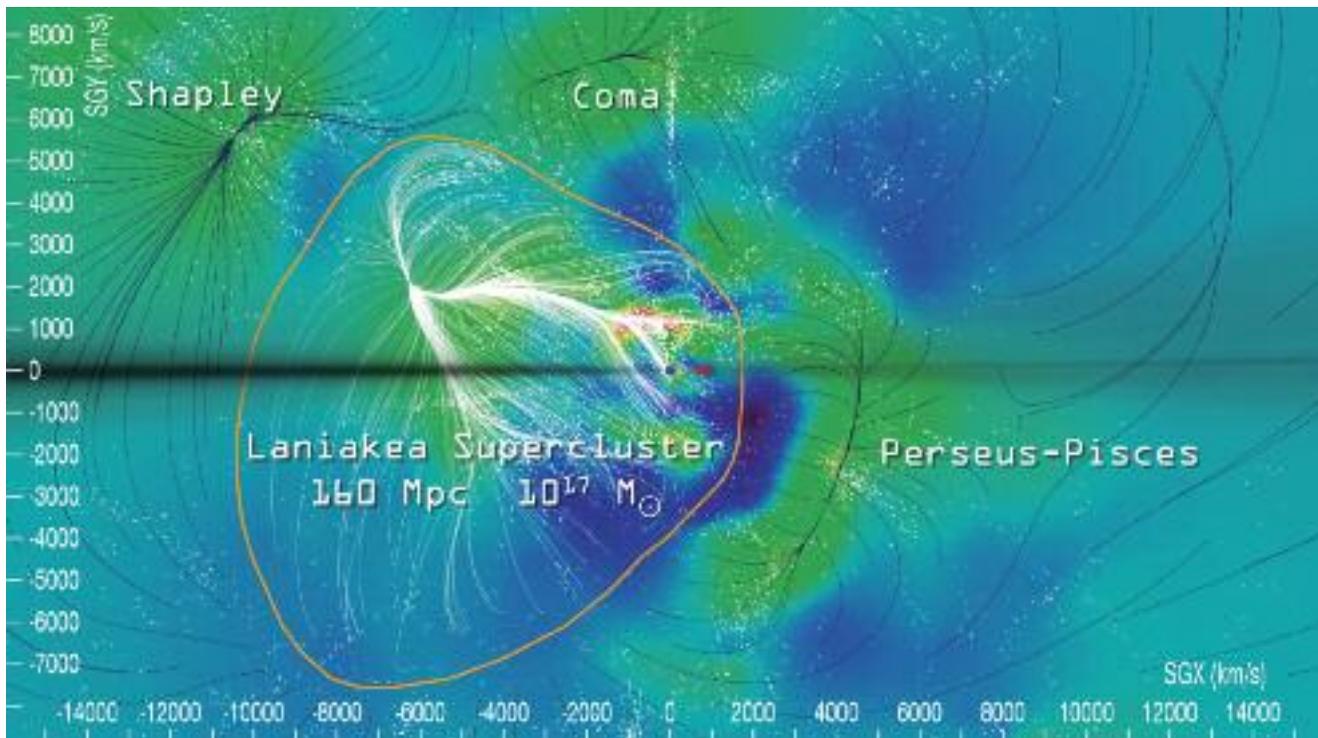
Finalmente, otro cúmulo enorme, el de Antlia (Abell S636), el tercero más masivo y cercano a nosotros luego de Virgo y Fornax, aporta también con sus galaxias a la gran “ciudad”. Las estructuras denominadas *Wall* (pared) se refieren a agrupaciones galácticas que se entroncan con los grandes nodos.

Nos enfrentamos ahora a una nueva es-



Ignacio Díaz Bobillo

Figura 9. Fornax es el cúmulo galáctico más masivo, después de Virgo, en 100 millones de años luz a la redonda. Se encuentra a 65 millones de años luz de nosotros. La galaxia espiral barrada es NGC 1365.



Brent Tully, Hélène Courtois, Yehuda Hoffman & Daniel Pomarède

Figura 10. Mapa del universo cercano. En la parte central se ubica nuestra galaxia. Corrientes de flujos cósmicos convergen en los nodos principales de Perseus-Pisces, Coma, Shapley y nuestro Supercúmulo local (llamado Laniakea).

cala. A partir de aquí no sólo subgrupos conformarán grupos, grupos cúmulos y cúmulos supercúmulos. Ahora, supercúmulos menores de galaxias darán lugar a nodos aún más masivos: **grandes supercúmulos de galaxias**, con decenas y cientos de miles de miembros en su conjunto. Algo así como “provincias/estados” de un gran país denominado universo. Ellos se ensamblan y dan lugar a nodos de concentración y filamentos.

Construyendo filamentos galácticos

Toda esta organización tridimensional comienza a brindarnos un trazado de nodos y filamentos galácticos a nivel local, que se presentan no sólo como cuerdas, sino también como láminas u hojas de diferente densidad. Estas construcciones son también estimativas, dadas dos dificultades concretas. La primera es la distancia a determinadas estructuras que acrecienta enormemente el margen de error, mien-

tras que la segunda está relacionada con las regiones oscurecidas por el plano de nuestra galaxia.

Sin embargo, pueden trazarse al menos cinco filamentos bastante concretos que parten del Cúmulo de Centauro como nodo central. El primero y más familiar es el que conecta el Grupo Local de galaxias, al *Local Sheet*, o “conurbano” del Cúmulo de Virgo; y el mismo cúmulo de Virgo, con el Cúmulo de Centauro, el Gran

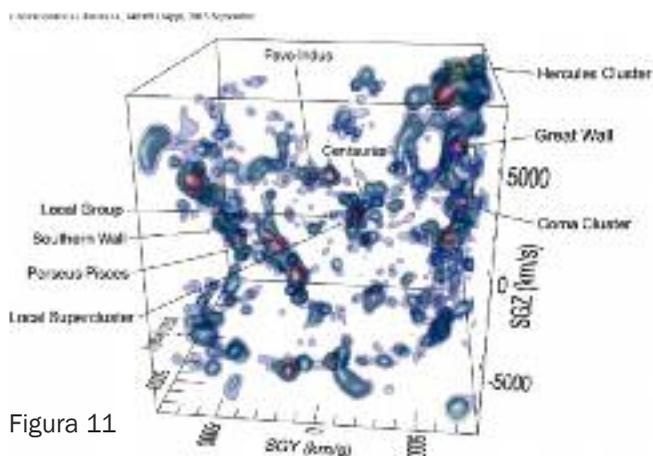
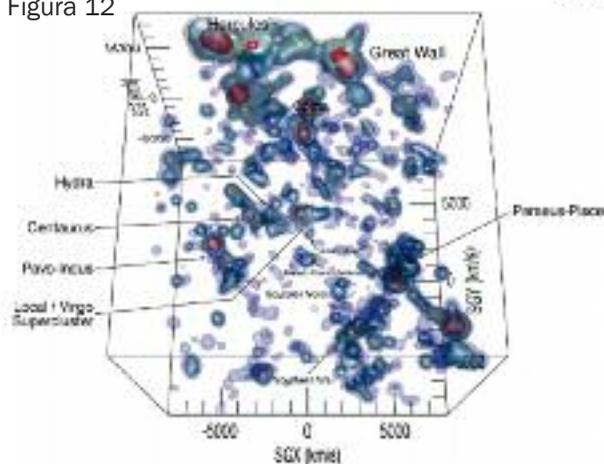


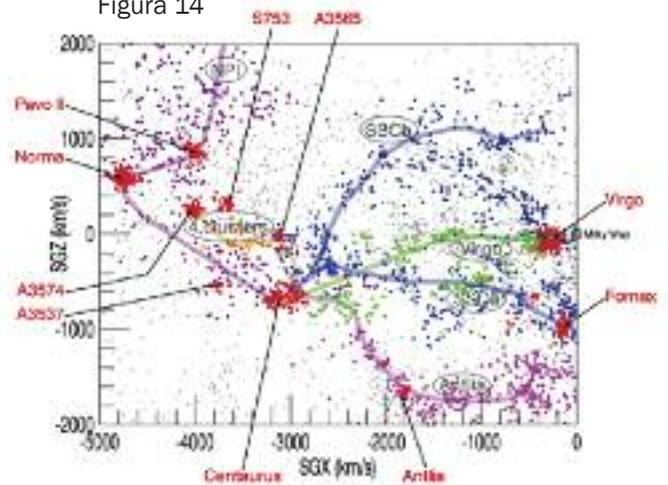
Figura 11

Figura 12



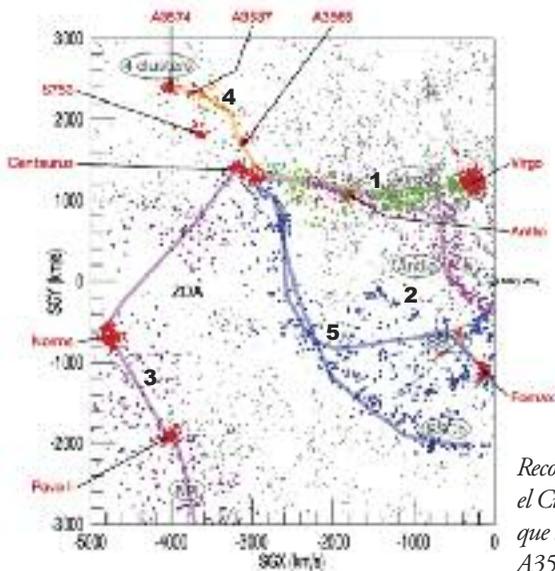
Dos vistas de la reconstrucción tridimensional del universo local (ejes X, Y y Z), a partir del catálogo V8k, que congrega más de 30.000 galaxias con velocidades de alejamiento hasta los 8000 km/s (350 millones de años luz de radio desde la Tierra). Los colores están demarcados por isodensidad, es decir, regiones de mayor o menor densidad de materia. Los tonos morados indican los nodos de mayor concentración.

Figura 14



Reconstrucción tridimensional del universo local (catálogo V8k). Cinco filamentos alimentan el Cúmulo de Centauro. Las agrupaciones principales de galaxias sobresalen en rojo, mientras que los filamentos son: Virgo (verde), Antlia (magenta), Norma-Pavo-Indus (NPI) (púrpura), A3537/A3565/A3574/S753 (naranja) y el Supercúmulo Sur (SSC) (dos tonos de azul).

Figura 13



Atractor (1, verde en las figuras 13 y 14). El segundo parte desde el nodo central y se une al Cúmulo de Antlia (2, en color magenta). El tercero entroncará el Gran Atractor con las moles galácticas de Pavo-Indus, Norma y Pavo II (3, púrpura); es el más extenso y se conecta con estructuras por fuera del área de nuestro supercúmulo. El cuarto une el Cúmulo de Centauro con la cadena de cúmulos masivos Abell 3565, S753, 3537, 3574; y aún más lejos, el Abell 3581(4, naranja). El quinto y último se divide en dos tramos demarcados como SSCa (5, en azul) y SSCb (5b, en un azul más oscuro). SSCa se extiende para incluir los cúmulos de Fornax, el Dorado y Erídano.

El SSCb, por su parte, es más extenso pero con menor concentración de galaxias. Si bien existen otras ramificaciones, éstas son las principales a nivel local.

Hacia una breve idea del todo

Como contrapeso de toda esta complejísima cadena de interacciones gravitatorias se ubica el gran **supercúmulo de galaxias de Perseus-Pisces**. Se trata de otra megagrupación del porte de nuestro gran supercúmulo local o Laniakea; otras decenas de miles de galaxias tironeándonos en sentido inverso, ubicadas a más de 250 millones de años luz de la Tierra.

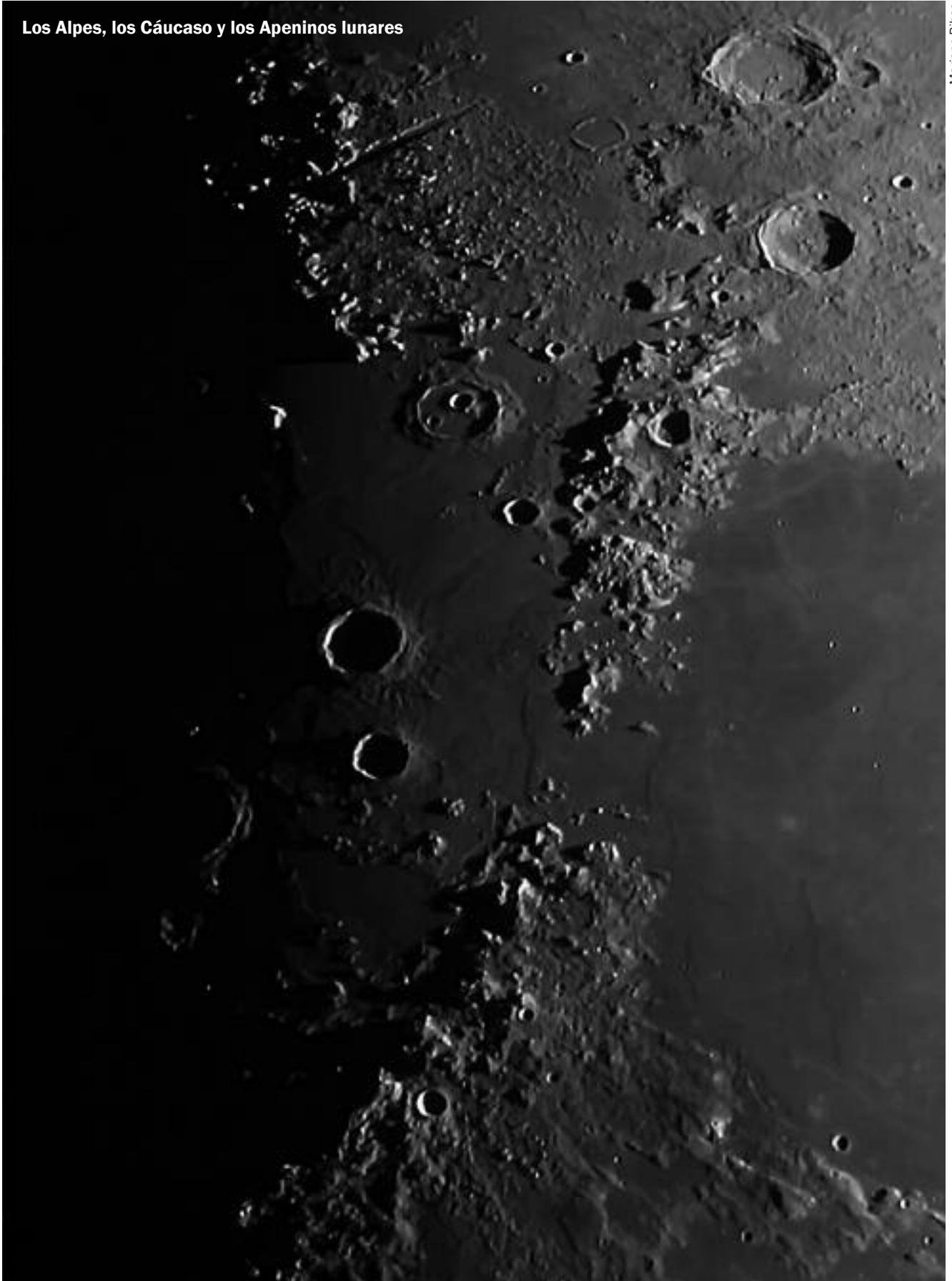
Lo cierto es también que a medida que avanzamos en esta compleja construcción, similar a una elaborada tela de araña, nos es cada vez más claro que el universo es

muy similar en todas partes, casi isotrópico podría decirse. Esforzarnos para intentar encontrar diferencias que nos hagan distintos o más interesantes, sería un claro error. Todas las estructuras más o menos estimativas, y los gigantescos volúmenes de materia que suponen, son de por sí abrumadores y de muy difícil asimilación. Sólo nos queda la humilde esperanza de que muchos de nosotros, frente a semejante inmensidad, encontremos finalmente nuestro lugar. Sólo uno más. ■

- 1 La materia oscura es un constructo teórico necesario para poder explicar la organización de las galaxias y sus diferentes agrupaciones a nivel macroestructural. Se trata de materia que se expresa como entidad gravitante pero no es visible a nuestros ojos. Se estima que sería entre 7 y 10 veces superior en cantidad a la materia visible, denominada bariónica.
- 2 Laniakea (cielos inconmensurables, en hawaiano) es el nombre propuesto por el profesor en lengua hawaiana David Nawa'a Napoleon, para denominar el nuevo supercúmulo galáctico proyectado por el grupo internacional de investigadores encabezados por Brent Tully y Hélène Courtois.
- 3 Paper que sirve de base para el presente artículo.
- 4 Es, en realidad, el espacio el que se expande.
- 5 Redshift o corrimiento al rojo es la forma en que se manifiesta la velocidad de alejamiento de una galaxia o grupo de galaxias de nosotros, que se evidencia a través de su espectro lumínico. A partir del desplazamiento hacia el rojo del espectro de las líneas de absorción correspondientes a

- distintos elementos químicos, puede determinarse la distancia a la que se encuentra un astro muy lejano, así como otras características propias del astro.
- 6 La Zona de Exclusión es aquella franja parcial o mayormente obstruida a la observación por el plano principal de nuestra propia galaxia, en la que estamos inmersos.
- 7 Unos 350 millones de años luz de radio partiendo del Sol.
- 8 Un pársec equivale a 3,26 años luz; un megapársec, a un millón de pársecs.
- 9 Por plano supergaláctico se entiende la proyección al infinito del plano principal o disco de nuestra galaxia.
- 10 Por complejo entendemos grupo, es decir, una interacción clara entre dos o más subgrupos dominantes.
- 11 Paolo Maffei (1926-2009), quien da nombre a este grupo galáctico, fue un destacado astrofísico italiano.
- 12 Por lógicas razones de distancia no podemos, a partir de aquí, identificar la mayor parte de los miembros menores, sino sólo calcular la masa total de los grupos y cúmulos citados, dada la influencia gravitatoria y el brillo total de sus componentes en cada caso.
- 13 Por galaxia mediana se entiende algo similar al 50% de nuestra Vía Láctea. El ejemplo más cercano es la espiral M 33.
- 14 Se denomina galaxia peculiar a toda aquella que posee una morfología poco habitual, generalmente por encontrarse en proceso de interacción o fusión con otra.
- 15 Tipología galáctica con forma de lente o lenteja, sin una estructura de brazos espirales bien diferenciada.
- 16 Sin contar los miembros menores que son, por lógica estadística, la mayoría.
- 17 Una galaxia enana es aquella con una extensión de pocos miles de años luz como máximo, y cientos o pocos miles de millones de estrellas.

Los Alpes, los Cáucaso y los Apeninos lunares



Mariano Ribas



Pablo Fiszzelew

Volcán Villarica (Chile) y su última erupción en marzo de 2015.



La Vía Láctea, las Nubes de Magallanes, el Very Large Telescope (VLT, ESO) y el paso de un avión en Cerro Paranal, Chile.

Martin Langsam



Mariano Ribas

Noche de Marte

Secuencia de imágenes que muestra la rotación del planeta rojo durante la madrugada del martes 23 de mayo de 2016 (apenas un día después de su oposición), entre las 00:20 y 3:10 h. Se aprecian varios detalles de la superficie (como las regiones de *Mare Cimmerum*, *Mare Tyrrhenum* y *Syrtis Major*, abajo y al centro; y *Utopia*, arriba) y rasgos atmosféricos (nubes extendidas en la zona de *Hellas* -borde inferior- y una masa nubosa más aislada -el parche blanco- sobre la región del gran volcán *Elysum Mons*).

Mariano Ribas



Júpiter: doble tránsito de lunas y sombras

Durante la madrugada del 22 de marzo se produjo un raro “doble tránsito” de las lunas Ío y Europa, y sus respectivas sombras, por delante de Júpiter. Estas imágenes, tomadas entre las 00:56 y la 1:15 h, también muestran la rotación del planeta y la aparición de la Gran Mancha Roja.

Saturno a pleno

Así se veía el segundo planeta más grande del sistema solar el pasado 23 de mayo, hacia las 2:30 h. En ese momento, Saturno se ubicaba a unos 1350 millones de kilómetros de la Tierra, prácticamente su mínima distancia para 2016 (el planeta alcanzó su oposición el 3 de junio).



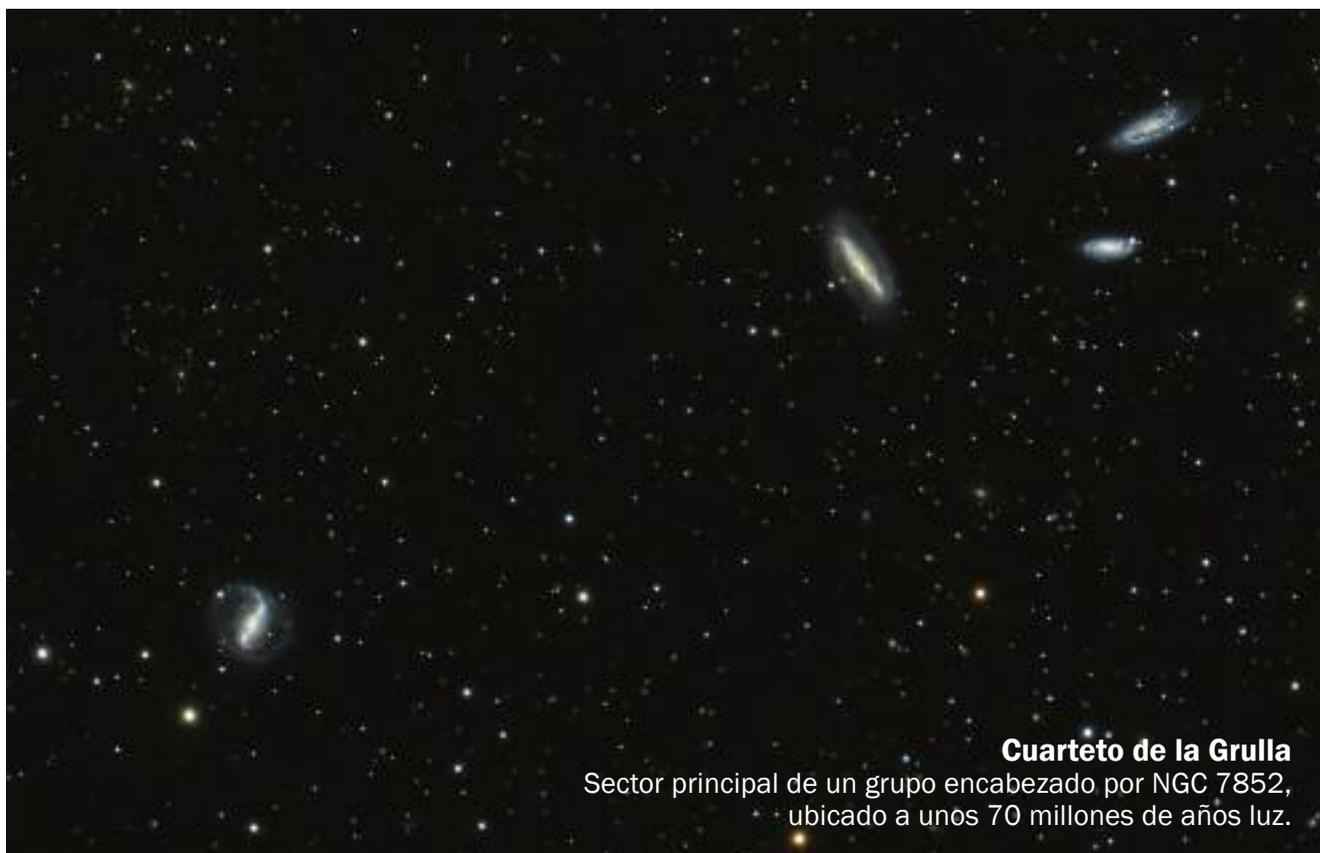
Mariano Ribas



Ignacio Díaz Bobillo

Galaxia del Triángulo

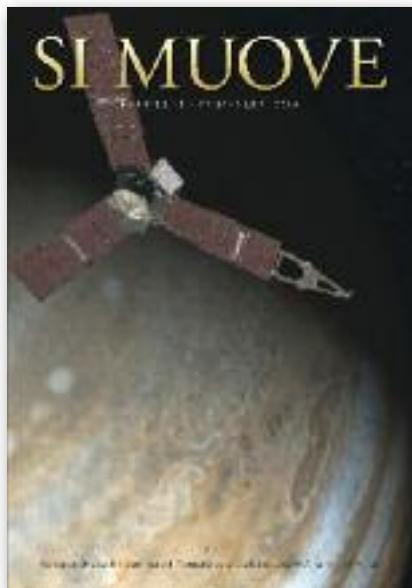
M 33 pertenece al Subgrupo de Andrómeda y es parte del Grupo Local.



Ignacio Díaz Bobillo

Cuarteto de la Grulla

Sector principal de un grupo encabezado por NGC 7852, ubicado a unos 70 millones de años luz.



Juno busca en el interior de Júpiter

Según la mitología romana, la diosa Juno (llamada Hera, según los griegos) era la hermana y esposa de Júpiter (Zeus, para los griegos). Júpiter, el principal de los dioses, solía mantener relaciones con otras mujeres, hombres, niños, animales, seres mitológicos, etc., y para ocultarse de su esposa utilizaba, “inocentemente”, un manto de nubes. Pero Juno podía ver a través de ese velo y siempre descubría las aventuras de su esposo.

Juno, la sonda espacial de la NASA lanzada hace cinco años, entró en órbita de Júpiter el pasado 5 de julio. A diferencia de otras misiones, no ha enviado aún imágenes espectaculares, ya que sus propósitos son otros: estudiar la composición y circulación de la atmósfera del planeta, investigar dentro de las nubes que lo envuelven, medir sus campos magnético y gravitatorio, y develar su composición interna. Por eso, los principales instrumentos que lleva la nave son magnetómetros, radiómetros, espectrógrafos y detectores de partículas subatómicas. Uno de los principales objetivos de Juno será meterse entre las densas capas de nubes del planeta e intentar develar su historia, su formación y su evolución.

La cámara que lleva la misión tendrá como único objetivo aprovechar el acercamiento al planeta y tomar imágenes durante el trayecto en una órbita polar, lo que facilitará también el mapeo del planeta. Pero las imágenes no llegarán

inmediatamente a la Tierra, sino que podremos verlas recién a partir de noviembre.

Juno tardará 11 días en completar una órbita polar en torno a Júpiter, y requerirá de 33 de esos períodos para mapear por completo el planeta, durante más de un año. Se acercará a unos 5000 km de las nubes más superficiales, lo que equivale a una distancia similar a unos 5 milímetros si Júpiter tuviera el tamaño de una pelota de fútbol. Luego de terminada esa parte de la misión, se introducirá en la atmósfera de Júpiter, lo que terminará desintegrando la nave (como si fuera un meteoro en la atmósfera terrestre) debido a la presión y al enrarecimiento de los gases. En nuestra portada publicamos una recreación a través de un montaje entre una imagen de la sonda y otra del planeta, realizada por la NASA.



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

A 30 AÑOS DE LA TRAGEDIA DEL CHALLENGER

La misión que no fue



Por Lic. Diego Córdova (<http://prensaespacial.blogspot.com>).

El pasado 28 de enero se cumplieron tres décadas del accidente espacial más impactante en la historia de los vuelos tripulados. El transbordador espacial *Challenger*, de la NASA, se desintegró a segundos de haber despegado, y mató a sus siete tripulantes frente a la atónita mirada del público presente y los televidentes del mundo. Una increíble cadena de errores, para una tragedia que pudo haberse evitado.



Tripulación de la misión 51L. Abajo (izq. a der.): astronautas Mike Smith, Dick Scobee y Ronald McNair. Arriba: Ellison Onizuka, Christa McAuliffe (maestra), Gregory Jarvis (civil) y Judith Resnik.

Hubiera sido el décimo vuelo del *Challenger* y el vigésimo quinto de la flota de transbordadores que, para ese entonces, se encontraba con otras tres unidades operativas: *Columbia*, *Discovery* y *Atlantis*. La misión 51L incluía la puesta en órbita de un satélite TDRS para integrar una red de comunicaciones entre el Centro de Control, naves en órbita y una plataforma de observación para el estudio del espectro ultravioleta del cometa Halley, durante su aproximación al Sol.

Pero la atención estaba centrada en uno de sus tripulantes. La administración del entonces presidente de Estados Unidos, Ronald Reagan, fomentó la participación de civiles, no astronautas, como plan de integración entre actividades ciudadanas y espaciales. Dentro de este marco ya habían volado directivos de empresas contratistas de la NASA, congresistas, científicos y técnicos de distintas nacionalidades, y hasta un príncipe árabe. Esta vez, la estrella era una maestra de secundaria, Sharon Christa McAuliffe.

Maestro en el espacio

La participación de McAuliffe se gestionó durante el programa “*Maestro en el espacio*”, destinado a impartir lecciones desde el transbordador para alumnos norteamericanos. Las maestras seleccionadas fueron McAuliffe y Barbara Morgan, quien terminó siendo suplente en caso de que la titular, a último momento, no pudiera volar.

Las lecciones se hubieran dado durante el sexto día de vuelo. La primera, llamada “*El viaje de campo extremo*”, con-



NASA

El Challenger se desintegra a los 73 segundos del lanzamiento, los cohetes aceleradores salen disparados sin control.

sistía en mostrar el interior del transbordador y presentar a sus compañeros de viaje y sus funciones; la segunda, “*Dónde hemos estado y hacia dónde vamos*”, intentaba hacer entender las razones por las que el hombre realiza la exploración espacial. Nada de esto se pudo realizar.

La máquina y su gente

El transbordador espacial *Challenger* fue el segundo en unirse a la flota. Su designación original, OV-099, revela que su estructura fue concebida antes que el *Columbia* (OV-102) y que el prototipo *Enterprise* (OV-101). Adaptar la estructura de pruebas del OV-099 fue menos costoso que hacerlo con el *Enterprise*, utilizado sólo para vuelos de prueba en la baja atmósfera terrestre. Esta adaptación incluyó un reemplazo de varias losetas térmicas por planchas de menor peso, lo que le permitió al *Challenger* llevar más

de una tonelada adicional de carga útil que su gemelo *Columbia*.

Tras su vuelo inicial, en abril de 1983, el *Challenger* fue el camión de carga de la NASA, ya que en su bodega llevaba objetos muy pesados, como laboratorios espaciales y satélites de diversos tamaños para ser colocados en órbita. De no haber ocurrido la tragedia, las siguientes misiones contemplaban lanzamientos de sondas interplanetarias, como *Ulyses* y *Galileo*, que utilizaban grandes lanzadores desde la bodega.

El *Challenger* fue el escenario de varios hitos astronáuticos: la primera caminata espacial en un transbordador; el vuelo de Sally Ride, la primera mujer estadounidense en el espacio; el primer afroamericano; el primer paseo espacial autónomo; la primera caminata espacial femenina estadounidense, por Kathy Sullivan en 1984; el primer transborda-

dor que llevó ocho tripulantes; el primer lanzamiento y aterrizaje nocturnos. Desgraciadamente, sería también la primera nave espacial que se destruyó durante una misión.

Fatal cadena de errores

El detonante del vuelo trágico se encontró en los cohetes aceleradores (SRB), ubicados a ambos lados del transbordador durante el lanzamiento. Las juntas de estos cohetes eran de caucho, selladas con amianto y sílice, diseñadas para contener los gases originados en el encendido y forzar su escape por las toberas inferiores. Su problema era el deterioro progresivo, ya que estos cohetes eran reutilizables.

Fue detectado, originalmente, por los ingenieros del Centro Espacial Marshall, dependiente de la NASA y encargado de testear el transbordador en la fase final

del proyecto, antes de su primer vuelo. De acuerdo a sus estudios, la erosión se debía a bajas de temperaturas, lo que provocaba que el caucho perdiera elasticidad, con riesgo de quebrarse. Un quiebre, durante un ascenso del transbordador, podría liberar gases a altas temperaturas cerca del tanque de combustible líquido, y provocar una explosión y el consecuente desastre.

Se remitieron varios comunicados al director del proyecto, George Hardy, integrante de la empresa *Thiokol*, encargada del diseño y la construcción de los SRB. Se le hizo saber que ese diseño no era aceptable. Pero él nunca los remitió a *Thiokol*, las juntas fueron aceptadas y la empresa se dio cuenta de este potencial problema cuando los vuelos ya eran una realidad.

Durante los lanzamientos previos al desastre, *Thiokol* y el Centro Espacial

Marshall observaron el comportamiento de estas juntas e intentaron determinar cuán grave podía ser. Se realizaron algunos cambios, pero era evidente que no conocían el potencial problema que tenían en manos. Y cometieron otro error, el de manejar este problema por canales internos sin avisar a los altos mandos de la NASA, sin sugerir cancelar los vuelos. Hasta ese momento, el lanzamiento con temperaturas más frías había sido de 12°C. En los días previos al 28 de enero, aún en invierno, se registraron temperaturas inusualmente bajas para la región de Florida, que no sobrepasaban los 3°C. Estos bajos registros reavivaron las preocupaciones de los ingenieros de *Thiokol*, quienes solicitaron una reunión con la NASA para sugerir retrasar la misión. La junta se celebró en la tarde del 27 de enero.

La NASA estaba, por un lado, ajena a los

problemas de las juntas, y por otro, presionada por compromisos para lanzar una misión ya muy retrasada, y quería demostrar que se podía hacer una veintena de lanzamientos por año. Así, en lugar de escuchar los fundamentos de *Thiokol*, el diálogo fue en sentido inverso, y como tenedora de la última palabra, recomendó el lanzamiento.

Para coronar la cadena de errores y fatalidades, la mañana del 28 de enero se inició con temperaturas bajo cero, y las juntas se tornaron quebradizas. A pesar de todo, el *Challenger* despegó con su carga y sus siete tripulantes.

Un atenuante que la *Thiokol* observó en vuelos anteriores era que, si bien podían rasgarse las juntas de los cohetes aceleradores durante el lanzamiento, éstas se podían sellar gracias a una viruta interior de aluminio liberada durante la combustión. Había ocurrido en anteriores oport-



NASA

Lanzamiento del *Challenger*, martes 28 de enero de 1986.

tunidades, y sólo había que pasar los primeros minutos de la etapa de ascenso. La Thiokol acomodó sus procedimientos a ese evento que solucionaba, pobremente, un grave problema, al que llamó extrusión; otro fatal error.

La extrusión comenzó apenas se encendieron los motores. Un anormal humo negro que salía de las juntas así lo reveló. Ya en vuelo el Challenger se topó con una fuerte corriente de viento que movió la viruta que sellaba el orificio de la junta del cohete lateral derecho. Luego, un penacho de fuego asomaba rozando el tanque externo de combustible. Y la misión se terminó, de la peor manera, a los 73 segundos de haberse iniciado.

El desastre

Contrariamente a lo que muchos piensan, el Challenger no explotó. El penacho de fuego del SRB derecho provocó un golpe con el resto de la estructura y desvió todo el conjunto, lo que le dio una posición anómala con respecto al flujo del viento. Eso sometió al Challenger a fuerzas aerodinámicas no previstas que terminaron por desintegrarlo. Los cohetes laterales salieron despedidos enteros

y debieron ser destruidos por control remoto.

La cabina, con sus siete tripulantes, salió entera de la desintegración. Los astronautas no llevaban trajes presurizados, algo que cambiaría en los vuelos sucesivos. Por eso, en un principio, se pensó en su muerte inmediata. Pero hay registros de que, al menos cuatro de ellos, sobrevivieron unos segundos y trataron de activar, a oscuras, los sistemas de aire de emergencia. El impacto en el océano, desde 15 kilómetros de altura, hizo imposible que hubiera sobrevivientes.

Solo se recuperó un 28% de la nave. Algunas de sus partes pueden ser vistas en exhibición en el Centro Espacial Kennedy, desde mediados de 2015.

Las consecuencias

La comisión Rogers fue la encargada de investigar el accidente. Estuvo integrada por los astronautas Neil Armstrong y Sally Ride, entre otros notables. En su informe final, atribuyó la causa técnica a



Fenómeno de extrusión evidenciado en el escape de humo negro, en el cohete lateral derecho, al primer segundo de encendido durante el lanzamiento.

las juntas de los SRB y acusó, tanto a la NASA como a Thiokol, de una total inacción y falta de gestión frente a un problema que estuvo, frente a ellos, todo el tiempo.

Los diseños de las juntas de los SRB fueron revisados, y hasta que no fueron certificados, la flota de transbordadores permaneció en tierra. Los vuelos se reanudaron en octubre de 1988 y con ellos, los programas científicos que habían quedado detenidos, como la puesta en órbita del Telescopio Espacial Hubble. En 1992 entró en servicio el transbordador Endeavour, para reemplazar al Challenger.

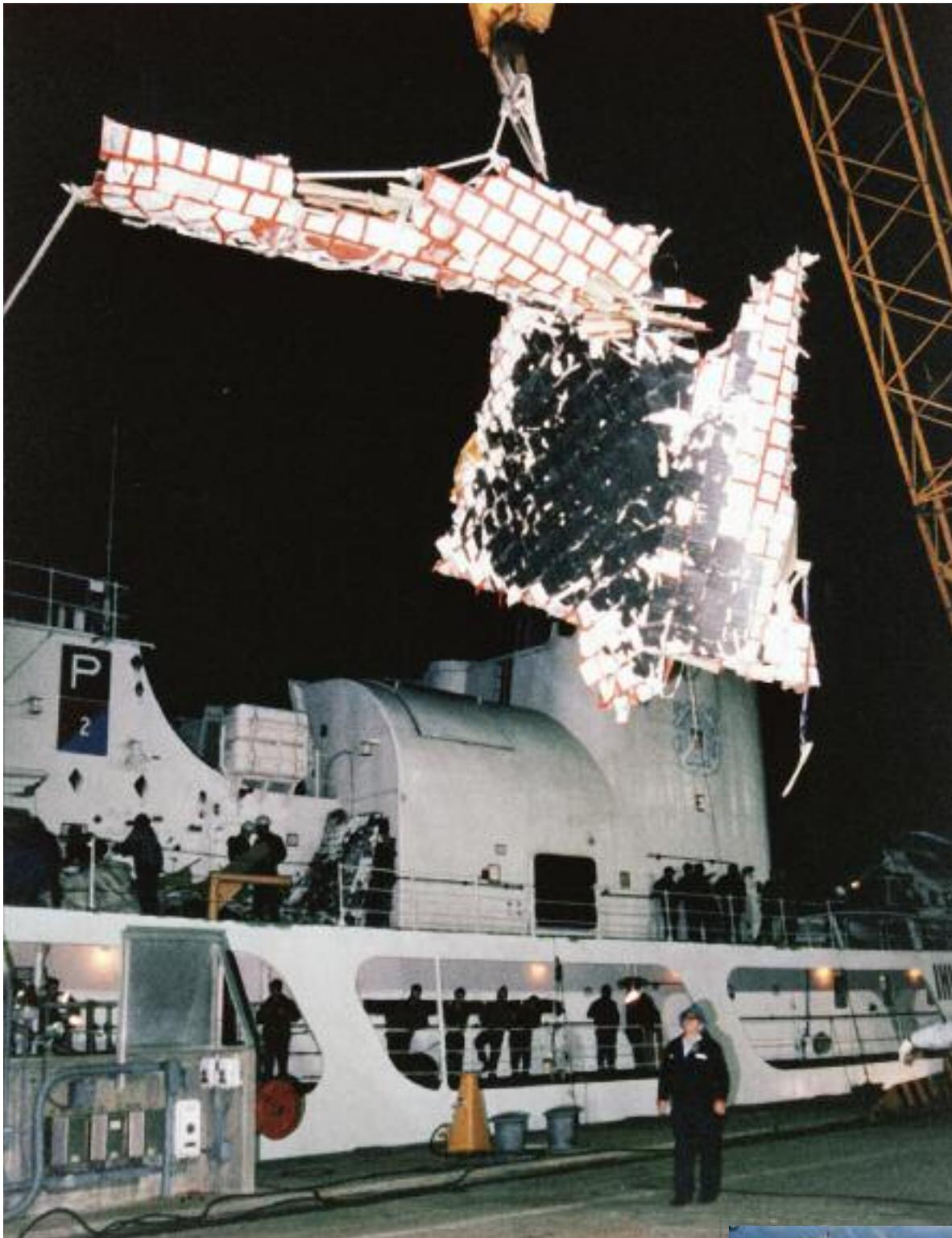
Más allá de las valiosas vidas humanas perdidas, la NASA entendió la terrible falla de gestión que hubo, en los canales de diálogo y en la toma de decisiones, producto de una estructura burocrática cada vez más compleja desde los tiempos de las misiones Apollo. Además de superar los errores técnicos, hubo que hacer lo mismo en aspectos administrativos y humanos de la agencia espacial.



El astronauta Charles Bolden durante la ceremonia en honor a los fallecidos.



La cabina (sin nariz) sale despedida entera.



Partes del Challenger rescatadas del Océano Atlántico.

Estos accidentes siempre fueron lamentables e irreparables, pero contribuyeron a que los vuelos posteriores sean más seguros en esta empresa, compleja al máximo exponente, como lo es la exploración del espacio. ■

El autor: Diego Córdova es licenciado en periodismo y comunicación social, columnista en *Volando por TV* (canal Garage TV), redactor en la revista *Aeroespacio* y autor del blog *Prensa Espacial*: <http://prensaespacial.blogspot.com>



CÓMO EL DERRETIMIENTO DE LAS CAPAS DE HIELO Y LOS GLACIARES PUEDE CAMBIAR EL CLIMA GLOBAL

Agua dulce sobre agua salada

Por Roberto Ares, Observatorio Ambiental de la Fundación Azara.
<http://www.fundacionazara.org.ar/>

Algunas de las consecuencias que pueden producirse debido a la pérdida de los hielos continentales y polares son el aumento del nivel del mar, el cambio en la salinidad y la reducción del pH (acidificación) de los océanos, los cambios en la circulación de las corrientes oceánicas y la modificación climática continental.



En febrero de 2016, la revista científica *Nature*¹ publicó un estudio realizado en la región del actual Lago Buenos Aires, en la Patagonia. Hace 13.500 años, un enorme lago ocupaba una amplia zona de la Patagonia, sobre 7400 km², y acumulaba 1500 km³ de agua dulce.

En la actualidad, este lago desagua hacia el Océano Pacífico, pero en aquella época lo hacía en el Atlántico. Un aumento en la temperatura rompió un dique de contención glaciario que existía en el límite oeste, y el agua dulce derramada en forma

violenta afectó la circulación del Océano Pacífico cercano. El agua fría y dulce desplazó al agua salada superficial del Pacífico, lo que provocó una baja mayor en la temperatura durante el invierno patagónico, y eso afectó el clima hasta las Islas Malvinas.

La formación de lagos andinos de similares características se puede observar también en la región del Lago Lácar, en Neuquén. Con los glaciares desarrollados, el Lácar desaguaba hacia el Atlántico (al este de la ciudad de San Martín de los Andes, tal cual lo hace en la actualidad el

vecino Lago Lolog), mientras que hoy lo hace hacia el oeste, en el Pacífico.

El estudio del Lago Buenos Aires suma una evidencia histórica a las consecuencias que puede traer la pérdida de los hielos continentales y polares: aumento del nivel del mar, cambio en la salinidad de los océanos, reducción del pH (acidificación), cambios en la circulación de las corrientes oceánicas y modificación climática continental.

La corriente oceánica global

La circulación de las corrientes oceánicas

está determinada por la estructura continental (tectónica de placas), la temperatura y salinidad (termohalina) y los vientos. Por ejemplo, hace 34 millones de años (Ma) se separó Sudamérica de la Península Antártica, y desde ese momento una corriente cerrada circumpolar aísla la Antártida del resto del planeta, y da forma a una corriente global oceánica. A esto se suma la corriente de aire (*stream jet wind*) que ocurre a gran altura (más de 10 km), a muy alta velocidad (superior a los 100 km/h), y en el mismo sentido que la corriente oceánica (de oeste a este). La Antártida quedó aislada por la corriente oceánica y de viento, lo que justifica que el agujero de ozono sea circular dentro de este aislamiento.

Otro ejemplo ocurrió hace 5 Ma, cuando se generó el Istmo de Panamá, lo que aisló los océanos Pacífico y Atlántico. Antes, la corriente del Pacífico entraba en el Atlántico y la Corriente del Golfo (de sur a norte en el Atlántico Occidental) era más débil que la actual, pero lograba entrar en el Ártico y lo mantenía descongelado. En el Ártico, la corriente circula desde el Pacífico al Atlántico a muy baja velocidad debido al congelamiento. El cierre del



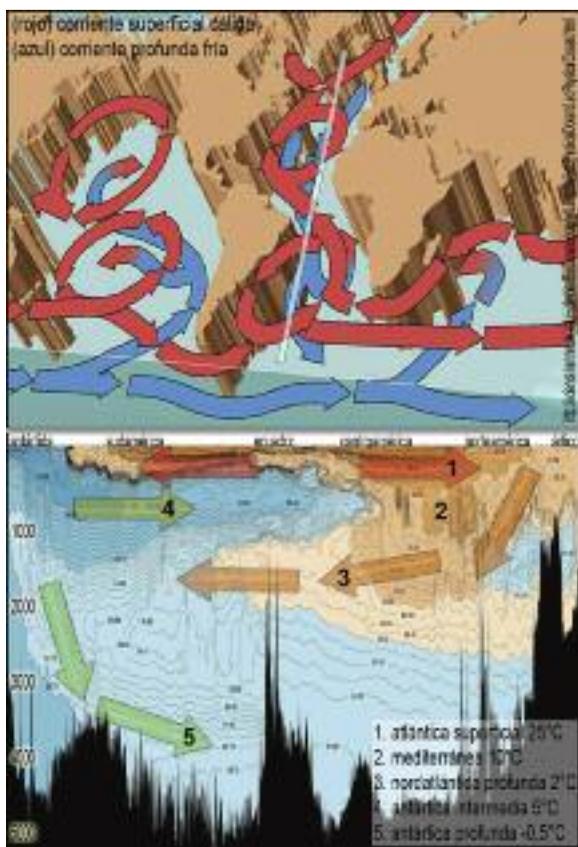
El actual Campo de Glaciares Norte (1) se extendía hace 13.500 años hasta la línea de base (4). Los glaciares presionaban desde diferentes direcciones (5). Como resultado, los lagos actuales (2) ocupaban una zona mucho más extensa (3). El desagüe se producía hacia el Atlántico (6) por ríos que cruzaban la Patagonia. Hace 13.500 años la compuerta oeste de los lagos se rompió y se produjo un desagüe violento sobre el Pacífico que afectó la temperatura y circulación del océano, así como el clima de la Patagonia hasta las Islas Malvinas.

Istmo de Panamá afectó la biodiversidad (migración cruzada de especies entre sub-

continentes norte y sur de América) y las corrientes oceánicas.

Así, la Corriente del Golfo aumentó en caudal, pero también en salinidad, y se hunde antes de llegar al polo norte. Como resul-

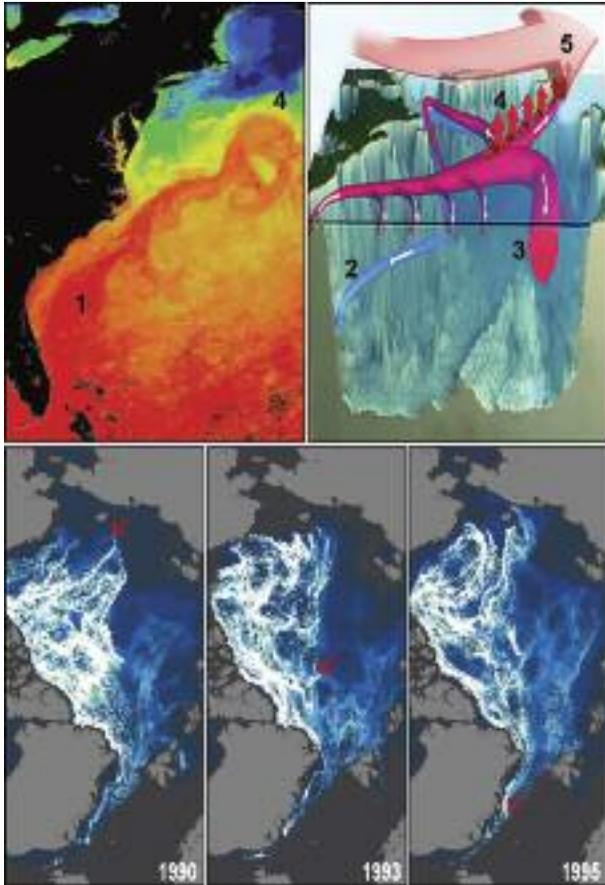
La corriente oceánica global es cerrada e involucra a todos los océanos (arriba). Se mantiene en movimiento porque el agua superficial es cálida y muy salada (rojo), mientras que la corriente profunda es fría y menos salada (azul). La velocidad promedio de la corriente global es de 10 cm/seg. Un corte vertical del Océano Atlántico muestra una estructura compleja de capas (abajo) que se diferencian en salinidad y temperatura. La Corriente del Golfo se indica como (1).



tado, el Océano Ártico está congelado por el momento.

Los océanos absorben CO₂, calor y nutrientes. A comienzo de 2016 se informó que el Atlántico Norte ha absorbido en la última década, comparado con la década anterior, un 50% más de CO₂. El nivel de oxígeno se reduce y se generan zonas muertas de características similares a los océanos primitivos, con vida unicelular anaeróbica (rica en algas). La causa es la mala gestión de la tierra (fertilizantes que se drenan al mar).

Durante el Período Cretácico (hace 145-65 Ma), gran parte de los antiguos océanos sufrieron de anoxia (falta de oxígeno), lo que impidió la degradación total de la materia orgánica y formó depósitos de gas y petróleo. El grado de anoxia lo determinan las bacterias verdes que consumen azufre. En las profundidades del mar no llega la luz y no hay plantas fotosintéticas. Es un mundo hambriento de energía, donde las criaturas viven vidas solitarias en el vacío, la oscuridad y el misterio. El drama del Cretácico fue consecuencia de la estructura de los continentes, donde había cuencas pequeñas con el agua dulce de los ríos posicionada sobre el agua sa-



El motor de las corrientes oceánicas se encuentra en el Atlántico Norte (arriba). Se alimenta con el combustible termohalino. La Corriente del Golfo (1) es superficial (cálida y salada). Una parte retorna fría y profunda (2), y otra, cálida y superficial (3). La corriente se enfría camino al Ártico por evaporación (4) y calienta los vientos que van a Europa (5). El agua más fría y salada se hunde y regresa en la parte baja del Atlántico hacia el sur (2). En los últimos decenios, la acción antropogénica está modificando la temperatura y la salinidad de los mares, con lo que las corrientes globales pueden modificarse. En particular, el calentamiento global reduce la superficie helada del Ártico y acelera el movimiento (abajo).

lada y densa.

El Atlántico tiene corrientes complejas en su interior. En la superficie posee un vórtice norte (en sentido horario) y otro sur (antihorario). Si observamos un corte norte-sur tendremos capas a distinta profundidad con temperatura y salinidad que disminuye con la profundidad. Las aguas cálidas superficiales llegan a 25°C, y las frías y profundas a -0,5°C. Pero existen corrientes intermedias con distintas temperaturas, profundidades y direcciones.

El motor termohalino

La corriente oceánica tiene su principal motor en el Atlántico Norte, y el combustible es la diferencia de temperatura y salinidad. El agua salada es más densa (más pesada) y el agua cálida ocupa más volumen (es menos densa). La corriente oceánica se calienta en su viaje desde el Pacífico, por el Índico hacia el Atlántico. La corriente superficial del Atlántico Norte es cálida y salada. Se la conoce como Corriente del Golfo (de México). Esta corriente se enfrenta al Ártico en el extremo norte, por lo que gira y se hunde. En esta región, el agua cálida se enfría me-

dante evaporación, y el viento (de oeste a este) arrastra humedad y calor hacia Europa, y le da un clima templado frente a las mismas latitudes de América o Asia. Inglaterra tiene una temperatura de entre 5 y 10°C superior a la esperada por acción de estos vientos cálidos.

En tanto se extrae calor del océano, el agua se enfría (ocupa menor volumen y se vuelve más densa), y la extracción de humedad aumenta la salinidad (más densa aún). Más pesada (fría y salina), la corriente se hunde y retorna al ecuador. En el Ártico, la formación de hielo proviene de lluvias originadas por evaporación, lo que vuelve más salada el agua del océano. Las masas de agua transportan energía (calor) y materia (sólidos, sustancias disueltas y gases). Además, las corrientes polares frías y profundas bombean oxígeno al fondo de los océanos, y el choque de corrientes genera vórtices que favorecen el florecimiento de fitoplancton en los primeros metros cercanos a la superficie. En la Antártida se encuentra una importante corriente circumpolar fría y profunda. Una rama llamada corriente antártica intermedia, al chocar con la

plataforma continental del Mar Argentino, levanta nutrientes del fondo marino y los lleva a la superficie, donde alimenta las explosiones de fitoplancton del mes de diciembre. El incremento de CO₂ en la atmósfera, producto de la actividad antropogénica, es amortiguado por la absorción del océano en la capa superficial (hasta 1000 m). El exceso de CO₂ se transforma en calor y en descenso del pH (acidificación).

Aportes de sal y calor

El Océano Atlántico tiene varios “afluentes”: el deshielo de Groenlandia (agua dulce y fría), la corriente desde el Mar Mediterráneo (fría y salada), la corriente desde el Océano Índico (cálida y salada), la corriente Antártica (fría y profunda) y las cuencas del Amazonas y del Río de la Plata. Algunos de estos aportes son de especial interés.

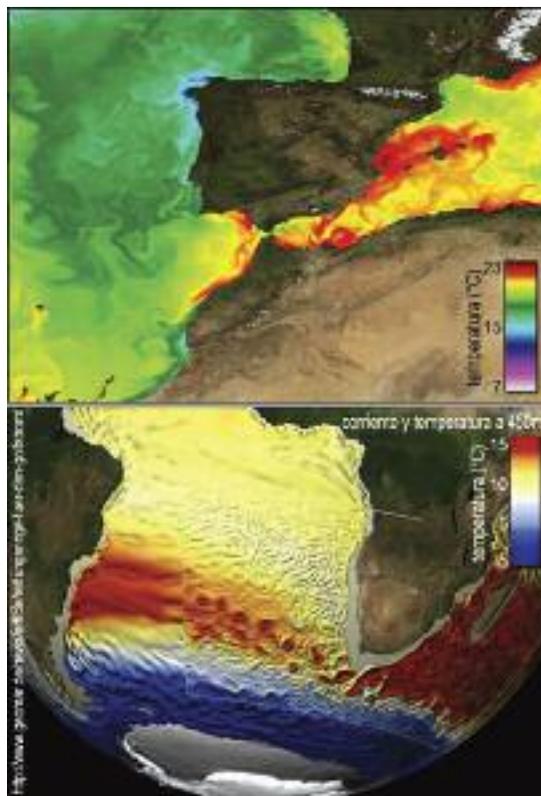
1- El Mar Mediterráneo. En el Estrecho de Gibraltar, el Mar Mediterráneo y el Océano Atlántico se intercambian corrientes. En el Mediterráneo Oriental las condiciones cálidas y secas aumentan el contenido de sal en el agua superficial. En invierno, las masas de agua fresca se vuelven más densas y fluyen hacia el oeste, en el fondo, hasta que ingresan en el Atlántico, y allí se suman al perfil de corrientes oceánicas (500-1000 m de profundidad). La fuerza de la corriente depende de la intensidad del monzón africano, un viento estacional que se produce por el movimiento ecuatorial, y que inyecta el agua en el Mediterráneo Oriental. Allí, los modelos climáticos predicen condiciones más secas, con aumento del contenido de sal superficial y un incremento de la corriente profunda. Como el agua del Atlántico es menos densa y salada, ingresa al Mediterráneo como una capa superficial (primeros 100 m) a 5 km/h. Así, el Mediterráneo importa calor del Atlántico y exporta sal. Las corrientes del Mediterráneo fluyen hacia el oeste por el Atlántico y alcanzan el continente americano, y viajan hacia el sur para encontrarse con la corriente Antártica. El balance del Mediterráneo toma en cuenta la entrada neta de agua desde el Atlántico, el intercambio, la evaporación, la precipitación y el aporte de los ríos. Es

una cuenca de concentración.

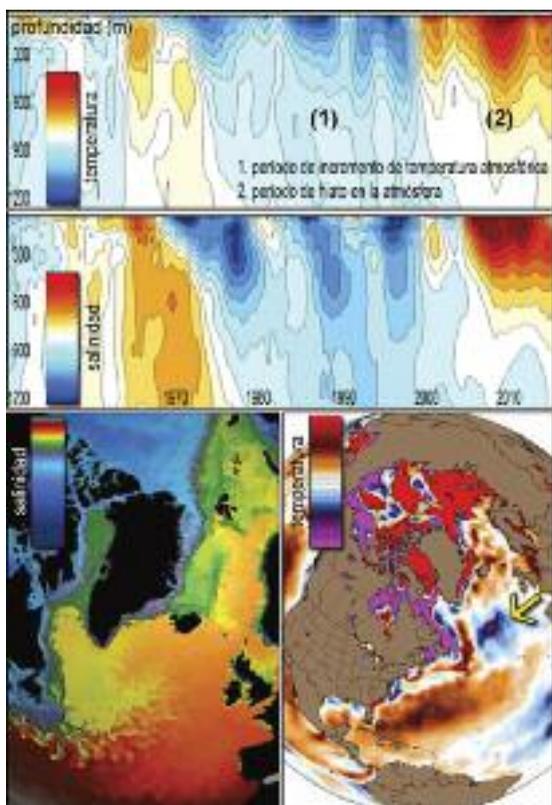
2- La corriente de Agulhas arrastra agua cálida y salada desde el Océano Índico hacia el Atlántico, y gira por debajo de Sudáfrica. La corriente de Agulhas y la corriente del Golfo son de las más fuertes en los océanos. Agulhas consiste en anillos de agua con cientos de kilómetros de diámetro, que se dirigen en dirección noroeste hacia América, separados en intervalos de 3-4 meses. El anillo de vientos que gira en torno a la Antártida (de oeste a este) limita el flujo de agua del Índico al Atlántico (de este a oeste). Pero en las últimas décadas, estos vientos se desplazan hacia el sur debido al calentamiento global, con lo que se amplía el pasillo de entrada de agua. Esta cantidad extra de agua salada es transportada hacia el norte y el oeste, hacia Brasil y Argentina. Por ejemplo, las lluvias extraordinarias de enero de 2015

en el nordeste de Argentina, se debieron a un aumento en la temperatura de la corriente cálida del Atlántico que produjeron un exceso de evaporación y nubosidad desde el norte.

3- En la Antártida, la acumulación de agua dulce en la superficie del océano (por deshielo y lluvia) puede afectar el motor termohalino. El motor es una corriente fría profunda (“antártica de fondo”) que se dirige al norte en el Atlántico y que empuja hacia arriba la corriente fría que proviene desde el Ártico (“atlántica profunda”). Esta corriente llega a la superficie y por allí regresa parcialmente



Entre los aportes al Atlántico se encuentra la corriente fría, salada y profunda que proviene del Mediterráneo (arriba), y la cálida y salada desde el Índico (abajo).



Desde el año 2000, el Atlántico aumentó la temperatura y salinidad en los primeros 500 m (arriba), con lo que ayudó a contener el aumento de la temperatura global de la atmósfera. El deshielo de Groenlandia incrementó el agua dulce y fría al sur del Ártico. De esta forma, la salinidad se reduce y la temperatura disminuye (abajo). La zona de subducción de la Corriente del Golfo en el subártico tiene un aire más frío de lo esperado (flecha), y ayuda a debilitar el motor termohalino.

al norte. La corriente de fondo aporta oxígeno y nutrientes. Las zonas de agua líquida rodeada de hielo se denominan “polinias”, y perjudican la generación de corrientes termohalinas en el borde de la Antártida. Una acumulación de agua superficial menos salada puede reducir la fuerza del motor termohalino.

El debilitamiento de la corriente

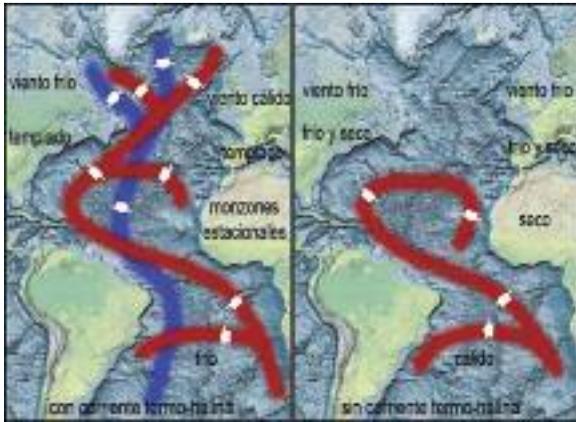
El cambio climático afecta de diferentes formas al motor del Atlántico Norte. La pérdida de hielos en Groenlandia y en el Ártico produce un incremento de agua dulce en el extremo norte. Con el propósito de estimar la fuerza y la variación del motor termohalino en la historia, se usaron los registros de temperatura superficial del mar en la zona de subducción de todo el hemisferio norte. Las reconstrucciones partieron desde el año 900 a la actualidad. Se observó una debili-

dad en aumento del flujo desde 1975 (la única observada), lo que no se atribuye a causas naturales sino al calentamiento global antropogénico.

Una forma de visualizar este efecto es mediante los mapas de variación de temperatura global respecto de una base promedio. En forma recurrente, la zona de subducción (Atlántico Norte entre Groenlandia, Islandia y Noruega) es notablemente más fría. Por ejemplo, en 2014 la temperatura global fue 1°C más cálida que el promedio de 1880-1920; pero en el Atlántico subpolar fue entre 1-2°C más fría que la media.

El registro del invierno boreal 2014-2015 fue el más cálido desde 1880, mientras que el del Atlántico subpolar fue el más frío de todo el registro. La causa se atribuye al aporte de agua dulce (liviana y superficial) y fría proveniente del deshielo de Groenlandia y el Ártico. El debilitamiento del motor termohalino puede ser inestable y llegar a detenerse por completo una vez alcanzado un “punto de inflexión”.

El informe del Grupo Intergubernamen-



Si la Corriente del Golfo se debilita, el motor termohalino puede detenerse y producir efectos climáticos globales (derecha). Por ejemplo, Europa tendrá un clima más frío (similar a Siberia), África más seco y el Sudatlántico más cálido.

tal de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) estima una probabilidad baja (hasta 10%) de que esto suceda en este siglo, pero en nuevos reportes se estimó hasta un 40% con un calentamiento global de 4°C, y del 65% con 8°C.

Crisis en el Atlántico

Con el conocimiento actual es casi imposible obtener un consenso científico sobre el futuro de la corriente termohalina, pero si la zona fría en el subártico se convierte en una característica permanente en los mapas de anomalías de temperatura, se trataría de una constatación de la hipótesis. Si tenemos en cuenta el intercambio de calor entre el aire caliente y la superficie anormalmente fría en la zona del subártico, se espera un fortalecimiento de los vientos y una disminución de la presión central de los sistemas ciclónicos. La perturbación se puede sentir no sólo en esa parte del mundo, sino que la alteración del flujo atmosférico y oceánico puede

tener consecuencias generales sobre el clima global. No está claro si la corriente se detendrá, pero el derretimiento de Groenlandia está llevando al sistema a su velocidad más lenta de los últimos 1000 años.

En este siglo, se espera una reducción significativa de la masa de hielo polar en el Ártico y quizás su pérdida total en verano. En Groenlandia, la pérdida total de hielos puede demorar centenares de años. El incremento del flujo de agua

dulce reducirá la salinidad y podría impedir que el agua fría se hunda; afectará la circulación oceánica, con un debilitamiento o, quizás, con el colapso de la circulación termohalina.

En el período 1992-2002 se midió una reducción en la velocidad de la corriente en el Atlántico Norte. De persistir, tendría varias consecuencias: descenso de temperatura en Europa, con condiciones similares a la actual Rusia; en Norteamérica, un clima más frío, seco y ventoso; en África el clima sería más seco y el Atlántico Sur, más cálido.

Eventos similares ya ocurrieron en otras oportunidades. Hace unos 8000 años se produjo un caso de enfriamiento abrupto (entre 1 y 5°C) con una duración de algunos siglos. Probablemente fue producto del drenaje de los glaciares del Ártico que afectó la corriente termohalina. En Groenlandia comenzó hace 8200 años con una caída de temperatura de 3,3°C en menos de 20 años, y el sistema se recu-

peró en 150 años. Durante 300 años el CO₂ se redujo en 25 ppm. En África Oriental siguieron 500 años de sequía general.

Los conocimientos que genere la ciencia en un futuro inmediato serán fundamentales para entender los procesos de la naturaleza y el impacto que la actividad humana introduce en el ambiente. Las consecuencias empiezan a evidenciarse, y aunque la vida en general y nuestro planeta no corren riesgo, la sociedad humana tal como la conocemos podría sufrir los efectos.

El egocentrismo de nuestra especie nos hace pensar que podremos solucionar todo, que lograremos superar los problemas con tecnología, que tenemos el manejo del planeta. Pero estamos muy lejos de que todo eso sea real. Todo, absolutamente todo lo que los seres humanos podemos crear es a partir de los recursos de un único planeta, y hay muchas cosas de él que aún no comprendemos lo suficiente. ■

1 www.nature.com/articles/srep21064

El autor: Roberto Ares, graduado en Ingeniería, se dedica al estudio autodidacta de las ciencias físicas y biológicas. Ha publicado varios libros, entre los que se destacan "Aves, Vida y Conducta", "Birds of The Pampa", "Vida en Evolución" (coautoría con el paleontólogo Sebastián Apesteguía) y, recientemente, "El desafío de vivir con lo que produce Un Único Planeta". En la actualidad, también se dedica a la producción de documentales sobre vida y conducta de las aves: www.laculturadelasaves.com.ar.
Página del autor: www.robertoares.com.ar.
Libros sobre naturaleza: www.vmeditores.com.ar.



EN INTERNET

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

de la Tierra a las Galaxias

Espectáculo de divulgación astronómica
para público en general

El deseo de comprender el Universo bien puede ser la más antigua experiencia intelectual que tiene en común la humanidad. Los invitamos a compartir un impresionante viaje a través del tiempo y el espacio que nos permitirá descubrir el Universo que la ciencia nos ha revelado.



www.planetario.gob.ar



Buenos Aires Ciudad



Vamos Buenos Aires



Cuentos para no dormir

Espectáculo de divulgación astronómica, para niños entre 3 y 9 años

En el Planetario no vale dormir. Vamos a descubrir planetas, nebulosas, galaxias, miles de estrellas en el cielo y a dibujar constelaciones. ¡Contaremos las más lindas historias bajo el cielo estrellado! Y no se olviden... El que se duerme... ¡pierde!

