

Per raggiungere con una sonda Proxima b, il pianeta più vicino al di fuori del nostro sistema solare, bisogna superare numerosi problemi tecnologici. Ecco il piano che sta prendendo forma per riuscire a vincere la sfida di Gabriel Popkin

Chiunque desideri vedere un mondo alieno da vicino, lo scorso anno ha ricevuto un regalo emozionante. In agosto, alcuni ricercatori hanno segnalato la scoperta di un pianeta potenzialmente abitabile e di dimensioni simili a quelle della Terra, che orbita attorno al nostro più prossimo vicino stellare, Proxima Centauri, distante appena 1,3 parsec, o 4,22 anni luce.

Come meta, è una tentazione che si potrebbe definire irresistibile. L'invio di un veicolo spaziale verso quel pianeta, chiamato Proxima b, offrirebbe agli esseri umani la prima opportunità di osservare un mondo al di fuori del sistema solare.

"Chiaramente sarebbe un enorme passo avanti per l'umanità se si potesse raggiungere il sistema stellare più vicino", dice Bruce Betts, direttore scientifico della Planetary Society a Pasadena, in California. I dati inviati da una sonda potrebbero rivelare se il mondo alieno possiede le condizioni giuste per la vita, e forse anche se la vita c'è.



Rappresentazione artistica di Proxima Centauri nel cielo di Proxima b. (Cortesia ESO/M. Kornmesser)

Che cosa serve per raggiungere le stelle? L'idea di raggiungere Proxima b non è mera fantascienza. In realtà, pochi mesi prima della scoperta del pianeta extrasolare, un gruppo di imprenditori e scienziati ha mosso i primi passi in vista di una missione verso il sistema stellare Alpha Centauri, che è un po' la "casa" di Proxima. Hanno presentato Breakthrough Starshot, un progetto finanziato con 100 milioni di dollari dall'investitore russo Yuri Milner, che dovrebbe accelerare notevolmente la ricerca e lo sviluppo di una sonda spaziale in grado di compiere il viaggio. Con la scoperta di Proxima b, il progetto ha visto un obiettivo ancora più allettante.

Arrivarci non sarà facile. Nonostante il nome, Proxima b, è pur sempre quasi 2000 volte più lontano dalla Terra di qualsiasi oggetto verso cui ci si sia mai messi in viaggio.

Per arrivarci nell'arco della vita lavorativa di uno scienziato, una sonda dovrebbe raggiungere circa un quinto della velocità della luce e navigare su una rotta resa insidiosa dagli invisibili detriti presenti nel nostro sistema solare e nello spazio interstellare.

Poi dovrebbe raccogliere dati utili nel corso di un fly-by con il sistema di Proxima a 60.000 chilometri al secondo, e rimandare le informazioni lungo i quattro anni luce che la separano dalla Terra. Il tutto rappresenta a una sfida ingegneristica mostruosa, ma i ricercatori del progetto dicono che è possibile e si stanno muovendo verso questo obiettivo.

Altri gruppi stanno puntando a stelle vicine, ma nessuno ha la forza - o il denaro - di Breakthrough Starshot. Anche astrofisici che non sono coinvolti in Starshot concordano che il progetto ha una possibilità realistica di realizzare una missione interstellare nei prossimi decenni, in parte grazie agli scienziati che hanno pubblicato molti articoli in cui hanno ragionato sui viaggi interstellari.

"Starshot prende le parti migliori di tutto questo materiale, e lo assembla in qualcosa di nuovo", dice Caleb Scharf, un astrofisico della Columbia University di New York City che non partecipa al progetto.

I responsabili della missione prevedono di iniziare a finanziare i progetti per lo sviluppo della tecnologia entro pochi mesi, con l'obiettivo di lanciare una flotta di piccole sonde a propulsione laser nei prossimi 20 anni. Il costo complessivo, sperano i responsabili, dovrebbe aggirarsi sui 10 miliardi di dollari, e l'impresa richiederebbe ulteriori 20 anni per raggiungere Alpha Centauri.

Il lancio

La prima sfida per qualsiasi missione come Breakthrough Starshot è accelerare il veicolo spaziale a velocità interstellari. I razzi convenzionali sono fuori questione perché non possono immagazzinare sufficiente energia chimica per il combustibile, dice l'astrofisico all'Università della California a Santa Barbara Philip Lubin, che fa parte del comitato consultivo per la gestione del progetto. "Con la chimica si arriva a Marte - dice - ma non alle stelle."



Il cielo intorno a Proxima Centauri (Cortesia Digitized Sky Survey 2. Acknowledgement: Davide De Martin/Mahdi Zamani)

Così, Starshot si sta concentrando sullo sfruttamento della luce. E' noto da oltre un secolo che la luce trasporta quantità di moto e può dare una spinta agli oggetti. I ricercatori della Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) e della Planetary Society lo hanno dimostrato lanciando nello spazio grandi vele spinte dalla luce solare.

Ma la luce del Sole non è abbastanza potente per accelerare una sonda fino ad Alpha Centauri; il viaggio richiederebbe una vela enorme e quasi impossibile da controllare, dice Betts, che ha diretto un team che nel 2015 ha creato una vela solare di 32 metri quadrati.

Starshot ha valutato più di venti idee per la propulsione al di fuori del sistema solare, ma "praticamente tutte" sembravano fuori portata, dice Pete Worden, direttore esecutivo del

progetto.

Alla fine hanno puntato sulla proposta di Lubin, che prevede l'uso di laser. Nel 2015, Lubin ha prodotto un'ipotesi di piano di sviluppo per realizzare un veicolo spaziale per Alpha Centauri in 20 anni. L'idea è di usare una serie di laser collocati sulla Terra per generare un fascio abbastanza potente da spingere una piccola vela leggera.

La squadra di Starshot prevede di sfruttare razzi convenzionali per far arrivare le sue sonde fino all'orbita terrestre. Poi una schiera di laser in continuo da 100 gigawatt dovrebbe "sparare" da Terra verso sulla vela per diversi minuti senza interruzione, abbastanza a lungo da farla accelerare fino a 60.000 chilometri al secondo.

I responsabili di Starshot ammettono di contare su importanti innovazioni nel settore dei laser. Un centinaio di gigawatt sono una potenza un milione di volte superiore a quella dei grandi laser in continuo di oggi, che arrivano alle centinaia di kilowatt.

Un modo per aggirare questo divario sarebbe combinare la luce di centinaia di milioni di raggi laser meno potenti disposti in una matrice di almeno un chilometro di larghezza. Ma i fasci dovrebbero essere messi tutti in fase tra loro in modo che le loro onde luminose si sommino e non si annullino l'un l'altra. Quella laser è una delle tecnologie necessarie alla missione che richiede maggiore sviluppo.

Il veicolo spaziale

La sonda Starshot non somiglierà a nulla di quanto finora lanciato nello spazio. Immaginate una piccola collezione di elettronica, sensori, propulsori, macchine fotografiche e una batteria alloggiati su un chip di un centimetro quadrato circa collocato al centro di una vela circolare, o quadrata, larga circa 4 metri, il tutto per un peso di appena un grammo. Quanto più leggero è il veicolo, tanto più velocemente potrà accelerarlo una data forza.

Per massimizzare la velocità e ridurre al minimo i danni da laser, la vela deve riflettere quasi tutta la luce in arrivo, anche se potrebbe farne filtrare un pochino. Materiali adatti esistono già in

forma di strati sottili di isolanti elettrici che possono riflettere fino al 99,999 per cento della luce in entrata, quindi vicino alla soglia necessaria.

Ma i ricercatori avranno bisogno di aumentare la produzione dei materiali esotici, e di abbassarne il costo. E devono anche studiare come risponderanno i materiali alle sorgenti di luce intensa necessarie, che potrebbero produrre effetti ottici imprevedibili.

In fase di accelerazione, la vela dovrà rimanere estremamente piana e rilevare attivamente, compensandole, le imperfezioni del fascio laser, in modo che il veicolo rimanga sulla rotta: anche una leggera deviazione nella fase iniziale potrebbe inviarla su una traiettoria molto diversa.

Un possibile modo per farlo è impostare la filatura della vela in modo che crei una forza centrifuga che la tiene tesa e far sì che le irregolarità del fascio si compensino sulla superficie velica. JAXA ha già dimostrato la possibilità di creare una vela solare stabilizzata, un concetto che "sembra estremamente promettente" per Starshot, dice Worden.



Yuri Milner alla presentazione di Breakthrough Starshot. (Jemal Countess/Getty Images)

Che cosa serve per raggiungere le stelle? Comunque sia progettata, la vela dovrà essere resistente. Il fascio laser da 100 gigawatt la colpirà duramente, generando un'accelerazione decine di migliaia di volte superiore a quella subita da un oggetto che sulla Terra cade per effetto della forza di gravità. In test militari, alcuni scudi da artiglieria sono sopravvissuti a forze simili, osserva Worden, ma per meno di un secondo, non per i diversi minuti per cui il laser colpirà il dispositivo.

Il piano di Starshot punta sulla forza dei numeri. La navicella spaziale sarebbe piccola e relativamente a basso costo, così da poterne lanciare una o più ogni giorno, permettendo così anche di perderne alcune.

Lo sviluppo delle sonde procederà per gradi, dice Worden. Il primo passo è costruire un prototipo che acceleri a circa 1000 chilometri al secondo, meno del 2 per cento della velocità prevista per Starshot, con un costo totale tra i 500 milioni e il miliardo di dollari.

Il viaggio

I laser si spegneranno dopo alcuni minuti, quando la sonda avrà raggiunto un quinto della velocità della luce e percorso un paio di milioni di chilometri, circa cinque volte la distanza dalla Terra alla Luna. I successivi 20 anni saranno, si può immaginare, noiosi.

In questa fase il rischio maggiore sono gravi danni dovuti alle collisioni con granelli di polvere, atomi di idrogeno e altre particelle nel mezzo interstellare. A questo va aggiunto il pericolo costituito dai raggi cosmici, nuclei atomici che sfrecciano nello spazio a velocità prossime a quella della luce, che potrebbero degradare l'elettronica.

Nessuno sa esattamente quante particelle riempiono lo spazio interstellare, o quanto sono grandi, ma Starshot prevede di proteggere il suo veicolo dalle potenziali collisioni coprendo il lato frontale con un rivestimento di almeno un millimetro di spessore di un materiale come una lega rame-berillio.

Anche senza distruggerla, una collisione potrebbe mandare la sonda fuori rotta. La sonda dovrà quindi disporre di propri sistemi di navigazione e direzione, alimentati da un generatore leggero che sfrutta un isotopo radioattivo come il plutonio-238; in pratica, una batteria nucleare.

Questi sistemi dovranno includere un'intelligenza artificiale di base che controlli la posizione delle stelle e aggiusti la rotta grazie a propulsori a fotoni. "Come dico io, vogliono mettere Neil

Armstrong o Chuck Yeager su un chip, per prendere tutte quelle decisioni critiche in tempo reale", dice Scharf.

I progettisti della missione non sono attualmente in grado di eliminare tutti i rischi, in particolare quelli posti da oggetti ancora sconosciuti che si trovano nel mezzo interstellare.

È per questo che stanno prendendo in considerazione il lancio di sonde esplorative non appena sarà pronto un prototipo del sistema di propulsione. Questi primi velivoli potrebbero testare il mezzo interstellare e riferire quanto hanno trovato, in modo da colmare le lacune nella conoscenza degli astronomi di questo ambiente

Che cosa serve per raggiungere le stelle

Confronto fra le orbite della Terra e di Proxima b, che si trova anch'esso all'interno della cosiddetta zona abitabile della sua stella. (Cortesia ESO/M. Kornmesser/G. Coleman)

Il fly-by

Se tutto va come previsto, verso il 2060 il computer di bordo del veicolo della Starshot si sveglierà, contatterà la Terra per il controllo periodico del suo stato, rileverà che si sta avvicinando a Proxima Centauri e si preparerà al fly-by.

Gli esperti concordano che la priorità più alta sarà scattare una foto. Lubin stima che la sonda dovrebbe essere in grado farlo entro il raggio di un'unità astronomica - la distanza dalla Terra al Sole - da Proxima b. Anche da quella distanza, una foto potrebbe rivelare se il pianeta è acquoso e verde come il nostro, o sterile come Marte. E potrebbe anche individuare caratteristiche grandi come montagne e crateri.

Uno spettrometro a bordo potrebbe sondare l'atmosfera del pianeta, se ne ha una. I ricercatori saranno alla ricerca di molecole come l'ossigeno, il metano e gli idrocarburi più complessi, che

sono possibili firme della vita. Gli strumenti potrebbero anche tentare di misurare il campo magnetico del pianeta o altre variabili utili per scoprire se Proxima b ha un ambiente compatibile con la vita o molto più ostile.

Quando la sonda arriverà a Proxima Centauri non ci sarà alcun modo per rallentarla: sfreccerà attraverso il sistema stellare in circa due ore. Si tratta di una sfida per la progettazione dei suoi strumenti di misura.

Nessuna foto è mai stata scattata da una telecamera in movimento a un quinto della velocità della luce. Le telecamere dovranno ruotare per mantenere il pianeta sotto osservazione, e sulla Terra i computer dovranno correggere le distorsioni delle immagini causate dagli effetti della relatività e del cambiamento di angolo e distanza della fotocamera dal pianeta.

Poi arriverà una delle sfide più difficili per Starshot, una sfida per la quale i responsabili ammettono di non aver ancora trovato una soluzione: come trasmettere i dati da Proxima b ai trepidanti astronomi usando un fascio laser da 1 watt o meno, rendendo il segnale abbastanza forte da essere rilevabile dalla Terra dopo un viaggio di 4,22 anni. Per catturare questo debole segnale Lubin prevede la costruzione di una serie di rilevatori terrestri che si estenda per chilometri, forse nella stessa area dei laser di accelerazione.

La batteria nucleare a bordo alimenterà dei condensatori che renderanno il fascio quanto più luminoso possibile, in modo simile al flash di una fotocamera. Per amplificare il segnale potrebbe forse essere usata la vela come antenna. Ma il fascio di luce sarà ancora un tenue filo in mezzo alla vasta oscurità dello spazio.

Un approccio alternativo potrebbe essere quello di inviare una successione di sonde che servano da ripetitori, così che il segnale di ciascun chip debba viaggiare solo un decimo di parsec (0,2 anni luce) circa, anziché coprire l'intera distanza. Ma - osservano Lubin e altri ricercatori - una soluzione di questo tipo creerebbe ulteriori complicazioni.

Nuove capacità

Gli esperti non coinvolti nel progetto esprimono un misto di moderato ottimismo e scetticismo. "Penso che ci siano sfide enormi" nell'incremento della potenza del laser e in altre indispensabili tecnologie, dice Gregory Quarles, direttore di ricerca alla Optical Society a Washington DC. Ma aggiunge che con un giusto livello di finanziamenti pubblici e privati delle ricerche in ottica e scienza dei materiali, "ci sarà un ritorno da questo investimento".

Alcuni dicono che l'approccio minimalista di Starshot distingue la missione dalle precedenti e meno plausibili proposte. "Non c'è niente di ciò che posso vedere che sia del tutto impossibile in modo ovvio", dice Scharf. "Non stiamo parlando di una grande nave spaziale inviata su un'altra stella."

Altri, invece, temono che i molteplici ostacoli tecnologici possano rivelarsi schiacciati. "Sono prudente sul futuro a breve termine del progetto", dice Betts. "Ogni singolo pezzo del problema sembra superabile, fino a quando non ci si accorge di dover stipare tutto in un oggetto piccolo piccolo, e di piccola massa."

E anche se Starshot arrivasse a Proxima b, secondo Andreas Tziolas, presidente dell'organizzazione per l'esplorazione dello spazio Icarus Interstellar, è improbabile che fornisca dati utili. "Ha una probabilità bassissima, se non nulla, di riuscire a inviare un'immagine di ritorno da Alpha Centauri", dice. "Quel piccolo veicolo spaziale non può trasportare energia sufficiente per ritrasmettere un segnale."

Per quanto anche la sua organizzazione stia studiando la propulsione laser, si sta concentrando su una missione con propulsione a fusione nucleare in grado di inviare verso Alpha Centauri entro un secolo una navicella spaziale molto più grande, abbastanza potente da inviare sulla Terra un fascio di dati utili e forse anche trasportare dei rover robotici.

Prima che qualsiasi sonda si sollevi dal suolo, gli astronomi potrebbero imparare molto su Proxima b senza inviare nulla al di là delle immediate vicinanze della Terra. Per la fine del 2018 è previsto il lancio del James Webb Space Telescope, e diversi telescopi terrestri giganti saranno probabilmente in funzione nel prossimo decennio. Grazie a questi strumenti gli astronomi potrebbero essere in grado di determinare se l'atmosfera del pianeta extrasolare contiene segni che suggeriscono la presenza di vita.

Ma, come direbbe ogni esploratore, nulla sostituisce il fatto di andare realmente in posto nuovo. Nel 2015, per esempio, il fly-by di Plutone ha rivelato montagne di ghiaccio e ghiacciai di azoto che erano invisibili ai più potenti telescopi della Terra. Allo stesso modo, Proxima b - come ogni altro esopianeta nelle vicinanze - può riservare sorprese che saranno visibili solo in un incontro ravvicinato.

Ci saranno anche ritorni di più ampia portata, dicono i sostenitori della missione. "Vedo Starshot come un'occasione di sviluppo delle nostre capacità", dice Kelvin Long, direttore della Interstellar Studies di Londra e membro del comitato consultivo del progetto. "E' come andare sulla Luna". Una schiera di laser capace di spingere un veicolo spaziale fino a Proxima Centauri - dice Long - potrebbe inviare sonde in tutto il sistema solare in pochi giorni, o nel mezzo interstellare entro una settimana o due.

Capacità di questo tipo potrebbero rendere l'esplorazione del sistema solare un'attività di routine. "Non ti piacerebbe una consegna di Amazon su Marte per il giorno successivo?", dice Lubin. "Si tratta di una trasformazione radicale del modo in cui potremmo esplorare."

L'originale di questo articolo è stato pubblicato su Nature il 1° febbraio 2017. Traduzione ed editing a cura di Le Scienze. Riproduzione autorizzata, tutti i diritti riservati.