

Dossier de premsa

Misión Gaia: el primer mapa 3D de la Galaxia

Barcelona, 2 de diciembre de 2013. El próximo 19 de diciembre está previsto el lanzamiento de *Gaia*, un satélite de la Agencia Espacial Europea (ESA) que durante cinco años recogerá datos de mil millones de estrellas para construir el mapa en 3D de la Vía Láctea más completo que se haya hecho hasta el momento. El lanzamiento está previsto a las 10.12 *a. m.* (hora peninsular) desde la base espacial de Kourou (Guayana Francesa). Un equipo de científicos e ingenieros de la Universidad de Barcelona ha contribuido de forma importante a esta misión. Todos ellos son miembros del [Instituto de Ciencias del Cosmos de la UB](#) (ICC) y del [Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña](#) (IEEC).

Gaia es una misión emblemática tanto por su capacidad de revolucionar la astrofísica de las próximas décadas —gracias a la precisión de las observaciones astrométricas—, como por el desafío tecnológico que supone. El proyecto representa, además, el máximo exponente de una tecnología que ha colocado a Europa al frente del campo de la astrometría desde el espacio.

Datos destacados de la misión

- Gaia catalogará mil millones de estrellas, un 1% del total de la Vía Láctea.
- Con un plano focal de mil millones de píxeles, *Gaia* tiene la mayor cámara que hasta ahora se haya construido para el espacio.
- El satélite estará a 1,5 millones de kilómetros de la Tierra.
- Observará todo el cielo durante cinco años y repetirá 70 veces cada observación.
- Observará todos los objetos celestes de un brillo hasta 400.000 veces menor que el que aprecia el ojo humano a simple vista.
- En un día de misión se generarán 50 gigabytes de datos que se enviarán a la Tierra para procesarlos. Al final de la misión, se habrán enviado 100 terabytes de datos.
- El catálogo final se publicará hacia 2022 y tendrá un volumen de un petabyte, es decir, un millón de gigabytes, equivalentes a 200.000 DVD.
- Los datos obtenidos serán cien veces más precisos que los de misiones precedentes.
- Contiene dos telescopios de 35 metros de focal con un total de diez espejos, y tres instrumentos: astrométrico, fotométrico y espectroscópico.

Objetivo de la misión

El objetivo científico principal de la misión Gaia es desvelar la historia de la Vía Láctea, desde los orígenes hasta el estado actual. Para conseguirlo, el satélite medirá las posiciones, distancias y movimientos de mil millones de estrellas (un 1% del total de la Galaxia) y estudiará sus propiedades físicas, como por ejemplo la edad y la composición química.

No importa solo la cantidad de estrellas, sino que también es necesario que los datos obtenidos tengan una precisión óptima. Se trata de obtener datos cien veces más precisos que los de misiones anteriores. Actualmente, el catálogo astrométrico más preciso, elaborado por *Hipparcos* —otro satélite del ESA—, contiene 120.000 estrellas y posee una precisión de 1 milisegundo de arco, que equivale a medir la altura de una persona en la Luna vista desde la Tierra. Con *Gaia*, la precisión será del orden de 10 microsegundos de arco, cosa que equivale a medir la anchura de una moneda de euro situada en la Luna vista desde la Tierra, o bien a verle los ojos a la persona del ejemplo anterior.

Contribución española y de la UB

Gracias a su experiencia en el satélite *Hipparcos*, el equipo de la **UB-ICC/IEEC** ha participado en la misión Gaia desde el principio y con un papel muy destacado: en el diseño científico y tecnológico, en prototipos de la base de datos, en la producción de datos simulados, en el desarrollo del algoritmo de calibración de los datos fotométricos, o en el sistema que permitirá procesar diariamente los datos del satélite y almacenarlos en una base de datos para extraer los primeros resultados de uso científico.

En paralelo, el equipo está elaborando herramientas para la explotación científica a partir de datos obtenidos desde la Tierra para complementar los de *Gaia*, y lidera la construcción de los catálogos de la misión, tanto los intermedios como el catálogo final. El centro de procesamiento de datos de Barcelona —donde se incluyen el **CESCA** y el **Barcelona Supercomputing Center**— proporciona recursos para ejecutar parte de las operaciones durante toda la misión y ha sido un aliado imprescindible en la simulación de la Galaxia y las observaciones para todas las tareas preparatorias y de verificación de la cadena de procesamiento.

Por su parte, el **Grupo Gaia Galicia** desarrolla algoritmos para analizar los parámetros astrofísicos de las estrellas, mientras que un equipo de la **Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED)** participa en el estudio de estrellas variables.

Los tres grupos están integrados en el Consorcio para el Procesamiento y el Análisis de Datos (Data Processing and Analysis Consortium), que agrupa a casi 400 científicos e ingenieros de una veintena de países europeos. La contribución española a este consorcio es de casi el 9%.

Además, la Red Española para la Explotación Científica de Gaia (REG), que integra a más de un centenar de científicos, está dedicada a promover la colaboración entre equipos para la máxima explotación científica de los catálogos de la misión, en todos los ámbitos de la astrofísica en que Gaia tenga un impacto relevante.

La industria española también ha desempeñado un papel destacable en la misión. Así, el grupo de ingeniería y tecnología **SENER**, que desarrolla componentes y sistemas espaciales para el segmento de vuelo en sus tres ámbitos de actividad —mecanismos de precisión, sistemas ópticos y sistemas de guía, navegación y control (GNC)—, ha diseñado, fabricado y verificado el parasol desplegable del satélite, de 11 metros de diámetro, así como uno de los subsistemas de precisión más críticos, denominado *M2M*. Además, también ha diseñado y fabricado las unidades electrónicas que regulan tanto el despliegue del parasol —las dos unidades SDE— como el movimiento preciso del *M2M*, la unidad MDE.

MI ER Comunicaciones, empresa con sede social en la Garriga especializada en el diseño y la fabricación de equipos de radiofrecuencia, ha aportado al proyecto los equipos del satélite responsables de amplificar la potencia de la señal que contiene los datos capturados por *Gaia* antes de ser enviados a la Tierra.

Por su parte, el equipo de la empresa **GMV** está integrado en un grupo internacional de más de 300 científicos e ingenieros que preparan el procesamiento científico de los datos de *Gaia*. Su actividad dentro de la misión se ha concentrado principalmente en el centro de operaciones científicas y en la contribución al desarrollo del sistema de dinámica del vuelo. Personal de GMV se encarga de gestionar las pruebas que se llevan a cabo en el Centro de Astronomía Espacial Europea (ESAC), en Villanueva de la Cañada. Asimismo, el personal de GMV, integrado en un equipo de la Universidad de Barcelona, participa en el desarrollo del sistema Initial Data Treatment (IDT). El IDT es el primer sistema de la cadena de procesamiento científico de los datos de *Gaia* y es un sistema crítico para el éxito de la misión.

La antena que envía la señal hacia la Tierra ha sido desarrollada por **EADS CASA Espacio**. El **Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial** (INTA) ha participado en campañas de metrología de alta precisión; **Alter Technology Group** ha efectuado la calificación de diferentes equipos; **Thales Alenia Space España** ha diseñado y desarrollado las unidades electrónicas de distribución de señal del reloj de rubidio que viaja a bordo del satélite. La empresa **Crisa** ha elaborado los módulos de electrónica de los sensores CCD; **RYMSA** ha puesto a punto las antenas de baja ganancia de teledetección y telecomandamiento.

El satélite: un reto tecnológico

Gaia grabará las posiciones, distancias, movimientos y espectros de las estrellas y otros tipos de objetos, desde muy cerca del centro galáctico hasta los confines de la Vía Láctea, y más allá de estos. Para hacerlo, dispone de dos telescopios de 35 metros de focal con un total de diez espejos, y tres instrumentos: astrométrico, fotométrico y espectroscópico, y de la «joya» del satélite: el plano focal, que con mil millones de píxeles es la mayor cámara en el espacio que se haya construido nunca. El conjunto conseguirá una precisión de medida de microsegundos de arco. Los dos telescopios permitirán determinar no solo la posición tridimensional de cada estrella, sino también cómo se mueve en el espacio.

Gaia barrerá el cielo durante cinco años de forma continua, y así observará cada objeto celeste una media de 70 veces. Toda esta información se graba a través del plano focal, que tiene un metro de ancho por 42 centímetros de alto y contiene un total de 106 CCD de 9 megapíxeles cada uno. *Gaia* también permitirá obtener espectros de las estrellas brillantes, y según el desplazamiento del espectro hacia el morado o el rojo, se podrá conocer la rapidez con que se acercan o alejan del satélite.

La alta precisión requerida para las medidas exige que los telescopios, el plano focal y toda la estructura óptica donde están montados sea extremadamente estable desde el punto de vista mecánico y térmico. El material elegido para construir esta estructura ha sido el carburo de silicio, un elemento cerámico ligero pero a la vez tan resistente como el diamante. Toda la instrumentación está protegida por una tienda térmica y por uno de los

elementos más distintivos del satélite *Gaia*: el gran parasol, que tiene 11 metros de diámetro y garantiza mantener el interior del satélite a $-110\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El satélite ha tenido un coste total de 740 millones de euros, financiados por la Agencia Espacial Europea. La construcción de *Gaia*, liderada por EADS-Astrium, ha involucrado a 300 personas durante siete años, repartidas en 74 empresas de 16 países. Aquí no se incluye ni el procesamiento de los datos, ni la explotación científica.

Puesta en órbita y comunicación con la Tierra

Un cohete Soyuz-Fregat llevará el satélite, de más de 2.000 kilos de peso, a una órbita baja terrestre. Una vez desprendidos los diversos elementos del cohete, que caerán sobre el Atlántico, *Gaia* abrirá el parasol y describirá casi una revolución completa alrededor de la Tierra antes de dirigirse hacia su destino final, el punto L2 de Lagrange, situado a 1,5 millones de kilómetros en dirección contraria al Sol.

Después del último impulso del módulo Fregat, *Gaia* tardará aproximadamente treinta días en llegar a L2. Entonces se dispondrá de un par de meses para calibrar y verificar los complejos instrumentos de medida. A partir de ese momento, empezarán las observaciones rutinarias, que durarán cinco años.

Los datos que *Gaia* enviará diariamente a la Tierra llegarán a las estaciones de recepción de Cebros, a 77 kilómetros de Madrid, a New Norcia (Australia) y a Malagüe (Argentina). Los datos se almacenarán en ESAC, en Villanueva de la Cañada, que los distribuirá a los distintos centros de procesamiento. El algoritmo del primer tratamiento diario es uno de los que ha elaborado el equipo de la UB-ICC/IEEC.

Simulación de la maniobra de inserción orbital
<http://www.youtube.com/watch?v=rrCxVTh3HCM>

El catálogo espacial

Gaia observará todo lo que haya en el cielo, y podrá percibir objetos de un brillo hasta 400.000 veces menor que el que aprecia el ojo humano a simple vista. El tratamiento de los datos obtenidos para producir información de uso científico requiere un procedimiento muy complejo y global. Global, por cuanto los datos de todo el cielo están interrelacionados, y también porque los datos de los tres instrumentos (astrométrico, fotométrico y espectroscópico) se deben tratar simultáneamente. Todo ello en un proceso iterativo notablemente costoso en cuanto a complejidad y recursos computacionales.

Como los telescopios de *Gaia* observan todo el cielo, el proyecto no solo medirá estrellas: el satélite también observará objetos del Sistema Solar, planetas en el entorno de otras estrellas y enanas marrones. Además, fuera de la Vía Láctea, *Gaia* observará estrellas de las galaxias más cercanas, así como millones de galaxias lejanas y cuásares. Toda esta información también formará parte de los catálogos resultantes de la misión.

Si bien la precisión del orden de microsegundos no se conseguirá hasta el final de la misión —cuando se hayan completado todas las observaciones y su tratamiento—, es manifiesto

que ya antes se habrán superado las precisiones de misiones precedentes, y por lo tanto, que los datos intermedios también tendrán un alto interés científico. Por ello, y con el objetivo de no retrasar su explotación científica, se ha establecido un calendario de publicación de catálogos con datos científicos que irán mejorando la precisión y el número de datos y objetos celestes. El primero de ellos aparecerá a comienzos de 2016, y el último estará terminado en 2022.

Ciencia con Gaia

El objetivo principal de la misión es, como se ha dicho, recopilar información sobre mil millones de estrellas, lo que ha de permitir conocer los procesos de formación y evolución de nuestra Galaxia y comprobar la validez de los modelos cosmológicos.

La medida de la edad y la masa de las estrellas permitirá mejorar los modelos de evolución estelar. Otro tema en que profundizará Gaia es el comportamiento de las estrellas variables. Por otro lado, el estudio de características físicas como la luminosidad, la temperatura y la composición química de cada estrella permitirá deducir su edad y la fase evolutiva en que se encuentra.

Con estos datos será posible ampliar la foto de familia actual de las estrellas para responder a cuestiones abiertas a día de hoy: ¿cómo se formó nuestra Galaxia?, ¿es una agregación de galaxias más pequeñas? Las observaciones de *Gaia* aumentarán el conocimiento de lo que se ve; pero también de lo que no se ve, como por ejemplo la distribución de la materia oscura, que se cree que constituye el 90% del total de la Galaxia.

Está previsto que se descubran centenares de miles de nuevos objetos celestes, desde planetas extrasolares —de los cuales se espera detectar cerca de 7.000—, hasta estrellas fallidas (o enanas marrones). Dentro de nuestro Sistema Solar, *Gaia* determinará las órbitas, las masas y los periodos de rotación de centenares de miles de asteroides. Más allá de nuestra Galaxia, el satélite observará estrellas de las galaxias más cercanas, así como millones de galaxias lejanas y medio millón de cuántares.

Finalmente, cabe resaltar que la elevada precisión de las medidas de *Gaia* exige un tratamiento relativístico: la aproximación de la física clásica (newtoniana) no es suficiente. Por este motivo, las medidas del satélite sirven para poner a prueba algunos de los parámetros de la modelización de la teoría de la relatividad general.

El equipo de la UB en Gaia

El [equipo de la UB](#) en Gaia está liderado por investigadores e investigadoras del Departamento de Astronomía y Meteorología: en total, una treintena de personas entre científicos e ingenieros. Todos ellos son también miembros del [Instituto de Ciencias del Cosmos de la UB](#) y del [Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña](#). Algunas de las personas del equipo son:

- **Jordi Torra:** Se incorporó a Gaia en 1998. Investigador principal del equipo de Gaia en Barcelona, primero en la definición científica de la misión, y después en el desarrollo del prototipo de procesamiento de datos. Actualmente, es coordinador

del grupo de trabajo para procesar y gestionar los datos de telemetría científica del satélite.

- **Francesca Figueras:** Se incorporó a Gaia en 1998, primero en la definición científica de la misión, y después en el desarrollo del prototipo de procesamiento de datos. Actualmente, coordina la Red Española Gaia de preparación de la explotación científica, y es la investigadora principal del nodo de Barcelona de la ITN GREAT, un proyecto del 7.º Programa marco de la Unión Europea.
- **Carme Jordi:** Se incorporó a Gaia en 1998, primero en la definición científica de la misión, y después en el diseño del instrumento fotométrico. Actualmente, dirige el grupo involucrado en el tratamiento de los datos fotométricos, y desde 2002 es miembro del Gaia Science Team, el órgano asesor de la ESA para supervisar el desarrollo científico y tecnológico del satélite. Es representante española en el Steering Committee de la red europea GREAT para la explotación científica.
- **Xavier Luri:** Se incorporó a Gaia en 1998, primero en la definición científica de la misión, y después como responsable del módulo de simulaciones de la misión. El simulador hace un uso intensivo de los superordenadores del CESCA y del MareNostrum del Barcelona Supercomputing Centre (BSC). Actualmente, es el investigador principal del proyecto GENIUS para el desarrollo del archivo final de los datos de *Gaia*. GENIUS es un proyecto del 7.º Programa marco de la Unión Europea.
- **Claus Fabricius:** Se incorporó a Gaia en 1998, primero en la definición científica de la misión, y después en el desarrollo del prototipo de procesamiento de datos. Actualmente, participa en la validación científica de los datos, así como en el procesamiento de la telemetría científica y de los datos fotométricos.
- **Eduard Masana:** Se incorporó a Gaia en 1999. Su tarea principal ha sido desarrollar un *software* capaz de simular los datos que el satélite enviará a la Tierra. Estas simulaciones han permitido poner a punto los complejos algoritmos de procesamiento de datos necesarios para extraer la información científica que proporciona la misión. Actualmente es coordinador del grupo de trabajo de simulaciones.
- **Josep Manel Carrasco:** Se incorporó a Gaia en 2000. Ha trabajado en el diseño del instrumento fotométrico, sobre el cual versó su tesis doctoral. Actualmente, participa en el proceso de calibración de los datos fotométricos, en la validación del catálogo y en las actividades de divulgación del proyecto.
- **Jordi Portell:** Se incorporó a Gaia en 2000. Es responsable del módulo de *software* que hará el tratamiento inicial de los datos que se recibirán del satélite, paso imprescindible para que los diferentes grupos de trabajo puedan extraer información científica de los datos. Ha desarrollado algoritmos de compresión de datos.
- **Javier Castañeda:** Se incorporó a Gaia en 2006. Actualmente es responsable del Data Processing Center de Barcelona, el centro de procesamiento de datos que,

junto a otros cuatro centros europeos, se encargará de procesar los datos de la misión.

- **Lola Balaguer:** Se incorporó a Gaia en 2007 como gestora del equipo en Barcelona y de los proyectos de diversa medida a nivel internacional, nacional y local. Además de la vertiente de gestión, participa en proyectos de observaciones complementarias a las de *Gaia* desde telescopios españoles, y en la validación científica de los datos.
- **Mercè Romero:** Se incorporó a Gaia en 2008. Inicialmente, trabajó en la explotación científica de los datos preparando modelos galácticos. Actualmente, además de la vertiente puramente científica, participa en la validación científica de los datos.

Cronología del proyecto

- 1989: Lanzamiento del satélite *Hipparcos*, predecesor de *Gaia*.
- 1995: Se empieza a concebir la misión como continuadora de la de *Hipparcos*.
- 2000: La comunidad científica presenta el documento *Concept & Technology Study* a la ESA.
- 2001: Aprobación de la misión por parte de la ESA.
- 2005: Selección de EADS-Astrium como contratista principal e inicio de la construcción.
- 2013: Lanzamiento desde la base espacial de Kourou (Guayana Francesa), la base de lanzamientos de la ESA.
- 2014: Inicio de las observaciones, recogida y análisis de los datos.
- 2016: Publicación del primer catálogo con datos científicos.
- 2018: Finalización de la misión.
- 2022: Publicación del catálogo final.

Gaia en cifras

- **1.000 millones:** número de estrellas y otros objetos astronómicos que se observarán a lo largo de la misión.
- **1.000 millones de píxeles:** definición de la cámara que graba las imágenes de las estrellas.
- **10 microsegundos de arco:** precisión de los datos obtenidos (equivalente a observar desde la Tierra el ojo de una persona que estuviera en la Luna).
- **70 observaciones:** número medio de observaciones para cada objeto detectado.
- **3.400.000 horas:** las necesarias para procesar los datos.
- **100 terabytes:** cantidad de datos enviados a la Tierra, a razón de **50 gigabytes diarios**.
- **1.000.000.000 Mb** (o 1 petabyte): cantidad de información que generará la misión Gaia.
- **25 años:** duración de la misión Gaia desde que fue concebida.
- **3.200 reuniones:** las necesarias para toda la fase de desarrollo y construcción.
- **30.000 documentos:** los producidos en la fase de desarrollo y construcción.

- **740 M€**: coste de la misión sin incluir el procesamiento de datos ni la explotación científica.
- **1,5 millones de km**: distancia a la que se encontrará la órbita del satélite *Gaia* respecto a la Tierra.
- **225.000 kg**: cantidad de queroseno y oxígeno líquido necesaria para poner en órbita el satélite.
- **1.275 vatios**: consumo del satélite durante las operaciones nominales; el equivalente a un secador de pelo, que se obtiene de los paneles solares.
- **menos de 1 euro**: coste de cada estrella, si contamos la construcción del satélite y el procesamiento de los datos.

Material audiovisual

-Vídeos sobre Gaia y la participación española en la misión:

<http://gaiavideo.ub.edu/>

-Material gráfico diverso sobre Gaia:

http://www.rssd.esa.int/index.php?project=GAIA&page=Image_gallery

-Imágenes y vídeos de la ESA para medios:

http://www.esa.int/esatv/Videos_for_Professionals

-Web y Blog de la ESA sobre Gaia:

www.esa.int/gaia
blogs.esa.int/gaia/

-Díptico de la misión:

https://gaia.am.ub.es/Twiki/pub/RecGaia/MaterialGaia/BR-296-Spanish_Gaia_05_WEB.pdf

-Enlace a la exposición sobre *Gaia* «Mil millones de ojos para mil millones de estrellas»:

<http://serviastro.am.ub.edu/twiki/bin/view/ServiAstro/ExpoGaia>

-Aplicación «Gaia Mission», disponible en Apple Store:

<https://itunes.apple.com/us/app/gaia-mission/id735128015?mt=8>

Sobre la Universidad de Barcelona

La UB es la primera universidad pública de Cataluña en lo que respecta a número de estudiantes, 87.486, y a oferta formativa. Ocupa el primer lugar en producción científica del Estado, hecho que la convierte en el principal centro de investigación universitario de España y en uno de los más importantes de Europa, tanto por el número de programas de investigación como por la excelencia alcanzada en este terreno.



La UB se posiciona de forma muy destacada en los principales *ranking* internacionales: es la única universidad del Estado que forma parte de la élite de las 200 mejores universidades del mundo en 26 de las 30 áreas del conocimiento, según los [QS World University Rankings 2013 by Subject](#) y también mantiene la preeminencia estatal en la clasificación de [Leiden](#) y del [URAP](#) .

Miembro de las redes universitarias de excelencia más relevantes a escala internacional, como la Liga de Universidades de Investigación Europeas (LERU), la Universidad de Barcelona ha sido distinguida con dos campus de excelencia internacional (CEI): el Barcelona Knowledge Campus (BKC) y el Health Universitat de Barcelona Campus (HUBc), encaminados a lograr la plena internacionalización, consolidar la excelencia docente y científica, apostar por políticas activas de movilidad, así como a aumentar la transferencia de conocimiento generado en la universidad hacia la sociedad.

<http://www.ub.edu>