

IL VOYAGER 2 E' USCITO DALL'ELIOSFERA

Dopo 41 anni di viaggio, anche la sonda Voyager 2 è entrata nello spazio interstellare. Lo stesso destino era già capitato alcuni anni fa alla gemella Voyager 1, che ha seguito una traiettoria differente

Patrizia Caraveo



È dirigente di ricerca all'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e lavora all'Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica di Milano.

L'eliosfera è la regione dominata dall'energia emessa dal Sole sotto forma di radiazione e di particelle accelerate. È quello che gli astrofisici chiamano "vento solare" ed è un flusso di energia che si irradia a riempire lo spazio interplanetario. L'eliosfera è una bolla di plasma, cioè di

materiale ionizzato, che si estende a milioni di chilometri all'ora e che determina la zona di influenza del Sole nella quale noi siamo immersi. La maggior parte delle particelle e del campo magnetico all'interno di questa bolla arriva dal Sole. Fuori dalla bolla, al contrario, la maggior parte delle particelle sono di origine galattica e sono state accelerate dall'esplosione di supernovae decine di milioni di anni fa. Ovviamente, sapevamo dell'esistenza di questa struttura, che è molto importante nell'economia energetica del Sistema Solare, ma non eravamo sicuri delle sue dimensioni.

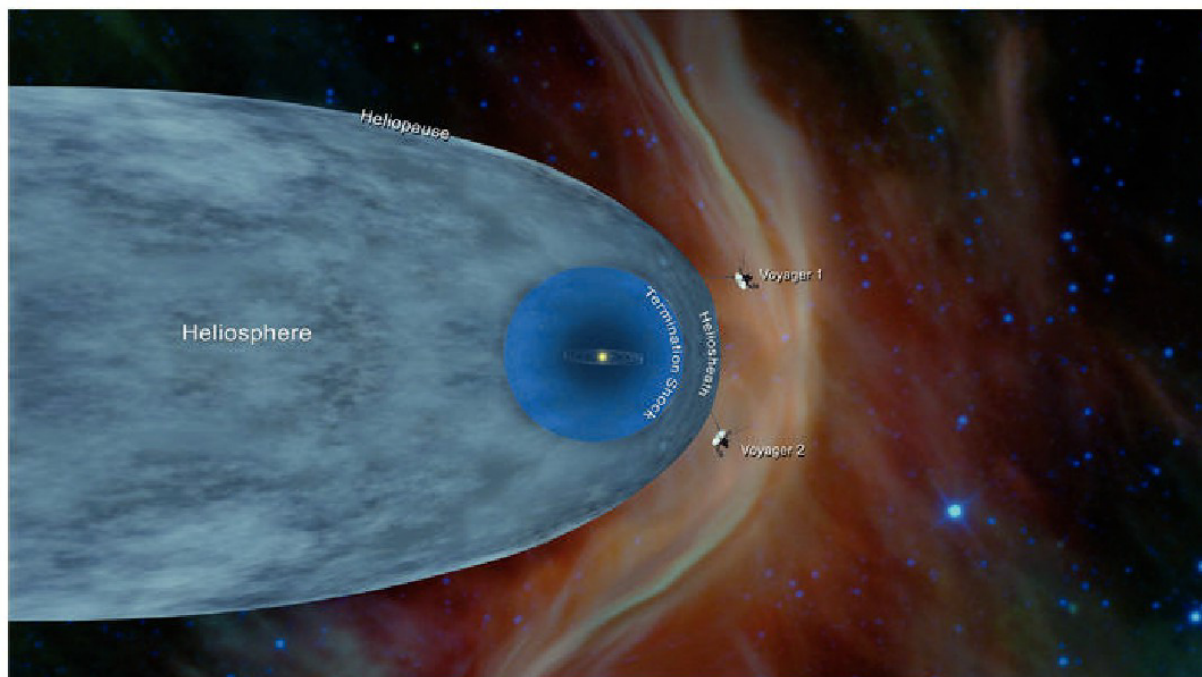
Come si vede nella figura che schematizza la bolla energetica creata dal Sole, la geometria è complicata dal moto del Sole

intorno al centro della Galassia.

Questo crea una specie di onda di prua galattica, dovuta al moto del Sole nello spazio interstellare che, benché molto rarefatto, non è vuoto ma ha un suo contenuto di materia e di energia.

Quando la pressione esercitata dal vento solare (che diminuisce man mano che la bolla si espande lontano dal Sole) diventa uguale a quella dell'ambiente circostante, si forma un'onda d'urto che determina il confine tra il dentro e il fuori della zona d'influenza del Sole.

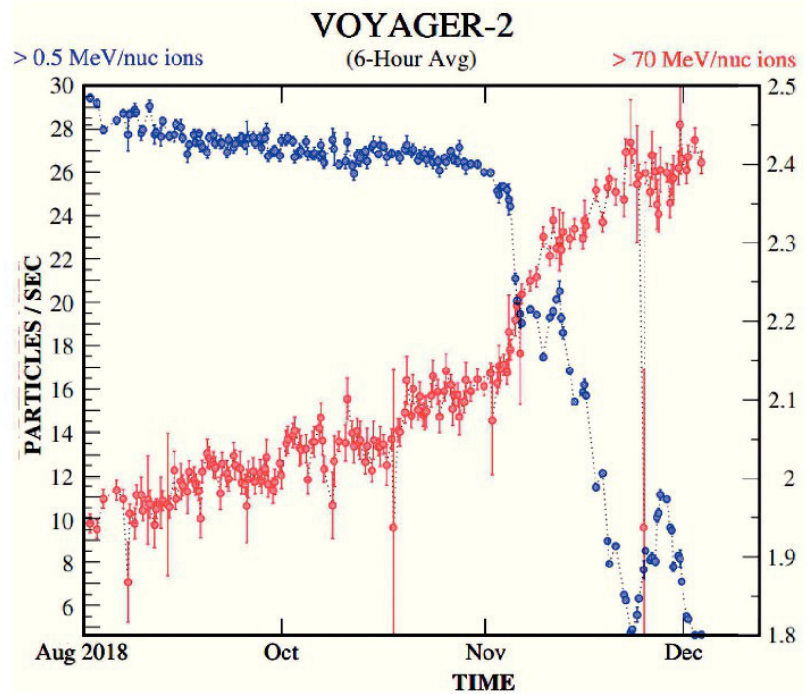
Come era successo alla gemella *Voyager 1* già nel 2012, recentemente il segnale della particelle di origine solare captato dalla sonda *Voyager 2* si è affievolito fino a scomparire mentre cresceva quello dei raggi cosmici che vengono dalla Galassia.



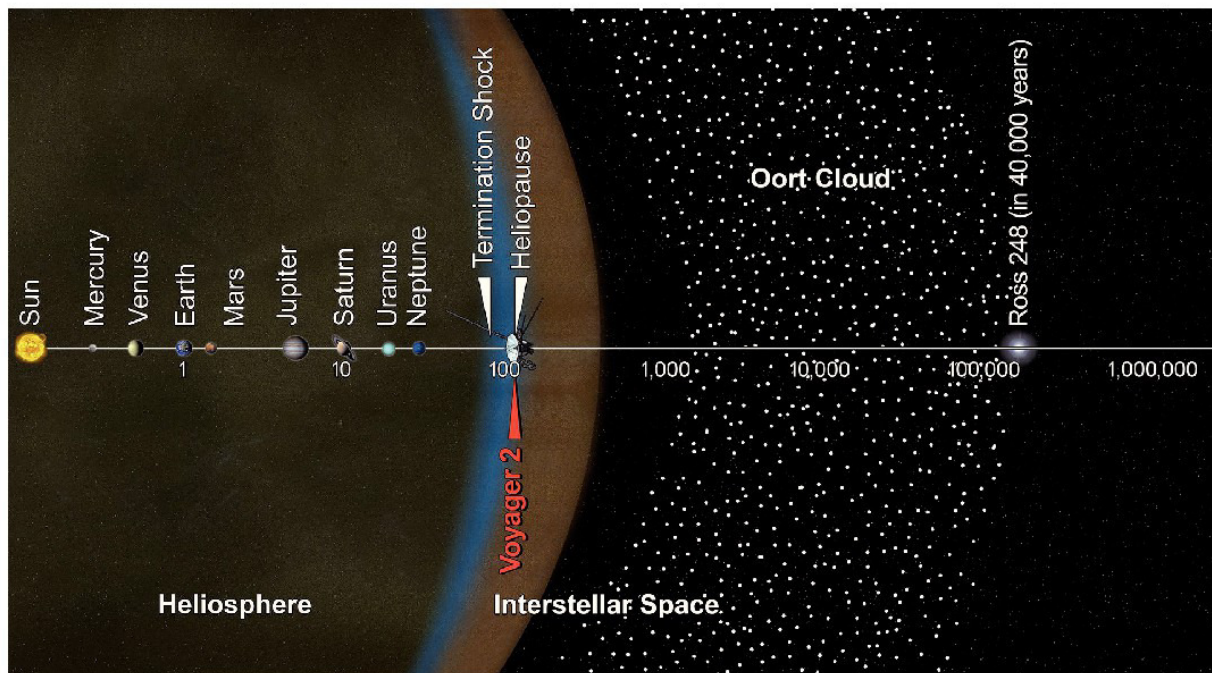
▲ Rappresentazione schematica dell'eliosfera, dell'eliopausa e della posizione (indicativa) delle due sonde *Voyager*.

Come vediamo dal grafico che riporta il conteggio delle particelle di origine solare insieme a quelle di origine galattica, il 5 novembre 2018 la sonda *Voyager 2* è ufficialmente uscita dall'eliosfera. Il passaggio dal dentro al fuori della bolla solare è stato abbastanza rapido, al contrario di quanto era successo nel 2012 per la *Voyager 1* che aveva invece impiegato alcuni mesi ad uscire definitivamente. Forse la differenza tra i due attraversamenti è dovuta al fatto che sono avvenuti a 6 anni di distanza, in momenti radicalmente diversi del ciclo undecennale del Sole. Adesso il Sole è al minimo di attività mentre nel 2012 stava entrando nella fase del massimo.

Questo non significa però che le sonde *Voyager* siano fuori dal Sistema Solare. *Voyager 1* è a 21 miliardi di km da noi mentre *Voyager 2* è a 18 miliardi e, seppure siano distanze incredibili, ci vorranno ancora centinaia di anni



▲ Conteggio delle particelle di origine solare (in blu) e di quelle di origine galattica (in rosso).



▲ Disegno che illustra schematicamente la situazione della *Voyager 2* all'inizio di dicembre del 2018; le distanze sono espresse in Unità Astronomiche e in scala esponenziale.

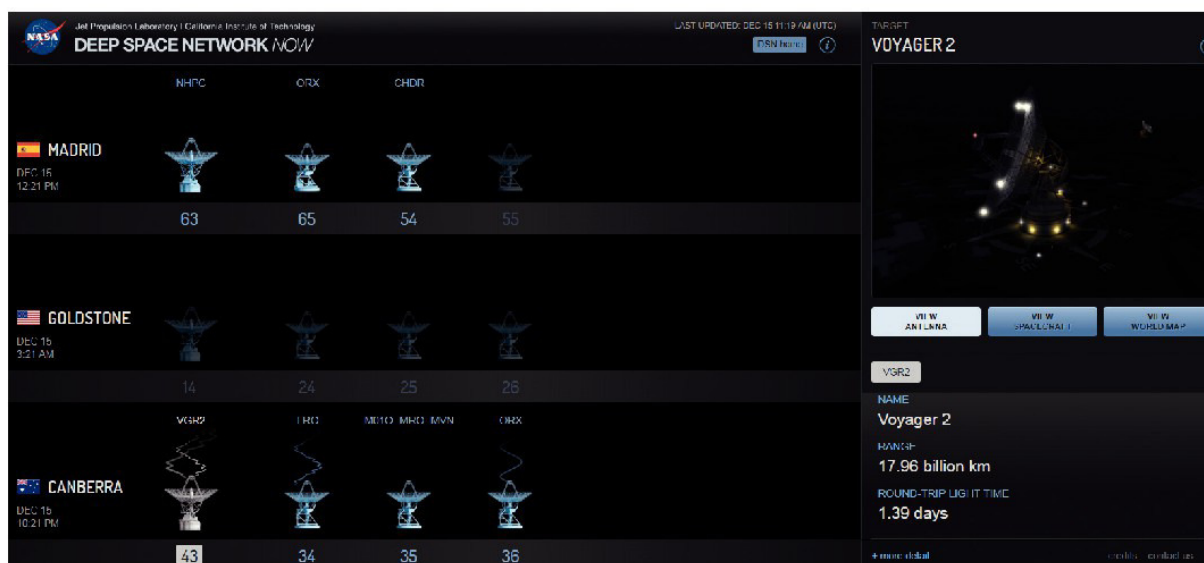
perché le due sonde arrivino alla Nube di Oort, il serbatoio gelido dove sono parcheggiate le comete del Sistema Solare, e ci vorranno altre migliaia di anni ad attraversarlo.

Partite, rispettivamente, il 20

agosto e il 7 settembre 1977, le *Voyager* sono dei dinosauri della tecnologia spaziale. La memoria del vostro smartphone è 200.000 volte più potente di quella delle sonde *Voyager* che comunicano con le stazioni di terra ad una

velocità che faticiamo a immaginare: 160 bit al secondo.

Dotate di un generatore nucleare al plutonio, le sonde continuano a lavorare. Dal momento che la potenza disponibile diminuisce anno dopo anno, i control-



▲ In questa *snapshot* del 15 dicembre alle 11h 19m (UTC), la grande antenna di Camberra (in Australia) sta ricevendo proprio i dati di *Voyager 2* (VGR2). Sono solo 160 bit al secondo, ma stanno facendo la storia.

lori fanno acrobazie per gestire l'energia disponibile allo scopo di allungare al massimo la vita delle sonde che dovrebbero poter mantenere i collegamenti fino alla festa del loro mezzo secolo, tra circa 9 anni.

L'idea di una missione di esplorazione così grandiosa e visionaria è nata nel 1965 dalla fertile mente del giovane Gary Flandro che lavorava *part-time* al *Jet Propulsion Laboratory* (JPL). Calcolando e disegnando, a mano, la posizione dei pianeti esterni (Giove, Saturno, Urano e Nettuno), si rese conto che si stava per verificare un allineamento dei quattro giganti gassosi, un'eventualità che si presenta una volta ogni 175 anni. Sarebbe stato quindi possibile pensare di effettuare un "Grand Tour" di esplorazione dei pianeti esterni del Sistema Solare. Praticamente identiche, e lanciate quasi contemporaneamente, le due sonde *Voyager* hanno seguito però due traiettorie molto diverse.

Mentre *Voyager 1*, dopo avere sorvolato Giove e Saturno, è stata diretta subito verso l'esterno del Sistema Solare, *Voyager 2* era stata scelta per il *Grand Tour*. Sarebbe passata anch'essa vicino a Giove e Saturno ma poi avrebbe visitato Urano (gennaio 1986) e, infine, Nettuno (agosto 1989). E poi, dopo il 1989, quando non c'erano

più pianeti da studiare, è iniziata quella che oggi si chiama *Voyager Interstellar Mission*. "Interstellar" proprio perché si sperava che le sonde raggiungessero lo spazio interstellare mentre avevano ancora il livello di energia necessario per trasmettere i loro dati fino a noi.

Si sperava, senza averne la certezza perché le dimensioni della bolla intorno al Sole non erano mai state misurate. Quanto tempo avrebbero impiegato le sonde per uscire dall'eliosfera? Adesso abbiamo ben due risposte che si riferiscono a due diversi attraversamenti. I dati di *Voyager 2* sono più ricchi di quelli della sonda gemella che aveva il misuratore del vento solare (lo strumento PLS, contrazione che significa *Plasma Science experiment*) fuori servizio. Ammaestrati dai problemi di *Voyager 1*, al JPL hanno lavorato con grande attenzione per mantenere operativi tutti gli strumenti necessari.

Avere entrambe le sonde funzionanti nello spazio interstellare è un grandissimo successo e non passa giorno senza che le antenne del *Deep Space Network* (DSN) della NASA non ascoltino le due veterane dello spazio. Vedere per credere:

<https://eyes.nasa.gov/dsn/dsn.html>

Al JPL, tutti i protagonisti delle

missioni *Voyager* sono andati in pensione con l'eccezione del *project scientist* Ed Stone che, ultraottantenne, non ha nessuna intenzione di mollare: le sue sonde sono in un territorio inesplorato e i dati che raccolgono sono sempre più preziosi.

Stone non rimpiange certo di avere dedicato buona parte della sua carriera al programma *Voyager* i cui risultati lo riempiono d'orgoglio. Ecco il suo riassunto di questa fantastica avventura: "Il programma *Voyager* ha davvero cambiato la nostra visione del Sistema Solare. Abbiamo visto l'attività vulcanica su Io.

Abbiamo scoperto che è possibile che su Europa ci sia un oceano. Abbiamo continuato a fare scoperte che qualche anno prima della missione *Voyager* non avremmo mai nemmeno immaginato. Quello che ha reso *Voyager* così emozionante è che non solo ha confermato quello che pensavamo di sapere, ma, cosa ancora più incredibile, ci ha detto che c'era qualcosa da scoprire anche quando non ce lo aspettavamo.

E così si allunga la lista delle scoperte di *Voyager*. E questa era una di quelle in cui speravamo. Fortunatamente, entrambe le sonde erano ancora operative quando hanno raggiunto lo spazio interstellare. È davvero straordinario". ●