

## Dossier de premsa

# Missió Gaia: el primer mapa 3D de la Galàxia

**Barcelona, 2 de desembre de 2013.** El proper 19 de desembre està previst el llançament de *Gaia*, un satèl·lit de l'Agència Espacial Europea (ESA) que durant cinc anys recollirà dades de mil milions d'estrelles per construir el mapa en 3D de la Via Làctia més complet que s'hagi fet mai. El llançament està previst a les 10.12 a. m. (hora peninsular) des de la base espacial de Kourou (Guaiana Francesa). Un equip de científics i enginyers de la **Universitat de Barcelona** ha contribuït de manera important en aquesta missió. Tots ells són membres de l'[Institut de Ciències del Cosmos de la UB](#) (ICCUB) i de l'[Institut d'Estudis Espacials de Catalunya](#) (IEEC).

Gaia és una missió emblemàtica tant per la seva capacitat de revolucionar l'astrofísica de les properes dècades —gràcies a la precisió de les observacions astromètriques—, com pel desafiament tecnològic que suposa. El projecte representa, a més, el màxim exponent d'una tecnologia que ha col·locat Europa al capdavant del camp de l'astrometria des de l'espai.

## Dades destacades de la missió

- Gaia catalogarà mil milions d'estrelles, un 1 % del total de la Via Làctia.
- Amb un pla focal de mil milions de píxels, el satèl·lit incorpora la càmera més gran que s'ha construït mai per a l'espai.
- El satèl·lit estarà a 1,5 milions de quilòmetres de la Terra.
- Observarà tot el cel durant cinc anys i repetirà 70 vegades cada observació.
- Observarà tots els objectes celestes fins a una brillantor 400.000 vegades menor que la que aprecia l'ull humà a simple vista.
- En un dia de missió es generaran 50 gigabytes de dades que s'enviaran a la Terra per processar-les. Al final de la missió, s'hauran enviat 100 terabytes de dades.
- El catàleg final es publicarà cap al 2022 i tindrà un volum d'un petabyte, és a dir, un milió de gigabytes, equivalents a 200.000 DVD.
- Les dades obtingudes seran cent vegades més precises que les de les missions precedents.
- Conté dos telescopis de 35 metres de focal amb un total de deu miralls, i tres instruments: astromètric, fotomètric i espectroscòpic.

## Objectiu de la missió

L'objectiu científic principal de la missió Gaia és desvelar la història de la Via Làctia, des dels orígens fins a l'estat actual. Per aconseguir-ho, el satèl·lit mesurarà les posicions, distàncies i moviments de mil milions d'estrelles (un 1 % del total de la Galàxia) i n'estudiarà propietats físiques com ara l'edat i la composició química.

No importa només la quantitat d'estrelles, sinó que també cal que les dades obtingudes tinguin una precisió extrema. Es tracta d'obtenir dades cent vegades més precises que les de missions precedents. Actualment, el catàleg astromètric més precís, elaborat per *Hipparcos*, un altre satèl·lit també de l'ESA, conté 120.000 estrelles i una precisió d'1 mil·lisegon d'arc, que equival a mesurar l'alçada d'una persona a la Lluna vista des de la Terra. Amb *Gaia*, la precisió serà de l'ordre de 10 microsegons d'arc, cosa que equival a mesurar l'amplada d'una moneda d'euro situada a la Lluna vista des de la Terra, o de veure-li els ulls a la persona de l'exemple anterior.

### Contribució espanyola i de la UB

Gràcies a la seva experiència en el satèl·lit *Hipparcos*, l'equip de la **UB-ICC/IEEC** ha participat en la missió *Gaia* des del principi i amb un paper ben destacat: en el disseny científic i tecnològic, en prototips de la base de dades, en la producció de dades simulades, en el desenvolupament de l'algorisme de calibratge de les dades fotomètriques, o en el sistema que permetrà processar diàriament les dades del satèl·lit i emmagatzemar-les en una base de dades per extreure'n els primers resultats d'ús científic.

En paral·lel, l'equip està elaborant eines per a l'explotació científica a partir de dades obtingudes des de Terra per complementar les de *Gaia*, i lidera la construcció dels catàlegs de la missió, tant els intermedis com el catàleg final. El Centre de Processament de Dades de Barcelona —on s'inclouen el **CESCA** i el **Barcelona Supercomputing Center**— proporciona recursos per executar part de les operacions durant tota la missió i ha estat un aliat imprescindible en la simulació de la Galàxia i les observacions per a totes les tasques preparatòries i de verificació de la cadena de processament.

Per la seva banda, el **Grup Gaia Galícia** desenvolupa algorismes per analitzar els paràmetres astrofísics de les estrelles, mentre que un equip de la **Universitat Nacional d'Educació a Distància (UNED)** participa en l'estudi d'estrelles variables.

Els tres grups estan integrats en el Consorci per al Processament i l'Anàlisi de Dades (DPAC), que agrupa vora 400 científics i enginyers d'una vintena de països europeus. La contribució espanyola en aquest consorci és de prop del 9 %.

A més, la Xarxa Espanyola per a l'Explotació Científica de Gaia (REG), que integra més d'un centenar de científics, està dedicada a promoure la col·laboració entre equips per a la màxima explotació científica dels catàlegs de la missió, en tots els àmbits de l'astrofísica en què *Gaia* tindrà un impacte rellevant.

La indústria espanyola també ha tingut un paper destacable en la missió. Així, el grup d'enginyeria i tecnologia **SENER**, que desenvolupa components i sistemes espacials per al segment de vol en els seus tres àmbits d'activitat —mecanismes de precisió, sistemes òptics i sistemes de guiatge, navegació i control (GNC)—, ha dissenyat, fabricat i verificat el para-sol desplegable del satèl·lit, d'11 metres de diàmetre, així com un dels subsistemes de precisió més crítics, anomenat *M2M*. Finalment, també ha dissenyat i fabricat les unitats electròniques que regulen tant el desplegament del para-sol —les dues unitats SDE— com el moviment precís de l'*M2M*, la unitat MDE.

**MIER Comunicaciones**, empresa amb seu social a la Garriga especialitzada en el disseny i la fabricació d'equips de radiofreqüència, ha aportat al projecte els equips

instal·lats al satèl·lit responsables d'amplificar la potència del senyal que conté les dades capturades per *Gaia* abans de ser enviades a la Terra.

Per la seva banda, l'equip de la firma tecnològica **GMV** forma part d'un grup internacional de més de 300 científics i enginyers que preparen el processament científic de les dades de *Gaia*. L'activitat dins de la missió s'ha concentrat principalment en el centre d'operacions científiques i en el desenvolupament del sistema de dinàmica del vol. Personal de GMV s'encarrega de gestionar les proves que es duen a terme al Centre d'Astronomia Espacial Europeu (ESAC), a Villanueva de la Cañada (a prop de Madrid). Així mateix, l'equip de GMV, integrat en un equip de la Universitat de Barcelona, participa en el desenvolupament del sistema Initial Data Treatment (IDT). L'IDT, el primer sistema de la cadena de processament científic de les dades de *Gaia*, és crític per a l'èxit de la missió.

L'antena que envia el senyal cap a la Terra ha estat desenvolupada per **EADS CASA Espacio**. L'**Institut Nacional de Tècnica Aeroespacial (INTA)** ha participat en campanyes de metrologia d'alta precisió; **Alter Technology Group** ha efectuat la qualificació de diferents equips; **Thales Alenia Space Espanya** ha dissenyat i desenvolupat les unitats electròniques de distribució de senyal del rellotge de rubí que viatja a bord del satèl·lit. L'empresa **Crisa** ha elaborat els mòduls d'electrònica dels sensors CCD; **RYMSA** ha posat a punt les antenes de baix guany de telemesura i telecomandament.

### El satèl·lit: un repte tecnològic

*Gaia* enregistrarà les posicions, distàncies, moviments i espectres de les estrelles i altres tipus d'objectes, des de ben a prop del centre galàctic fins als confins de la Via Làctia, i fora d'aquesta. Per fer-ho, disposa de dos telescopis de 35 metres de focal amb un total de deu miralls, i tres instruments: astromètric, fotomètric i espectroscòpic, i la «joia» del satèl·lit: el pla focal, que amb mil milions de píxels esdevé la càmera més gran que mai s'hagi construït per a l'espai. El conjunt aconseguirà una precisió de mesura de microsegons d'arc. Els dos telescopis permetran determinar no només la posició tridimensional de cada estrella sinó també com es mou a l'espai.

El satèl·lit escombrarà el cel durant cinc anys de manera continuada, i així observarà cada objecte celeste una mitjana de 70 vegades. Tota aquesta informació s'enregistra a través del pla focal, que fa un metre d'ample per 42 centímetres d'alt i conté un total de 106 CCD de 9 megapíxels cadascun. *Gaia* també permetrà obtenir espectres de les estrelles brillants, i segons el desplaçament de l'espectre cap al blau o el vermell, es podrà conèixer la rapidesa amb què s'apropen o s'allunyen de *Gaia*.

L'alta precisió requerida per a les mesures exigeix que els telescopis, el pla focal i tota l'estructura tòrica on són muntats sigui extremadament estable des del punt de vista mecànic i tèrmic. El material triat per construir aquesta estructura ha estat el carbur de silici, un element ceràmic lleuger però alhora tan resistent com el diamant. Tota la instrumentació està protegida per una tenda tèrmica i un dels elements més distintius del satèl·lit *Gaia*: el gran para-sol. El para-sol té un diàmetre d'11 metres i garanteix mantenir l'interior del satèl·lit a  $-110^{\circ}\text{C}$ .

El satèl·lit ha tingut un cost total de 740 milions d'euros, finançats per l'Agència Espacial Europea. La construcció, liderada per EADS-Astrium, ha involucrat 300 persones durant set anys, repartides en 74 empreses de 16 països. Aquí no s'inclou ni el processament de les dades, ni l'explotació científica.

### Posada en òrbita i comunicació amb la Terra

Un coet Soyuz-Fregat portarà el satèl·lit, de més de 2.000 quilos de pes, a una òrbita baixa terrestre. Un cop despesos els diversos elements del coet, que cauran sobre l'Atlàntic, *Gaia* obrirà el para-sol i farà gairebé una revolució completa a la Terra abans de dirigir-se cap a la destinació final, el punt L2 de Lagrange, situat a 1,5 milions de quilòmetres en direcció contrària al Sol.

Després del darrer impuls del mòdul Fregat, *Gaia* trigarà a l'entorn de trenta dies per arribar a L2. Aleshores es disposarà d'un parell de mesos per calibrar i verificar els complexos instruments de mesura. A partir de llavors, començaran les observacions rutinàries, que duraran cinc anys.

Les dades que *Gaia* enviarà diàriament a la Terra arribaran a les estacions de recepció de Cebreros, a 77 quilòmetres de Madrid, New Norcia (Austràlia) i Malagüe (Argentina). Les dades s'emmagatzemaran a l'ESAC, a Villanueva de la Cañada, que les distribuirà als diversos centres de processament. L'algorisme del primer tractament diari és un dels que ha elaborat l'equip de la UB-ICC/IEEC.

Simulació de la maniobra d'inserció orbital  
<http://www.youtube.com/watch?v=rrCxVTh3HCM>

### El catàleg espacial

*Gaia* observarà tot el que hi ha al cel fins a una brillantor 400.000 vegades menor que la que pot apreciar l'ull humà a simple vista. El tractament de les dades obtingudes per produir dades d'ús científic és molt complex i global. Global en el sentit que les dades de tot el cel estan entrelligades, i també en el sentit que les dades dels tres instruments (astromètric, fotomètric i espectroscòpic) s'han de treballar simultàniament. Tot plegat en un procés iteratiu força costós en complexitat i recursos computacionals.

Com que els telescopis de *Gaia* observen tot el cel, el projecte no només mesurarà estrelles. També observarà objectes del Sistema Solar, planetes a l'entorn d'altres estrelles i nanes marrons. I fora de la Via Làctia, observarà estrelles de les galàxies més properes i milions de galàxies llunyanes i quàsars. Tota aquesta informació també formarà part dels catàlegs resultants de la missió.

Si bé la precisió de l'ordre dels microsegons no s'aconseguirà fins al final de la missió —quan s'hagin completat totes les observacions i el seu tractament—, és ben cert que abans d'això ja s'hauran superat les precisions de missions precedents; i que per tant, les dades intermèdies també tenen un alt interès científic.

Per això, i amb l'objectiu de no endarrerir-ne l'explotació científica, s'ha establert un calendari de publicació de catàlegs amb dades científiques —el primer sortirà a inicis del 2016, mentre que el darrer estarà enllestit el 2022—, que aniran millorant la precisió i el nombre de dades i objectes celestes.

### Ciència amb Gaia

L'objectiu principal de la missió és, tal com ja s'ha dit, recopilar informació sobre mil milions d'estrelles per tal de conèixer millor els processos de formació i evolució de la nostra Galàxia i comprovar la validesa dels models cosmològics.

La mesura de l'edat i la massa de les estrelles permetrà millorar els models d'evolució estel·lar. Un altre tema en què aprofundirà Gaia és el comportament de les estrelles variables. Les característiques físiques, com ara la lluminositat, la temperatura i la composició química de cada estrella, permetran deduir en quina fase evolutiva es troben i quina edat tenen.

Amb aquestes dades es podrà ampliar la foto de família actual de les estrelles i respondre a qüestions obertes actualment com ara: com es va formar la nostra Galàxia?, és una agregació de galàxies més petites? Les observacions del satèl·lit *Gaia*, doncs, augmentaran el coneixement del que es veu, però també del que no es veu, per exemple la distribució de la matèria fosca, que es creu que constitueix el 90 % del total de la Galàxia.

Està previst que es descobreixin centenars de milers de nous objectes celestes, des de planetes extrasolars —dels quals s'espera detectar-ne prop de 7.000—, fins a estrelles fallides, o nanes marrons. Dins del nostre Sistema Solar, *Gaia* determinarà les òrbites, les masses i els períodes de rotació de centenars de milers d'asteroides. Més enllà de la nostra Galàxia, observarà estrelles de les galàxies més properes i també milions de galàxies llunyanes i mig milió de quàsars.

Finalment, cal remarcar que l'elevada precisió de les mesures de *Gaia* n'exigeix un tractament relativístic: l'aproximació de la física clàssica (newtoniana) no és suficient. Per això, aquestes mesures serviran per posar a prova alguns dels paràmetres de la modelització de la teoria de la relativitat general.

### L'equip de la UB al projecte Gaia

L'[equip de la UB](#) al projecte Gaia està liderat per investigadors i investigadores del Departament d'Astronomia i Meteorologia; en total, una trentena de persones entre científics i enginyers. Tots ells són també membres de l'[Institut de Ciències del Cosmos de la UB](#) i de l'[Institut d'Estudis Espacials de Catalunya](#).

Algunes de les persones de l'equip són:

- **Jordi Torra:** Es va incorporar a Gaia el 1998. Investigador principal de l'equip de Gaia a Barcelona, primer en la definició científica de la missió i després en el

desenvolupament del prototip de processament de dades. Actualment, és un dels coordinadors del grup de treball per processar i gestionar les dades de telemetria científica del satèl·lit.

- **Francesca Figueras:** Es va incorporar a Gaia el 1998, primer en la definició científica de la missió i després en el desenvolupament del prototip de processament de dades. Actualment, coordina la Xarxa Espanyola Gaia de preparació de l'explotació científica, i és la investigadora principal del node de Barcelona de la ITN GREAT, un projecte del 7è Programa marc de la Unió Europea.
- **Carme Jordi:** Es va incorporar a Gaia el 1998, primer en la definició científica de la missió i després en el disseny de l'instrument fotomètric. Actualment, dirigeix el grup involucrat en el tractament de les dades fotomètriques, i des del 2002 és membre de l'Equip Científic de Gaia, l'òrgan assessor de l'ESA per supervisar el desenvolupament científic i tecnològic del satèl·lit. També és la representant espanyola al Comitè de Direcció de la xarxa europea GREAT per a l'explotació científica.
- **Xavier Luri:** Es va incorporar a Gaia el 1998, primer en la definició científica de la missió i després com a responsable del mòdul de simulacions. El simulador fa un ús intensiu dels superordinadors del CESCA i del MareNostrum del Barcelona Supercomputing Centre (BSC). Actualment, és l'investigador principal del projecte GENIUS per al desenvolupament de l'arxiu final de les dades de Gaia. GENIUS és un projecte del 7è Programa marc de la Unió Europea.
- **Claus Fabricius:** Es va incorporar a Gaia el 1998, primer en la definició científica de la missió i després en el desenvolupament del prototip de processament de dades. Actualment, participa en la validació científica de les dades, en el processament de la telemetria científica i de les dades fotomètriques.
- **Eduard Masana:** Es va incorporar a Gaia el 1999. La seva tasca principal ha estat desenvolupar un programari capaç de simular les dades que el satèl·lit enviarà a la Terra. Aquestes simulacions han permès posar a punt els complexos algorismes de processament de dades necessaris per extreure la informació científica que ens proporciona la missió. Actualment és un dels coordinadors del grup de treball de simulacions.
- **Josep Manel Carrasco:** Es va incorporar a Gaia el 2000. Ha treballat en el disseny de l'instrument fotomètric, sobre el qual va versar la seva tesi doctoral. Actualment, participa en el procés del calibratge de les dades fotomètriques, en la validació del catàleg i en les activitats de divulgació del projecte.
- **Jordi Portell:** Es va incorporar a Gaia el 2000. És responsable del mòdul de programari que farà el tractament inicial de les dades que es rebran del satèl·lit, pas imprescindible perquè els diferents grups de treball puguin extreure informació científica de les dades. Ha desenvolupat algorismes de compressió de dades.
- **Javier Castañeda:** Es va incorporar a Gaia el 2006. Actualment és responsable del Centre de Processament de Dades que hi ha a Barcelona i que, juntament amb quatre centres més repartits arreu d'Europa, s'encarregarà de processar les dades de la missió.

- **Lola Balaguer:** Es va incorporar a Gaia el 2007 com a gestora de l'equip a Barcelona i de diversos projectes a escala internacional, nacional i local. A més del vessant de gestió, participa en projectes d'observacions complementàries a Gaia des de telescopis espanyols i en la validació científica de les dades.
- **Mercè Romero:** Es va incorporar a Gaia el 2008. Inicialment, va treballar en l'explotació científica de les dades, preparant models galàctics. Actualment, a més del vessant purament científic, participa en la validació científica de les dades.

### Cronologia del projecte

- **1989:** Llançament del satèl·lit *Hipparcos*, predecessor de *Gaia*.
- **1995:** Es comença a pensar la missió com a continuació d'*Hipparcos*.
- **2000:** La comunitat científica presenta el document *Concept & Technology Study* a l'ESA.
- **2001:** Aprovació de la missió per part de l'ESA.
- **2005:** Selecció d'EADS-Astrium com a contractista principal i inici de la construcció.
- **2013:** Llançament des de la base espacial de Kourou (Guaiana Francesa), la base de llançaments de l'ESA.
- **2014:** Inici de les observacions, recollida i anàlisi de les dades.
- **2016:** Publicació del primer catàleg amb dades científiques.
- **2018:** Finalització de la missió.
- **2022:** Publicació del catàleg final.

### Gaia en xifres

- **1.000 milions d'estrelles** i d'altres objectes astronòmics que s'observaran al llarg de la missió.
- **1.000 milions** és el nombre de píxels que té la càmera que enregistra les imatges de les estrelles.
- **10 microsegons d'arc:** precisió de les dades obtingudes (equivalent a observar des de la Terra l'ull d'una persona que estigués a la Lluna).
- **70 observacions:** nombre mitjà d'observacions per a cada objecte detectat.
- **3.400.000 hores** necessàries per processar les dades.
- **100 terabytes** de dades enviades a la Terra, a raó de **50 gigabytes diaris**.
- **1.000.000.000 Mb** (o 1 petabyte): quantitat d'informació que generarà la missió Gaia.
- **25 anys:** durada de la missió Gaia des que va ser concebuda.
- **3.200 reunions** són les que han calgut per a tota la fase de desenvolupament i construcció.
- **30.000 documents** produïts en la fase de desenvolupament i construcció.
- **740 M€:** cost de la missió sense incloure-hi el processament de dades ni l'explotació científica.
- **1,5 milions de km:** distància a la qual es trobarà l'òrbita del satèl·lit *Gaia* respecte a la Terra.



- **225.000** kg de querosè i oxigen líquid són els necessaris per posar en òrbita el satèl·lit.
- **1.275 watts:** consum del satèl·lit durant les operacions nominals; l'equivalent al que gasta un assecador de cabells; s'obté dels panells solars.
- **menys d'1 euro** és el cost de cada estrella, si comptem la construcció del satèl·lit i el processament de les dades.

### Recursos audiovisuals

- Vídeos sobre Gaia i la participació espanyola en la missió:

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

- Imatges i vídeos al web de l'ESA per mitjans:

[http://www.esa.int/esatv/Videos\\_for\\_Professionals](http://www.esa.int/esatv/Videos_for_Professionals)

- Web i blog de l'ESA sobre Gaia :

[www.esa.int/gaia](http://www.esa.int/gaia)

[blogs.esa.int/gaia/](http://blogs.esa.int/gaia/)

- Díptic de la missió:

[gaia.am.ub.es/Twiki/pub/RecGaia/MaterialGaia/BR-296-Spanish\\_Gaia\\_05\\_WEB.pdf](http://gaia.am.ub.es/Twiki/pub/RecGaia/MaterialGaia/BR-296-Spanish_Gaia_05_WEB.pdf)

- Enllaç a l'exposició sobre Gaia «Mil milions d'ulls per a mil milions d'estrelles»:

[serviastro.am.ub.edu/twiki/bin/view/ServiAstro/ExpoGaia](http://serviastro.am.ub.edu/twiki/bin/view/ServiAstro/ExpoGaia)

- Aplicació «Gaia Mission» desenvolupada per la UB, disponible a Apple Store:

[itunes.apple.com/us/app/gaia-mission/id735128015?mt=8](https://itunes.apple.com/us/app/gaia-mission/id735128015?mt=8)

---

### Sobre la Universitat de Barcelona

La UB és la primera universitat pública de Catalunya pel que fa a nombre d'estudiants, 87.486, i a oferta formativa. Ocupa el primer lloc en producció científica de l'Estat, fet que la converteix en el principal centre de recerca universitari d'Espanya i un dels més importants d'Europa, tant pel nombre de programes de recerca com per l'excel·lència assolida en aquest terreny.

La UB es posiciona de manera molt destacada en els principals rànquings internacionals: és l'única universitat de l'Estat que forma part de l'elit de les 200 millors universitats del món en 26 de les 30 àrees del coneixement, segons els [QS World University Rankings 2013 by Subject](#), i també manté la preeminència estatal en la classificació de [Leiden](#) i de [l'URAP](#).

Membre de les xarxes universitàries d'excel·lència més rellevants a escala internacional, com ara la Lliga d'Universitats de Recerca Europees (LERU), la Universitat de Barcelona ha estat distingida amb dos campus d'excel·lència internacional (CEI): el Barcelona Knowledge Campus (BKC) i el Health Universitat de Barcelona Campus (HUBc), encaminats a assolir la plena internacionalització,



consolidar l'excel·lència docent i científica, apostar per polítiques actives de mobilitat, així com augmentar la transferència de coneixement generat a la universitat cap a la societat.

<http://www.ub.edu>