

*** NOVA ***

N. 1762 - 16 GIUGNO 2020

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

CAMBIAMENTI NELL'ELIOSFERA AL CONFINE CON LO SPAZIO INTERSTELLARE

Lontano, ben oltre le orbite dei pianeti, si trovano i contorni nebulosi della grande bolla che viene generata dal campo magnetico del Sole. I bordi di questa bolla cosmica non sono fissi: si restringono e si allungano nel corso degli anni, in risposta all'attività solare.

Ora, per la prima volta, gli scienziati hanno utilizzato dati raccolti in un intero ciclo solare (11 anni) dalla sonda spaziale IBEX (Interstellar Boundary Explorer) della NASA per studiare come l'eliosfera si modifica nel tempo. Questi risultati sono stati pubblicati su *The Astrophysical Journal Supplements* il 10 giugno 2020 (<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4365/ab8dc2>).

IBEX è grande quanto una gomma di un autobus. «Ha avuto un enorme successo, è durato molto più a lungo di quanto ci aspettassimo. Siamo fortunati ad avere un intero ciclo di osservazioni solari», ha detto David McComas, *principal investigator* della missione (Princeton University nel New Jersey).

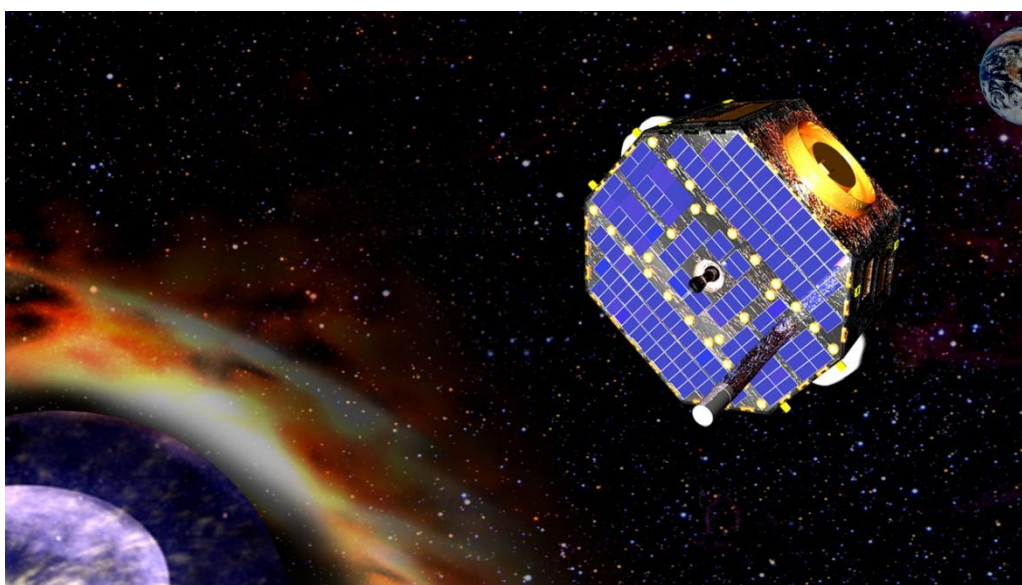


Immagine artistica della sonda IBEX che esplora i confini del sistema solare. Crediti: NASA/GSFC
(v. https://www.nasa.gov/mp4/240354main_AboutIBEX640x360.mp4)

L'eliosfera si riempie di vento solare, flusso costante di particelle cariche provenienti dal Sole. Il vento solare si propaga in tutte le direzioni, a un milione di miglia all'ora, fino a quando non impatta contro il mezzo interstellare, costituito dai venti di altre stelle.

Le particelle senza carica che si formano in questa lontana regione dello spazio – chiamate atomi neutri energetici (ENA, energetic neutral atom) – sono al centro delle indagini di IBEX. Si formano quando particelle calde e cariche come quelle del vento solare si scontrano con atomi neutri freddi come quelli che fluiscono nello spazio interstellare. Le particelle di vento solare possono strappare gli elettroni dai pesanti atomi interstellari, diventando essi stessi neutri. Poiché la particella non è più

NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. PER SOCI E SIMPATIZZANTI - ANNO XV

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.
È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti dalla Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5.
I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del *Regolamento generale sulla protezione dei dati* (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

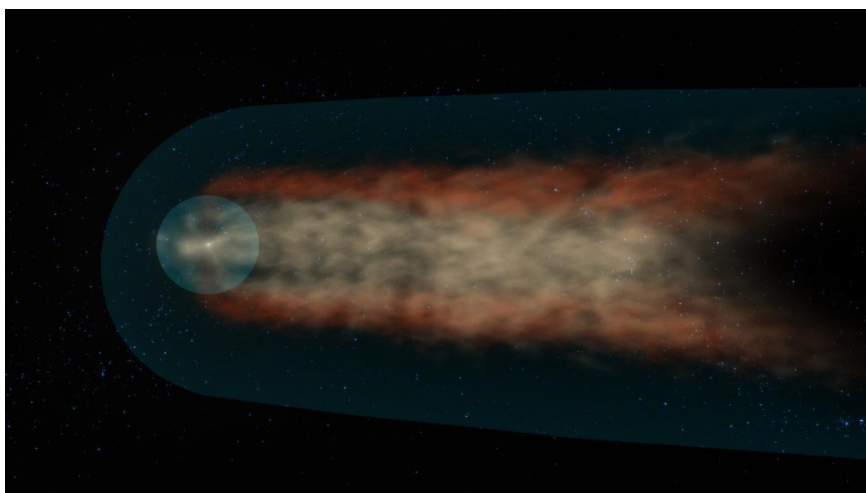
www.astrofilisusa.it

carica (ha un numero uguale di protoni ed elettroni) non reagisce più ai campi magnetici e viaggia in linea retta dal punto in cui si è verificata l'interazione.

Il viaggio di queste particelle inizia molto prima che IBEX le rilevi. Oltre i pianeti, oltre la fascia di asteroidi e la fascia di Kuiper, fino al limite dell'eliosfera, ci vuole circa un anno perché una raffica di vento solare percorra 100 volte la distanza tra il Sole e la Terra. In questo tragitto il vento solare raccoglie atomi ionizzati di gas interstellari che si sono insinuati nell'eliosfera. Il vento solare che arriva al limite esterno non è lo stesso vento che ha lasciato il Sole un anno prima.

Le particelle di vento solare potrebbero trascorrere altri sei mesi nel caos dell'eliosfera. Inevitabilmente, alcune si scontrano con gas interstellari e diventano atomi neutri energetici. Di tutte le particelle neutre formatesi, solo alcune in realtà arrivano a IBEX. L'intero viaggio dura da due a tre anni per le particelle a più alta energia nel campo di osservazione di IBEX, e anche più a lungo a energie più basse o in regioni più distanti. Esistono però così tante particelle energetiche che interagiscono con i neutri interstellari, che sebbene possano viaggiare in qualsiasi direzione, i sensori IBEX sono in grado di captarne tra una all'ora e poche al minuto.

IBEX sfrutta il fatto che atomi neutri come questi non sono deviati dal campo magnetico del Sole. IBEX rileva direzione ed energia delle particelle di vento solare. Il risultato è una mappa del confine interstellare, realizzata con lo stesso principio che un pipistrello usa per volare nella notte: monitorare un segnale in arrivo per conoscere meglio ciò che ci circonda.



Mentre il Sole si diffonde attraverso il mezzo interstellare, genera un'onda calda e densa come l'onda sulla parte anteriore di una barca che scorre sul mare. In questa illustrazione, questo è il confine in blu più scuro. IBEX ha aiutato gli scienziati a determinare la forma dell'eliosfera, che ha una coda simile a una cometa.

Crediti: NASA's Scientific Visualization Studio/Conceptual Imaging Lab

Utilizzando gli oltre 11 anni di dati di IBEX, McComas e il suo team sono stati in grado di studiare i cambiamenti che si evolvono nel tempo. Quando aumenta il vento solare, l'eliosfera si gonfia come un pallone e particelle neutre si propagano alle frange esterne. Quando il vento solare si calma, il pallone si contrae e le particelle neutre diminuiscono. «Ci vogliono tanti anni perché questi effetti raggiungano il limite dell'eliosfera», ha dichiarato Jamey Szalay, un altro ricercatore della Princeton University. «Per noi, avere così tanti dati da IBEX finalmente ci permette di ottenere queste correlazioni a lungo termine».

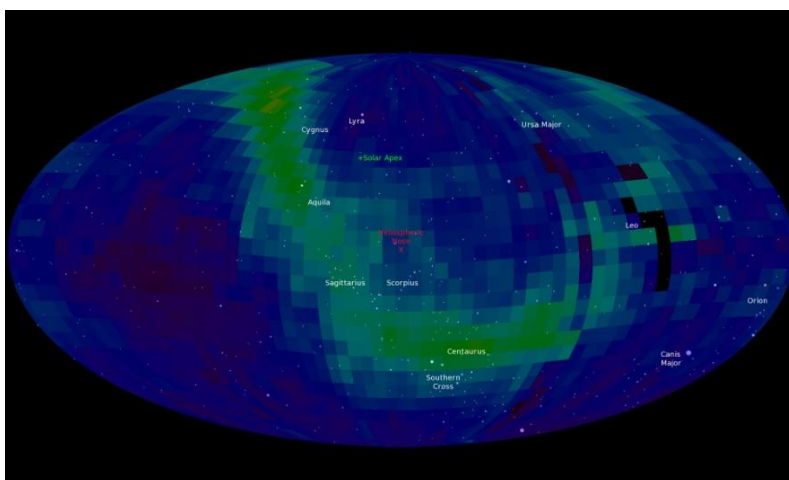
Dal 2009 al 2014 il vento solare ha soffiato abbastanza basso e costante. L'eliosfera si è contratta. Poi è arrivato un rigonfiamento a sorpresa nel vento solare, come se il Sole emettesse un grande sospiro. Alla fine del 2014, i veicoli spaziali della NASA in orbita attorno alla Terra hanno rilevato un aumento della pressione del vento solare di circa il 50% (da allora è rimasto elevato per diversi anni). Due anni dopo, il vento solare fluttuante ha portato a una raffica di particelle neutre nell'eliosfera. Altri due anni dopo, hanno riempito la maggior parte dell'eliosfera. Alla fine, si sono abbattuti sui poli nord e sud dell'eliosfera.

Questi cambiamenti non erano simmetrici. Ciascuna protuberanza osservata tracciava le stranezze della forma dell'eliosfera. Gli scienziati sono rimasti sorpresi di quanto hanno visto spingere in fuori l'eliopausa dall'onda di marea del vento solare.

IBEX non ha ancora osservato gli effetti sul retro dell'eliosfera, l'*eliotail*. Ciò significa che l'estremità della coda è molto più lontana dal Sole rispetto alla parte anteriore; quelle particelle sono in un viaggio molto più lungo. Forse l'impennata del vento solare sta ancora precipitando verso la coda, o forse le particelle neutre sono già sulla via del ritorno. Nei prossimi anni il team IBEX controllerà i segnali del loro ritorno dalla coda.

La forma dell'eliosfera è stata oggetto di dibattito negli ultimi anni. Alcuni hanno sostenuto che la nostra bolla nello spazio è sferica come un globo; altri hanno suggerito che ha una forma simile a un cornetto. Ma in questo studio i dati IBEX mostrano chiaramente che la risposta dell'eliosfera alla spinta del vento solare è stata asimmetrica, quindi anche l'eliosfera deve essere asimmetrica. Il Sole è situato vicino alla parte anteriore e mentre il Sole sfreccia nello spazio, l'*eliotail* si trascina molto più indietro, qualcosa come la coda strisciante di una cometa.

I molti anni di dati di IBEX hanno anche avvicinato gli scienziati a una spiegazione per una delle caratteristiche più sconcertanti dell'eliosfera, nota come "nastro IBEX (*IBEX ribbon*)". Il nastro rimane una delle più grandi scoperte di IBEX. Annunciato nel 2009, si riferisce a una vasta fascia diagonale di atomi neutri energetici, sulla parte anteriore dell'eliosfera. Gli scienziati sono stati a lungo perplessi: perché una parte qualsiasi del confine dovrebbe essere così diversa dal resto?



Il *ribbon* rimane una delle più grandi scoperte di IBEX, qui mostrato come una vasta fascia diagonale sulla parte anteriore dell'eliosfera. Crediti: NASA/IBEX

Nel tempo IBEX ha indicato che ciò che forma il nastro è molto diverso da ciò che costituisce il resto dello spazio interstellare. È modellato dalla direzione del campo magnetico interstellare. Ma come vengono prodotte le particelle del nastro? Gli scienziati ritengono molto probabile si tratti di un processo secondario, che fa raddoppiare il viaggio di un certo gruppo di particelle energetiche neutre.

Superando di gran lunga la sua missione iniziale di due anni, IBEX sarà presto affiancato da un'altra missione della NASA, IMAP (Interstellar Mapping and Acceleration Probe), di cui McComas è anche *principal investigator*. Il lancio della missione è previsto per la fine del 2024. «IMAP rappresenta un'opportunità perfetta per studiare, con grande risoluzione e sensibilità, ciò che IBEX ha iniziato a mostrarci, in modo da ottenerne una comprensione ancora più dettagliata», ha affermato McComas.

<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/nasa-ibex-charts-11-years-change-at-boundary-interstellar-space-heliosphere-sun>

<https://solarsystem.nasa.gov/missions/interstellar-boundary-explorer-ibex/in-depth/>

https://www.nasa.gov/mission_pages/ibex/index.html - <https://earth.esa.int/web/eoportal/satellite-missions/i/ibex>

<https://svs.gsfc.nasa.gov/13642>

<https://www.nasa.gov/press-release/nasa-selects-mission-to-study-solar-wind-boundary-of-outer-solar-system>