Título: **Gaia empieza su andadura**

Autores: **Jordi Torra y equipo Gaia-España**

Resumen:

El satélite astrométrico Gaia fue lanzado con éxito el pasado 19 de diciembre desde el Centro Espacial Europeo de Kourou en la Guayana Francesa. Con la mayor cámara jamás construída para el espacio, Gaia cartografiará mil millones de estrellas de la Galaxia. Identificará centenares de miles de objetos de nuestro Sistema Solar, descubrirá nuevos planetas extrasolares, mandará miles de alertas de nuevas supernovas y censará millones de galaxias y más de medio millón de cuásares. La explotación científica de esta ingente cantidad de datos plantea un reto sin precedentes a la comunidad científica.

La misión

Gaia es una misión de la Agencia Espacial Europea (2013-2018) que determinará las posiciones, paralajes y movimientos propios de mil millones de estrellas, el 1 % del contenido estelar de nuestra Galaxia. La misión proporcionará también velocidades radiales y parámetros atmosféricos derivados de sus dos espectrofotómetros y su espectrógrafo de velocidades radiales. El principal objetivo científico de la misión es proporcionar las claves para comprender la formación y evolución de nuestra Galaxia. En la figura 1 se presenta un esquema de la contribución de Gaia al conocimiento de la Galaxia y los textos superpuestos en ella muestran los datos más destacables de la misión.

La Agencia Espacial Europea financia la construcción y operaciones con un coste total de cerca de 740 millones de euros. La construcción ha sido liderada por EADS-Astrium y ha involucrado a 300 personas durante 7 años repartidas en 74 empresas de 16 países. No se incluye en estas cifras ni el procesado de los datos ni la explotación científica, financiados por las agencias nacionales

Después del lanzamiento (figura 2), el despliegue del parasol, y la primera verificación de sus componentes, Gaia se encuentra de camino a L2. Las operaciones científicas nominales comenzarán en el segundo trimestre de 2014, después de la fase de comisionado. Las operaciones científicas empezarán a mediados del segundo trimestre de 2014.

Una máquina de descubrimientos

Gaia utiliza dos telescopios de 1.5mx0.4m y 35 m de focal que observan regiones del cielo separadas 106 grados. Mediante una serie de reflexiones (Figura 3) las imágenes de ambos campos de visión se superponen en un único y enorme plano focal, de un tamaño de un metro de ancho por 42 cm de alto, donde un total de 106 CCD de 9 megapíxeles cada una (Figura 4) recogen la señal.

Puesto que además de la información astrométrica se deben obtener velocidades radiales y parámetros físicos, Gaia integra elementos dispersivos a baja y media resolución. Dos prismas

se encargan de proporcionar espectros de baja resolución en el rojo y el azul, mientras que el espectrógrafo RVS proporciona resolución once mil en una región centrada en el doblete del Ca (847–874 nm).

Gaia barrerá el cielo durante cinco años de forma contínua, girando alrededor de su eje en seis horas. Dicho eje a su vez precesiona alrededor del Sol con un periodo de 70 días. Con ello, cada objeto será observado una media de 70 veces. Como consecuencia de ese movimiento las estrellas cruzan el plano focal en la dirección del barrido que debe coincidir con la transferencia de carga en las CCD, puesto que, a fín de mejorar el nivel de la señal, se opera en modo "*time delayed integration*" sincronizado con la rotación del satélite.

Como puede verse en la figura 5 áreas diferentes del plano focal realizan funciones diferentes. Las estrellas entran en el plano focal atravesando dos columnas de CCDs donde son detectadas (recordemos que Gaia observa todo aquello más brillante que la magnitud 20 de manera que sus observaciones astrométricas tienen ese límite de completitud) y se les asignan ventanas de observación para la región de 9x7 CCDs de cuyas observaciones se deducirán los parámetros astrométricos. La luz que en su camino hacia el plano focal cruza los dos prismas, uno rojo y otro azul, se recoge en sendas columnas de CCDs. Aquella que ha sido dispersada por RVS se recoge en un grupo adicional de doce CCDs.

En la Figura 6 se muestra la precisión esperada en la determinación de la posición, la paralaje y los movimientos propios en función de la magnitud aparente G. Esta es la magnitud que se obtiene en las CCD astrométricas que trabajan sin filtro para optimizar la recepción de la señal. De forma análoga, a la respuesta total de los instrumentos espectrofotométrico (BP y RP) y espectroscópico de velocidades radiales (RVS) también se les puede asociar una magnitud (GBP, GRP y GRVS respectivamente). La precisión en la medición de estas magnitudes se puede ver en la Figura 7. La Figura 8 muestra la precisión esperada en la velocidad radial medida con el espectrógrafo RVS.

Gaia observa desde el punto de Lagrange L2 del sistema Sol-Tierra situado a 1,5 millones de kilómetros de la Tierra en dirección opuesta al Sol lo que proporciona un entorno térmico estable La instrumentación está protegida por una tienda térmica y por uno de los elementos distintivos del satélite: el gran parasol. Este tiene más de 10 metros de diámetro y garantiza mantener el interior del satélite a menos 110 grados centígrados. La alta precisión requerida para las medidas exige que toda la estructura que soporta los elementos ópticos y el plano focal sea extremadamente estable desde el punto de vista mecánico y térmico. El material elegido para la construcción del toro (figura 3) que realiza esta función ha sido el carburo de silicio, un elemento cerámico ligero y muy resistente.

La reducción de los datos de Gaia

Los instrumentos de Gaia detectan, seleccionan y miden cientos de estrellas por segundo, generando unos 50 Gigabytes de datos cada día de misión y que .se envían a las estaciones de recepción de Cebreros (Madrid), New Norcia (Australia) y Malargüe (Argentina). Los datos se almacenan en ESAC, el centro de la Agencia Espacial Europea en Villanueva de la Cañada, que los distribuye a los distintos centros de procesado.

La reducción de datos es uno de los grandes retos de Gaia. Sólo los datos astrométricos recibidos involucran 10^{12} medidas individuales para determinar cinco mil millones de incógnitas. Estas incluyen los parámetros astrométricos de mil millones de estrellas, 150 millones de datos que describen la *actitud* del satélite, algunas decenas de millones de datos de calibración y algunas decenas de parámetros globales. Además, todos los datos de Gaia están interrelacionados. Así por ejemplo, la fotometría (que nos proporciona los parámetros físicos de los objetos celestes observados) es imprescindible para corregir de cromaticidad y determinar las correctas PSF y LSF (*Line Spread Function*) que serán usadas para la determinación del *centroide* de cada una de las imágenes obtenidas del cual se obtiene el tiempo de paso de la estrella por un determinado lugar del plano focal.

El principio básico de la reducción de los datos astrométricos es la comparación entre los datos observados y los predichos, mediante un proceso de iteración global, partiendo de un primer modelo para los parámetros astrométricos de los objetos, datos de calibración del instrumento y datos orbitales del satélite (Torra et al., 2013). Así pues los datos requieren un tratamiento muy complejo y global. Global en el sentido que el conjunto total de datos está entrelazado, y global también en el sentido de que los datos de los tres instrumentos (astrométrico, fotométrico y espectroscópico) deben tratarse de forma combinada. Este proceso iterativo tiene un coste computacional muy elevado. Cabe mencionar que la elevada precisión de las medidas de Gaia exige además un tratamiento relativista: la aproximación clásica no es suficiente para alcanzar la precisión de los micro-segundos de arco. Por ello, las propias medidas de Gaia nos servirán para poner a prueba algunos de los parámetros de la modelización de la teoría de la Relatividad General.

En 2007 ESA seleccionó al consorcio DPAC (*Data Processing and Analysis Consortium*) para abordar la compleja tarea del procesado y análisis de los datos de Gaia. DPAC está organizado en nueve unidades de coordinación (CU)La enorme tarea de reducción de los datos recibidos en ESAC se reparte entre seis centros europeos entre los que se incluyen el *Barcelona Supercomputing Center- Centro Nacional de Supercomputación* (BSC-CNS) y el CESCA (que esta en CU9!!) Los compromisos de España en DPAC para la fase de operaciones incluyen un uso intensivo de estos recursos.

El complejo sistema de tratamiento inicial de los datos (Initial Data Treatment) que integra un buen número de algoritmos proporcionados por diversos equipos europeos ha sido responsabilidad del equipo de la Universidad de Barcelona (UB-ICC/IEEC) y durante la misión se ejecuta diariamente en ESAC. Gaia mejora sus resultados a medida que se acumulan observaciones, por ello es posible reprocesar toda la información recogida desde el inicio de la misión cada vez que se dispone de nuevas y más precisas calibraciones. IDU (Intermediate Data Updating) es el sistema que ejecuta esta tarea. Su diseño, implementación y ejecución son tarea de nuestro equipo. IDU es el proceso de reducción de Gaia más exigente en términos de CPU necesaria.

El equipo UB-ICC/IEEC ha sido también el responsable del diseño e implementación del simulador de la misión, que ha generado decenas de terabytes de datos para su preparación y para la verificación de toda la cadena de procesado. En el campo de la fotometría hemos contribuído contribuye a establecer los métodos de calibración del instrumento espectrofotométrico BP y RP y hemos desarrollado algoritmos para eliminar los efectos instrumentales que afectan al flujo total medido en cada observación (tales como variaciones de la sensitividad del instrumento, diferencias en la dispersión de los espectros, su posición en el plano focal, la radiación que afecta al comportamiento nominal de las CCDs, el fondo de cielo y otros muchos factores).

El grupo Gaia-Galicia tiene como principal cometido en DPAC la clasificación de "outliers" a partir de los parámetros astrofísicos obtenidos. Para este fin se han desarrollado e implementado técnicas de inteligencia artificial (Self Organized Maps). Los resultados realimentan a su vez el proceso general de clasificación.

El archivo de Gaia

España lidera junto con ESAC (X. Luri, W. O'Mullane) el equipo europeo que trabaja en el diseño e implementación del Archivo de Gaia; con esta contribución estratégica pretendemos estar en primera línea para la explotación científica de los datos de la misión.

El diseño, implementación y operación del archivo Gaia es una tarea que ESA abrió a la participación de la comunidad científica europea en 2012. El consorcio DPAC ha aceptado esta responsabilidad, canalizada en su Unidad de Coordinación 9 (CU9) liderada por UB y ESAC y cuyas actividades han sido incorporadas recientemente al MLA de la misión.

Un proyecto FP7, liderado por miembros del equipo UB-ICC/IEEC participará, durante tres años y medio, en la importante tarea de desarrollar este archivo basado en los siguientes principios: 1) el archivo debe cubrir las necesidades de la comunidad de usuarios en todos sus requisitos; 2) utilizará los mejores sistemas de archivo y consulta de datos; 3) proporcionará herramientas para maximizar el retorno científico y garantizar una consulta a los datos adecuada a los requisitos del usuario; 4) deberá asegurar la calidad del contenido del archivo y su inter-operatividad con otros archivos futuros, y 5) deberá proporcionar herramientas para las actividades de divulgación y docencia que la comunidad planifique. Más de de 100 astrónomos e ingenieros participan en las tareas de CU9, así como en todos los aspectos de Gaia, la contribución española es muy importante (cerca del 25 %) e incorpora además de la UB, GGG y CESCA grupos en UNED y INTA-CSIC. Las tareas se plantean en los grupos de trabajo que se muestran en la Figura 9.

La explotación científica de Gaia

Si bien la precisión del orden de los microsegundos no se conseguirá hasta el final de la misión, cuando se hayan completado todas las observaciones y su tratamiento, también es cierto que antes de esto ya se habrán superado las precisiones de misiones precedentes. Es por ello que los datos intermedios tienen también un interés científico muy alto. Por ello, y con el objetivo de no retrasar la explotación científica, se ha establecido un calendario de publicación de los catálogos de datos científicos desde octubre de 2015hasta el último (hacia 2022) que irán mejorando la precisión y aumentando el número de objetos publicados (Figura 10).

Vamos a poder responder a preguntas claves hasta ahora completamente abiertas: ¿Cómo se formó la Galaxia? ¿Fue por un proceso de fusión de objetos menores? ¿Cuál es la evolución química y dinámica de los discos en galaxias espirales como la nuestra? ¿Qué pasos ha seguido la formación del núcleo y la barra central? ¿Existe realmente el número elevado de galaxias satélite que prevé el modelo cosmológico estándar? La medida de la edad y la masa de las estrellas permitirá mejorar los modelos de evolución estelar. Características físicas como son la luminosidad, la temperatura y la composición química de cada estrella nos permitirán deducir en qué fase evolutiva se encuentra y cuáles han sido los mecanismos de formación de la población a la que pertenecen.

Las observaciones de Gaia aumentarán el conocimiento de la distribución de la materia oscura en nuestra Galaxia y sus galaxias satélites. Gracias a la precisión en sus medidas de movimientos estelares, Gaia trazará por primera vez esta distribución, si existe o alternativamente, estudiará en profundidad teorías alternativas a la gravedad newtoniana.

Está previsto que se descubran centenares de miles de nuevos objetos celestes, desde planetas extrasolares – de los que se espera detectar cerca de 7000 – hasta enanas blancas y enanas marrones. Dentro de nuestro Sistema Solar, Gaia determinará las órbitas, las masas y los periodos de rotación de centenares de miles de asteroides.

Gaia dará un nuevo paso en el establecimiento de la escala de distancias del Universo. Su precisión en la determinación de la distancia de las estrellas cefeidas con distinta composición química permitirá establecer con precisión la distancia a otras galaxias del sistema local. Gaia establecerá también medidas precisas de la posición de galaxias lejanas y nos proporcionará sus espectros. Con Gaia dispondremos de datos astrométricos de precisión para más de medio millón de cuásares que nos permitirán establecer con una precisión sin precedentes la inercialidad del sistema de referencia del catálogo final de la misión.

Como se ha mencionado, el objetivo principal de la misión es recopilar información sobre mil millones de estrellas que ha de permitir conocer los procesos de formación y evolución de nuestra Galaxia. Ello nos permitirá comprobar la validez de los modelos cosmológicos actualmente aceptados.

La participación española en Gaia

Gracias a su experiencia con el satélite Hipparcos, el equipo de la Universidad de Barcelona (UB-ICC/IEEC) ha participado en la misión Gaia desde sus inicios y con un papel destacado en el diseño científico y tecnológico de la misión. El primer prototipo de tratamiento de datos y las simulaciones necesarias para ello (figura 11) fueron elaborados bajo contrato con ESA liderado por GMV y con la colaboración de CESCA y UB. La participación española en DPAC puede verse en la figura 12 y aunque ya hemos comentado alguna de sus actividades conviene recordar que disponemos de representación en los diversos organismos de gestión, desde el Gaia Science Team (C. Jordi) al comité ejecutivo de DPAC y a diversos grupos de expertos para propósitos específicos como calibración en órbita o “Payload Experts”. El Grupo Gaia Galicia (UdC y UVigo), la UNED y la UCA hace uso para la realización de sus desarrollos del supercomputador de la UCA. El consorcio DPAC incluye alrededor de 400 científicos e ingenieros de 20 países. La contribución española en el consorcio es de alrededor del 10%.

La Red Española para la explotación científica de Gaia (REG) es una red temática abierta a la comunidad astronómica española dedicada al intercambio científico entre investigadores en todas aquellas líneas relacionadas con la explotación científica de los datos que aportará el satélite Gaia. Esta red, creada en 2010, subvencionada por el MINECO y con más de 140 miembros de 30 instituciones españolas (Figura 13), está elaborando herramientas para la explotación científica y obteniendo datos espectroscópicos desde tierra para complementar los datos de la misión.

La industria española ha tenido también un papel relevante en la misión. SENER ha fabricado el parasol desplegable que caracteriza el satélite; Crisa ha elaborado los módulos de electrónica del las CCD; RYMSA ha puesto a punto las antenas de baja ganancia de medida y comando

remoto; Mier Comunicaciones ha producido los amplificadores de potencia con control de fase instalados en la antena activa desarrollada por EADS CASA Espacio; el INTA ha realizado campañas de metrología de alta precisión; GMV es responsable de sofisticadas herramientas informáticas y Alter Technology Group ha efectuado la calificación de distintos equipos; Thales Alenia Space España diseñó y desarrolló las unidades electrónicas de distribución de señal de reloj de rubidio que viaja a bordo del satélite.

Divulgación y Gaia en la web

Gaia es también una oportunidad para hacer divulgación de la astronomía. La Agencia Espacial Europea dispone en sus páginas web de diverso material didáctico, como los Mini-libros de Gaia, traducidos a varios idiomas; así como gran cantidad de material multimedia. En nuestro país se realizó el video reportaje "La misión Gaia: participación española", donde se explican tanto los aspectos científicos como técnicos de la misión. Por otra parte, con la publicación de los primeros datos de Gaia está previsto ofrecer herramientas que puedan ser utilizadas por astrónomos no profesionales e incluso estudiantes de todos los niveles educativos, que permitan por ejemplo la visualización en 3D de las posiciones de las estrellas o la representación de curvas de luz de estrellas variables.

En los siguientes enlaces podréis encontrar información sobre la misión, la participación española. También encontraréis enlaces a muchísimo material de divulgación que hemos ido confeccionando.

Gaia (ESA): http://cosmos.esa.int/web/gaia/home
Gaia-España (REG): https://gaia.am.ub.es/Twiki/bin/view/RecGaia/WebHome
Equipo Gaia en la Universidad de Barcelona: https://gaia.ub.edu/
Grupo Gaia Galicia https://www.tic.udc.es/

Página que permite calcular la precisión con la que Gaia observará:
Gaia Performance Web Page: http://cosmos.esa.int/web/gaia/science-performance

Vídeos sobre la participación española en Gaia:http://gaiavideo.ub.edu/
Divulgación: https://gaia.am.ub.es/Twiki/bin/view/RecGaia/DivulgacionCientifica/
Exposición: "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/es/app/gaia-mission/id735128015?mt=8

Bibliografía

Torra, J., et al., 2013, *Gaia: the challenge begins*, Highlights of Spanish Astrophysics VII, Proceedings of the X Scientific Meeting of the Spanish Astronomical Society (SEA), held in Valencia, July 9 - 13, 2012, Eds.: J.C. Guirado, L.M. Lara, V. Quilis, and J. Gorgas., pp.82-94

Titulares para ir resaltados en medio del texto

Mil millones de píxeles para mil millones de estrellas

Gaia es una misión emblemática tanto por su capacidad de revolucionar la astrofísica de las próximas décadas, gracias a la precisión de sus observaciones astrométricas, como por el desafío tecnológico que supone.

El satélite es el máximo exponente de una tecnología que ha colocado a Europa como líder absoluto en el campo de la astrometría desde el espacio

Gaia generará 1 Petabyte de datos.

España, con una participación en el proyecto que supera el 10%, es el segundo país europeo con más empresas participando en Gaia.

ESAC, en Villanueva de la Cañada, es el centro de operaciones científicas de Gaia

A finales de 2015 se harán públicos los primeros datos de Gaia para un número reducido de objetos. Será a mediados de 2016 que contaremos con un primer catálogo con datos astrométricos para millones de estrellas.

La Red Española de explotación científica de Gaia (REG) cuenta con 140 investigadores de 30 instituciones españolas.

Desde 2012 la comunidad Gaia trabaja en la adquisición de datos espectroscópicos complementarios desde tierra. El programa *Gaia ESO Survey* (2012-2015) y el proyecto WEAVE@ WHT son los dos pilares fundamentales de este proyecto.

Recuadro con:

Datos destacables de la misión

- *Gaia* catalogará mil millones de estrellas, un 1% del total de la Galaxia.
- *Gaia*, con un plano focal con mil millones de píxeles, constituye la cámara más grande que se ha construido jamás para trabajar en el espacio.
- El satélite trabajará a 1,5 millones de km desde la Tierra.
- Observará todo el cielo durante 5 años con unas 70 repeticiones.
- Contiene dos telescopios de 35 metros de distancia focal y un total de 10 espejos, y tres instrumentos completamente integrados: astrométrico, fotométrico y espectroscópico.
- Observará todos los objetos celestes con magnitud menor que G=20 Potser no cal a la SEA…
- En un día de misión se generan 50 gigabytes de datos que se envían a tierra y son procesados. Al final de la misión se habrán enviado 100 terabytes de datos.
- El catálogo final se publicará en 2022 y tendrá un volumen de un petabyte, es decir, un millón de gigabytes, equivalente a 200.000 DVD.
- Los datos obtenidos tendrán una precisión cien veces mejor que las misiones precedentes.

Recuadro con:

Gaia en cifras

- **1.000 millones de estrellas** y de otros objetos astronómicos que se observarán a lo largo de la misión
- **1.000 millones** de píxeles que tiene la cámara que registra las imágenes de las estrellas
- **10 microsegundos de arco**: la precisión de los datos obtenida, equivalente a observar desde la Tierra el ojo de una persona situada en la Luna
- **70 observaciones** de media para cada objeto detectado durante los cinco años de misión
- **100 terabytes** de datos enviados a Tierra, a razón de **50 gigabytes diarios**
- **1.000.000.000 Mb** (o 1 petabyte): cantidad de información que generará la misión
- **25 años:** duración de la misión desde su concepción
- **3200 reuniones** necesarias para la fase de desarrollo y construcción
- **30.000 documentos** producidos en la fase de desarrollo y construcción
- **740 M€**: coste de la misión sin incluir el procesado de datos ni la explotación científica
- **1,5 millones de km**: distancia desde la que observará el satélite
- **225.000** kg de queroseno y oxígeno líquido necesarios para poner en órbita el satélite
- **1275 vatios:** consumo del satélite durante las operaciones nominales; equivalente al consumo de un secador de pelo; se obtiene de los paneles solares.
- **Menos de 1 euro** por persona de los estados miembros de ESA es el coste de cada estrella, si contamos la construcción del satélite y el procesado de los datos.

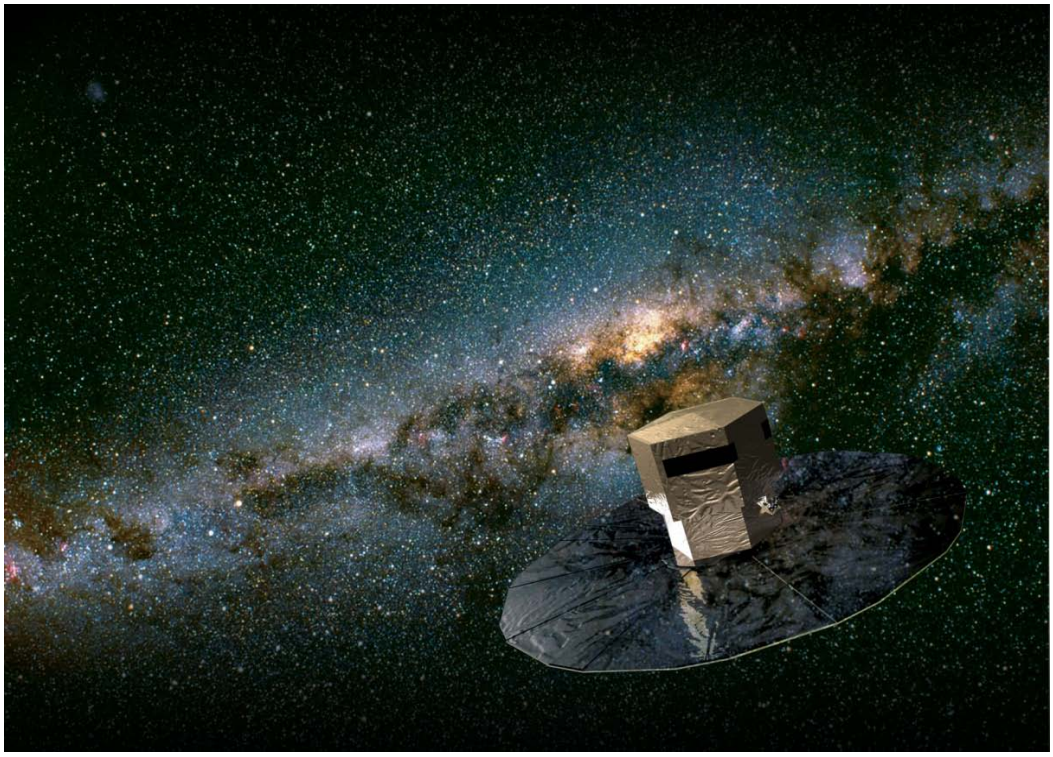

Figura (sin número, para usar de fondo) El satélite Gaia (ESA) y la Vía Láctea

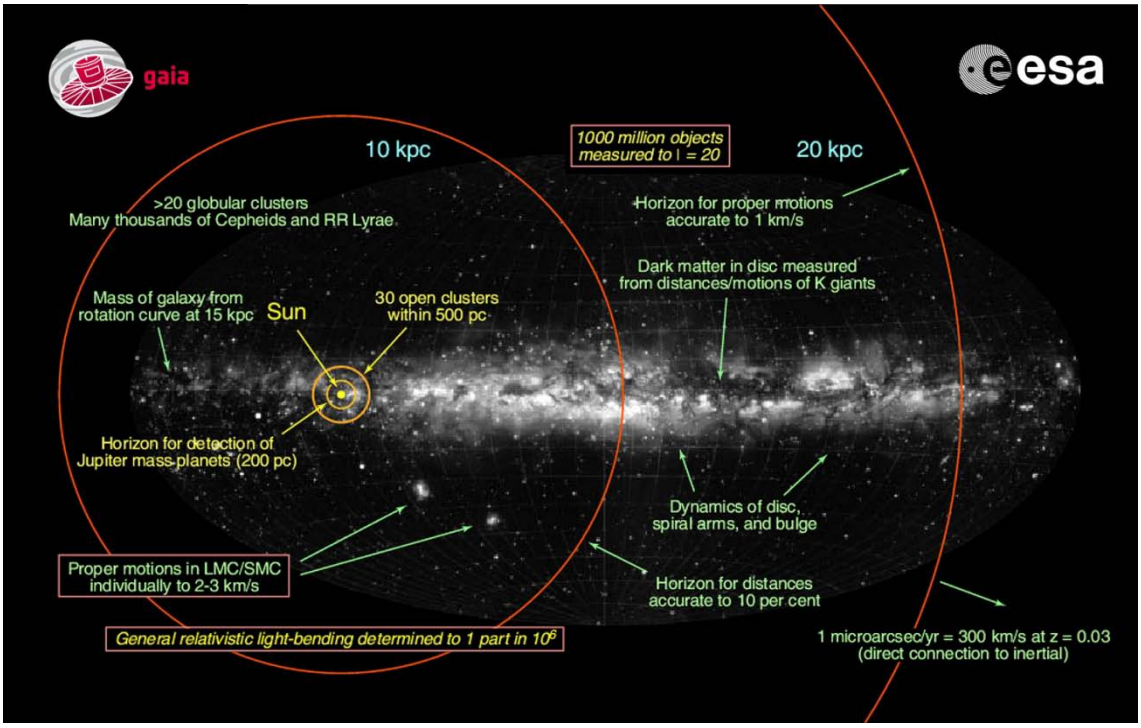

Figura 1 Ilustración de la contribución de Gaia al conocimiento de nuestra Galaxia. Copyright: ESA; Fondo: Lund Observatory

Figura 2 El 19 de diciembre a las 10:12:18 hora peninsular Gaia fue lanzado con éxito desde la Guayana francesa

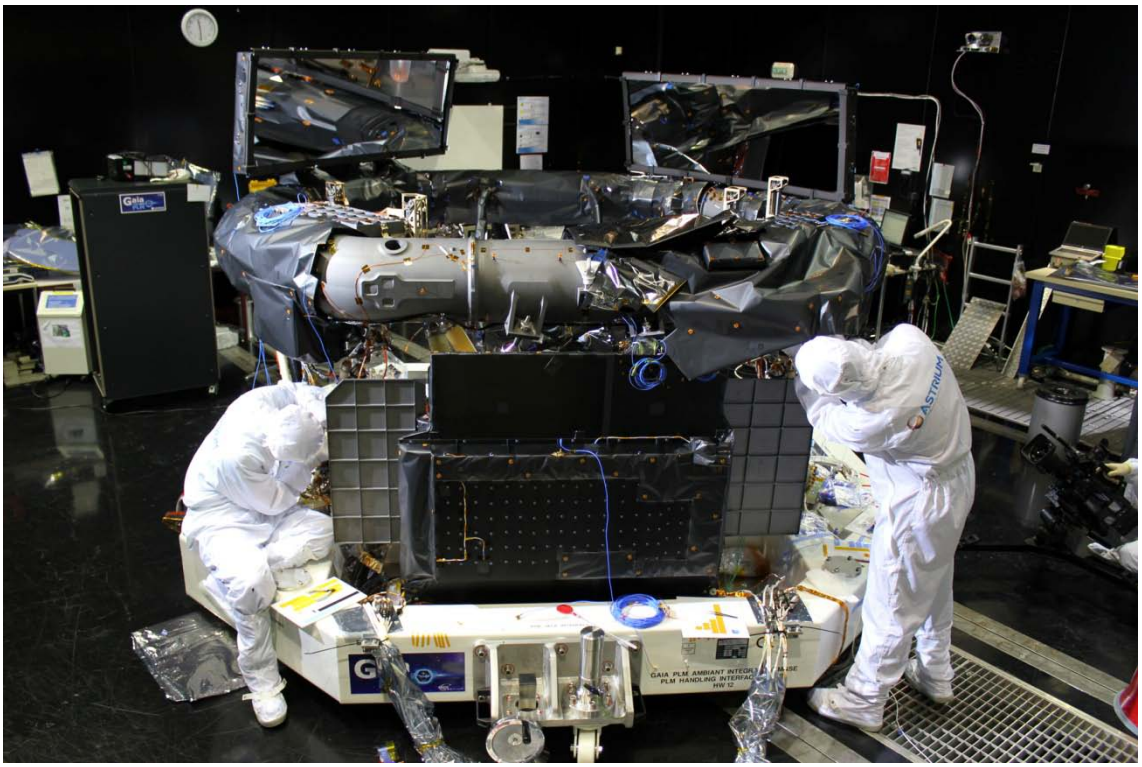

Figura 3 El módulo de carga de Gaia; pueden apreciarse la estructura en forma de toro que sostiene los instrumentos, los dos espejos primarios de 1,45 por 0,5 metros, y la parte trasera del plano focal.

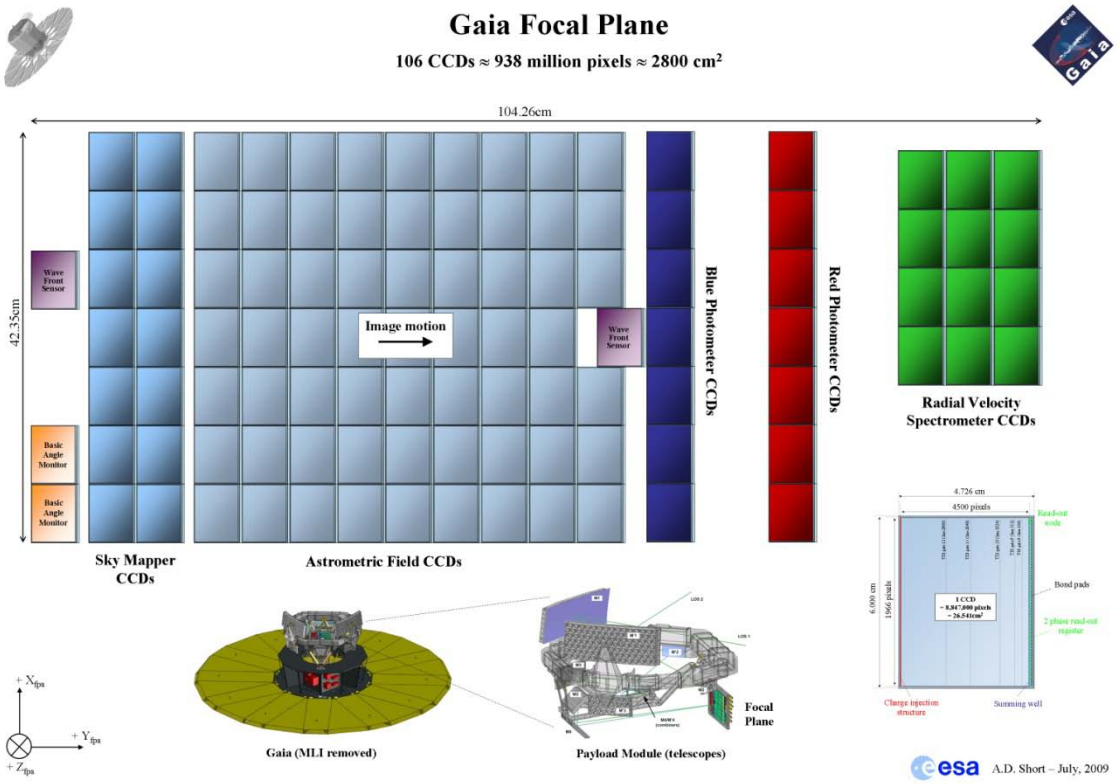

Figura 4 Plano focal de Gaia, el más grande construido para aplicaciones espaciales, con mil millones de píxeles. Este plano focal es común a los dos telescopios de Gaia y está compuesto por cinco áreas distintas: 1) el sensor de frente de onda (2 CCD), utilizado para medir la calidad óptica de cada telescopio y el monitor del ángulo de base (2 CCD), utilizado para medir la estabilidad del ángulo de base con una precisión mayor de 0.5 micras; 2) los dos cartógrafos celestes (7 CCD cada uno) detectan los objetos observados por cada telescopio y transmiten los detalles a las siguientes CCD para el seguimiento de los tránsitos; 3) el plano principal astrométrico (62 CCD); 4) los fotómetros azul (7 CCD) y rojo (7 CCD) que proporcionan espectrofotometría de baja resolución para cada objeto en el rango 330-680 nm y 650-1050 nm; 5) el espectrógrafo de velocidades radiales (12 CCD), registrando espectros de objetos hasta aproximadamente magnitud 17 con R~11500. Todas las CCD trabajan en modo TDI (*Time-Delayed Integration*) es decir, sincronizando el movimiento de la carga y su lectura al movimiento de escaneo del satélite.

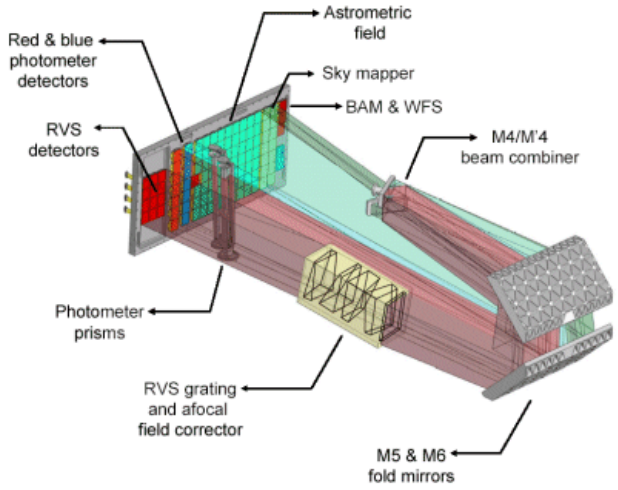

Figura 5 Espectrógrafos y plano focal de Gaia

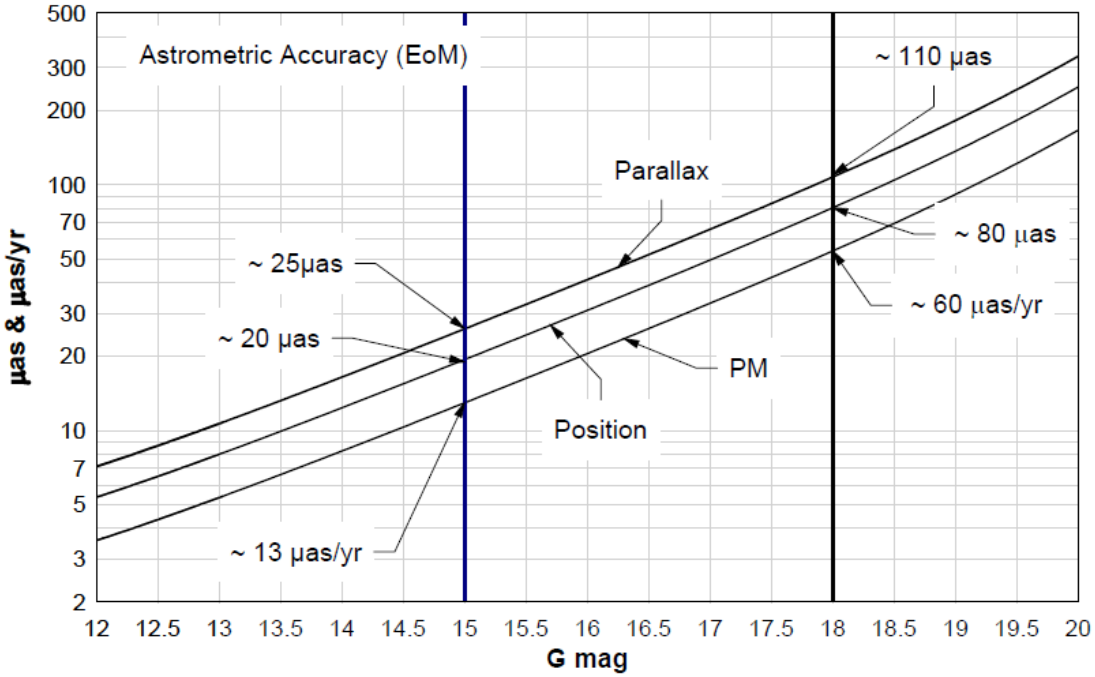

Figura 6 Precisión astrométrica que conseguirá Gaia al final de la misión (Cinco años de operación)

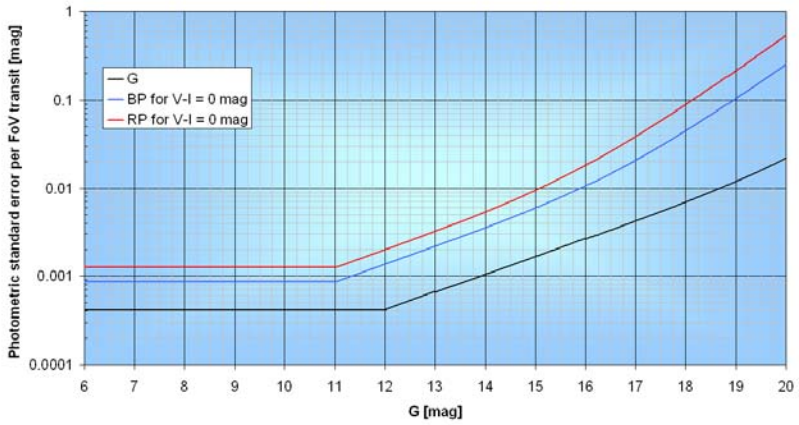

Figura 7: Precisión en un solo tránsito de las magnitudes asociadas a los instrumentos fotométrico (G) y espectrofotométricos (G_{BP} y G_{RP}), estos últimos calculados para una estrella con de tipo A0V (tipo Vega), en función de la magnitud G.

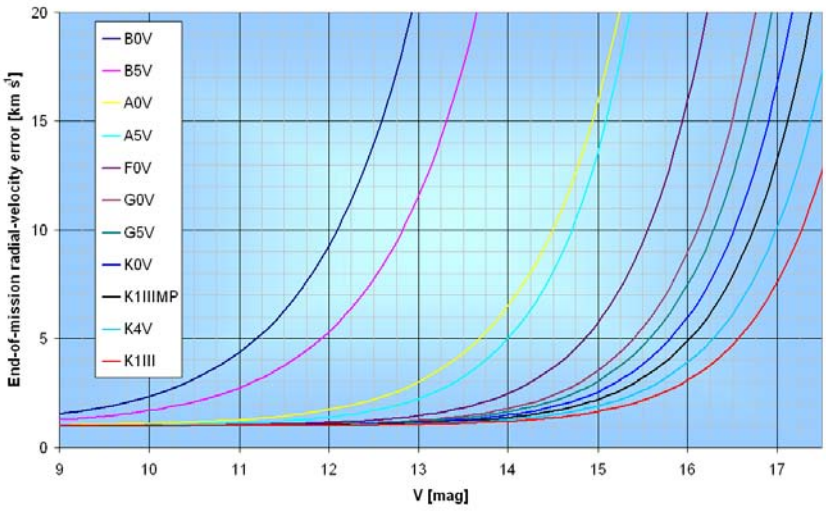

Figura 8 Errores estándar en la velocidad radial en función de la magnitud V al final de la misión (unidades: km/s)

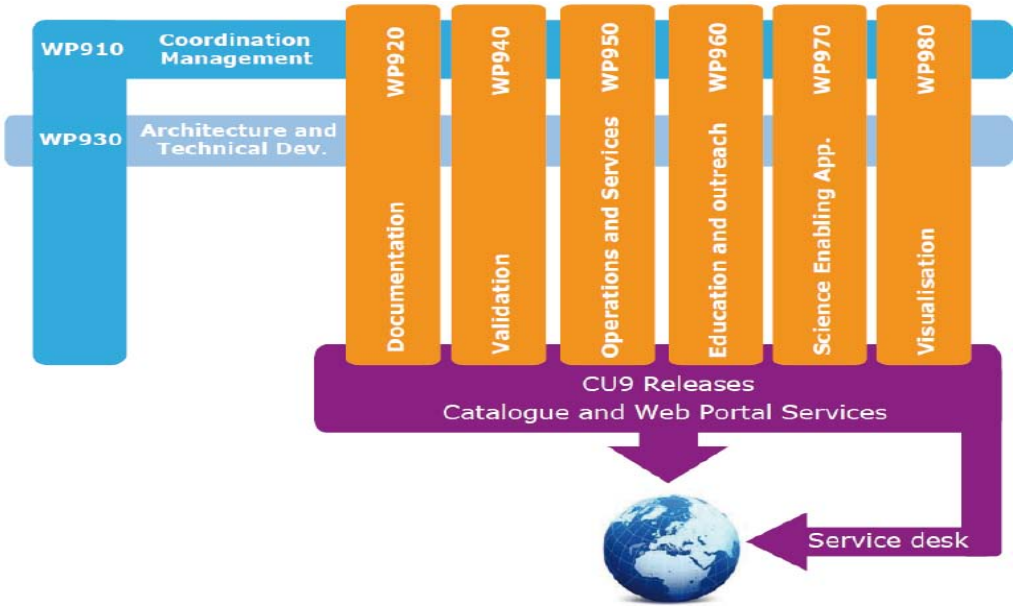

Figura 9 Grupos de trabajo creados recientemente en el marco de DPAC para abordar las tareas de preparación del archivo de la base de datos de Gaia Aquesta la canviaria per la taula

Primera publicación: L + 22 meses: Agosto 2015	• Posiciones (α,δ) y magnitudes G para estrellas individuales (90% del cielo) • El catálogo de los Cien mil movimientos propios (*Hundred Thousand Proper Motions* HTPM) basado en el catálogo Hipparcos • Datos del polo eclíptico con calibraciones adecuadamente caracterizadas
Segunda publicación: L + 28 meses: Febrero 2016	• **Posiciones (α,δ), movimientos propios y paralajes,** y magnitudes G-para estrellas individuales (90% del cielo) • Fotometría integrada RP/BP (algunos parámetros astrofísicos según disponibilidad) • **Velocidades radiales medias para estrellas** con velocidades radiales no-variables (90% del cielo)
Tercera publicación: L + 40 meses: Febrero 2017	Actualizaciones de lo anterior + • Solución orbital para periodos entre 2 meses y 75% de la duración de la observación • Espectrofotometría a partir de RP/BP para las fuentes con parámetros astrofísicos • **Clasificación de las fuentes basada en BP/RP y la astrometría** para estrellas con datos de calidad suficiente • Espectro RVS medio para fuentes con observaciones espectrales de calidad y de los que se publica simultáneamente sus parámetros astrofísicos.
Cuarta publicación: L+ 65 meses: Marzo 2019	Actualizaciones de lo anterior + • **Clasificaciones de estrellas variables y sus parámetros** según disponibilidad, y la fotometría de cada época • **Resultados de Sistema Solar** con soluciones orbitales preliminares y observaciones individuales de cada época • Catalogo de estrellas múltiples
Publicación final: Final de la Misión (Marzo-2019/2020) + 3 años (36 meses) : **Marzo 2022/2023**	Catálogo final incluyendo astrometría, fotometría y velocidades radiales • Todas las variables disponibles y soluciones para las estrellas múltiples • Clasificaciones de fuentes (probabilidades) y parámetros astrofísicos múltiples derivados de BP/RP, RVS y la astrometría de las estrellas, binarias no resueltas, galaxias and quásares. Precisiones mejoradas respecto a la cuarta publicación. Algunos parámetros de las estrellas más débiles pueden no estar disponibles. • Estrellas múltiples y lista de exoplanetas • Todos los datos por tránsito y época de todas las fuentes • Todos las observaciones desde tierra complementarias al procesado de datos (o enlaces a ellas)

Figura 10: El plan de publicación de catálogos de Gaia aprovado por el Grupo Científico de Gaia (Gaia Science Team), el comité ejecutivo de DPAC y el Grupo de Trabajo de Astronomia (Astronomy Working Group) de la ESA. Los catálogos sucesivos mejorarán la calidad de los datos y aumentarán la cantidad de información incluida según vaya progresando la misión. La duración nominal de la misión son 5.5 años (incluyendo 0.5 años de puesta en marcha), con una posible extensión de un año.

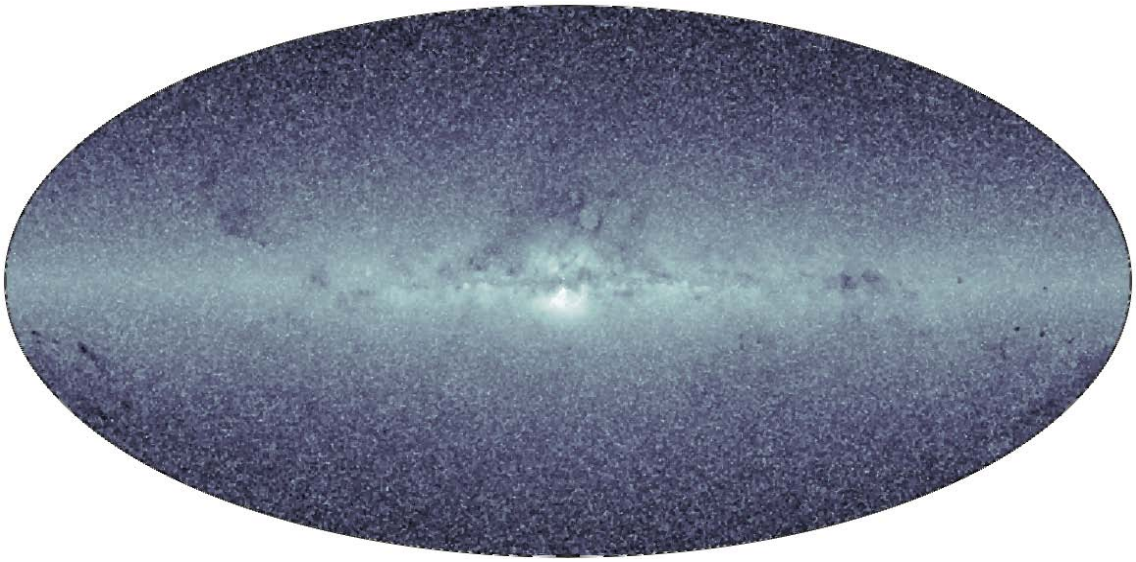

Figura 11. Simulación del mapa del flujo integrado total sobre todo el cielo en la banda G observado por Gaia. Dibujado en coordenadas galácticas. La escala de color es relativa con el máximo del flujo en blanco y el mínimo en negro. (Equipo UB/ICC-IEEC)

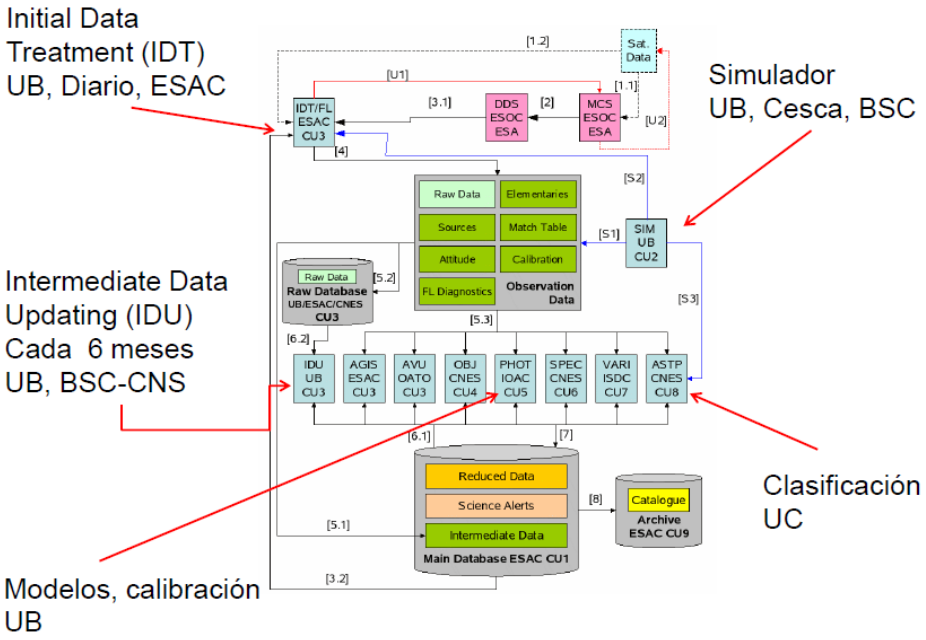

Figura 12. Participación española en DPAC

Figura 13 Participantes en la III Reunión de la Red Española de explotación científica de Gaia (REG) celebrada en Sitges (Barcelona) en enero de 2013.