

# La 2001

ASSOCIACIÓ DEL PERSONAL DE "LACAIXA" 

OCTUBRE 2016 · ÈPOCA V · NÚMERO 541  
1935-2016 [www.lasoci.org](http://www.lasoci.org)



**SATÈL·LIT GAIA**

## EL MAPA DE LES ESTRELLES

**LA SOCI INFORMA**

LES NOSTRES  
SECCIONS

**EXACTES**

ELS ESCACS,  
JOC-CIÈNCIA

**L'APUNT**

CERVANTES  
I SHAKESPEARE



## INFORME

# Gaia, conèixer la nostra Galàxia

Un satèl·lit que ens permetrà entendre d'on venim i cap on anem...

Demòcrit (460-370 aC), filòsof presocràtic grec nascut a Abdera, Tràcia, contemplava tranquil·lament el cel estrellat aquella nit d'estiu, quan se li va ocórrer una idea:

aquella franja blanquinosa que travessava el cel de punta a punta (la Via Làctia) havia d'estar formada per milers i milers d'estrelles semblants al Sol, però situades a diferents distàncies. Tanmateix, poc després Aristòtil li rebatia la idea en el seu tractat *Meteorologica*, dient que aquella franja era generada per la ignició d'estels gegants propers a l'atmosfera. No va ser fins a centenars d'anys després que, Galileo Galilei, el 1610, mentre observava per primer cop la Via Làctia amb el seu telescopi, va haver de reconèixer que era Demòcrit qui tenia raó. I que aquella Via Làctia no era més que una part de la nostra Galàxia. Temps després, el 1785, William Herschel es va atrevir a comptar una a una totes les estrelles que podia veure, i va dibuixar el primer mapa (tot i que imprecís) de la Galàxia. I el cert és que, d'alguna manera, encara avui seguim comptant estrelles...

És així. Vivim en un planeta anomenat Terra, que gira al voltant d'una petita estrella, el Sol, i tot plegat situat en una punteta diminuta de la Galàxia on hi ha uns 100.000 milions d'estels més, molts d'ells envoltats de planetes. Però... on són exactament aquestes estrelles? Com estan distribuïdes per la Galàxia? Sabem que la Galàxia té forma d'espiral, però, quants braços espirals té? Què veuríem si la poguéssim mirar des de fora?

## Ens enlairem...!

19 de desembre de 2013. Centre Espacial Europeu de Kourou, Guaiana Francesa. 10:12 h del matí, hora nostra. 10... 9... 8... 7... 6... 5... 4... 3... 2... 1... *décollage*!. Gaia, un satèl·lit de l'Agència Espacial Europea (ESA) s'enlairava amb èxit a bord d'una llançadora russa Soyuz, i començava el seu viatge cap a una òrbita a 1.5 milions de quilòmetres de la Terra per passar-hi els pròxims

### LAURA RUIZ DERN

ASTROFÍSICA  
DE L'OBSERVATOIRE  
DE PARIS



cinc anys. El seu objectiu: crear un mapa en 3D sense precedents i molt precís d'uns mil milions d'estrelles de la nostra Galàxia (sens dubte, bastant més sofisticat que el de Herschel!), per tal de desentrellar-ne el seu origen i evolució.

Mil milions d'estrelles. És molt, però tenint en compte la quantitat d'estrelles que creiem que té la Galàxia, això només és un 1%! Però increïblement suficient per poder per fi respondre a tantes incògnites sobre casa nostra, i potser fins i tot també sobre el paper que té la matèria fosca a l'univers...

Mil milions d'estrelles. És molt, però tenint en compte la quantitat d'estrelles que creiem que té la Galàxia, això només és un 1%! Però increïblement suficient per poder per fi respondre a tantes incògnites sobre casa nostra, i potser fins i tot també sobre el paper que té la matèria fosca a l'univers...

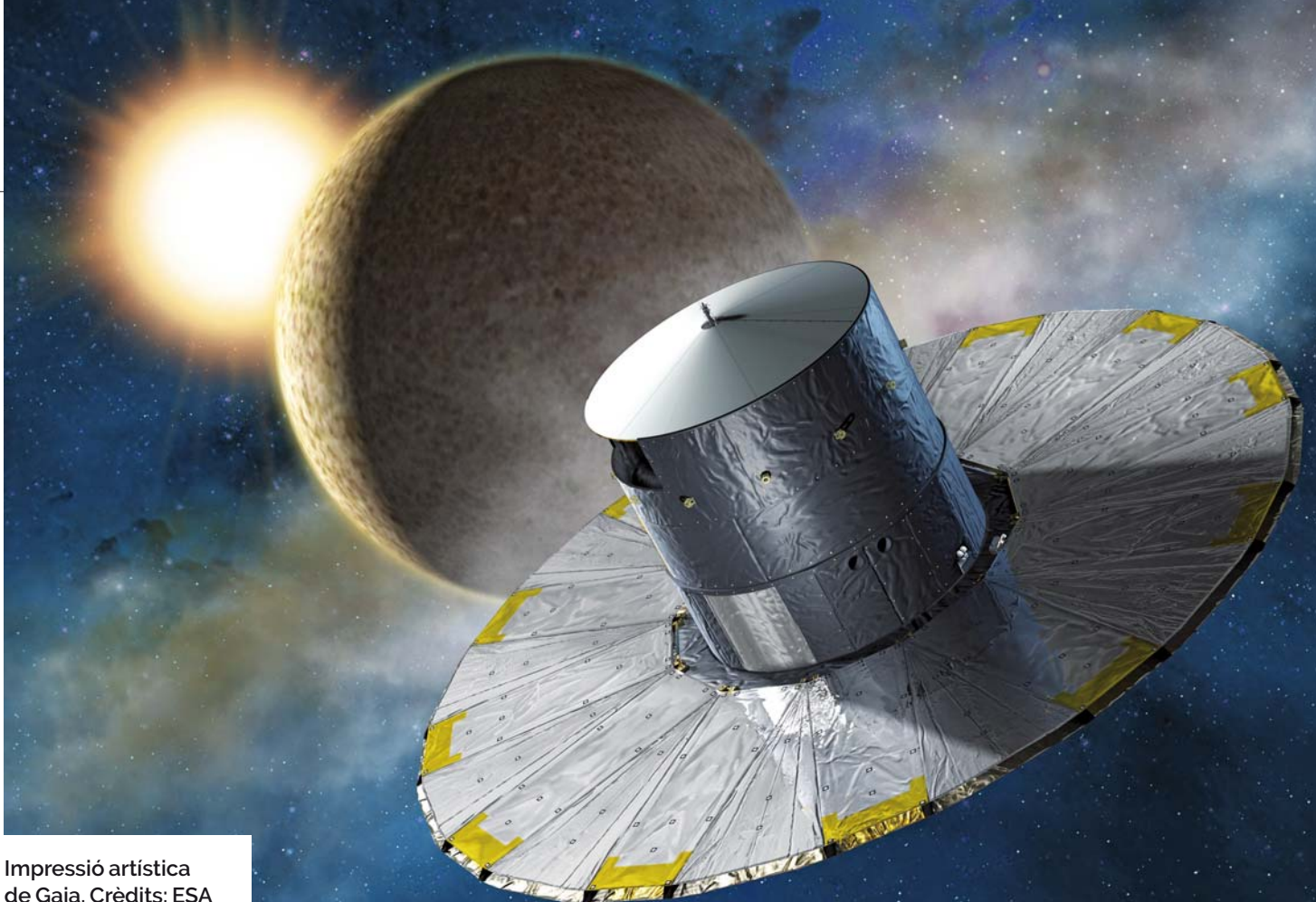
## La distància a una estrella

I com es poden saber tantes coses només amb un mapa? Doncs, és *tan senzill* com mesurar distàncies... Farem un símil. Si us dic que situeu una ciutat en un mapamundi, direu que és fàcil. Si ara us demano que em digueu a quina alçada està, probablement no em sabreu respondre tan ràpidament. La tercera dimensió és més complicada de conèixer, i encara més quan parlem d'estrelles. Per què? Doncs perquè estan massa lluny! Però justament és això el que necessitem mesurar, i és el que Gaia fa cada dia contínuament des que es va enlairar! Per aconseguir-ho, els astrònoms utilitzem un mètode que s'anomena la paral·laxi.

Fem un experiment. Aixequeu el dit polze, situeu-lo davant vostre i mireu-lo només amb un ull. Ara tanqueu aquest ull i obriu l'altre. Fixeu-vos com al canviar d'ull el polze sembla que es mogui respecte del fons. Això és perquè hi ha una separació entre els dos ulls. Gràcies a aquesta distància som capaços de percebre profunditat: és el que s'utilitza en el cinema per a les pel·lícules 3D. Observem ara una estrella del cel i la ubiquem en funció



GAIA ENS AJUDARÀ  
A DESENTRELLAR  
L'ORIGEN I L'EVOLUCIÓ  
DE LA NOSTRA GALÀXIA,  
CREANT UN MAPA EN  
3D DE MIL MILIONS  
D'ESTRELLES



Impressió artística de Gaia. Crèdits: ESA

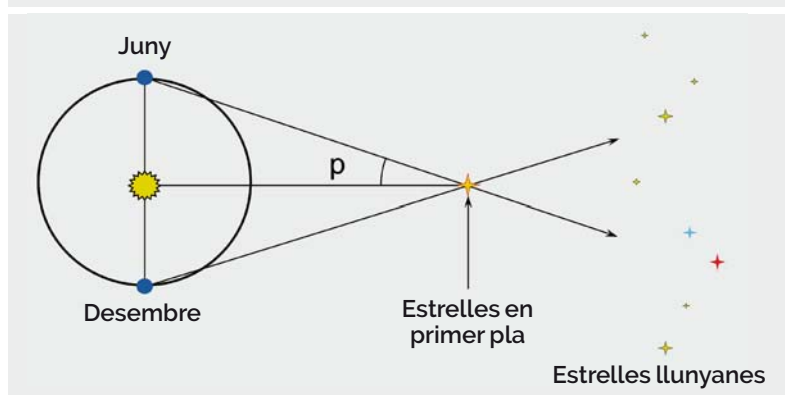
del fons. I li demanem a un altre que faci el mateix amb la mateixa estrella des d'una altra ciutat llunyana. Si comparem els resultats veurem que sembla que hi ha un petit desplaçament en la posició de l'estrella respecte del fons, com passava amb l'experiment del polze. Atès que la Terra gira al voltant del Sol, aquest moviment ja fa que si observem una estrella en dos moments de l'any diferents, veurem un desplaçament aparent respecte del fons. Mesurant l'angle entre les dues mesures i coneixent la distància al Sol podem, per simple trigonometria, determinar la distància a l'estrella.

Evidentment, com més lluny estigui l'estrella que observem més minso serà aquest efecte: la paral·laxi serà pràcticament zero. Necessitem que l'instrument sigui molt precís perquè sigui capaç de detectar angles minúsculs. Com més precís l'instrument, més lluny podem arribar.

### Una revolució astronòmica...

Des que va arribar a la seva òrbita, Gaia no ha parat d'observar el cel. Observa tot el que li passa per davant i ho enregistra. En concret, tots els objectes brillants del cel fins i tot aquells que són 400.000 vegades més febles que els que podríem veure a ull nu. Sí, Gaia és tan precís que és capaç de veure objectes molt llunyans, equivalent per a nosaltres a distingir a ull nu des de la Terra una unglà a la superfície de la Lluna, o mesurar (a ull nu també) des de Barcelona el gruix d'un cabell situat a Copenhaguen (Dinamarca), a uns 2.000 quilòmetres de distància.

### MÈTODE DE LA PARALLAXI



S'espera que, al final de la missió, el 2019, a més dels 1.000 milions d'estrelles, Gaia haurà observat uns 200.000 asteroides, cometes i planetes nans del Sistema Solar, al voltant de 30.000 planetes extrasolars, 500.000 quàsars, 20.000 estrelles nanes blanques, 10.000 explosions de supernoves, entre 1 i 10 milions d'altres galàxies, i prop de 200 fenòmens de lent gravitacional. Aquests fenòmens fan que la llum que ens arriba d'una estrella faci una trajectòria corbada atesa la presència d'objectes massius entre l'estrella i nosaltres. Aquest efecte permet detectar la presència d'aquests objec-



LA PRECISIÓ DE GAIA  
ÉS EQUIVALENT A  
PODER MESURAR A ULL  
NU DES DE BARCELONA  
EL GRUIX D'UN CABELL  
SITUAT A COPENHAGUEN,  
A UNS 2.000 QUILÒMETRES  
DE DISTÀNCIA



tes massius que sovint són “invisibles” per a nosaltres, bé perquè literalment no es veuen, com els forats negres, o bé perquè per la seva localització o llunyania en el cel no els podem veure.

Amb tota aquesta informació podrem determinar amb més claredat l'estructura, cinemàtica i dinàmica de la Via Làctia: com és, com es mou i com estan distribuïts els objectes en el seu interior. Millorarem el nostre coneixement sobre la formació d'estrelles, la seva estructura interna i podrem classificar-les amb més precisió. I anant encara més lluny, es podrà validar la distribució de matèria fosca, observar efectes predits per la Relativitat General, i potser fins i tot comprovar si la constant de gravitació de Newton és realment constant en el temps o no. L'impacte científic és impressionant!

Potser Gaia només pot observar un 1% de la nostra Galàxia però... un 1% dóna per molt!

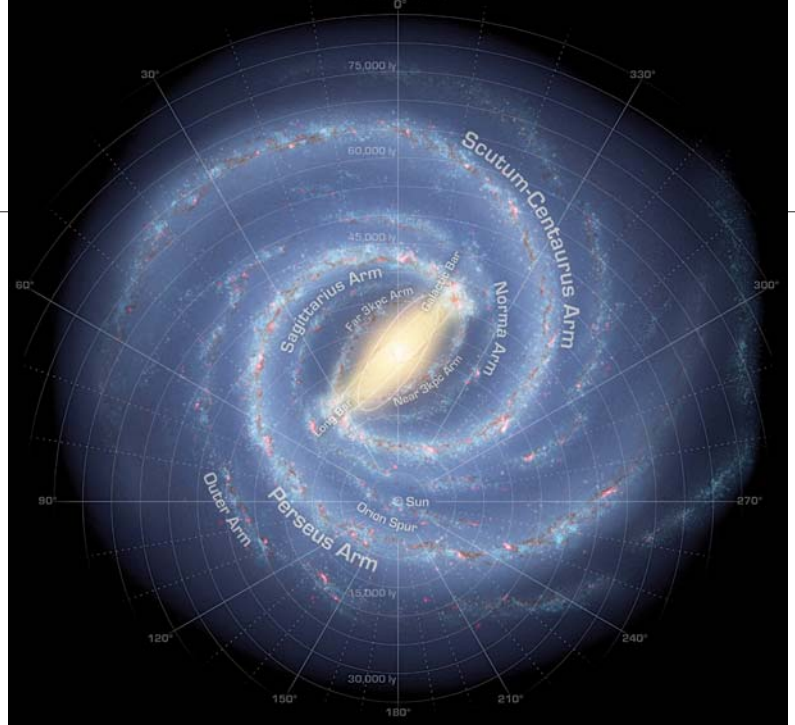
### ... i tecnològica

Queda clar que per assolir tot això, cal un bon instrument. A més de la increïble contribució a l'astrofísica, tecnològicament és evident que Gaia també representa un gran avenç: és un dels instruments espacials més precisos que s'ha construït mai.

El satèl·lit està sobre una estructura de carbur de silici, un material semiconductor molt resistent, gairebé tan dur com el diamant, quasi indeformable, però tres vegades menys pesat que el vidre, i capaç de suportar condicions extremes de temperatura, voltatge i freqüència.

Per observar el cel, Gaia té dos telescopis separats de manera que li permet observar dues regions del cel alhora, i dos cops consecutius: el que observa el primer telescopi ho observa el segon aproximadament una hora i quaranta-cinc minuts més tard. La llum que entra pels telescopis va a parar a uns altres instruments a l'interior del satèl·lit: l'astròmetre, que permet determinar la posició de les estrelles i determinar el seu moviment en el cel; l'espectrofotòmetre, que permet *a posteriori* obtenir informació sobre la temperatura, la massa i la composició química de les estrelles, i l'espectròmetre de velocitats radials, que permet determinar la velocitat a la qual es mouen els objectes respecte de nosaltres (si s'allunyen o s'apropen i com o quant de ràpid ho fan).

A més a més, Gaia està inclinat respecte del Sol, de manera que els dos telescopis estan sempre observant en direcció contrària al sol. Una mena de parasol protegeix constantment els instruments de la radiació solar. El satèl·lit orbita al voltant del Sol i sobre si mateix, però no fa sempre el mateix cercle (sinó no podria observar tot el cel): l'eix de rotació varia lleugera-



**Esbós de com creiem avui en dia que és la nostra Galàxia. Vivim al voltant d'una estrella, el Sol ("Sun" a la imatge), situada a dos terços del centre (National Aeronautics and Space Administration, NASA)**

ment cada 63 dies, aproximadament. La combinació de tots aquests moviments permet a Gaia observar cada objecte una mitjana de 70 vegades durant tota la missió (entre 40 i 220 vegades depenent de la seva posició al cel).

Tota aquesta informació genera una quantitat de dades immensa. A bord, el satèl·lit té capacitat per emmagatzemar fins a 100 GB. Cada dia, contacta amb la Terra durant unes 8 hores i ho envia. Després dels cinc anys previstos de missió, s'hauran enviat a la Terra 100 terabytes (TB) de dades, és a dir, 100.000 GB. Però després de l'anàlisi de dades, el catàleg final ocuparà un petabyte (1000 TB). Caldrien uns 250.000 DVD per encabir tota la informació!

Com veieu els reptes tecnològics han estat molt grans, tant per la construcció del satèl·lit com per l'immens volum de dades que s'han de tractar.

### Les primeres dades ja són aquí!

Uns quatre-cents científics europeus estan involucrats en aquesta missió, i des del 2006 que treballen per poder tenir tot a punt en el moment de rebre les dades: analitzar-les, comprovar que són correctes i facilitar-ne la seva publicació per tal que la resta de científics puguin interpretar-les. L'impacte científic de Gaia és molt gran i cal treure'n profit des del primer moment. I aquest moment ja ha arribat, ara al setembre de 2016...

Són les primeres dades, corresponents als primers 14 mesos d'observació de Gaia. Però encara n'han d'arribar moltes més, amb informació més precisa dels objectes que ja coneixem i de moltíssims més de nous. Fins al 2019 (i potser una mica més!) Gaia continuarà observant i enviant informació dia rere dia sense descansar ni un instant.

El darrer 14 de setembre, es van fer oficialment públiques aquestes primeres dades...: el viatge per la Galàxia, per casa nostra, tan sols acaba de començar<sup>2</sup>... ■

### NOTES

1. Enlairament, en francès.
2. Trobareu més informació a [www.cosmos.esa.int/web/gaia/the-mission](http://www.cosmos.esa.int/web/gaia/the-mission)