



HERSCHEL

INTRODUZIONE

HERSCHEL è una missione "cornestone" dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA) che segnerà una pietra miliare nella storia dell'astronomia. Il suo specchio di 3,5 metri di diametro è il più grande mai messo in orbita. Permetterà di studiare l'Universo nelle lunghezze d'onda dell'infrarosso e del submillimetrico con una sensibilità e una risoluzione spaziale (la capacità di vedere i dettagli degli oggetti) senza precedenti.

La missione deve il suo nome all'astronomo britannico William Herschel che nel 1800 scoprì la radiazione infrarossa studiando la luce del Sole, scomposta nei suoi colori da un prisma di vetro. Egli notò che un termometro posto oltre il bordo rosso, l'ultimo colore visibile dello spettro di luce, misurava una temperatura più alta di quella dell'ambiente, rivelando così l'esistenza di una forma di energia che l'occhio non percepiva.

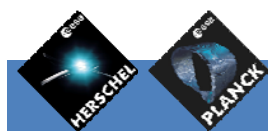
Prima di HERSCHEL, le missioni spaziali che hanno esplorato la banda infrarossa avevano tutti specchi più piccoli, inferiori agli 80 centimetri di diametro. Nel 1983 c'è stata la missione pionieristica IRAS (Infrared Astronomical Satellite), nel 1995 il satellite europeo ISO (Infrared Space Observatory) e, più recentemente, la missione SPITZER della NASA nel 2003 e il satellite giapponese AKARI nel 2006. HERSCHEL riuscirà a vedere molto di più e molto più in dettaglio di quanto abbiano fatto i suoi predecessori. Si stima che ci vorranno almeno 10 anni prima di costruire uno strumento migliore.

La radiazione infrarossa e submillimetrica è l'unica che riesca a "perforare" le nubi di polvere e gas che circondano le galassie più antiche e le stelle in formazione. È anche la banda spettrale più sensibile all'emissione degli oggetti freddi. Grazie a queste proprietà, HERSCHEL riuscirà a osservare le galassie lontane e gli oggetti più remoti del Sistema Solare e riuscirà a studiare la complessa chimica del mezzo interstellare che potrebbe aver fornito al nostro pianeta le molecole prebiotiche da cui è nata la vita.

Nonostante le radiazioni infrarosse provenienti dalle regioni più remote dell'Universo riescano ad attraversare le sue regioni più oscure, non riescono ad attraversare l'atmosfera terrestre perché sono assorbite dalle molecole che la compongono. Di qui la necessità di effettuare misure da satellite.

IL LANCIO

HERSCHEL partirà nel maggio 2009 dalla base di Kourou, nella Guiana Francese. Il lancio sarà effettuato con un vettore Ariane 5 che conterrà un altro satellite ESA, PLANCK, dedicato allo studio della radiazione cosmica di fondo. HERSCHEL si separerà dal vettore Ariane mezz'ora dopo il lancio, qualche minuto prima di PLANCK, e si dirigerà verso il secondo punto Lagrangiano L2. L2 è un punto di equilibrio stabile situato a circa 1,5 milioni di chilometri dalla Terra, dalla parte opposta rispetto al Sole. L2 ha il vantaggio di avere la Terra, la Luna e il Sole lungo la stessa direzione, tre oggetti che il telescopio non può puntare per non distruggere la strumentazione a bordo. Dopo 60 giorni di viaggio, HERSCHEL entrerà nella sua orbita definitiva attorno a L2 e inizierà la vita operativa della missione che dovrebbe durare un tempo minimo di tre anni e mezzo, il tempo stimato prima che sia esaurito l'elio superfluido usato per raffreddare il piano focale degli strumenti scientifici.





OBIETTIVI SCIENTIFICI

I principali obiettivi scientifici della missione HERSCHEL sono quelli legati allo studio delle prime galassie che si sono formate nell'Universo, del modo in cui nascono le stelle, degli oggetti freddi e della chimica del mezzo interstellare. Più in dettaglio, i principali programmi di studio sono:

La formazione delle galassie

Miliardi di galassie nell'Universo sono invisibili ai telescopi ottici perché nascoste dietro una immensa coltre di polvere e gas freddi. Si tratta soprattutto delle più antiche, quelle che si sono formate dopo il Big Bang. L'unico segnale che riesce ad attraversare la nube di polvere che circonda queste galassie primordiali è la radiazione infrarossa e submillimetrica. HERSCHEL rappresenta uno straordinario strumento archeologico per esplorare la storia del passato cosmologico, trovare galassie mai viste prima e gettare uno sguardo nel passato lontano dell'Universo, oltre le tenebre che i telescopi ottici non riescono a perforare.

I meccanismi con cui nascono le stelle

Le stelle si formano dentro nubi di polvere e gas dense e fredde che rendono invisibili ai telescopi ottici quello che avviene al loro interno. Con HERSCHEL sarà così possibile osservare direttamente per la prima volta la vita "embrionale" delle stelle sin dalle primissime fasi del collasso gravitazionale ed effettuare un vero e proprio censimento delle "nurseries" stellari della nostra Galassia. Poiché i pianeti nascono assieme alle stelle, HERSCHEL studierà anche i dischi circumstellari e la loro evoluzione in sistemi planetari.

La funzione di massa

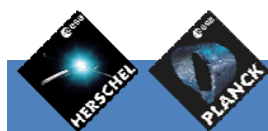
Uno dei grandi problemi dell'astronomia è capire qual è l'origine di quella che è chiamata funzione di massa stellare (quante stelle nascono per ciascun valore di massa stellare). Questo è molto importante perché dalla massa delle stelle dipendono i processi nucleari che avvengono al suo interno e quindi l'evoluzione chimica dell'Universo. Poiché le stelle non nascono isolate ma si formano in gruppi più o meno numerosi (ammassi), per studiare questo processo è necessario poter osservare l'evoluzione dei proto-ammassi. Per la prima volta, HERSCHEL, con la sua grande risoluzione spaziale, lo renderà possibile.

Lo studio dei corpi minori del sistema solare

La grande sensibilità di HERSCHEL permetterà di fare uno studio statistico dei planetesimi che si trovano oltre l'orbita di Plutone e di studiare asteroidi e comete, i reperti fossili più antichi del Sistema solare, quelli che hanno meglio conservato il materiale delle nubi proto-stellare. La sensibilità di HERSCHEL permetterà di osservare la cometa di Halley lungo tutta la sua orbita anche quando lontana dal Sole sarà solo un piccolo granello di ghiaccio che vaga nello spazio.

Analizzare la chimica dello spazio interstellare

Quando negli anni Quaranta si sono scoperte le prime molecole nello spazio interstellare si è anche scoperta la straordinaria chimica che vi avviene in condizioni che sono molto diverse da quelle della Terra (densità bassissime, irraggiungibili sulla Terra anche dai vuoti più spinti e temperature estreme, sia bassissime che altissime). In queste condizioni avvengono reazioni chimiche nuove, oggi ancora in gran parte da capire, che potrebbero aver costruito le molecole prebiotiche da cui è nata la vita sulla Terra. Poiché l'emissione delle molecole avviene principalmente nelle bande infrarosse e submillimetriche, HERSCHEL aprirà una nuova finestra per capire come il nostro Universo è cambiato nel tempo.





COME È FATTO

Lo specchio monolitico di 3,5 metri costituisce la vera eccellenza tecnologica di HERSCHEL. È grande una volta e mezza lo specchio del telescopio spaziale Hubble che è stato, nel decennio scorso, lo strumento più potente per osservare il cosmo dallo spazio.

Lo specchio di HERSCHEL è protetto da uno schermo rivestito di pannelli solari, che ha la duplice funzione di fornire energia al satellite e di proteggere il telescopio dai raggi solari. Lo specchio, assieme al secondario, focalizza la luce infrarossa sul piano focale posto sotto lo specchio primario, all'interno di un criostato che raffredda le strumentazioni scientifiche a temperature prossime allo zero assoluto (pari a circa $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Tre sono gli "occhi" di Herschel. Tre strumenti complementari, concepiti per studiare polvere e gas a temperature e stati differenti nell'intervallo spettrale 55 a 672 micron.

1) HIFI

HIFI (Heterodyne Instrument for the Far Infrared): uno spettrometro ad altissima risoluzione che divide la radiazione emessa nelle sue lunghezze d'onda elementari, creando una sorta di "impronta digitale" dell'oggetto osservato. HIFI sarà in grado di individuare singole specie molecolari nell'enormità dello spazio interstellare studiandone il moto, la temperatura e le altre proprietà fisiche. Sarà fondamentale per studiare le comete, l'atmosfera planetaria nel nostro Sistema Solare, la formazione di stelle e le galassie vicine e lontane.

2) PACS

PACS (Photodetector Array Camera and Spectrometer) è costituito da una camera (uno strumento simile alle macchine fotografiche digitali) e da uno spettrometro ad immagini operanti a lunghezze d'onda tra i 55 e i 210 micron. In fotometria PACS utilizza due matrici di bolometri (lo strumento per misurare la radiazione elettromagnetica) con cui gli astronomi potranno "fotografare" il cielo a queste lunghezze d'onda. In spettroscopia PACS può ottenere immagini spettri dalle quali si ricavano informazioni sulla composizione chimica e lo stato fisico del gas e della polvere degli oggetti osservati.

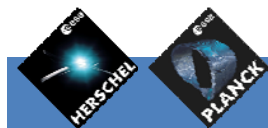
3) SPIRE

SPIRE (Spectral and Photometric Imaging Receiver) è costituito da una camera per eseguire immagini astronomiche a bassa ed alta risoluzione spettrale, tra i 194 e i 672 micron. Per le immagini fotometriche ha, al piano focale, tre matrici di bolometri che permettono di prendere contemporaneamente tre immagini in tre colori diversi. Le immagini ad alta risoluzione sono invece ottenute con uno spettrometro a trasformata di Fourier.

IL RUOLO ITALIANO

Nell'ambito della collaborazione internazionale europea per la missione HERSCHEL, l'Italia è responsabile del sistema controllo di tutti gli strumenti di bordo, della realizzazione delle Digital Control Unit e dei software di bordo. In Italia sono state anche sviluppate parte delle ottiche dello strumento HIFI ed è stata eseguita la calibrazione spettroscopica dello strumento PACS. Ricercatori italiani sono inoltre membri dei tre centri di controllo che hanno lavorato all'ottimizzazione degli strumenti e che ora gestiranno le osservazioni e i dati provenienti dal satellite in orbita.

Grazie all'eccellenza scientifica internazionalmente riconosciuta nel campo della formazione stellare ed e dell'evoluzione cosmologica delle galassie, i ricercatori italiani saranno in prima linea nei programmi scientifici di HERSCHEL. In particolare, sono guidati da astronomi Italiani i più importanti programmi osservativi, "Hi-GAL" e "Gould Belt", che otterranno il primo atlante multicolore del piano della nostra galassia e delle nubi molecolari nei dintorni del Sole,





consentendo di svelare per la prima volta la frazione delle stelle della Via Lattea che è ancora in fase gestazione.

La partecipazione italiana alla realizzazione degli strumenti al piano focale di HERSCHEL è stata finanziata dall'ASI. L'attività, che ha coinvolto circa 30 ricercatori coordinati dall'INAF-IFSI, si è svolta in gran parte nelle sedi INAF di Roma, Arcetri, Padova e Trieste, presso il dipartimento di Astronomia delle Università di Padova e presso l'European Laboratory For Non linear Spectroscopy dell'Università di Firenze.

L'INDUSTRIA

Prime contractor di HERSCHEL è Thales Alenia Space (Cannes, Francia) alla guida di un vasto consorzio di partner industriali tra cui Astrium, con la sede tedesca responsabile per il modulo degli strumenti e la sede francese responsabile del telescopio, e Thales Alenia Space di Torino, responsabile del modulo di servizio. Le industrie italiane coinvolte nella realizzazione degli strumenti di HERSCHEL sono Carlo Gavazzi Space per le Digital Control Unit e Selex Galileo per parte delle ottiche di HIFI.

HERSCHEL IN PILLOLE

Massa al lancio: 3,4 tonnellate, di cui 2.300 litri di elio liquido

Dimensioni: 7,5 metri di altezza per 4,5 m di larghezza

Stazione di Terra principale: Antenna Deep Space di New Norcia, Australia.

Mission Operations Centre (MOC): fornito dall'ESA presso lo European Space Operations Centre (ESOC), di Darmstadt, Germania.

Herschel Science Centre (HSC): fornito dall'ESA presso lo European Space Astronomy Centre (ESAC) di Villafranca, Spagna.

NASA Herschel Science Centre (NHSC): fornito da NASA presso il California Institute of Technology (Caltech) Infrared Processing and Analysis Center (IPAC), Pasadena, California, USA.

Instrument Control Centres (ICCs):

- PACS ICC: Istituto Max Planck per la Fisica Extraterrestre, Garching, Germania.
- SPIRE ICC: Rutherford Appleton Laboratory, Didcot, Gran Bretagna.
- HIFI ICC: SRON Netherlands Institute for Space Research, Groningen, Paesi Bassi.

Orbita: Secondo punto lagrangiano L2 distante 1,5 milioni di chilometri dalla Terra

Payload: un telescopio di 3,5 m di diametro, un criostato di elio superfluido (T=2 Kelvin, circa - 271 °C), tre strumenti scientifici: PACS, SPIRE, HIFI

Costo: circa un miliardo di euro.

Durata prevista: tre anni e mezzo. Due terzi del tempo di osservazione sarà a disposizione dell'intera comunità scientifica, il resto è stato assegnato al consorzio che ha realizzato gli strumenti. HERSCHEL opererà autonomamente, sarà in contatto con la Terra solo tre ore al giorno durante le quali il satellite trasmetterà i dati scientifici verso le stazioni di ascolto poste sul nostro pianeta.

