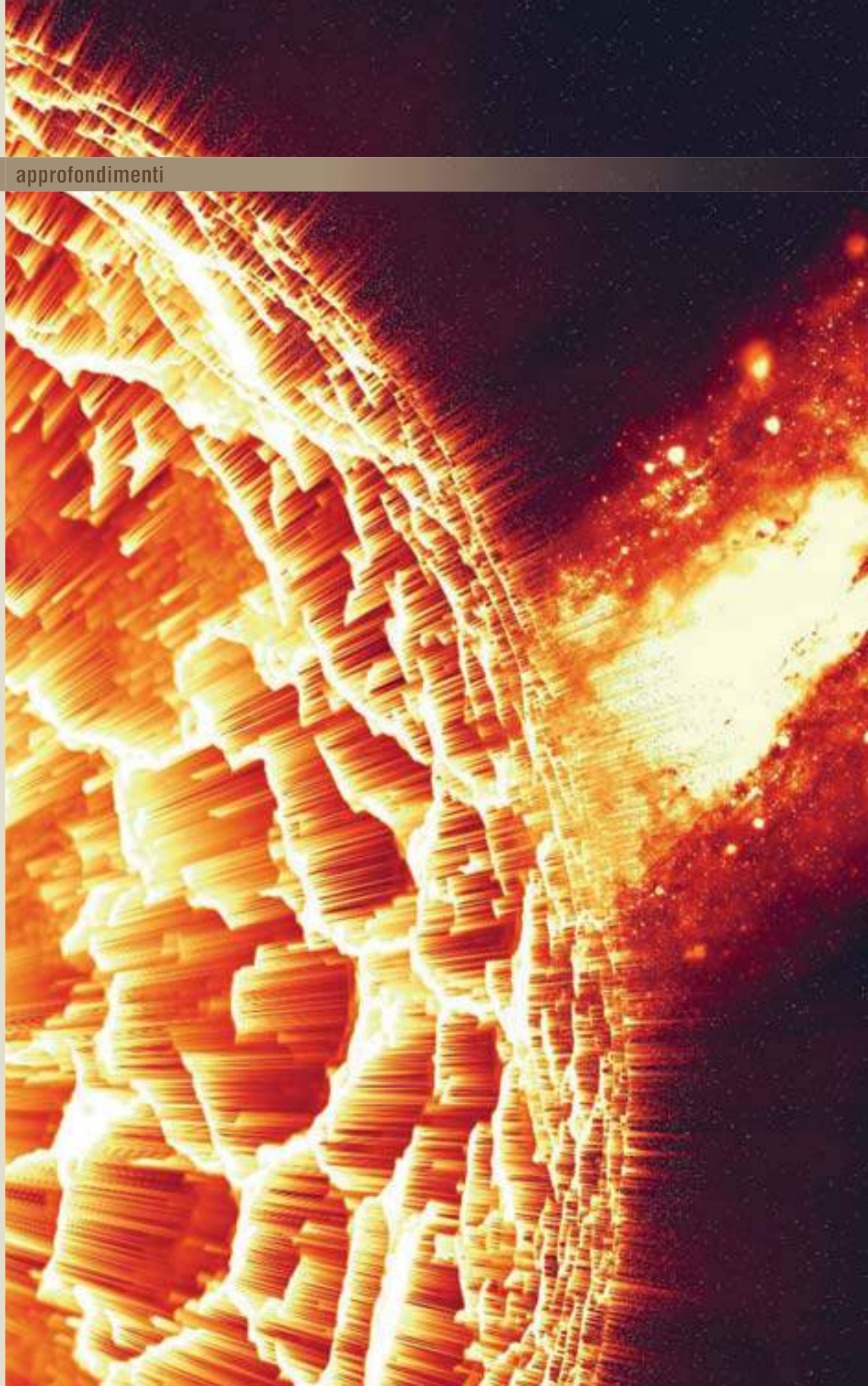


Gli

approfondimenti





a cura di Ing. Carlo Di Leo

A “vele spiegate” verso Alfa Centauri

*“Allestite navi o vele adatte alle brezze siderali,
e vi saranno temerari che si avventureranno in quel
vuoto”*

Giovanni Keplero

Introduzione

Il raggiungimento delle stelle è forse stato da sempre il sogno più antico dell'uomo. Quest'ultimo, tuttavia ha incominciato a muovere i suoi primi passi al di fuori del suo pianeta da poco più di mezzo secolo. In questo breve periodo ha iniziato ad esplorare la Luna ed ha inviato sonde automatiche nelle vicinanze di tutti i pianeti del Sistema Solare, nonché del Sole e di alcuni asteroidi e comete. I risultati scientifici di questi studi “in loco” hanno accresciuto notevolmente le nostre conoscenze sul Sistema Solare, al punto che l'astronomia planetaria è oggi radicalmente diversa di quella di soltanto quarant'anni fa.

I progressi più significativi si sono fatti nella conoscenza di Marte che, in vista di un futuro sbarco umano, è stato oggetto di uno studio sistematico ed approfondito, condotto da un gran numero di robot automatici. Siamo dunque alle soglie di quella che in inglese viene chiamata “spacefaring society”, cioè di una civiltà, a lungo preconizzata dal compianto scienziato visionario Konstantin Tsiolkowsky, in grado di muoversi nello spazio. Ma la colonizzazione dei pianeti più vicini è ancora una meta distante e, pur essendo timidamente iniziato, il processo di espansione nello spazio della specie umana è ancora per molti aspetti un processo di là da venire.



In questo contesto si inserisce la prospettiva di un futuro viaggio interstellare anche se le stelle sono ancora troppo lontane per essere raggiunte da un nostro veicolo, soprattutto se ci si riferisce ad un'astronave con equipaggio umano. Infatti alla velocità delle sonde impiegate oggi per lo studio dei pianeti occorrerebbero decine di migliaia di anni per poter giungere alla stella più vicina. La logica ci suggerisce quindi di occuparci dei corpi celesti più vicini a noi, cioè dei pianeti del Sistema Solare ed in tempi successivi ai sistemi planetari di altre stelle.

Per tale ragione, alcune agenzie spaziali si sono finora mosse con un approccio molto gradualistico, proponendo quelle che vengono normalmente denominate "precursor interstellar missions", che non sono vere missioni interstellari, ma missioni volte ad uscire dal Sistema Solare propriamente detto, cioè da quella regione di spazio che viene comunemente denominata "eliosfera", attraversare l'eliopausa ed entrare nel mezzo interstellare. In questo caso anche le missioni Voyager possono essere considerate "precursor interstellar missions".

Tuttavia, per andare solo un po' più in là, per esempio all'inizio della linea focale della lente gravitazionale del Sole ci vorrebbero sistemi di propulsione radicalmente innovativi come ad esempio delle vele solari adatte a piccole sonde ed una propulsione nucleare elettrica per sonde di maggiori dimensioni. Quest'ultima è molto interessante perché permetterebbe di migliorare anche la mobilità all'interno del Sistema Solare e

di compiere un viaggio con equipaggio umano alla volta di Marte e di altri pianeti vicini a noi. Al giorno d'oggi ha senso dunque parlare di missioni interstellari vere e proprie?

Vi è da dire a tal proposito che negli ultimi dieci anni l'interesse per l'esplorazione interstellare è aumentata di molto. Infatti, finché a distanze interstellari vi erano soltanto delle stelle, viaggiare sin là aveva poca utilità pratica e quindi poco senso. Per studiare le stelle, in fondo, sono sufficienti telescopi e radiotelescopi, ed un eventuale studio ravvicinato non ci potrebbe dire molto di più di quanto potremmo imparare da qui. Il problema assume invece un aspetto diverso se pensiamo al fatto che con le ricerche attuali stiamo "scovando" sempre più pianeti extrasolari e che, oltre a scoprire giganti gassosi come Giove, in fondo facili da localizzare, cominciamo a renderci conto che molte stelle hanno pianeti rocciosi simili al nostro. Si comincia a dare per scontato quello che fino a qualche anno fa era una speranza senza alcuna prova, o meglio una proposizione che si riteneva indimostrabile, secondo la quale la maggior parte (o forse addirittura la totalità) delle stelle è provvista di un sistema planetario, che oltre a comprendere giganti gassosi, asteroidi e comete, comprende anche pianeti di tipo roccioso. Se è così telescopi e radiotelescopi non sono (e non saranno mai) sufficienti per spiegarci non solo come è fatto l'universo, ma neppure come è fatta la zona della nostra galassia a noi più vicina. Per studiare un sistema planetario del genere bisogna an-



darci, almeno con le nostre sonde automatiche. Inoltre più i sistemi planetari sono numerosi, più è probabile che una stella a noi vicina abbia un pianeta e quindi è più probabile che una missione interstellare verso un obiettivo interessante sia fattibile. A questo si aggiunge che fino a pochi anni fa, si riteneva che le stelle multiple non potessero avere pianeti, mentre oggi si sa che alcune stelle multiple hanno un loro sistema planetario. Dato che un buon numero di stelle è multiplo, questa circostanza aumenta di molto la probabilità di trovare pianeti extrasolari abbastanza simili alla Terra.

La stella più vicina a noi, Alfa Centauri, è addirittura una stella tripla: la componente A è una stella gialla di classe G2, come il Sole, ma leggermente più grande. La componente B è solo un po' più fredda del Sole (classe spettrale K6) e leggermente più piccola, mentre la terza componente, che peraltro non si sa con certezza se faccia effettivamente parte del sistema, è una nana rossa di classe M5 e denominata Proxima Centauri poiché è più vicina a noi di circa 0,1 anni luce (4,3 anni luce da noi).

Nel 2012 alcuni astronomi hanno annunciato di aver scoperto un pianeta intorno alla componente B della stella. Si tratterebbe di un pianeta di tipo terrestre, ma la sua orbita sarebbe molto vicina alla stella per cui è molto probabile che il pianeta sia bloccato gravitazionalmente e presenti quindi sempre la stessa faccia verso la stella, analogamente a quanto fa la Luna rispetto a noi. Più di recente la scoperta è stata

smentita da altri astronomi, anche se il problema resta tutt'oggi dibattuto, tanto che le ricerche di pianeti intorno alle due componenti principali della stella proseguono. Nell'agosto 2016 è stato individuato un pianeta in orbita attorno a Proxima Centauri. Potenzialmente si tratta di un pianeta dotato di acqua liquida in superficie, in quanto esso si trova nella fascia orbitale abitabile. Malgrado ciò, dato che si tratta di una nana rossa, e di una stella a brillamenti, la possibilità che sul pianeta si possa essere sviluppata la vita è alquanto remota.

In tutti i modi, indipendentemente dal fatto che sul pianeta si siano sviluppate o meno forme di vita, l'esistenza di un sistema planetario che si trova intorno alla stella a noi più vicina, è di per sé un incentivo fortissimo all'esplorazione interstellare. Inoltre ora che sappiamo che le stelle multiple possono avere dei pianeti, il sistema planetario di Alfa e Proxima Centauri (ammesso che si tratti davvero di una stella tripla) può essere estremamente complesso: vi possono essere pianeti in orbita intorno a ciascuna delle tre stelle, altri intorno a due di loro (Alfa Centauri A e B) ed infine pianeti con orbite molto larghe intorno a tutti e tre. Date le caratteristiche del sistema, soltanto quelli che orbitano intorno ad una sola componente possono trovarsi in una zona abitabile. In fig.1 è mostrata un'immagine pittorica dell'enorme nave interstellare a vela immaginata da Forward, che potrebbe raggiungere in un anno e mezzo il 50% della velocità della luce.



Fig. 1:
Nave a vela di Forward

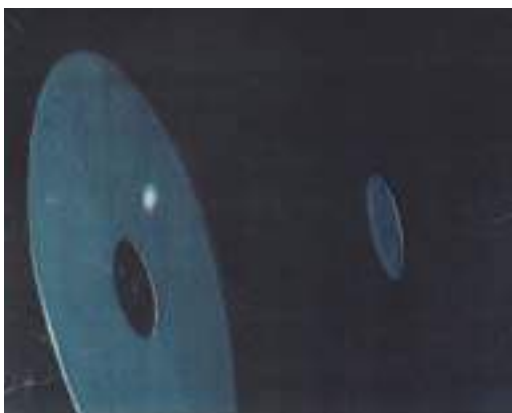


Fig. 2:
*Altra immagine
dell'astronave Forward*

Vele solari per crociere cosmiche

Al giorno d'oggi, con l'ascesa dell'ambientalismo e del nuovo mito dell'energia solare, si è cominciato a parlare spesso di astronavi prive di razzi e spinte da vele solari. Come è noto, il principio di funzionamento di una vela solare è che i fotoni della luce del Sole esercitano una pressione sugli oggetti che colpiscono (misurata nel 1897 da Lebedev e poi, nel 1903 da Nichols e Hull), e questa forza è sufficiente a spingere un oggetto posto nello spazio. Maggiori saranno le dimensioni della Vela, e più vicina sarà questa al Sole, maggiore sarà la spinta ottenuta. Il Sole emette

anche un flusso di particelle (protoni ed elettroni) che viene chiamato "vento solare"; tuttavia, bisogna chiarire che non sarebbe tale "vento" a sospingere una vela dato che il suo effetto è trascurabile in confronto alla pura pressione della luce. Dana Andrews della Boeing Aerospace e Robert Zubrin della Martin Marietta idearono nel 1989 un congegno propulsivo in grado di catturare con un campo magnetico queste particelle e respingerle nella direzione voluta, ottenendo anche in questo caso una notevole spinta. Ma, non essendo una vela, non verrà trattata in questo articolo. Anche se i primi studiosi ad avere l'idea di una vela solare furono (come vedremo meglio in seguito) Tsiolkovsky e Tsander, come spesso è accaduto nel Ventesimo secolo, il primo studio degno di nota sulle vele solari apparve su una rivista di fantascienza nel maggio 1951. La rivista si intitolava "Astounding Science Fiction" ed era nota per divulgare idee scientifiche che a quell'epoca sarebbero state ritenute una pura follia. Fu proprio per non passare per folle che Carl Wiley, l'ingegnere autore dell'articolo intitolato "Clipper Ships of Space", ebbe l'idea di nascondersi dietro lo pseudonimo di Russell Sanders. Già nel 1958, comunque, l'idea divenne rispettabile ed il settimanale Time le dedicò un intero editoriale. Rispetto ad un razzo, l'uso di una vela nello spazio dovrebbe presentare straordinari vantaggi. Il principale di questi è che la vela solare non ha bisogno di portare con sé il proprio propellente. Non solo, ma può continuare ad aumentare la velocità per un tempo indefinito, dato che la luce solare è inesauribile. Tali vantaggi sono chiaramente descritti da Eric Drexler, uno dei maggiori studiosi del tema, nel libro "Project Solar Sail", un'antologia di saggi e racconti di autori vari a cura di Arthur C. Clarke e David Brin (New American Library/ROC, 1990). Ancora una volta, è stata una collana di fantascienza ad ospitare questo volume: tuttavia, non si può mettere in dubbio l'autorevolezza e l'acume dei saggi che vi hanno collaborato. Ecco che cosa ha scritto Drexler, fondatore del Foresight Institute: "Confrontate una vela solare con un comune razzo, in viaggio nello spazio esterno. Un razzo da 1 tonnellata potrebbe far



accelerare, in pochi minuti, un carico di peso superiore ad una tonnellata fino alla velocità di un chilometro al secondo. Una vela di una tonnellata (larga più di un miglio) impiegherebbe tutto il giorno a raggiungere la stessa velocità con lo stesso carico. Ma il giorno dopo il razzo avrebbe esaurito il propellente, mentre la vela continuerebbe ad aggiungere un altro chilometro al secondo alla sua velocità. Con un'accelerazione pari ad appena un millesimo di quella di un matitone che cade, arriverebbe a venti volte la velocità del suono in meno di una settimana. Peggio ancora per i razzi: un razzo da 2 tonnellate non potrebbe raddoppiare la velocità del razzo da una tonnellata perché il propellente supplementare sarebbe un grosso fardello. Infatti, aumentare di tre chilometri al secondo la velocità finale del cargo significa raddoppiare approssimativamente la massa del razzo, ma aggiunge solo tre giorni al tempo di accelerazione usando una vela. Poiché i viaggi nel Sistema Solare, per razzo o per vela, richiederanno generalmente mesi o anni, le vele solari hanno un grosso vantaggio per lunghi tragitti: non solo la vela è riutilizzabile per decenni, e non ha mai bisogno di propellente, ma in generale sarà sempre più leggera e più veloce del suo concorrente razzo".

Fondamentalmente vi sono tre tipi di vela che potrebbero essere costruiti: una vela quadrata, una vela discoidale, ed il cosiddetto "eliogiro" ideato negli anni Sessanta da due progettisti di elicotteri: Richard MacNeal della MacNeal-Schwendler Corporation e John Hedgepath della Astro Engineering. L'eliogiro sarebbe formato da una serie di eliche simili proprio a quelle di un elicottero, che la pressione della luce farebbe girare rapidamente. La forza centrifuga della rotazione renderebbe l'eliogiro rigido e stabile: lo stesso accadrebbe per una vela discoidale. La vela quadrata invece non ruoterebbe su se stessa e verrebbe irrigidita da una struttura di fili sottilissimi. Le prestazioni dei tre tipi di vela sarebbero differenti: come ha scritto Louis Friedman, direttore esecutivo della Planetary Society, nel suo libro "Starsailing" (Wiley, 1988), "una vela quadrata di 1.000 metri di diametro è equivalente ad una vela discoidale di

circa 600 metri di diametro, o ad un eliogiro con 12 eliche, ciascuna lunga 8.000 metri e larga 10". In fig.2 è mostrata un'altra immagine artistica della nave interstellare di Forward, di cui parleremo tra breve, che potrebbe raggiungere Epsilon Eridani in 23,2 anni di tempo terrestre; il disco più piccolo visibile sulla destra è il cosiddetto "stadio di ritorno".

Verso la fine del secolo scorso, la World Space Foundation americana, l'Union pour la Propulsion Photonique (UPP) francese e la Solar Sail Union (SSU) giapponese elaborarono dei progetti per organizzare una regata Terra-Luna, la "Luna Cup", la cui partenza, originariamente fissata per celebrare il 500° anniversario per la scoperta dell'America, fu in un primo tempo posticipata al 1995 e successivamente annullata. La World Space Foundation era stata fondata nel 1979, la U3P nel 1981, e la SSU nel 1985, tutte con la finalità di promuovere la propulsione a vela. La regata spaziale fu annullata in buona parte per l'impossibilità avuta da queste tre organizzazioni di trovare degli sponsor. All'epoca, si stimò che la costruzione di una sola vela sarebbe costata 4,5 milioni di dollari, ed il "Project Solar Sail" fu pubblicato con lo scopo di raccogliere fondi.

Non va dimenticato che proprio per una questione di denaro fallì un progetto, ideato nel lontano 1976 dal celebre Jet Propulsion Laboratory, di inviare una vela solare incontro alla cometa di Halley. Il GPL aveva calcolato che una vela quadrata di 800 metri di lato potesse portare su Halley una sonda del peso di 1 tonnellata e mezza (14.709 N), e aveva speso ben 4 milioni di dollari di allora per la sola progettazione. La WSF, comunque, già nel 1981 aveva costruito e dispiegato a terra un prototipo di vela di 14 metri di lato, senza averla lanciata. Robert L. Staehle, presidente della World Space Foundation, ed il già citato Louis Friedman in "Project Solar Sail" proposero di usare le vele solari per una spedizione marziana, depositando le provviste sul pianeta prima della partenza degli astronauti dalla Terra. Essi scrissero quanto segue: "In ricerche compiute per conto del Lewis Research Center della NASA, il dott. Robert Frisbee del



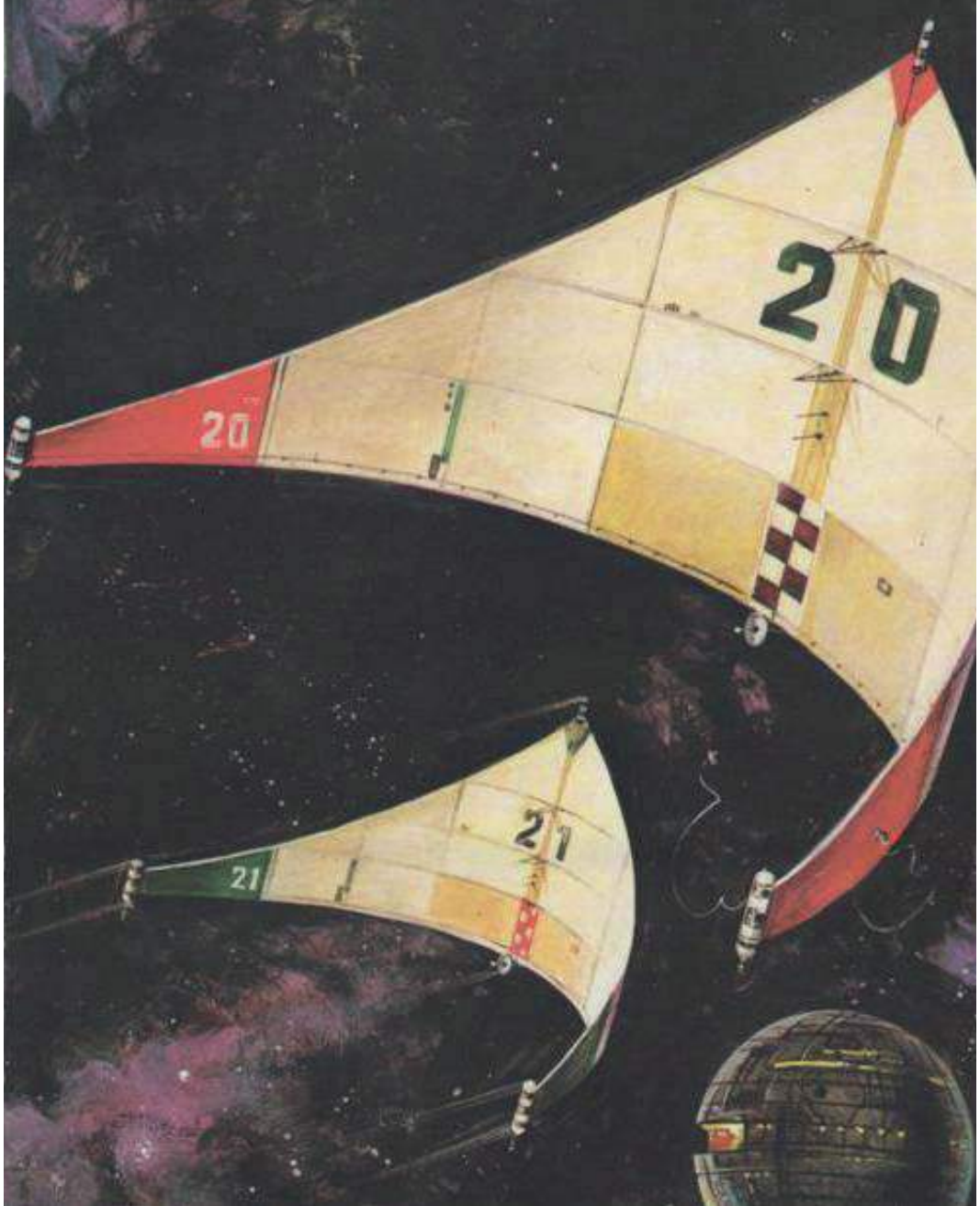


Fig.3:
Due vele
nello spazio

Jet Propulsion Laboratory ha mostrato che servirsi delle vele solari a questo scopo sarebbe molto più conveniente dei razzi. Il più semplice di questi vascelli cargo, una vela di due miglia di lato e pesante 19 tonnellate (186.314 N), potrebbe trasportare 32 tonnellate (313.792 N) di provviste su Marte in 4,2 anni, tornando vuoto in due anni. Questa è la vela più grande che potrebbe essere assemblata sulla Terra a bordo di uno Shuttle o di un Titan IV. Una flotta di dieci o venti vascelli simili sarebbe sufficiente a trasportare i rifornimenti per la prima spedizione. In precedenza, nel 1981, Staehle aveva pubblicato un saggio sulla possibilità di usare vele solari anche per il trasporto degli astronauti: usando 14 vele di 4 chilometri quadrati ciascuna, la

missione richiederebbe circa tre anni dal lancio fino al ritorno sulla Terra.

Drexler ha affermato che, tuttavia la soluzione migliore non sarebbe quella di lanciare le astronavi direttamente dalla Terra, ma di costruirle direttamente nello spazio. Per comprimere le vele nella capsula di un razzo e dispiegarle solo in un secondo tempo, queste dovrebbero essere relativamente spesse e robuste e composte da un rivestimento metallico steso sopra un foglio di plastica. Vele costruite a gravità zero invece potrebbero essere formate dal solo metallo, senza alcun supporto, e sarebbero così sottili da sbriciolarsi in polvere lucente se sfregate tra le dita. La loro massa dovrebbe essere da 20 a 80 volte inferiore a quella delle vele ripiegabili.

Per fabbricarle, Staehle e Friedman propongono di gonfiare nello spazio colossali bolle di metallo fuso, unite fra loro. Come ben sa chi ha giocato con le bolle di sapone, la superficie di unione di due bolle è una parete piatta, e proprio questa potrebbe essere forgiata per servire da vela. Drexler ha quindi calcolato che un carico dello Shuttle potrebbe fornire abbastanza metallo da costruire su per giù un centinaio di chilometri quadrati di superficie riflettente, suddivisi in qualche dozzina di vele. Lo spessore di queste strutture sarebbe solo di poche centinaia di atomi, cioè 0,1 micron. Per fare un confronto si tenga presente che il cellophane venduto a rotoli nei supermercati è 130 volte più spesso. Il grande scienziato Freeman Dyson (di cui sentiremo parlare molto nei prossimi paragrafi) ritiene addirittura che le vele migliori, potrebbero non essere composte nemmeno di pellicole metalliche, ma di reticoli abbastanza fitti da catturare i fotoni, e che sarebbero tuttavia quasi invisibili ad occhio nudo.

Il progetto Starshot

Anche se Proxima ed Alfa Centauri sono le stelle più vicine, in termini assoluti sono molto distanti. I 4,3 anni luce che ci dividono da esse sono un'enormità e, come si è detto, alla velocità delle attuali sonde occorrerebbero decine di migliaia di anni per percorrerle. Per poter effettuare la missione in un tempo ragionevole è indispensabile viaggiare ad una velocità che sia una percentuale non troppo bassa della velocità della luce nel vuoto, essendo quest'ultima pari a 300.000 km/s. Per esempio viaggiando ad un quinto della velocità della luce, occorrerebbero 21,5 anni a cui se ne dovrebbero aggiungere 4,3 necessari al segnale trasmesso dalla sonda per raggiungere la Terra. Ed il 20% della velocità della luce è una velocità enorme, se paragonata a quella delle odierne sonde spaziali, e

tale velocità richiederebbe enormi quantità di energia. Ebbene, come è possibile con il nostro livello tecnologico, realizzare una sonda in grado di raggiungere una tale prestazione?

Un modo relativamente semplice era stato suggerito da Robert Forward già negli anni Ottanta: per prima cosa bisognava miniaturizzare la sonda. Il secondo requisito sarebbe consistito nell'abbandono della propulsione a reazione, tipica del razzo tradizionale, in cui il veicolo spaziale doveva portarsi appresso il sistema di spinta, che doveva essere accelerato fino alla velocità finale. Questo inconveniente che si ripresenta in ogni vettore spaziale può essere alleviato dal concetto di veicolo a più stadi, ma non può essere superato del tutto. Al posto di un razzo, si potrebbe usare una vela, ossia un dispositivo in grado di raccogliere una forza dovuta ad un sistema esterno al veicolo. Ma la soluzione più semplice di questo tipo, la vela solare, di cui è mostrata una rappresentazione pittorica in fig.3 (sono mostrate per l'esattezza due vele solari in moto nello spazio), non è ancora sufficiente per raggiungere velocità così elevate.

In alcuni progetti si è pensato di lanciare una sonda dotata di vela solare, usare la vela per rallentare in modo che la sonda cada verso il Sole, così da farla passare ad una distanza relativamente piccola dalla stella. A quella distanza la pressione della luce è molto grande e può accelerare la sonda a velocità molto alte, benché ancora insufficienti per i viaggi interstellari. Anche l'uso di una vela magnetica, che invece della luce del Sole sfrutti il vento solare, ossia il flusso di particelle emesso continuamente dal Sole, non migliora sensibilmente le cose. Nel suo progetto "Starwhisp", Forward suggeriva di spingere la vela non con la luce solare, bensì con un raggio laser o un fascio di microonde: in tal modo, si può concentrare una grande potenza su una vela piccola e leggera fino a farle



Fig.4: Vela spinta da un laser terrestre

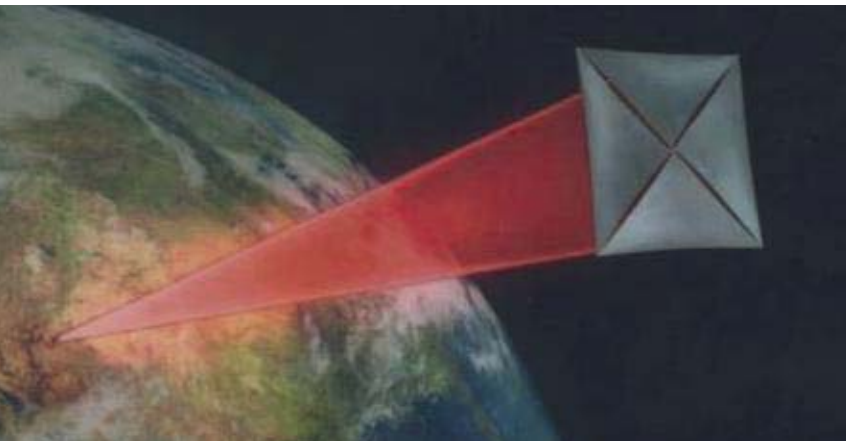


Fig.5: Micro-sonda interstellare

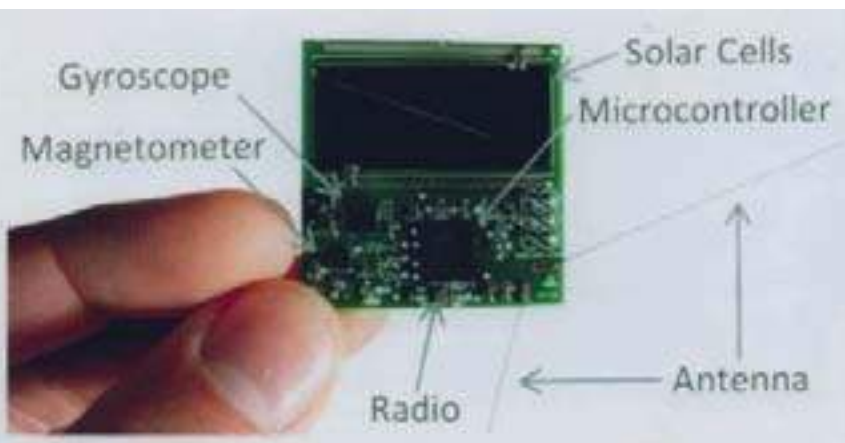


Fig.6: Schiera di laser di potenza



raggiungere la velocità richiesta. Ma quando, nel 1985, tale progetto fu proposto per la prima volta, esso era da un lato irrealizzabile (non esistevano le tecnologie necessarie per miniaturizzare la sonda né quelle per realizzare laser, o maser nel caso delle microsonde, della potenza richiesta) e dall'altro non particolarmente interessante, in quanto non si sapeva che esistessero pianeti extrasolari così vicini a noi. Dopo 30 anni, come ben sappiamo, le cose sono radicalmente cambiate ed in fig.4 è mostrata un'altra immagine artistica di una vela spinta da un laser operante dalla superficie terrestre.

Prima di tutto, la miniaturizzazione dei sistemi elettronici e di molti altri componenti permette oggi di realizzare sonde molto più piccole, anche se non ancora abbastanza piccole per queste applicazioni. Le micro e nanotecnologie consentiranno in futuro di realizzare sonde ancora più miniaturizzate, fino ad arrivare a quelle che vengono chiamate "probe on a chip", cioè un'intera sonda su un singolo circuito integrato. Per ora l'obiettivo è realizzare sonde delle dimensioni di una carta di credito, con un peso dell'ordine di 5 grammi (0,05 newton). La sonda conterrà anche la strumentazione, i motori per il controllo d'assetto e tutte le parti che oggi sono costruite da elementi distinti, realizzati uno per uno e poi assemblati. Non è solo un problema di massa: realizzare un integrato richiede un investimento economico molto alto. Tuttavia, una volta che l'attrezzatura sarà realizzata produrne altre copie costerà molto meno. Si potrebbero in tal modo lanciare moltissime sonde, o come si dice comunemente uno "sciame" di sonde. In questo modo l'affidabilità di ciascuna non conterebbe più molto: le prospettive di successo della missione saranno legate al gran numero di sonde lanciate. È un po' la strategia dei pesci, che depongono un enorme numero di uova, dalle quali solo una piccolissima percentuale si schiude e ancor meno dà origine a nuovi esemplari adulti. In fig.5 è mostrata la struttura di una micro-sonda interstellare, dotata di strumenti scientifici, celle solari, radio e antenne.

Naturalmente anche la vela dovrà essere molto leggera. Se la sonda è molto leggera, la vela può essere piccola. L'uso di materiali particolari, come i nanotubi di carbonio, permette di ridurre la massa della vela a parità di superficie. Sono state eseguite varie prove su piccole vele, realizzate in nanotubi di carbonio, spinte da fasci di microonde in una camera a vuoto, che hanno avuto pieno successo. L'altro aspetto fondamentale è la disponibilità di laser di grande potenza per spingere la vela. Anche in questo campo recentemente sono stati fatti numerosi progressi, anche grazie alle ricerche relative ai laser industriali o alle applicazioni militari. In

ogni caso per spingere una sonda, anche di piccole dimensioni alle velocità necessarie per i viaggi interstellari occorrono laser di enorme potenza, o un gran numero di laser piccoli operanti in modo coordinato.

Il laser può trovarsi sulla Terra, con il grande vantaggio di non doverlo trasferire nello spazio insieme al suo sistema di potenza. Questa soluzione ha però un grosso limite: il raggio del laser deve attraversare l'atmosfera, cosa che causa una perdita di potenza e rende il sistema dipendente dalle condizioni atmosferiche. In caso di nebbia, pioggia o uno spesso strato di nubi, le perdite sarebbero molto maggiori. In fig.6 si può vedere una schiera di laser di potenza, mentre focalizzano il loro raggio sulla vela della sonda interstellare.

Un'alternativa consisterebbe nel sistemare il laser ed il relativo sistema di potenza in un'orbita terrestre, in modo tale che il raggio di luce, che spinge la vela non debba attraversare l'atmosfera. Un altro vantaggio della sorgente laser posta nello spazio, consisterebbe nel fatto che la sonda inizierebbe la fase di accelerazione molto vicina al laser e quindi con una potenza maggiore nella sua prima fase del volo. Gli svantaggi sarebbero però altrettanto ovvi. Sarebbe necessario infatti portare in orbita terrestre la massa, piuttosto notevole del laser e, soprattutto quella del sistema per generare la potenza. Se in futuro, come hanno previsto molti scienziati, tra i quali spicca la figura del compianto Prof. Gerard O'Neill, dovessero esistere centrali elettriche orbitali (SPS, Space Power Systems) se ne potrebbe utilizzare una, in periodi in cui si ha una bassa richiesta di potenza

per altri usi, per alimentare laser e quindi sfruttare un'infrastruttura già esistente, con un sensibile risparmio economico. Un aspetto da non sottovalutare sono le implicazioni politiche e diplomatiche relative all'uso in orbita terrestre di un laser di così grande potenza, che potrebbe essere convertito in arma senza soverchie difficoltà: potrebbe configurarsi una violazione dei trattati che vietano di portare armi nello spazio. Nel progetto iniziale di Forward si pensava di sistemare i laser e la centrale elettrica in orbita intorno al Sole, all'interno dell'orbita di Mercurio, ove l'energia solare risulta essere molto abbondante: in questo caso, l'estensione di pannelli solari necessaria per alimentare i laser sarebbe molto ridotta. In alternativa, i laser e la relativa centrale elettrica potrebbero essere collocati sulla Luna. Se questi componenti venissero realizzati sulla Terra e successivamente portati sulla Luna, i loro costi sarebbero proibitivi, ma realizzando entrambi i sistemi direttamente sul nostro satellite, il costo diverrebbe accettabile. Se il progetto dell'ESA per la costruzione di una colonia lunare si concretizzerà in tempi ragionevoli, si avrà la possibilità di realizzare il sistema di propulsione sulla Luna in tempi non molto più lunghi di quelli necessari al progetto di esplorazione interstellare. Nel 2016 l'idea di Forward è stata ripresa nell'ambito del progetto "Breakthrough", lanciato da un gruppo di scienziati tra i quali Steve Hawking, con la sponsorizzazione del miliardario Yuri Milner e di Marc Zuckerberg. L'iniziativa, oltre ai progetti Listen e Message per la ricerca di intelligenze extraterrestri (SETI), comprende anche il progetto Starshot, il cui scopo è realizzare microsonde spinte da laser per



arrivare ad Alfa Centauri. Il progetto si basa su laser di potenza posizionati sulla superficie terrestre e si ripropone di chiarire tutti gli aspetti scientifici e tecnologici della missione in modo da renderla possibile in tempi ragionevoli: si parla di un periodo oscillante tra i 20 e i 40 anni. I problemi da risolvere sono ancora numerosi, a partire dalla miniaturizzazione della sonda che richiede uno sviluppo delle micro e delle nanotecnologie ben più avanzato di quanto sia oggi. La stessa vela richiede soluzioni ancora da sviluppare, sia per l'obiettivo della massima leggerezza, sia per la stabilità e sia, ancora, per quello che in gergo si chiama "G&C", cioè guida e controllo. Il progetto prevede che la vela venga accelerata rapidamente all'inizio del suo viaggio fino al 20% della velocità della luce e che poi proceda per inerzia (il famoso principio di Leonardo o prima legge della dinamica) fino a destinazione: bisogna assicurarsi che rimanga all'interno del raggio laser che la spinge e che alla fine dell'accelerazione sia diretta nella direzione giusta. Ciò non è semplice perché un minimo errore angolare all'uscita del Sistema Solare porterebbe a mancare completamente la destinazione.

Un altro problema cruciale da risolvere è quello della trasmissione a terra dei dati raccolti: il trasmettitore della sonda non potrà certamente disporre di molta potenza a causa della miniaturizzazione dell'intero sistema, mentre la trasmissione verrà fatta da distanze enormi. Il fatto che si riceva il segnale dalle sonde Voyager, trasmesso con una potenza poco superiore ad 1W da poco oltre l'eliopausa ha quasi dell'incredibile. Qui si tratta di distanze di gran lunga superiori e di potenze non molto maggiori. Un componente che non può essere miniaturizzato è l'antenna, per cui si pensa di sfruttare allo scopo la stessa vela che, piccola che sia, ha dimensioni di qualche metro. Ma costruire

un componente che possa avere entrambe le funzioni è tutt'altro che semplice e mantenere l'antenna orientata verso la Terra con una precisione sufficiente è un problema ancora più complesso.

Una sonda interstellare (miniaturizzata o non) deve avere una grande autonomia. Questo problema ha dovuto essere risolto già per le sonde dirette a Marte o verso i pianeti più lontani del Sistema Solare: non si può telecomandare un dispositivo a distanze tali per cui, tra l'istante in cui viene inviato un comando e quello in cui si riceve la conferma che il comando è stato ricevuto ed eseguito, trascorrono delle ore. Nel caso dell'esplorazione interstellare non si tratterà di ore, ma di anni (quasi 9 nel caso di Alfa Centauri). Probabilmente il problema dell'autonomia è tutto sommato minore rispetto agli altri, perché le esigenze delle sonde che abbiamo inviato negli ultimi cinquanta anni nel Sistema Solare, ci hanno costretto ad affrontarlo da tempo. Le enormi distanze interstellari rendono comunque tutto più difficile. In fig.7 è mostrata un'altra immagine di un progetto di una vela spaziale per micro-navicelle interplanetarie, che sarebbero accelerate da un potentissimo fascio laser.

Un ultimo problema è che lo spazio interstellare non è completamente vuoto ma contiene atomi, particelle, pulviscolo interstellare e piccoli corpi celesti, oltre ad oggetti di grandi dimensioni come i pianeti nani e gli asteroidi della fascia di Kuiper o le comete della Nube di Oort. Ci potrebbero essere anche corpi di dimensioni planetarie di cui non sappiamo nulla, come il nono pianeta (o Pianeta X) di cui si parla da tempo, ma i corpi celesti più grandi in realtà non dovrebbero costituire un vero problema, poiché la loro densità nello spazio, all'esterno del Sistema Solare è talmente bassa da rendere assolutamente improbabile un incontro con uno di loro. Lanciando più di una sonda, la probabilità che un numero rilevante di queste si distrugga in una collisione del genere è decisamente piccola.

Il pericolo potrebbe arrivare invece da atomi e granelli di polvere interstellare: un incontro a quelle velocità potrebbe essere letale per la sonda. Anche qui, le probabilità che la sonda vera e propria venga danneggiata sono piccole; il pericolo maggiore sarà dunque per la vela, che essendo molto più grande sarà più vulnerabile. Se la vela servisse solo alla propulsione il problema sarebbe trascurabile, ma visto che serve come antenna una volta a destinazione, sarà bene studiare il problema accuratamente.

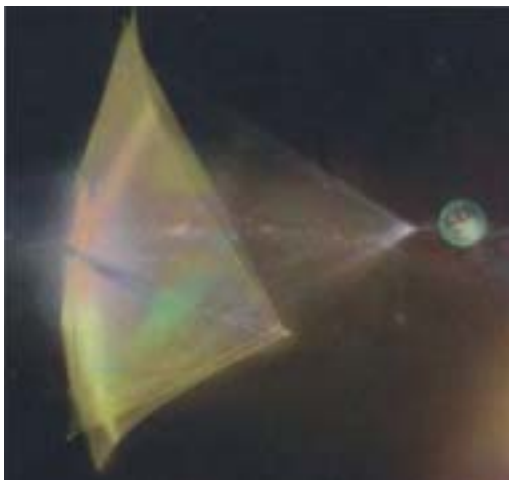


Fig.7:
Progetto di una vela
per micro-sonde

Fine prima parte

