

ALLA RICERCA DI UNA TERRA GEMELLA

Il Micromega di Voltaire proveniva da un pianeta ruotante attorno alla stella Sirio. Cosa sappiamo oggi di pianeti potenzialmente abitabili? Dal 1992, anno della scoperta di due oggetti di dimensioni planetarie in orbita attorno a una pulsar, il numero di pianeti extrasolari scoperti dagli scienziati è cresciuto fino a raggiungere la cifra di 3.500, e continua ad aumentare ogni giorno. Ma c'è un pianeta gemello della Terra? Le probabilità in effetti sono molto alte. Come ha detto di recente uno scienziato della Nasa, la sua individuazione non è più questione di se ma di quando.

ELISA NICHELLI

Super-terre, gioviani caldi, pianeti in orbita attorno a sistemi binari di stelle. Fantascienza? Da qualche decennio a questa parte non più. Quelli elencati sono solo alcuni degli oggetti celesti che abbiamo scoperto negli ultimi vent'anni. Grazie agli enormi passi avanti compiuti nel campo della planetologia extrasolare, classi intere di pianeti che non immaginavamo nemmeno potessero esistere oggi sono realtà.

I pianeti in orbita attorno a stelle diverse dal Sole sono ormai oltre 3.500, e il loro numero continua ad aumentare ogni giorno, grazie soprattutto alle numerose missioni spaziali e campagne osservative dedicate alla loro scoperta. L'aspetto più sorprendente, però, non ha a che fare con il loro numero, ma con il fatto che questi nuovi mondi siano del tutto diversi rispetto a quanto avevamo immaginato. I primi esopianeti scoperti risalgono all'inizio degli anni Novanta, e già dalle loro proprietà fisiche ha iniziato ad apparire evidente che la formazione di sistemi planetari dovesse seguire canali molto differenti dal modello standard sviluppato osservando il nostro sistema solare. Giganti gassosi che compiono orbite complete attorno alla propria stella in pochi giorni, sistemi planetari che circondano coppie o gruppi di stelle. Più puntavamo

lo sguardo attorno a noi, più il panorama si arricchiva di realtà che superavano qualsiasi sfrenata fantasia fantascientifica.

Il primo annuncio della scoperta di un pianeta extrasolare è arrivato nel 1992, con la scoperta di ben due oggetti di dimensioni planetarie in orbita attorno a una pulsar, il resto denso e in rapida rotazione di una stella massiccia. La sorpresa dei ricercatori fu grande, poiché ci si aspettava che i primi avvistamenti planetari avrebbero riguardato sistemi in orbita attorno a stelle simili al Sole. Come spesso accade, la natura si guarda bene dal conformarsi alle nostre aspettative. Il primo oggetto planetario in orbita attorno a una stella di tipo solare fu osservato nel 1995, e si trattava di un pianeta gigante, pari a circa la metà di Giove. Anche in questo caso gli scienziati restarono a bocca aperta, poiché il pianeta, nonostante la sua considerevole taglia, sfrecciava lungo un'orbita talmente stretta da impiegare quattro giorni (terrestri) per compiere un giro completo. Questa danza ravvicinata fa sì che il pianeta raggiunga una temperatura superficiale molto alta: attorno ai 1.000 gradi centigradi. L'oggetto estremo e inaspettato è poi diventato il capostipite di una nuova famiglia di pianeti extrasolari, i cosiddetti gioviani caldi.

Metodi di scoperta

Osservare il passaggio di un pianeta attorno alla propria stella non è un compito semplice. Vista l'enorme distanza che ci separa dalle stelle (escluso il Sole), non siamo in grado di fotografare direttamente un sistema planetario al di fuori dal nostro, dunque la scoperta di un pianeta extrasolare avviene sempre in maniera indiretta, per gli effetti che esso ha sulla propria stella madre.

La tecnica più efficace è il cosiddetto metodo dei transiti, ovvero la misura della variazione di luminosità della stella dovuta al passaggio del pianeta davanti al disco stellare. Nonostante si tratti del metodo di rivelazione più promettente, occorre tenere a mente che un pianeta ha dimensioni che vanno da un millesimo a un milionesimo della propria stella, e quindi le variazioni di intensità luminosa che il telescopio deve riuscire a misurare sono estremamente piccole (circa lo 0,01 per cento per un pianeta di dimensioni terrestri).

Un altro metodo che ha dato buoni risultati è quello che permette di rivelare la presenza di un pianeta a partire dallo spostamento della stella nello spazio, verso di noi e in allontanamento da noi.

Questa tecnica ricorre alla velocità radiale, ovvero lungo la linea di vista, che è misurabile dallo spostamento della luce della stella stessa verso frequenze più blu, se si avvicina, o più rosse se si allontana. Non sorprende dunque che entrambi questi metodi abbiano favorito la scoperta di pianeti di grossa taglia, simili a Giove, dato che i loro effetti sono più evidenti e facilmente misurabili.

Lo strumento scientifico che più di ogni altro ha contribuito alla scoperta di pianeti extrasolari è il telescopio spaziale Kepler della Nasa, con oltre 2 mila pianeti all'attivo. Lanciato nel 2009, ha visto la propria durata di vita estendersi dai 3,5 anni nominali agli attuali 8. Il suo obiettivo consisteva nel monitoraggio di circa mezzo milione di stelle poste all'interno di uno specifico campo di vista, nei pressi della costellazione del Cigno. La regione di cielo è stata scelta tenendo conto di una serie di parametri: doveva trovarsi lungo il piano della galassia, non troppo vicino al suo centro, dove l'addensamento di stelle e gas impedisce misurazioni accurate di luminosità, e ragionevolmente lontano dall'eclittica, ovvero il percorso apparente del cielo lungo la sfera celeste. La strategia di puntare su una singola regione di cielo ha permesso a Kepler di raccogliere variazioni di luminosità con intervalli regolari e per lungo tempo. I rivelatori montati a bordo del telescopio sono inoltre ottimizzati per captare la luce proveniente da stelle di taglia medio-piccola, massimizzando la probabilità di scoprire pianeti in transito attorno a stelle simili al Sole. Tra il 2012 e il 2013 due dei quattro giroscopi che permettevano al satellite di orientarsi in cielo hanno smesso di funzionare, imponendo al team responsabile delle operazioni di volo un drastico cambio di programma. Il telescopio è rimasto operativo, ma le sue capacità osservative si sono ridotte e i suoi obiettivi scientifici si sono estesi a sorgenti variabili come supernovae, comete o asteroidi.

Oltre a Kepler, sono molti gli osservatori dedicati alla caccia di esopianeti che hanno contribuito in maniera sostanziale a costruire il panorama attuale. Tra quelli spaziali spicca Corot, attivo dal 2006 al 2012, che ha scoperto Corot-7b, il primo pianeta roccioso con densità e composizione simili a quella terrestre. Peccato che la sua orbita sia talmente vicina alla stella madre da far durare il suo anno circa 20 ore terrestri. Tra l'attività vulcanica e gli sbalzi di temperatura (dai 2 mila gradi centigradi nel lato in cui è giorno ai -200 dove è notte), Corot-7b è sicuramente un mondo poco ospitale. Il più efficiente degli osservatori terrestri è senza dubbio lo strumento Harps (acronimo di High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher), montato sul telescopio da 3,6 metri dell'Osser-

vatorio europeo australe (Eso) in Cile. Harps è uno spettrografo di ultima generazione, che arriva a misurare le velocità radiali delle stelle con precisione estrema (fino a 3,5 km/h). La sua altissima sensibilità lo rende lo strumento più efficace per la caccia ai pianeti extrasolari di piccola taglia. Due terzi degli esopianeti scoperti con masse inferiori a quella di Nettuno sono stati individuati da Harps.

Quanti gemelli per la Terra

6
0

Negli ultimi anni le scoperte di nuovi mondi sono diventate talmente frequenti che cominciamo quasi ad assuefarci davanti all'ennesimo annuncio del possibile gemello della Terra. Ma quanti di questi pianeti extrasolari si sono rivelati davvero interessanti, in termini di possibile abitabilità? Di recente ha fatto parlare di sé il sistema Trappist-1, poiché ospita ben sette pianeti di dimensioni rocciose, di cui almeno tre nella fascia di abitabilità della propria stella. Si tratta tuttavia di mondi poco accoglienti, poiché si trovano tutti in orbite più strette di quella di Mercurio attorno al Sole, e sono probabilmente in moto sincrono attorno alla propria stella, ovvero le mostrano sempre la stessa faccia. Un altro pianeta che un paio di anni fa ha destato l'attenzione della comunità scientifica e del grande pubblico è Kepler 452-b, che in comune con la Terra ha le dimensioni, e il fatto che si trovi a una distanza simile a quella tra la Terra e il Sole da una stella di taglia solare. E poi c'è Proxima b, il pianeta extrasolare più vicino a noi, ma che orbita attorno a una nana rossa, ed è soggetto a venti stellari molto forti, che potrebbero compromettere la sua abitabilità. Ma cosa significa, esattamente, quando diciamo che un pianeta è abitabile, ovvero adatto a ospitare la vita? Innanzitutto occorre partire dalla definizione di fascia di abitabilità, ovvero quella regione dello spazio che circonda una stella entro la quale potrebbe verificarsi una delle condizioni primarie per la vita: la presenza di acqua allo stato liquido. Questa regione di spazio varia a seconda delle dimensioni (e dunque della luminosità) della stella: più è piccola e debole più il pianeta, per essere abitabile, dovrà trovarsi nelle sue vicinanze, viceversa se sarà grande e brillante. Oltre all'acqua, l'altro ingrediente essenziale è un'atmosfera, che deve essere abbastanza spessa da filtrare le radiazioni troppo energetiche, e tale da innescare qualcosa di simile al nostro effetto serra, grazie al quale le temperature non subiscono forti sbalzi tra l'em-

sfero dove è notte e quello in cui è giorno. Un'altra condizione essenziale per lo sviluppo della vita è che il pianeta non stia subendo scossoni naturali, come eruzioni vulcaniche o impatti di asteroidi. Sappiamo infatti che nelle prime fasi di formazione del sistema solare i pianeti sono stati letteralmente bombardati da un gran numero di asteroidi di varie taglie, e la vita ha bisogno di condizioni molto più tranquille per svilupparsi. Tutte queste considerazioni, però, peccano di una forte semplificazione. Si parte dall'assunto che se troveremo forme di vita al di fuori del sistema solare saranno identiche alla nostra, cosa che non è affatto scontata. Inoltre, è fondamentale sottolineare che per ora abbiamo le idee molto poco chiare su come la vita si sia sviluppata sul nostro pianeta, nella forma e nei modi che osserviamo ogni giorno.

Di recente abbiamo scoperto che le condizioni favorevoli alla vita si possono verificare non solo per pianeti di tipo terrestre in orbita attorno a stelle simili al Sole, ma anche per satelliti di giganti gassosi, come nel caso delle lune Europa di Giove ed Encelado di Saturno. Molta attenzione, poi, viene rivolta allo studio degli asteroidi, frammenti primordiali del sistema solare, ritenuti responsabili dell'arrivo di acqua e materiali organici sul nostro pianeta. Di pochi mesi fa la scoperta che Cerere, ex asteroide, oggi il pianeta nano più vicino a noi, ospita sulla sua superficie un'importante concentrazione di molecole organiche. Un punto cruciale, dunque, è sviluppare, parallelamente alla ricerca di vita su pianeti extrasolari, tutto quel filone di studi che si occupa di ricostruire come la vita sia arrivata qui, sulla Terra.

Verso un approccio statistico e multidisciplinare

Nell'ultimo decennio sono stati proposti numerosi approcci statistici volti ad analizzare la grande mole di pianeti extrasolari oggi nei database. Determinare se un esopianeta sia o meno abitabile, come abbiamo visto, è un esercizio complesso, che va oltre l'individuazione della sua dimensione e distanza dalla propria stella e richiede sforzi tecnologici, nonché tempi lunghi, per la misura di un'ampia gamma di parametri. Anziché soffermarsi sull'analisi di ogni singolo pianeta, quindi, i ricercatori hanno proposto un approccio complementare, basato sull'indagine di alcune caratteristiche essenziali, come la presenza di determinati elementi chimici in atmosfera, domandandosi con quale frequenza si possano verificare le condizioni favorevoli alla vita all'interno di un ampio

insieme di pianeti extrasolari. L'obiettivo è quello di organizzare delle campagne osservative mirate, a partire dalla raccolta dei dati, fino ad arrivare alla loro analisi sistematica.

È importante notare anche l'emergere di gruppi di lavoro interdisciplinari, come la European Astrobiology Roadmap, che cercano di far confluire le competenze di scienziati provenienti da discipline molto diverse tra loro (astronomia, fisica, biologia, geologia), per definire le strategie più efficaci per la ricerca di vita extraterrestre. Sappiamo, ad esempio, che il nostro pianeta è stato abitato per miliardi di anni esclusivamente da batteri, dunque è ragionevole pensare che se scopriremo forme di vita al di fuori del sistema solare si tratterà con grande probabilità di forme di vita molto semplici, che sono anche quelle in grado di sopravvivere e adattarsi a condizioni ambientali molto diverse ed estreme. Per poter affermare che un pianeta, o una classe di pianeti con determinate caratteristiche, ospita forme di vita è necessario conoscere a fondo l'origine e l'evoluzione dei sistemi planetari, studiare le condizioni per la formazione di composti organici nello spazio e quelle che hanno permesso la vita sulla Terra. Solo così potremo muoverci alla ricerca di ambienti potenzialmente favorevoli alla vita, sia nel nostro sistema solare che in altri sistemi planetari.

Siamo soli?

Resta dunque aperta la domanda che muove da millenni la curiosità dell'essere umano nei confronti del cielo stellato: entreremo mai in contatto con altre forme di vita? A giudicare dai decenni di infruttuosa attività dei progetti sviluppati allo scopo di intercettare segnali extraterrestri ci sarebbe da scoraggiarsi, ma la statistica è dalla nostra parte. Con miliardi di stelle per ogni galassia e miliardi di galassie in tutto l'Universo, immaginare che nessuna di queste, a parte la nostra, ospiti forme di vita è quantomeno un enorme «spreco di spazio».

Per affinare le nostre conoscenze scientifiche su parametri fondamentali come l'abbondanza di pianeti rocciosi in orbite abitabili o la composizione delle atmosfere esoplanetarie dovremo attendere i dati che raccoglieranno le missioni di prossima generazione, come l'Extremely Large Telescope (Elt) dell'Eso, il James Webb Space Telescope (Jwst) della Nasa e il satellite Plato dell'Agenzia spaziale europea (Esa). Nel caso di Elt e Jwst, si tratta di progetti estremamente ambiziosi e ad ampio respiro, per i quali la ricerca

di pianeti extrasolari e la loro caratterizzazione sarà soltanto uno dei molti obiettivi scientifici. Plato, che sta per Planetary Transits and Stellar Oscillation, è invece una missione specificamente pensata e realizzata per l'identificazione di pianeti di tipo terrestre, non solo per quanto riguarda le caratteristiche fisiche, ma anche per la loro abitabilità, e si propone di studiare tra qualche centinaio di migliaia di stelle fino a un milione. Occhi e orecchie puntate lontano, dunque, perché è evidente che «la scoperta di una seconda Terra non è questione di se ma di quando»¹.

¹ Sono le parole pronunciate da Thomas Zurbuchen, della Nasa, nel corso della conferenza stampa indetta in occasione della scoperta del sistema planetario che ruota attorno alla stella Trappist-1 (22/2/2017).