

MAPEAR EL CIELO

La Agencia Espacial Europea prepara el mapa en 3D más completo de nuestra galaxia. Es el proyecto más ambicioso de todos los emprendidos hasta ahora.

ANABEL HERRERA, PERIODISTA

La humanidad siempre ha trazado mapas. Mapas del mundo, de las ciudades, de las montañas, de los mares... y del cielo. Si, al caer la noche, alzamos la vista para contemplar el firmamento, es posible que atisbemos, por ejemplo, un punto lejano con una espectacular luminosidad azul. Sabemos que se trata de Eta Carinae, una estrella que brilla cuatro millones de veces más que el Sol, gracias a que los astrónomos llevan siglos observando y catalogando los cuerpos celestes de nuestra galaxia, cada vez con herramientas más sofisticadas. El satélite *Gaia* marcará un antes y un después en este interés por comprender la estructura, el origen y la evolución de la Vía Láctea. Está previsto que antes de que acabe el año, esta sonda de la Agencia Espacial Europea (ESA) empiece a barrer el cielo sin descanso. Transcurridos los cinco años de su misión, habrá recogido los datos necesarios para determinar las posiciones, distancias y movimientos de mil millones de estrellas, cerca del 1% de nuestra galaxia. Un sueño inalcanzable durante siglos.

Los primeros mapas

Ya desde la Antigüedad nos percatamos de que los cuerpos celestes se mueven



ARMILLA en el Centro de Observación de la Tierra de la Agencia Espacial Europea (ESA).

de forma regular. Conocer estos desplazamientos resultaba tremendamente útil para orientarse en los trayectos o determinar las fechas más adecuadas para sembrar o recolectar. Con este tipo de fines nació la astrometría, la rama de la astronomía que estudia las posiciones y movimientos de los astros. El primer catálogo astrométrico de precisión lo confeccionó Hiparco de Nicea (siglo II a. C.), al indicar la posición en coordenadas de 1.080 estrellas, que a su vez clasificó en función de su brillo. Este astrónomo, geógrafo y matemático griego realizó muchas otras contribu-

ciones a la ciencia. A él se atribuyen la división del día en 24 horas de igual duración, el descubrimiento de la precesión de los equinoccios (el cambio lento y gradual en la orientación del eje de rotación de la Tierra), un cálculo magnífico de la distancia entre la Tierra y la Luna o la segmentación de la Tierra en meridianos y paralelos. Para recolectar todos estos datos ideó varios instrumentos, entre ellos, un astrolabio. En Oriente, la figura más destacada del inicio de la astrometría fue Zhang Heng (siglos I-II). Recordado sobre todo por haber inventado un detector de terre-

LA FICHA

MASA 2.030 kg.
CONSUMO ENERGÉTICO 1.720 W, poco más que el de un lavavajillas.
VIDA ÚTIL 5 años.
 Imagen: recreación del Gaia por la ESA.



EL GRAN OJO

- 1 PARASOL.** Protector desplegable que mantiene el cuerpo central del Gaia a una temperatura estable de unos -110 °C. Construido por la empresa española SENER.
- 2 ANTENA.** También de fabricación española (de la mano de EADS), su haz (en la parte inferior de la nave) apunta siempre hacia la Tierra para una constante y correcta transmisión de datos.
- 3 MÓDULO DE SERVICIO.** Equipado con los aparatos útiles para el mantenimiento del satélite, se montó en Inglaterra.
- 4 MÓDULO DE CARGA.** Contiene los aparatos de observación, entre ellos, el instrumento fotométrico, en cuyo diseño ha colaborado la Universidad de Barcelona. Su estructura es de carburo de silicio, un material casi tan duro como el diamante, aunque ligero y de alta conductividad térmica.

Telescopios. Dos en total, cada uno formado por seis espejos (tres de ellos en común) que apuntan en direcciones separadas por un ángulo de 106°. Gracias a ello es posible comparar a la vez las estrellas de dos zonas diferentes, lo que permite determinar su posición tridimensional y su movimiento.

Plano focal. La luz de las estrellas y de las galaxias incide en los 106 chips que lo componen. Todos ellos registran las imágenes tal como lo harían 100 cámaras digitales con un total de mil millones de píxeles. Es el plano focal más grande lanzado al espacio.

5 CUBIERTA. Protección térmica. Mide 3 m de diámetro por 2 de altura.

motos, este astrónomo chino elaboró un mapa con la posición exacta de 2.500 estrellas (de las que bautizó las 320 más brillantes) de 124 constelaciones. Eso, "sin contar las visibles por los navegantes", según detalló en sus cálculos.

Salto de titanes

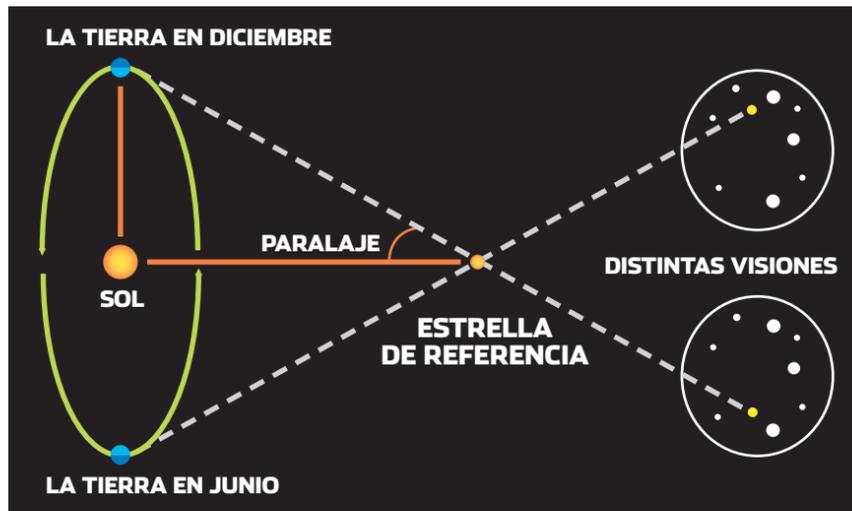
Tuvieron que pasar quince siglos para que la astrometría saliera de su estancamiento. Lo logró el danés Tycho Brahe. Este astrónomo real construyó un auténtico arsenal de instrumentos, algunos de invención propia, con los que revolucionó la observación espacial: un sextante

para medir la distancia angular (la que media entre dos estrellas), un cuadrante gigantesco para conocer la altura de los cuerpos celestes por encima del horizonte o varios astrolabios esféricos, útiles para determinar las coordenadas celestes. Gracias a ellos, Brahe midió no solo las posiciones, sino también los movimientos de los planetas, con tanta exactitud que contribuyó a que su discípulo Johannes Kepler dedujera sus tres famosas leyes del movimiento planetario (la primera afirma que todos los planetas se mueven alrededor del Sol siguiendo una órbita elíptica).

Los avances tecnológicos ayudaron a afinar las mediciones. En 1609, el telescopio amplió nuestras posibilidades, pero fue el retículo micrométrico (un dispositivo que se coloca sobre aquél) el que permitió rebasar el límite de resolución del ojo humano: por vez primera se distinguía la distancia angular de dos estrellas por encima del minuto de arco de visión. En apenas un siglo, en 1712, John Flamsteed, el primer astrónomo real de Inglaterra y fundador del Observatorio de Greenwich, catalogó alrededor de tres mil estrellas con una precisión de 10 segundos de arco, equivalente

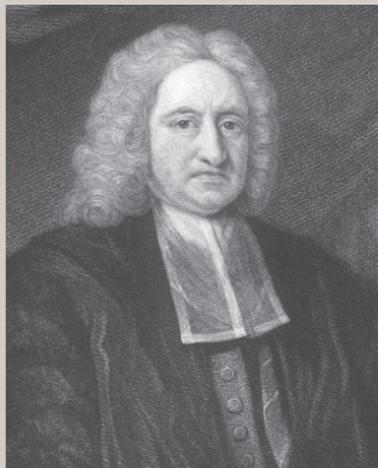
¡Todo se mueve!

LOS CUATRO REQUISITOS PARA NO ERRAR A LA HORA DE SITUAR EN EL CIELO LAS ESTRELLAS.



■ **LAS COORDENADAS.** Cada astro ocupa un lugar en el cielo. Ya desde la Antigüedad se calcularon sus coordenadas a partir de parámetros como su posición respecto a la línea del Ecuador o la eclíptica (la trayectoria aparente del Sol en la esfera celeste).

■ **EL MOVIMIENTO.** Las estrellas no están fijas en el cielo. De igual forma que el Sol, se mueven por sí mismas unas cuantas docenas de kilómetros por segundo durante su trayectoria en torno al centro de la galaxia. Se trata de un movimiento propio que el astrónomo británico Edmond Halley (abajo) descri-



bió por vez primera en 1718, al comparar las posiciones de tres estrellas muy brillantes (Arturo, Proción y Sirio).

■ **LA VELOCIDAD.** Aparte del cambio de posición de una estrella en la esfera celeste (movimiento propio, o velocidad tangencial), también debe tenerse en cuenta su velocidad radial. Ésta resulta difícil conocerla, porque no provoca ningún cambio en la posición de las estrellas en el cielo, pero nos permite saber si una estrella se aleja o se acerca. En 1888, el alemán Hermann Carl Vogel obtuvo la primera medición de este tipo.

■ **LA DISTANCIA.** ¿Por qué cuando contemplamos una misma estrella en junio y en diciembre la vemos con un fondo distinto de cuerpos celestes? En realidad, esta variación de la posición de un astro tan solo es aparente. Se trata de un fenómeno conocido como paralaje (ver esquema superior), y lo descubrió en 1838 el alemán Friedrich Bessel al calcular la lejanía de 61 Cygni. Se debe a la variación real de nuestra ubicación respecto a un astro, pues, cada seis meses, la Tierra da media vuelta alrededor del Sol. La paralaje es la única forma directa de medir la distancia a las estrellas. Cuanto más lejanas estén de nuestro planeta, menor será su paralaje, o el ángulo de la elipse que describen en sus movimientos.

al ángulo con que observamos a una persona situada a 36 km de distancia.

Del telescopio a Google Sky

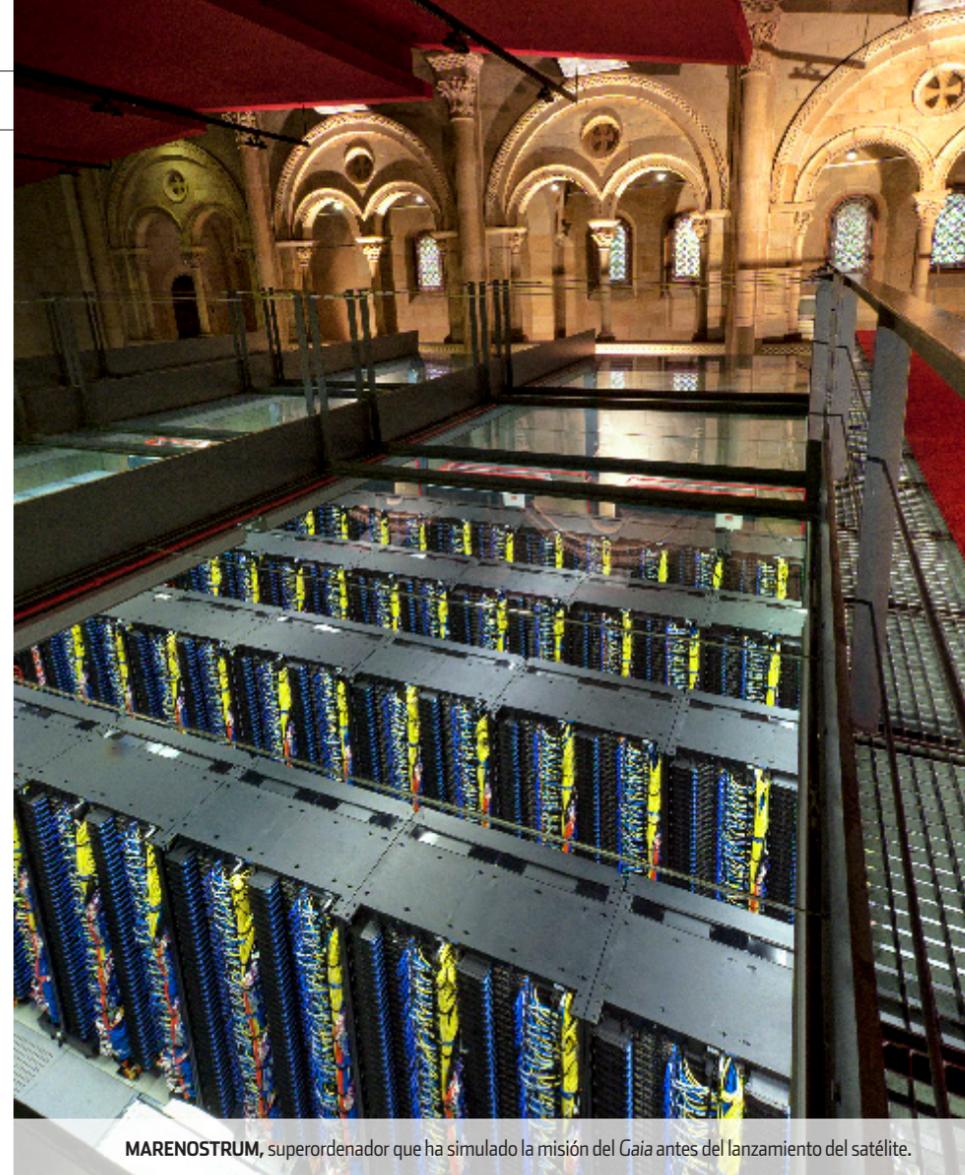
El XVIII fue un siglo de grandes descubrimientos. Tras años escudriñando catálogos antiguos, el británico Edmond Halley concluyó que las estrellas poseían lo que se conoce como movimiento propio. Poco después, su compatriota James Bradley constató la aberración estelar: el desplazamiento angular aparente de un cuerpo celeste debido al cambio de situación del observador. Ello probaba que la Tierra giraba alrededor del Sol, y no a la inversa. Y William Herschel demostró que el astro rey, acompañado por los planetas, se movía dentro de nuestra galaxia; toda una revolución. Las técnicas fotográficas surgidas a lo largo del XIX refinaron aún más los catálogos sobre las posiciones y los movimientos estelares. A mediados del siglo

EL GAIA CONSTITUYE UN DESAFÍO TECNOLÓGICO SIN PRECEDENTES. RECOPIARÁ UNOS CIENTOS TERABYTES DE DATOS

siguiente, en 1958, se completó un mapa del cielo nocturno formado por casi dos mil instantáneas en el Observatorio del Monte Palomar (EE UU), equipado con uno de los mayores telescopios del planeta. Tres decenios después, astrónomos de todo el mundo ya tenían acceso a su versión digital, la Digital Palomar Observatory Sky Survey Images, hoy también disponible en Google Sky.

El espacio desde el espacio

La primera misión espacial dedicada en exclusiva a la obtención de datos astrométricos se lanzó en 1989. *Hipparcos*, de la ESA, cartografió durante cinco años 120.000 estrellas con una precisión inaudita del orden del milisegundo de arco. La información recogida, la más completa hasta la fecha, ayudó a predecir los impactos del cometa Shoemaker-Levy 9 sobre Júpiter, reveló que la Vía Láctea está cambiando de forma y confirmó la



MARENOSTRUM, superordenador que ha simulado la misión del Gaia antes del lanzamiento del satélite.

teoría de Einstein sobre el efecto de gravedad en las estrellas, entre otros muchos logros. La misión del *Gaia* es mucho más ambiciosa. Su catálogo será diez mil veces mayor al de su antecesor, y su precisión se multiplicará por cien, alcanzando los 20 microsegundos de arco. Tras su lanzamiento a bordo del *Soyuz-Fregat* desde el Puerto Espacial de Kourou, en la Guayana Francesa (costa norte de América del Sur), el *Gaia* viajará durante treinta días hasta alejarse 1,5 millones de kilómetros de la Tierra. Una vez situado en el punto L2 de Lagrange, una zona en la que las fuerzas gravitacionales del Sol, la Luna y la Tierra se encuentran equilibradas, el satélite rotará sobre sí mismo cada seis horas durante un lustro. Gracias a ello, observará cada astro una media de 80 veces. Para ello cuenta con dos telescopios y un plano focal con mil millones de píxeles, la mayor cámara espacial jamás construida. Su alcance es

comparable al de poder distinguir desde la superficie terrestre un objeto del tamaño de una moneda ubicado en la Luna. Los dos telescopios del *Gaia* están separados por un ángulo muy preciso, 106°. Ello permitirá cartografiar la bóveda celeste comparando la posición de las estrellas de regiones distintas en un mismo momento. “Se obtendrá así el mapa tridimensional más completo que haya existido nunca sobre la Vía Láctea”, afirma Josep Manel Carrasco, investigador del Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Barcelona, que ha participado en el proyecto *Gaia* desde sus inicios.

Desafío tecnológico

El catálogo del *Gaia* no solo hará posible determinar la posición tridimensional de cada astro y su movimiento en el espacio. También aportará datos para conocer mejor la composición química de las es-

trellas, útil para entender cómo se formó nuestra galaxia, así como su temperatura, luminosidad y contenido metálico, parámetros que pueden desvelar su edad y las propiedades del entorno en que nacieron, entre otros misterios. Además, “como el *Gaia* hace un barrido del cielo y detecta todos los objetos hasta una cierta magnitud —explica Carrasco—, también captará alrededor de diez millones de galaxias fuera de la Vía Láctea, entre 10.000 y 20.000 nuevos planetas extrasolares, 500.000 cuásares [las galaxias primitivas más luminosas y alejadas], 100.000 supernovas [explosiones estelares] y 200.000 asteroides, algunos de ellos potencialmente peligrosos para la Tierra”. Finalizada la misión hacia 2019, el *Gaia* habrá enviado a la Tierra alrededor de cien terabytes de datos en bruto, que deberán ser procesados para convertirse en datos científicamente utilizables. Se trata de un desafío tecnológico sin precedentes, que ya aborda un consorcio formado por más de cuatrocientos científicos e ingenieros europeos. En nuestro país, la Universidad de Barcelona ha desarrollado un simulador, así como varios modelos de calibración, para que los distintos equipos de expertos puedan probar sus sistemas de procesamiento de datos antes del lanzamiento. Incluso ha recreado el satélite gracias al MareNostrum, el superordenador del Centro Nacional de Supercomputación, ubicado en esta ciudad. “Analizar esa ingente cantidad de datos y extraer la ciencia que se deriva de ellos puede representar el trabajo de las próximas generaciones de astrónomos”, pronostica Carrasco. El catálogo final estará disponible a partir del año 2021. ■

PARA SABER MÁS

ENSAYO

ABRAMSON, Guillermo. *Viaje a las estrellas. De cómo y con qué los hombres midieron el Universo*. Buenos Aires: Siglo XXI, 2010.

INTERNET

Agencia Espacial Europea (ESA). En inglés. www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Gaia_overview
Participación de la UB en la misión Gaia. <http://gaia.am.ub.es/>