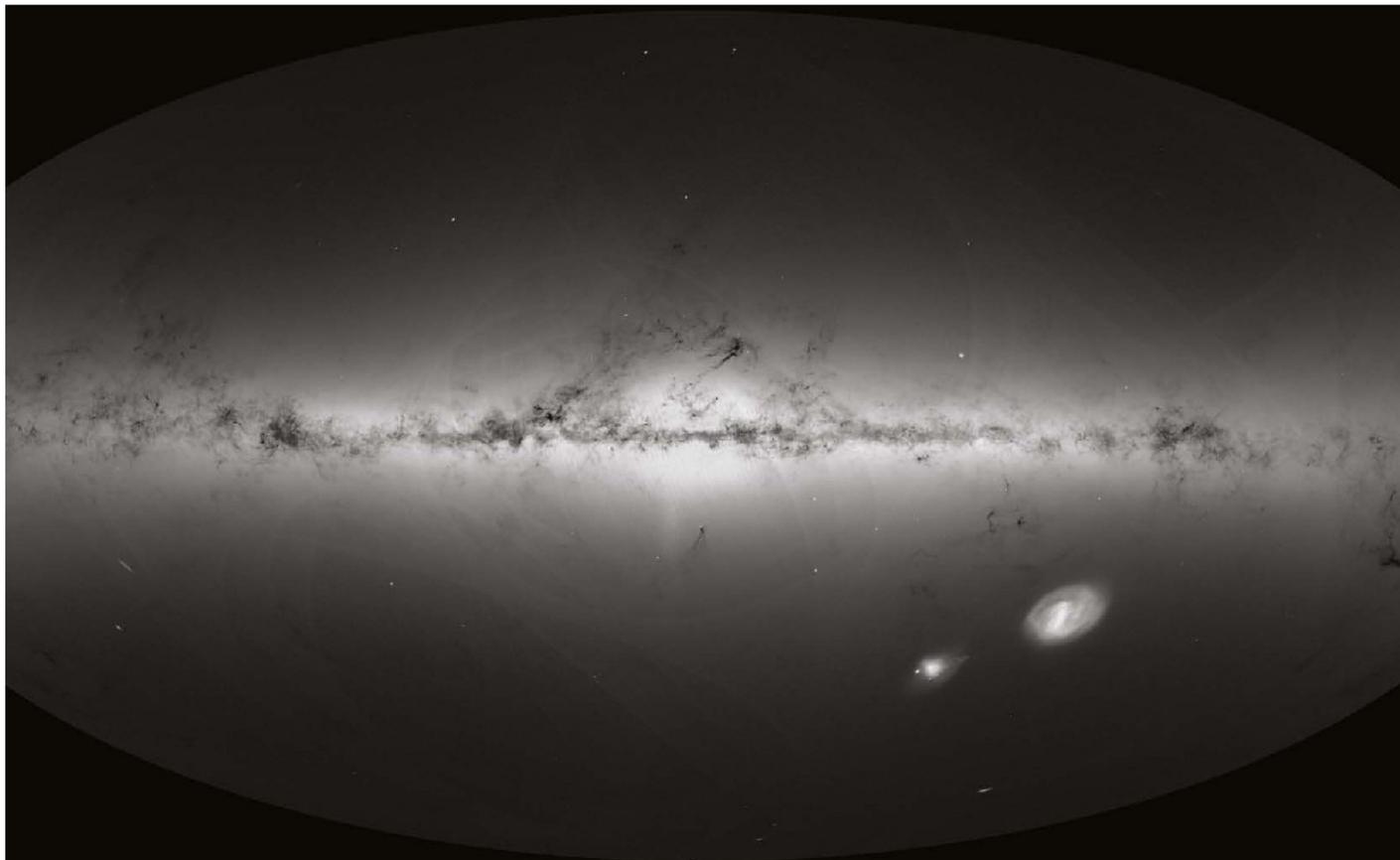


## IL CATALOGO DI GAIA

Lo scorso aprile è stata diffusa l'enorme mole di dati raccolta dal satellite europeo nei primi 22 mesi di operatività. Con molte meraviglie e qualche sorpresa

► PATRIZIA CARAVEO



**I**l 25 aprile siamo stati inondati di stelle perché l'Agenzia Spaziale Europea ha deciso di rendere pubblico il più grande catalogo stellare della storia, costruito a partire dai dati di Gaia, un telescopio non convenzionale posizionato in L2, il punto lagrangiano ad 1,5 milioni di km al di là della Terra nella continuazione virtuale delle congiungente Sole-Terra, che mappa il cielo seguendo il transito di ogni stella nel campo di vista di due telescopi in continua rotazione.

Agli occhi di Gaia il cielo diventa una splendida tappezzeria dalla quale 450 scienziati e ingegneri informatici, divisi fra i 6 *Data Processing Centers* (DPC) in giro per l'Europa, devono estrarre le informazioni sulla posizione e il flusso (in diverse bande) delle stelle. Il DPC italiano è a Torino dove Mario Lattanzi coordina gli sforzi degli istituti INAF di Torino, Bologna, Capodimonte, Catania, Padova, Roma, Teramo e Trieste. Ebbene, lo scorso 25 aprile sono stati pubblicati i dati raccolti nei primi 22 mesi della missione, indicati nella tappezzeria celeste con DR2.

Lanciata nel 2014, Gaia è una missione dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) che ha il compito di raccogliere informazioni dettagliate sul maggiore numero di stelle possibile per arrivare ad avere una mappa tridimensionale accurata della nostra galassia e delle galassie satelliti della nostra. Per capire il funzionamento, non intuitivo, dello strumento consiglio di guardare il filmato esplicativo a questo link: [http://sci.esa.int/science-e-media/video/08/555\\_Gaia\\_sky-scan\\_768.mp4](http://sci.esa.int/science-e-media/video/08/555_Gaia_sky-scan_768.mp4).

Originariamente GAIA era l'acronimo di *Global Astrometric Interferometer for Astrophysics* poi la missione è stata riprogettata e non utilizza più la tecnica interferometrica, ma il nome – oggettivamente molto bello – è rimasto.

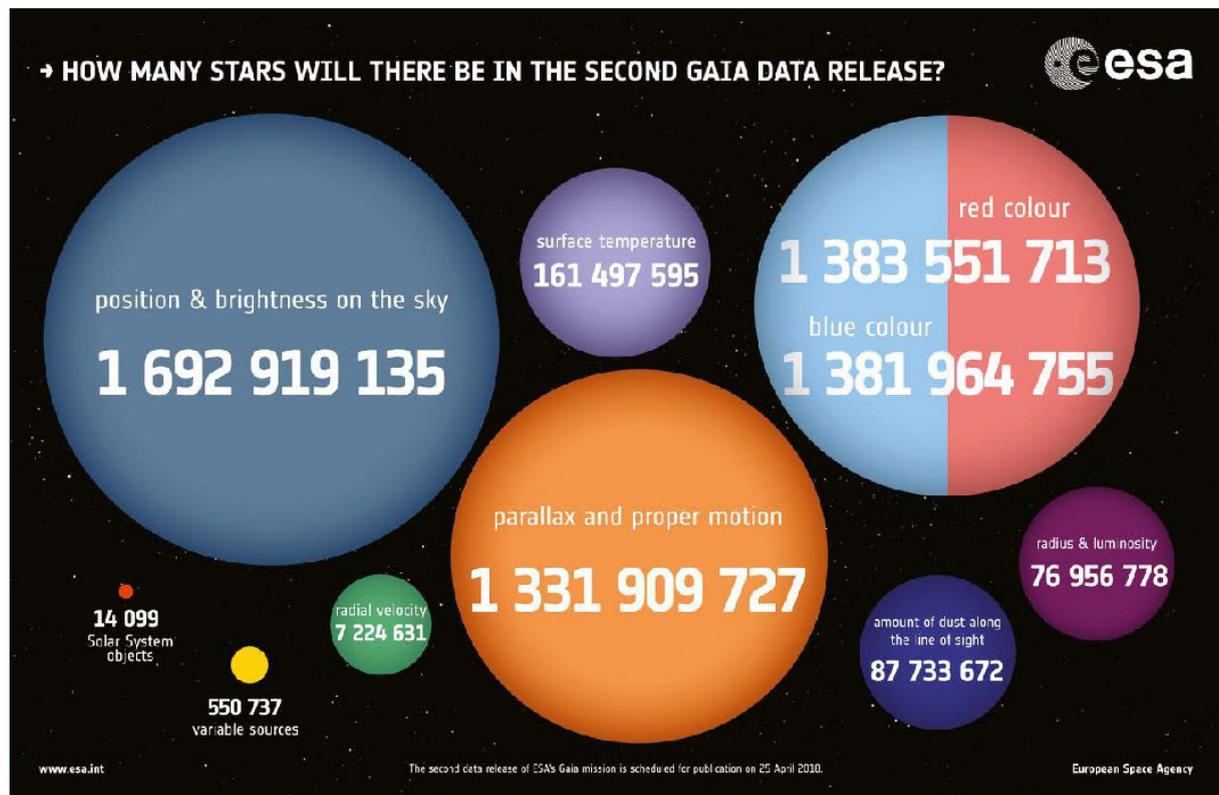
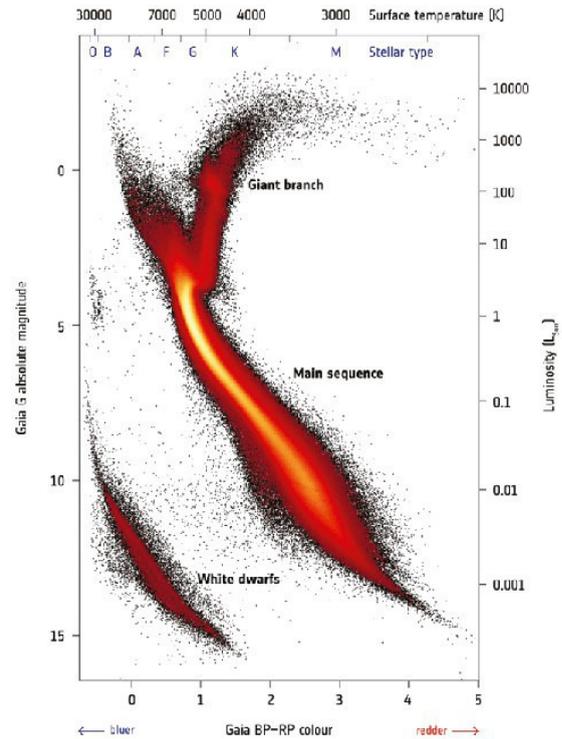
Per ogni stella vengono misurati flusso luminoso e posizione. In verità Gaia è un campione assoluto nella misura super accurata della posizione delle stelle che vengono praticamente *inchiodate* nel cielo con un'accuratezza di 0,1 millesimo di arcosecondo. È un'unità di misura che esula dalla nostra esperienza quotidiana.

na. Un angolo giro contiene 360 gradi, ogni grado contiene 60 primi e ogni primo 60 secondi. Per non confondersi con i minuti e i secondi del tempo e della cronologia, gli astronomi parlano di secondo d'arco o arcsec. 1 arcsec è quindi una fettina di 1/3600 della nostra torta. Un milliarcsec è un millesimo della fettina (più o meno lo spessore di un capello a 15 km di distanza), un decimo di milliarcsec è un decimillesimo della fettina, diciamo una mela sulla Luna. Se volete visualizzare quanto sia piccolo un angolo di 0,1 milliarcsec vi suggerisco di guardare questo breve filmato (<https://www.youtube.com/watch?v=tD4W0N8IyFE&feature=youtu.be>).

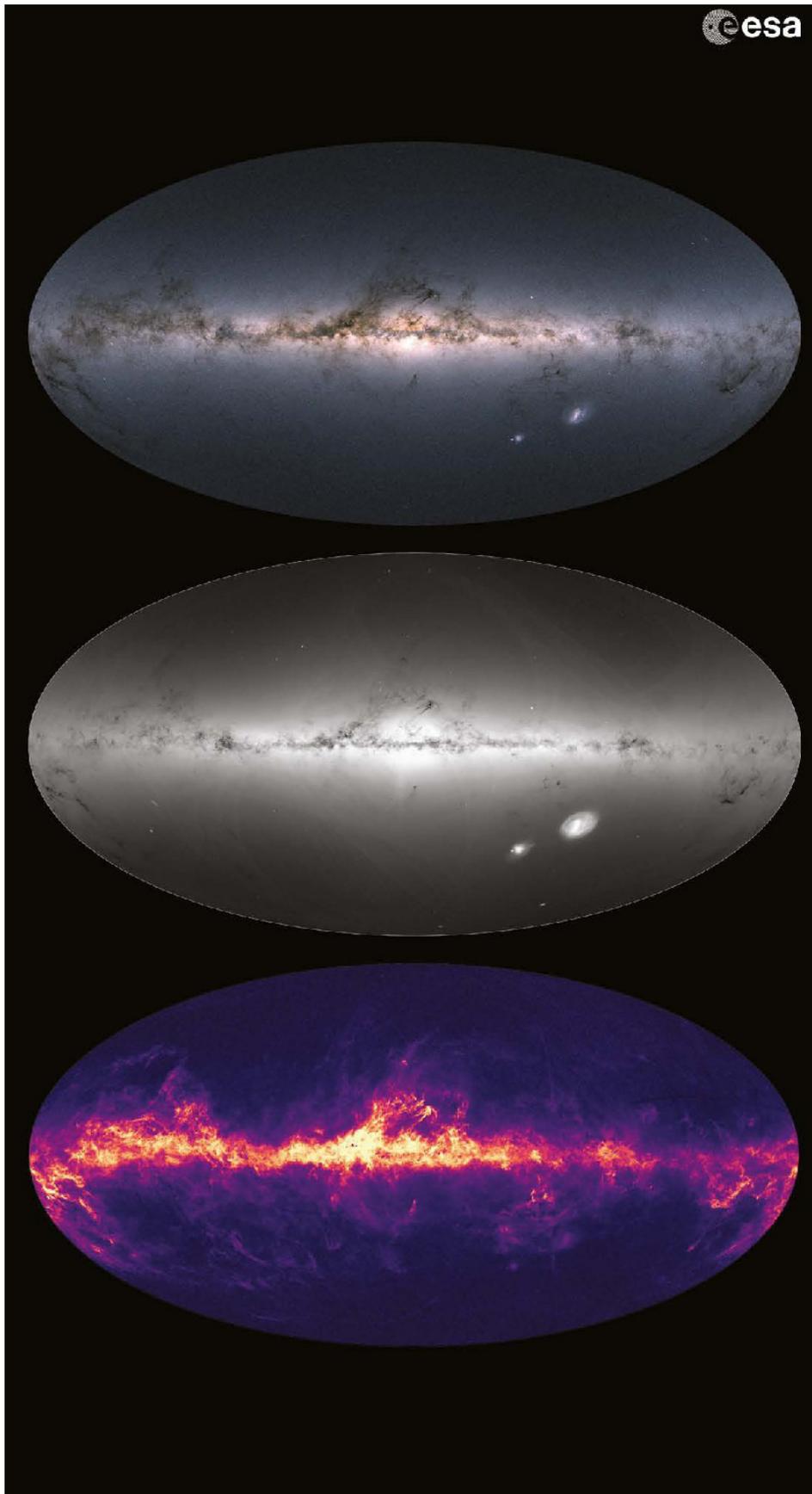
Raggiungere questi valori è tutt'altro che banale ma in astronomia l'accuratezza è importantissima perché posizioni accuratissime posso tramutarsi in distanza. Infatti, confrontando posizioni misurate a 6 mesi di distanza (quando la Terra è dalla parte opposta rispetto al Sole), è possibile calcolare la distanza della stella attraverso il suo spostamento parallattico, un antico e robustissimo metodo geometrico. Oltre alla distanza, la misura ripetuta della posizione delle stelle, permette di capire come si muovono nella loro orbita intorno al centro della Galassia per costruire una mappa tridimensionale della nostra Via Lattea.

► Il diagramma HR di Gaia contiene oltre 4 milioni di stelle (100 volte di più del diagramma HR costruito con i dati del satellite Hipparcos) ed è il più dettagliato mai costruito utilizzando stelle distribuite su tutto il cielo.

**GAIA'S HERTZSPRUNG-RUSSEL DIAGRAM**



▲ Le dimensioni delle palle rappresentano i numeri di Gaia: di quasi 1,7 miliardi di stelle sono state misurate la posizione e la luminosità, di oltre 1,3 miliardi la parallasse e il moto proprio, ecc.

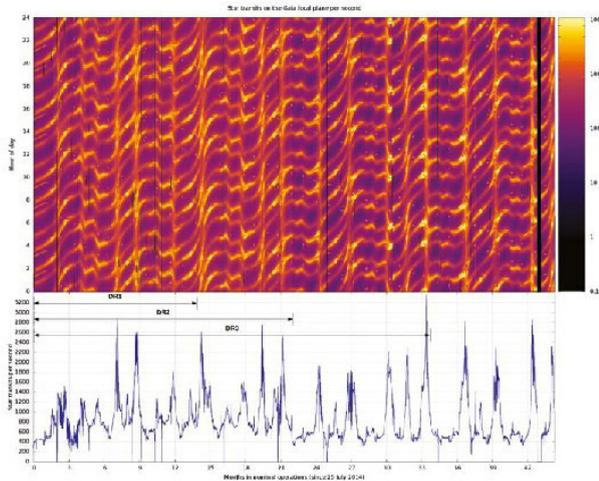


Un lavoro certosino ma importantissimo perché pone i fondamenti della scala delle distanze nell'Universo, della dinamica della nostra galassia, della fisica stellare e anche di quella del Sistema Solare.

Questi sono i numeri strabilianti del catalogo DR2.

Nell'immagine della pagina precedente le dimensioni delle palle sono proporzionali al numero di stelle. Posizione e flusso (nella banda visibile) di 1.692.919.135 stelle (circa un centesimo delle stelle che compongono la nostra galassia, ma nel numero sono comprese anche le Nubi di Magellano ed altre piccole galassie satellite della Via Lattea) costituiscono il database fondamentale. Questa è l'informazione contenuta nella prima delle tre immagini nella figura che rappresenta (in coordinate galattiche) la densità di stelle viste da Gaia. Il piano della nostra galassia, con tutte le sue nubi di polveri, si vede con chiarezza meravigliosa. Le Nubi di Magellano sono incredibili. Le palline luminose che si vedono sopra e sotto il piano della galassia sono ammassi globulari composti da milioni di stelle, ognuna delle quali è stata misurata accuratamente. Per quasi l'80% delle stelle osservate è stato possibile misurare il colore (per la precisione 1,382 miliardi di stelle hanno una misura nella banda blue e 1,383 miliardi in quella rossa) e per un numero comparabile si è potuto misurare lo spostamento parallattico (quindi la distanza) e moto proprio. Utilizzando l'informazione sul colore delle stelle è stato possibile colorare la mappa precedente (il pannello centrale della figura). Durante la conferenza stampa hanno consigliato di guardare la mappa a luci spente per apprezzare a fondo i dettagli. La nubi mole-

◀ Il "censimento cosmico" di Gaia prende forma in queste tre mappe. Al centro la densità di stelle, in alto la stessa mappa per la quale è stato possibile utilizzare le informazioni sul colore delle stelle. In basso una stima della struttura 3D della nostra galassia.

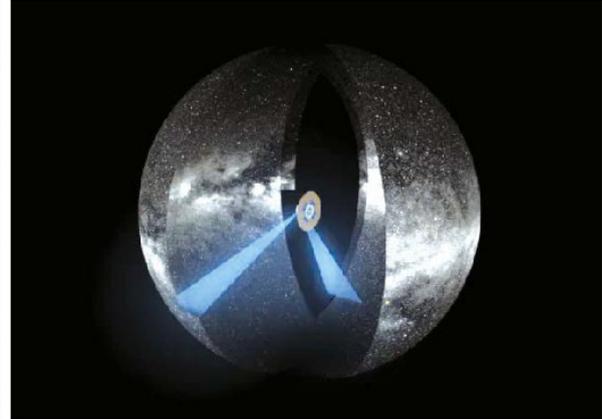


▲ La "tappeszzeria" del cielo vista con gli occhi di Gaia.

colari sono scure ma facendo degli zoom si vedono stelle che sono per lo più davanti alla nube. Dal momento che Gaia ha dato una distanza a quasi tutte queste stelle, è possibile stimare anche la struttura 3D delle nubi della nostra galassia (il pannello in basso della foto). Con la distanza si può calcolare la luminosità che, unita all'informazione del colore, permette di ottenere degli straordinari diagrammi HR.

Il diagramma HR di Gaia contiene oltre 4 milioni di stelle (100 volte di più del diagramma HR costruito con i dati Hipparcos) ed è il più dettagliato mai costruito utilizzando stelle distribuite su tutto il cielo. Ovviamente i colori usati non hanno nulla a che vedere con il colore delle stelle, piuttosto riflettono quante stelle siano presenti in ogni quadratino del diagramma andando dai valori più bassi (in nero) a quelli più alti (giallo). La sequenza principale emerge con prepotenza. Così come si vede benissimo la regione delle nane bianche che contiene 35.000 oggetti tra i quali è possibile distinguere le nane bianche ricche di idrogeno da quelle dominate dall'elio.

Dal momento che ogni stella è stata misurata pluri-



▲ Il funzionamento del satellite Gaia: due telescopi mappano il cielo striscia dopo striscia mentre il satellite ruota su se stesso. Come suggerito nel testo il modo migliore per farsi un'idea è vedere il video presente a questo link: [http://sci.esa.int/science-e-media/video/08/555\\_Gaia\\_skyscan\\_768.mp4](http://sci.esa.int/science-e-media/video/08/555_Gaia_skyscan_768.mp4). Il fotogramma qui presentato è estratto dal video.

me volte, in conferenza stampa è stata presentata una fantastica animazione con le oscillazioni delle stelle variabili. Vedere le Cefeidi o le RR Lyrae oscillare in tempo reale fa un certo effetto.

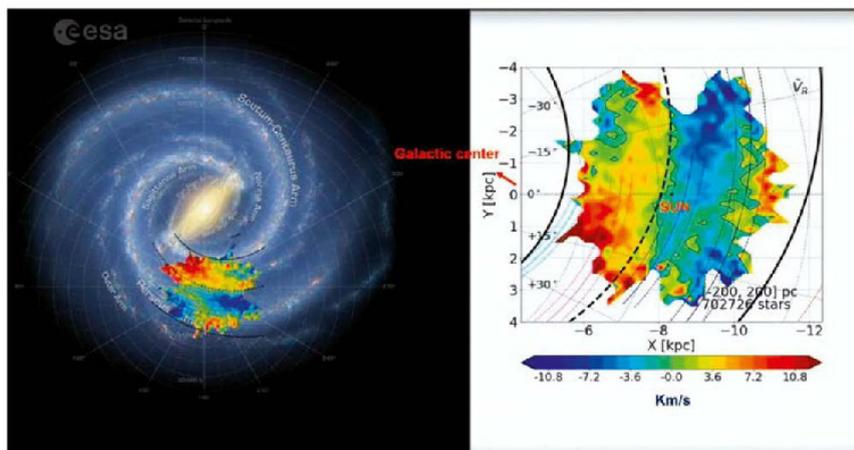
Inoltre, per un sottoinsieme delle stelle mappate, è stato possibile ricavare informazioni aggiuntive, quali temperatura, raggio, e variabilità. Per 7,9 milioni di stelle è stato possibile misurare la velocità radiale. Ancora una volta, si tratta di un numero da record, se si considera che le precedenti misure interessavano poche migliaia di stelle.

L'analisi di questi dati ha già rivelato una stranezza galattica presentata da Antonella Vallerani dell'Osservatorio di Padova dell'INAF. Non è per niente chiaro perché le stelle al di là dell'orbita del Sole si avvicinino al centro della Galassia mentre quelle più interne si allontanano. Stiamo forse assistendo ad una perturbazione causata dall'inglobamento di una piccola galassia satellite?

Infine, il catalogo di Gaia non contiene solo stelle. Ci sono anche 14.099 oggetti del nostro Sistema Solare, per lo più asteroidi, che hanno attraversato il campo

di vista di Gaia e per i quali è stato possibile calcolare l'orbita. È la più accurata copertura degli oggetti minori del Sistema Solare e arricchirà moltissimo la banca dati del *Minor Planet Center*.

Gli astronomi lavoreranno per anni per sfruttare questa fantastica banca dati sapendo che il meglio deve ancora venire perché i dati che vanno online (DR2) rappresentano 22 mesi di lavoro di Gaia che però ha già accumulato altrettanti mesi di dati. Le meraviglie, insomma, non finiscono con questa release. Semmai sono appena cominciate. ●



▲ Non mancano le sorprese nella *release* DR2 di Gaia: per esempio le stelle al di là dell'orbita del Sole si avvicinano al centro galattico e quelle più interne si allontanano.