

il **BOLLETTINO**
del GRUPPO ASTROFILI CINISELLO BALSAMO
numero 61 - Giugno 2017



IN QUESTO NUMERO

EDITORIALE - Le innovazioni di Star Trek - Cristiano Fumagalli	3
La fisica di Star Trek - <i>Stefano Spagocci</i>	5
Oltre la velocità della luce - <i>Gianni Bertolotti</i>	13
La matematica di Star Trek - <i>Stefano Spagocci</i>	16
Piccola enciclopedia astronomica - <i>Franco Vruna</i>	28
Astronomia e Astrologia in Tibet - <i>Mauro Nardi</i>	30
Nei laghi tibetani la storia di Marte? - <i>Marco Malaspina</i>	36
Astro News - <i>Cristiano Fumagalli</i>	38

EDITORIALE

LE INNOVAZIONI DI STAR TREK

Cristiano Fumagalli

Si sa, molti appassionati di astronomia lo sono anche di fantascienza, Guerre Stellari e Star Trek in primis; soprattutto quest'ultimo è diventato un vero e proprio "cult" per il suo concetto di racconto fantascientifico assai innovativo.

"Spazio, ultima frontiera. Queste sono le avventure dell'astronave Enterprise durante la sua missione quinquennale, alla scoperta di nuovi, strani mondi e di nuove forme di vita, per arrivare là, dove nessun uomo e mai arrivato prima": così inizia ogni episodio ed è sicuramente l'essenza di ciò che dovrebbe essere l'avventura umana. Star Trek è veramente diverso dai soliti racconti di fantascienza, centrati su improbabili invasioni aliene condotte da esseri dall'aspetto terrificante e da un'inconsueta ferocia(chissà poi perché); qui tutto è più "umanizzato" compresi gli alieni sia amici (i Vulcaniani), sia nemici (i Klingon e i Romulani), non solo nell'aspetto, ma anche nel carattere, azioni, pensieri e organizzazione.

Viene, finalmente, data centralità all'avventura, alla ricerca di nuovi mondi dai paesaggi variegati, da quello più arido e inospitale a quello più rigoglioso e questo perché l'Enterprise, pur essendo armata, non è un'astronave militare, ma, appunto, di ricerca, in una missione quinquennale. In questo contesto la scienza prende il suo giusto spazio. Non è più confinata come nei precedenti racconti, dove tutto è mirabolante, super o, meglio, iper... In Star Trek la presenza degli ufficiali scientifici è centrale. Spazio alla geologia, alla biologia, alla chimica e alla fisica con l'ingegneria e l'astronomia a far da "padrone". Presente, se vogliamo, sono anche le scienze sociologiche con l'importante "Prima direttiva" di non interferenza, un alto esempio sociale ed anche, se vogliamo, ecologico che manca ancor oggi (pensiamo solo alla negazione del riscaldamento globale fatta da alcuni politici, o presunti tali, che governano stati importanti).

La scienza, dicevo, è importante e molti degli strumenti a bordo dell'Enterprise sono diventati poi di uso comune, pensiamo solo ai floppy disk colorati o ai comunicatori, veri e propri telefonini di prima generazione. Anzi, solo 50 anni dopo l'inizio della serie, sono diventati quasi "preistorici", sostituiti da smartphone e chiavette! Altri congegni tecnologici stanno prendendo piede solo ora, come il computer parlante e altri lo faranno presumibilmente tra un po', come il tricorder, una specie di scanner medico portatile. Molti altri avranno molta strada da fare, ad esempio gli strumenti medici presenti nelle serie o il celeberrimo "motore a curvatura" del quale si sta appena iniziando a pensare le ipotesi teoriche.

Alcuni sono forse improbabili, come il teletrasporto, ma nessuno potrà mai dire che Star Trek non abbia avuto basi scientifiche e che è stato precursore di tante innovazioni tecnologiche.

Il capitano Kirk, il signor Spock, il Dr. Mc Coy, il tenente Uhura, il capo Scotty e tutti gli altri sono stati i cari compagni di "avventura" per tutti gli appassionati della mia generazione che hanno

avuto la fortuna di vivere lo sbarco sulla Luna ma lo saranno ancora per lungo tempo per le future, perché le caratteristiche di quei telefilm sono sempre attuali: “spazio, ultima frontiera” e “alla ricerca di nuovi, strani mondi e di nuove forme di vita, per arrivare là, dove nessun uomo è stato prima” rappresentano veramente l’essenza finale, il destino dell’umanità, se vorrà sopravvivere a se stessa.

LA FISICA DI STAR TREK

TO BOLDLY GO WHERE NOONE HAS GONE BEFORE

Stefano Spagocci - stefans@tin.it

La serie televisiva Star Trek, nata nel lontano 1966, a suo tempo ha rivoluzionato il mondo della fantascienza. Pur rifuggendo dagli intellettualismi della fantascienza più colta, Star Trek ha introdotto, per il grande pubblico, tematiche non consuete per la vecchia fantascienza pulp, fatta di dischi volanti, donnine seminude e verdi rettili umanoidi. E, soprattutto, ha anticipato tecnologie oggi correnti (telefoni cellulari, laser, propulsione atomica, telemedicina, per fare alcuni esempi) e altre, come il teletrasporto, oggi ancora allo stadio embrionale.

In questo lavoro si esamineranno le tecnologie e i principi fisici proposti in Star Trek, confrontandoli con l'effettiva realizzazione di tali tecnologie e con le teorie fisiche correnti. Sarà questa l'occasione per parlare, in modo semplice e piano, di relatività ristretta e generale, spazio-tempo curvo, buchi neri e wormholes. Ma anche di quella fisica più "terrestre", ingiustamente bistrattata da noiosi (particolarmente in Italia) programmi scolastici.

DISTANZE COSMICHE

Le distanze cosmiche sono davvero incommensurabili su scala umana. Ricordiamo che un anno luce è definito come la distanza percorsa dalla luce in un anno (viaggiando alla ben nota velocità di 300000 chilometri al secondo). Un facile calcolo mostra come tale distanza sia circa pari a 10000 miliardi di chilometri.

Ebbene, la tabella che segue crediamo parli da sé:

- Distanza Terra/ α Centauri (il sistema stellare a noi più vicino): circa 3 anni luce.
- Distanza Terra/centro galattico: circa 25000 anni luce.
- Diametro della Via Lattea: circa 100000 anni luce.
- Distanza Terra/galassie: milioni/miliardi di anni luce.



VIAGGI SPAZIALI

La massima velocità possibile nell'Universo è quella della luce (indicata con c). Man mano che ci si avvicina ad essa, per un osservatore fermo il tempo di chi viaggia si ferma a sua volta. A velocità prossima a c un viaggio interstellare di alcuni anni apparirà, a un osservatore terrestre, come un viaggio di migliaia di anni. I viaggiatori, al ritorno sulla Terra, troveranno ad attenderli i loro lontani discendenti!

Dunque, viaggiando a velocità vicina a c , una civiltà potrebbe al massimo muoversi nel Sistema Solare o, al limite, verso le stelle più vicine. Per altre mete occorre trovare un mezzo per viaggiare più velocemente della luce, nonostante la proibizione di cui sopra. Un tale mezzo sembra esistere, come vedremo.

VIAGGI SUBLUMINALI

Per chi viaggia a velocità prossima a c , come abbiamo visto, il tempo rallenta (rispetto a chi rimane fermo a terra). Ad esempio, viaggiando a $c/4$ (un quarto della velocità della luce) ogni mese di viaggio si sarebbe più giovani di un giorno rispetto a chi sia rimasto a terra! Nel seguito assumeremo che l'Enterprise, la ben nota astronave di Star Trek, abbia una velocità di crociera di $c/4$ (quando ovviamente non viaggia a velocità maggiore di c).

Non è però possibile arrivare istantaneamente a $c/4$. Il corpo umano, infatti, può sopportare un'accelerazione prolungata di 3 g al massimo (g è l'accelerazione di gravità media sulla superficie terrestre). Quindi, per raggiungere $c/4$ in condizioni di sicurezza per l'equipaggio dell'Enterprise, occorrerebbe circa un mese! Le brusche manovre che regolarmente gettano a terra gli sfortunati membri dell'equipaggio dell'Enterprise (ma non avevano inventato le cinture di sicurezza?) non sono scientificamente plausibili.

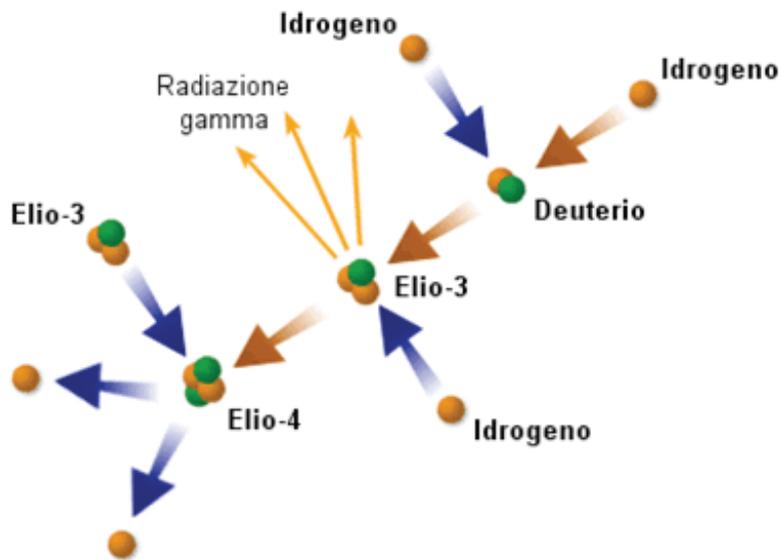
Sono due le possibili fonti di energia per viaggi a velocità inferiore a c : la fusione nucleare (nuclei di idrogeno che si fondono a dare nuclei di elio come nelle stelle) e l'annichilazione di antimateria (ogni particella possiede un'antiparticella di carica opposta e, se le due si incontrano, si annichilano e liberano un'energia corrispondente alla massa totale).

Secondo l'equivalenza massa/energia, stabilita da Einstein nella sua teoria della relatività speciale, ogni massa possiede un'enorme energia che può essere liberata, ad esempio, nella fusione o nell'annichilazione materia/antimateria. La fusione nucleare libera l'1% dell'energia contenuta nella materia, l'annichilazione materia/antimateria ne libera il 100%!

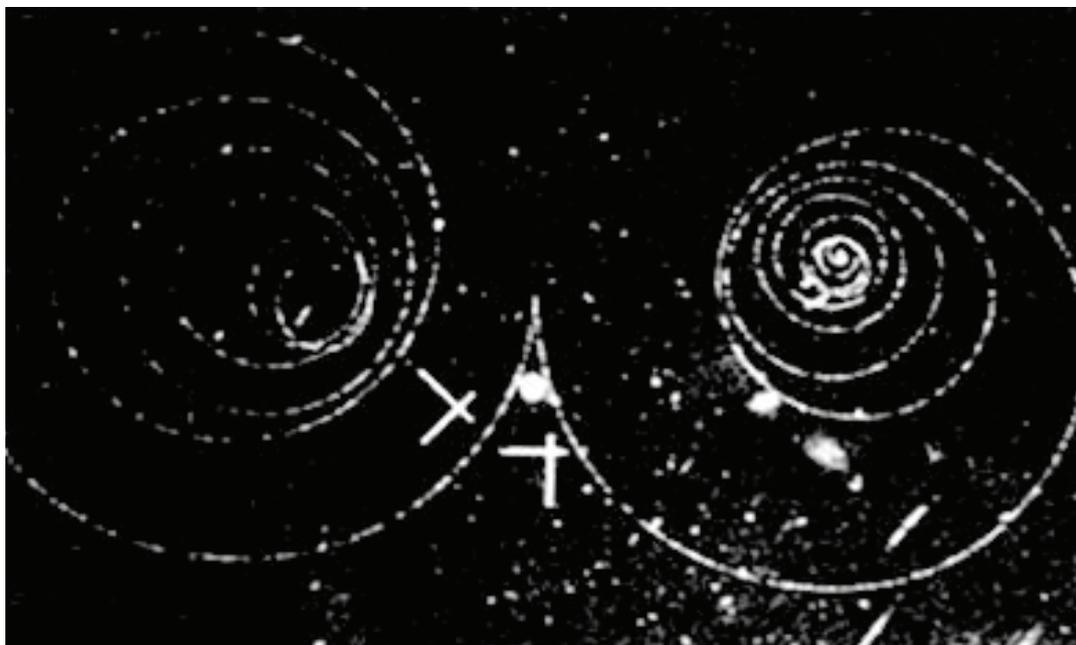
Fusione Nucleare

L'Enterprise dovrebbe portare con sé, per ogni volta che accelera anche solo a $c/10$ e quindi decelera, 40000 volte la sua massa in idrogeno (la massa dell'Enterprise, nell'Enciclopedia di Star Trek, è riportata essere 4 milioni di tonnellate). Potrebbe raccogliercela per strada? Nella Via Lattea esiste circa un atomo di idrogeno per centimetro cubo: per raccogliercela a sufficienza,

occorrerebbe un imbuto di 60 milioni di km di diametro (0.4 volte la distanza Terra/Sole)!



Il principale ciclo di reazioni di fusione nucleare nel Sole (e nelle stelle ordinarie nel pieno della propria vita). Tale ciclo potrebbe essere impiegato per la propulsione di un'astronave, fatti salvi gli (enormi) problemi di ingombro che si spera possano essere risolti in futuro.



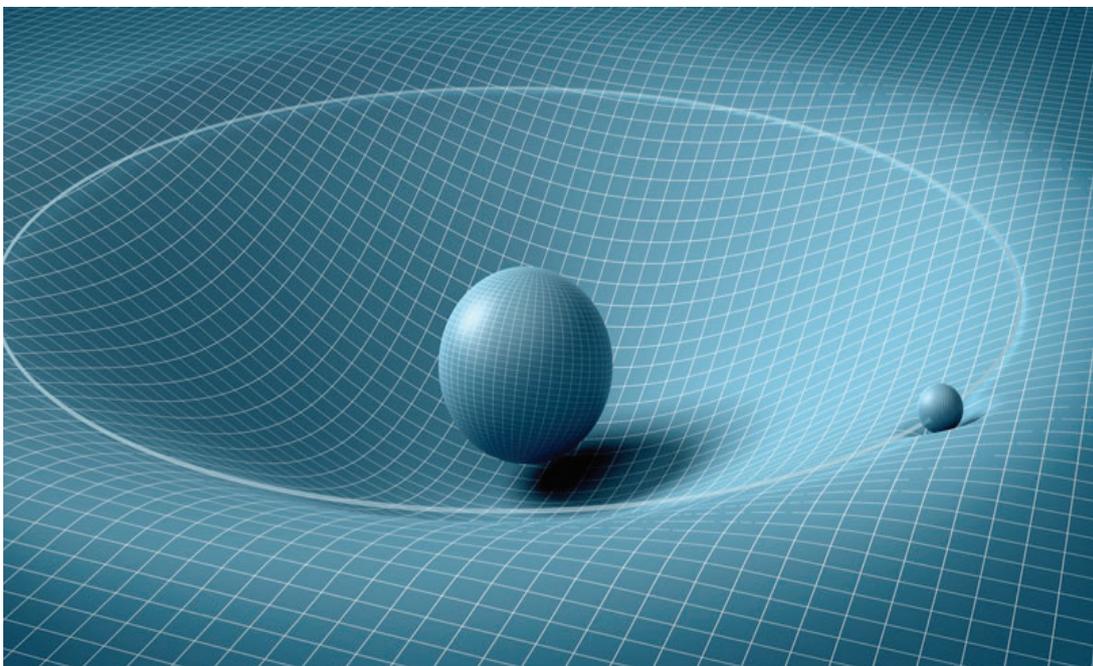
In questa vecchia immagine, presa in una camera a nebbia (un rivelatore di particelle da tempo caduto in disuso), si "vede" un fotone (in realtà invisibile) che dà origine a una coppia elettrone/antielettrone. Le due particelle hanno identica massa ma carica opposta e, nel campo magnetico in cui sono immerse, danno origine a due traiettorie opposte (le spirali).

Materia/Antimateria

Rimane quindi, come sola alternativa, l'annichilazione protone/antiprotone, la propulsione più efficace (come già sottolineato, la sua efficienza potrebbe raggiungere il 100%). Per accelerare a $c/10$ e quindi decelerare occorrerebbe una massa di idrogeno pari a circa il 20% della massa dell'Enterprise. Nell'Universo, però, non esiste praticamente antimateria: occorre quindi produrla negli acceleratori.

Gli acceleratori, d'altra parte, producono pochissimi antiprotoni. Il Fermilab (il laboratorio di fisica delle particelle elementari situato nei pressi di Chicago) ne produceva, ad esempio, cinquanta miliardi all'ora. Trasformati in energia essi corrispondono a un milliwatt, un centomillesimo della potenza dissipata da una lampadina!

Per l'Enterprise occorrerebbe quindi portarsi "sul tetto" 10^{22} acceleratori (diecimila miliardi di miliardi) per poter raggiungere anche solo velocità $c/10$, almeno allo stato attuale dello sviluppo tecnologico! Dovremo quindi rinunciare a viaggiare a velocità prossima a quella della luce, a meno di portare a bordo centinaia di milioni di tonnellate di idrogeno? Sorprendentemente, non è affatto detto. Le prestazioni degli acceleratori di particelle, infatti, aumentano di un fattore dieci ogni circa venti anni (seguendo la ben nota legge di Moore, di solito applicata alle tecnologie elettroniche ed informatiche): se la tendenza dovesse continuare, fra circa 400 anni basterebbe un solo acceleratore a bordo dell'Enterprise!



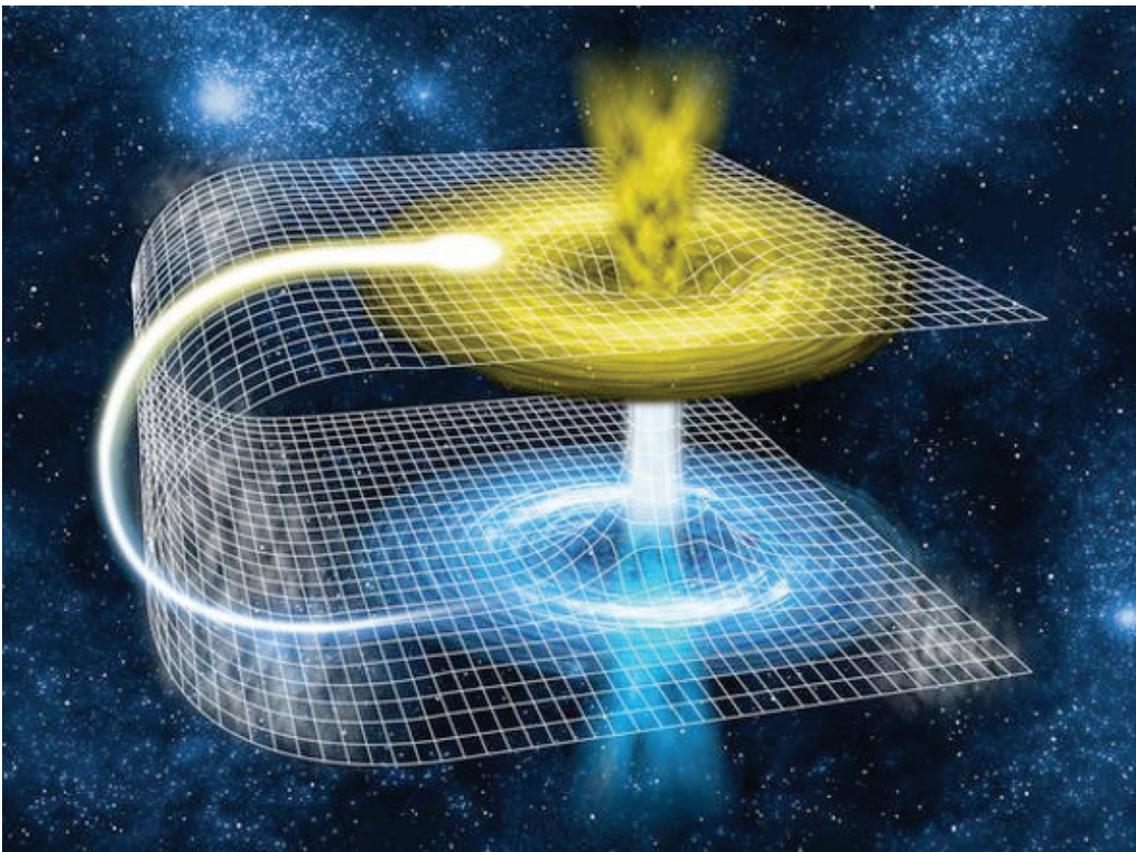
Lo spazio-tempo, secondo la relatività generale, è paragonabile a un telo elastico. L'azione gravitazionale del Sole, quindi, è analoga a quella di una biglia che produca una depressione in un telo di gomma: i pianeti compiono le loro orbite "cadendo" nella buca.

VIAGGI SUPERLUMINALI

Secondo la teoria della relatività generale di Einstein, lo spazio-tempo è paragonabile a un telo elastico. Ad esempio, l'azione gravitazionale del Sole è paragonabile a quella di una biglia che produca una depressione in un foglio di gomma: i pianeti compiono le loro orbite "cadendo" nella relativa buca. Da ciò nascono possibili "trucchi" per viaggiare più veloci della luce, nonostante la (apparente) proibizione della relatività einsteiniana.

Wormholes

Il principio alla base dei famosissimi wormholes (letteralmente "tane di verme"), soluzioni delle equazioni della relatività generale a priori possibili (anche se finora non riscontrate in natura) è illustrato in figura. Piegando il "foglio di gomma" e aprendo un tunnel spazio-temporale tra due punti si può accorciare la distanza tra i punti stessi, procedendo in linea retta invece che sul foglio. Di fatto, quindi, si potrebbe superare la velocità della luce!



Un wormhole, in linea di principio, consentirebbe a un'astronave di superare la velocità della luce. Lo spazio-tempo, infatti, è paragonabile a un telo elastico. Piegando il "telo" nel modo illustrato qui sopra e aprendo quindi un tunnel spazio-temporale tra due punti, si può accorciare la distanza tra i punti stessi, procedendo in linea retta invece che sul "telo". Se il tunnel è ben congegnato, l'astronave che dovesse attraversarlo potrebbe accorciare di molto il tempo di viaggio.

Propulsione di Alcubierre

Il principio alla base della propulsione di Alcubierre (il fisico messicano/britannico che la ha concepita teoricamente due decenni or sono) è piuttosto “semplice”. L’astronave è ferma rispetto al “foglio” spazio-temporale. Tuttavia, il foglio può essere “stirato”, così da portare l’astronave a velocità anche molto superiori a quella della luce. L’astronave, in realtà, è ferma rispetto al foglio: è il foglio a stirarsi!

Deformare lo spazio-tempo, però, costa molta energia. Tipicamente i calcoli mostrano che si dovrebbe fornire all’astronave l’energia di massa di un buco nero di 300 metri di raggio (dell’ordine delle dimensioni dell’Enterprise secondo l’Enciclopedia di Star Trek). Un tale buco nero ha massa pari a circa 1/10 della massa solare. La corrispondente energia è pari a circa 10 volte quella emessa dal Sole nella sua vita, circa 10 miliardi di anni!

Massa Negativa?

Per tenere aperto un wormhole, o stirare lo spazio-tempo nella propulsione di Alcubierre, occorrerebbe usare materia con massa/energia negativa. Ordinariamente tale materia non esiste. Nel mondo della meccanica quantistica, per fluttuazioni casuali, è però possibile che una tale materia sia prodotta. Tuttavia è da confermare se possa essere veramente prodotta e, soprattutto, prodotta in gran quantità.

VIAGGI NEL TEMPO

I viaggi nel tempo portano a grandi paradossi. Viaggiando indietro nel tempo, ad esempio, potrei uccidere mia madre prima che mi abbia concepito. Ma allora non sarei generato e, dunque, non potrei aver viaggiato nel tempo e aver ucciso mia madre!

Il fisico britannico Paul Davies ha calcolato che producendo un wormhole, e facendone poi ruotare l’estremità inferiore per un certo tempo, potrei entrare dalla parte superiore del wormhole e uscire dalla parte inferiore. Uscito, mi troverei proiettato nel passato!

Questo rende plausibili i viaggi nel tempo, descritti in vari episodi della serie Star Trek. Peraltro esistono altri approcci al viaggio nel tempo (cilindri rotanti, stringhe cosmiche, universi alla Gödel), dei quali non ci occupiamo in questa sede (il lettore interessato troverà indicazioni a riguardo nella bibliografia).

TELETRASPORTO

Il teletrasporto è la tecnologia più famosa di Star Trek: si tratta di smaterializzare un corpo e rimaterializzarlo a distanza. Sorprendentemente, oggi si possono teletrasportare atomi a chilometri di distanza. Ben diverso, però, è il caso di un uomo, con dieci miliardi di miliardi di miliardi di atomi da teletrasportare!



Il teletrasporto secondo l'interpretazione (e l'anticipazione!) di Gene Roddenberry, il creatore della serie classica di Star Trek. Il vero teletrasporto (almeno allo stato attuale dello sviluppo scientifico e tecnologico), pur avendo uno straordinario interesse concettuale, è ben meno spettacolare, funzionando in laboratorio e su un numero di particelle dell'ordine dell'unità. Un essere umano, invece, è composto da circa 10^{28} atomi (per intenderci, dieci miliardi di miliardi di miliardi)!

Per smaterializzare un uomo lo si dovrebbe portare a mille miliardi di gradi (per gli esperti, a 100 MeV per atomo). In tal modo i suoi quark e gluoni si libererebbero, generando così uno stato detto "quark gluon plasma". Dettaglio non trascurabile, tutto questo costerebbe un'energia pari a quella liberata da 1000 bombe atomiche da un megatone!

Assumendo che descrivere 10 atomi (stato quantistico, posizione assoluta e relativa agli altri atomi) richieda una pagina scritta (circa un kilobyte) e supponendo di avere degli hard disk da 100 gigabyte e spessi 1 centimetro, si calcola che le informazioni per ricostruire l'uomo richiederebbero un banco di hard disk alto circa un anno luce!

Considerando quindi una frequenza di clock di un gigahertz, per un supercomputer con 10000 processori in parallelo, i dati di cui sopra sarebbero scritti e letti negli hard disk in un tempo paragonabile all'età dell'Universo (dell'ordine dei tre miliardi di anni)!

Come se non bastasse, qualora si volesse leggere lo stato di un corpo per riportarlo indietro dopo il teletrasporto (diciamo da circa 40000 km, altezza delle orbite geostazionarie che consentono a un satellite di rimanere fisso rispetto a un punto del globo terrestre), occorrerebbe un telescopio di 50000 km di diametro (che dovrebbe operare nei raggi γ e non nell'ottico, con tutte le complicazioni del caso)!

Scusandoci per la profusione di punti esclamativi, ci chiediamo quindi se si debba dire addio al teletrasporto. Sorprendentemente, non è affatto detto. Le prestazioni di un computer, infatti, aumentano di un fattore cento ogni venti anni circa (secondo la legge di Moore). Di questo passo, in circa 400 anni le dimensioni del banco di hard disk potrebbero ridursi a circa 1 cm e il tempo di scrittura/lettura a circa 1/10 di secondo!

Infine, facciamo notare che il ben noto principio di indeterminazione di Heisenberg (la posizione e la velocità di un oggetto non possono essere simultaneamente determinate con infinita precisione) proibisce una ricostruzione esatta dell'oggetto teletrasportato. Questo potrebbe essere un grave problema, la cui soluzione è lasciata ai fisici e biologi del futuro.

CONCLUSIONI

L'autore di queste modeste note ha voluto riassumere, in una forma che spera piacevole e comprensibile, il contenuto del ben noto libro del fisico teorico e cosmologo statunitense Lawrence Krauss (a proposito del quale il lettore interessato troverà in bibliografia le dovute indicazioni). Chi non avesse voglia e/o pazienza e/o tempo di leggere quello stupendo libro, nella miglior tradizione divulgativa anglosassone, crediamo ne avrà colto l'essenza.

Essendo stato scritto ormai due decenni fa, il libro contiene delle previsioni che ci sono sembrate troppo pessimistiche, alla luce dello sviluppo scientifico e tecnologico verificatosi nel frattempo. Ci siamo dunque permessi di riprodurre ed emendare i calcoli di Krauss. Il risultato è l'articolo che i più temerari potranno leggere in questo stesso numero. Crediamo che questo sia un piccolissimo ma non disprezzabile contributo alla divulgazione della fisica!

Il mondo di Star Trek, lo abbiamo visto, potrebbe persino avverarsi (in parte) fra qualche centinaia di anni. In ogni caso, uno dei meriti di Star Trek è quello di aver anticipato l'invenzione o lo sviluppo di importanti tecnologie quali il telefono cellulare, il laser, la propulsione atomica, la telemedicina. Speriamo di aver convinto il lettore di ciò, anche se nessuna major cinematografica ci riconoscerà una percentuale sul maggior venduto!

Last but not least, l'autore spera di aver dimostrato come il metodo scientifico, molto spesso ritenuto arido, disumano e poco interessante (anche per colpa di una certa parte degli scienziati che erroneamente lo contrappongono alla sensibilità umanistica, allo stupore e al senso di meraviglia) abbia una straordinaria potenza e fascino, permettendoci di speculare su scenari che superano la fantasia di qualsiasi artista!

NOTE E BIBLIOGRAFIA

Il testo di riferimento per approfondimenti è ovviamente: L.M. Krauss, *La fisica di Star Trek*, trad. it., TEA, Milano, 2009 (edizione originale: *The Physics of Star Trek*, Flamingo, London, 1995). Per gli appassionati di fantascienza consigliamo: AA.VV., *The Star Trek Encyclopedia*, Simon & Schuster, London, 1994.

Chi fosse interessato ad approfondire ulteriormente gli argomenti trattati, troverà abbondanti indicazioni bibliografiche nel testo di Krauss. Riguardo ai viaggi nel tempo, tuttavia, consigliamo caldamente la lettura della gemma: P. Davies, *Come costruire una macchina del tempo*, trad. it., Mondadori, Milano, 2003 (edizione originale: *How to Build a Time Machine*, Penguin Books, London, 2002).

OLTRE LA VELOCITÀ DELLA LUCE: RIFLESSIONI SU UN DOCUMENTARIO NATURALISTICO

Gianni Bertolotti - 1997

In natura esiste un volatile chiamato Uria. Non so se il nome sia corretto (è corretto NdR), il documentario mi appassionava, mi sono perso in fantasticherie e il particolare mi è sfuggito. Ad ogni modo è la particolarità del sistema di procacciarsi il cibo di cui voglio parlare. L'Uria si procura il cibo mediante la cattura dei pesci con dei voli di ricognizione sopra il Mare del Nord, dove vive in colonie. E' dotata di un'ottima vista perchè riesce ad individuare la sua preda anche a qualche metro sotto la superficie del mare.

Sin qui niente di eccezionale, anche altri uccelli marini (pellicani, cormorani, gabbiani) adottano questo tipo di pesca. Ma la peculiarità del sistema di pesca dell'Uria è data dal fatto che, una volta entrato in acqua, il volatile scende sino alla profondità dove si trova la preda individuata (a volte oltre due metri), la cattura e riemerge, riprendendo il volo. Il tutto avviene in pochissimi secondi.

E' quindi nata la curiosità degli ornitologi, interessati a studiare il comportamento sociale e alimentare delle diverse specie di uccelli marini. Gli scienziati hanno trovato che questo tipo di pesca è del tutto fuori del comune. Il tempo impiegato per la pesca sembra infatti troppo breve, considerati i vincoli della gravità e dell'idrodinamica e anche ammettendo che il volatile assuma un profilo il più idrodinamico possibile.

Le riprese cinematografiche hanno documentato un esperimento in cui erano sparati in acqua dei proiettili speciali per verificarne il potere di penetrazione. Dopo circa un metro dall'entrata in acqua essi perdevano la loro forza di penetrazione e cadevano sul fondo per effetto gravitazionale. Non si è quindi riusciti a simulare il grande potere di penetrazione in acqua di questi volatili.

Le Urie conoscono meglio di noi le leggi fisiche che consentono loro di ottenere questo minor attrito? La curiosità degli ornitologi si fece allora più forte. Essi cominciarono con riprese filmate in superficie, passando poi a riprese subacquee. Dovevano infatti cercare di scoprire come questi volatili potessero essere così veloci ad eseguire la loro evoluzioni.

Nella fase d'immersione si è vista una grande quantità di bollicine attorniare il loro corpo. Si è quindi scoperto che attorno al volatile si forma un tunnel rivestito di bollicine. Questo fa sì che i volatili non risentano dell'attrito con l'acqua. Tutto il tragitto, anche in profondità, viene eseguito in un tempo brevissimo, col minimo dispendio di energia e senza l'ausilio delle loro zampe palmate (tenute vicino al corpo), usando solo l'energia di caduta da un'altezza minima.

La conclusione (fantascientifica) che ne ho tratto è che questo volatile dovrebbe essere studiato in maggior dettaglio, per capire come faccia ad accumulare e trattenere l'aria e quindi formare il tunnel di bollicine che gli permette di annullare l'attrito. Chissà se questi studi potranno suggerirci un modo per sfruttare l'energia del Cosmo e formare attorno a una nave spaziale un

tunnel che permetta velocità superiori a quella della luce senza dispendio di enormi energie, permettendo di effettuare viaggi interstellari e intergalattici in tempi brevi?

In fantascienza se ne è scritto molto, in molte versioni. Pensiamo alle porte spaziali (un esempio è il ben noto Stargate): si entra da un punto e se ne esce in un altro, magari lontano anni luce, magari in un'altra galassia. Io sono dell'idea che quando l'uomo saprà forare la densità cosmica, solo e solo allora conoscerà nuovi mondi e nuove civiltà.

Di certo qualcuno avrà da obiettare a questa affermazione, si dirà che chi lo scrive e pensa è in uno stato di estasi o farneticazione. Ma a me il documentario ha fatto riflettere molto, forse per la mia ignoranza in materia. Non è detto che i futuri fisici e cosmologi trovino la vera natura dell'Universo cercando in questa direzione ma conoscerne la vera natura non penso sia un'utopia!

Pensate, viaggiare nello spazio interstellare e intergalattico con energie minime, saperle sfruttare con intelligenza, non come le stiamo sfruttando attualmente, solo per interessi economici, senza badare alle conseguenze legate al loro uso. E' la nostra indole, la nostra curiosità che ci porta a voler conoscere. Per ora dominano gli interessi e le questioni di potere, speriamo che si possa cambiare mentalità al più presto!

L'utopia sta nel voler scoprire se nell'Universo esistono specie intelligenti oltre alla nostra, se assomigliano a noi, se hanno trovato il sistema per compiere viaggi interstellari e intergalattici in breve tempo. Se saremo fortunati potremo metterci in contatto con specie di umanoidi più evolute di noi, con la capacità di viaggiare a piacimento. Conosceremo allora la loro tecnologia, la loro flora e fauna, la loro storia, potremo fare paragoni e sapere se in tutto l'Universo gli esseri viventi si sono evoluti in modo simile!

NOTA REDAZIONALE - Stefano Spagocci

L'amico Gianni Bertolotti che ci ha affidato questo scritto, risalente al lontano 1997, non cessa di stupirci. Anche questo suo lavoro, infatti, può dirsi profetico! Quando ce lo ha affidato non avevamo ancora preso la decisione di dedicare il numero a Star Trek, di cui ricorre quest'anno il cinquantenario. Il lavoro, però, s'inserisce molto bene in questo numero speciale.

Perché, ancora una volta, il lavoro del nostro socio merita tale titolo? Quando l'articolo fu scritto era già stato ipotizzato l'uso di wormholes per costruire tunnel che connettano punti molto lontani, il tunnel essendo più corto della distanza in linea retta tra i due punti. Ma la propulsione di Alcubierre, che corrisponde meglio alle ipotesi formulate in questo lavoro, era stata appena proposta in letteratura e non era nota al lettore italiano di saggi divulgativi!

I concetti alla base dei wormholes e della propulsione di Alcubierre sono stati descritti nei nostri due lavori di questo numero. A beneficio del lettore, comunque, ne riepiloghiamo i principi di base. Ciò che il lettore deve tener presente è che lo spazio-tempo, secondo la relatività generale einsteiniana, è paragonabile a un telo elastico e si può dunque deformare o persino lacerare, purchè si disponga di sufficiente energia.

Gli studi sui wormholes e il loro potenziale impiego nella propulsione spaziale hanno ricevuto un contributo determinante dal fisico statunitense Kip Thorne. Un wormhole, in linea di principio, consentirebbe a un'astronave di superare la velocità della luce. Piegando infatti ad U la sorta di telo che costituisce lo spazio-tempo e aprendo quindi un tunnel spazio-temporale tra due punti, si può accorciare la distanza tra i punti stessi, procedendo in linea retta invece che lungo il telo. L'astronave che dovesse attraversarlo potrebbe quindi accorciare di molto il tempo di viaggio!

Il principio che sta alla base della cosiddetta propulsione di Alcubierre (Miguel Alcubierre è il fisico messicano/britannico che l'ha concepita teoricamente alla metà degli anni '90 del secolo scorso) è piuttosto semplice. L'astronave è ferma rispetto al telo spazio-temporale. Il telo è però stirato, così da portarla a velocità anche molto superiori a quella della luce!

Per tenere aperto un wormhole, o per stirare lo spazio-tempo nella propulsione di Alcubierre, occorrerebbe usare materia con massa/energia negativa. Ordinariamente una tale materia non esiste. Nel mondo della meccanica quantistica, per inevitabili fluttuazioni casuali, è possibile che essa sia generata. E' però da confermare se tale materia esotica possa essere veramente prodotta e, soprattutto, se lo possa essere in grandi quantità.

La quantità di energia necessaria per la propulsione relativistica è astronomica ma è possibile che le fluttuazioni quantistiche, se opportunamente amplificate, ce la forniscano gratis. Il verdetto è rimesso alla giuria dei fisici teorici del futuro che, sperabilmente, ci forniranno una teoria della gravità quantistica che sia calcolabile e sperimentalmente verificabile.

Facciamo infine notare che il nostro socio merita due volte la qualifica di profeta. Molti lettori sapranno infatti che l'Universo sta accelerando la propria espansione. Tale accelerazione è dovuta alla ben nota energia oscura. Tenendo conto del fatto che energia equivale a massa, l'energia oscura è antigravitazionale e possiamo attribuirle massa negativa. Nel lavoro si parla di densità cosmica da forare ed energie minime da sfruttare con intelligenza. Questa è un'eccellente descrizione della propulsione di Alcubierre e del potenziale uso dell'energia oscura a tale scopo!

LA MATEMATICA DI STAR TREK

(ESPERIMENTO PER LETTORI TEMERARI)

Stefano Spagocci

Nell'articolo che apre questo numero, sulla falsariga del ben noto "La Fisica di Star Trek", stupenda opera di divulgazione scientifica del fisico teorico e cosmologo statunitense Lawrence Krauss, abbiamo affrontato il tema della plausibilità della fisica descritta negli episodi della serie Star Trek. La conclusione, ovviamente non nostra ma di Krauss, è che il mondo di Star Trek ha molti aspetti assolutamente plausibili e potrebbe persino (almeno in parte) avverarsi di qui a pochi secoli, diciamo mezzo millennio!

Le conclusioni di Krauss sono basate su calcoli che egli (per comprensibili ragioni editoriali) menziona ma non riporta esplicitamente. Il libro di Krauss, inoltre, pur non avendo perso nulla del suo fascino e brillantezza, è ormai datato due decenni. Alcune delle sue previsioni ci sono sembrate troppo pessimistiche, considerato lo sviluppo tecnologico intercorso. E poi, francamente, ci eccitava la sfida di replicare i calcoli di Krauss (però il lettore non ci valuti troppo: si tratta di fisica non avanzata). Il risultato è questo piccolo contributo alla divulgazione della fisica.

AVVERTENZE PER IL LETTORE

Questo, se volete, è un esperimento di divulgazione scientifica. Chi vi scrive è abituato a tradurre formule più o meno astruse in linguaggio piano, facendo un uso liberale di metafore laddove sia necessario. Questa volta, tuttavia, infliggeremo al lettore una certa dose di formule matematiche. Perché? Perché questo lavoro avrebbe ben poco senso senza formule ma anche per mostrare, una volta tanto, come un fisico (più precisamente, nel caso del sottoscritto, un matematico applicato che vive alla frontiera tra fisica ed ingegneria) lavora.

Questo articolo può essere affrontato con profitto da un lettore che abbia alle spalle almeno un esame di fisica e di analisi matematica, in una qualunque facoltà scientifica (o una cultura equivalente, lo stesso scrivente è autodidatta in alcuni dei suoi campi di studio). Un lettore con una cultura equivalente a quella fornita da una scuola superiore ad indirizzo tecnico o scientifico può ugualmente leggere con profitto il lavoro, anche se potrebbe avere qualche difficoltà nel seguire la derivazione di alcune formule. Le conclusioni di ogni paragrafo sono invece alla portata di tutti. Articolo per temerari, ve l'avevo detto!

ACCELERAZIONI

A prescindere dal fatto che tra le tante mirabolanti invenzioni di Star Trek inspiegabilmente manca quella delle cinture di sicurezza, i fan della serie classica sono abituati ad assistere a brusche accelerazioni o decelerazioni dell'Enterprise che, immancabilmente, gettano a terra

buona parte dell'equipaggio. Scene credibili (a prescindere dal mancato uso delle cinture di sicurezza, le cui ragioni sfuggono alla nostra mente)? In questo caso, decisamente no!

Per scoprire perchè, basta applicare la definizione di accelerazione a (variazione di velocità v per unità di tempo t): la ben nota formula $v=a \cdot t$. Quale accelerazione e velocità considereremo? Supponiamo che l'Enterprise debba raggiungere una velocità di crociera che esprimeremo come frazione della velocità della luce (circa 300000 km/s): $v=\beta \cdot c$. Il corpo umano non può sopportare accelerazioni troppo alte. Supponiamo che la massima accelerazione sopportabile sia $a=n \cdot g$, ove g è l'accelerazione di gravità e vale 9.8 m/s^2 . Dalla precedente definizione è immediato ricavare t_a , il tempo necessario per raggiungere la velocità di crociera desiderata alla massima accelerazione umanamente sopportabile:

$$t_a = \frac{\beta}{n} \frac{c}{g} \approx \frac{\beta}{n} [y] \quad (1)$$

Nella precedente equazione, con $[y]$ abbiamo indicato il fatto che il tempo di accelerazione, espresso in anni (years), è dato dall'espressione precedente la parentesi quadra. Secondo Krauss, la velocità di crociera dell'Enterprise sarebbe $c/4$. D'altra parte, la massima accelerazione sopportabile da un essere umano per un lungo periodo è 3 volte quella di gravità. Di conseguenza, il tempo di accelerazione risulta pari ad $1/12$ di anno, altrimenti detto un mese (da cui la patente inutilità delle cinture di sicurezza)!

QUI ARRIVA IL BELLO!

Nel nostro precedente articolo, e nel libro di Krauss, si menzionano i due principali approcci alla propulsione subluminali (i principali approcci, cioè, per raggiungere velocità di crociera inferiori a quella della luce). Svolgiamo quindi alcuni calcoli a proposito. Qui arriva il bello e il difficile ma è l'unica vetta che chiediamo al lettore di affrontare. Chi non se la sente salti pure al risultato finale della nostra analisi!

Supponiamo quindi che un'astronave come l'Enterprise, la cui massa iniziale esprimeremo come m_a+m_p (ove il suffisso a si riferisce all'astronave e il suffisso p al propellente), nel tempo dt eietti una massa di propellente pari a dm_p . Per la conservazione della quantità di moto (supponendo che il propellente sia eiettato a velocità costante):

$$\beta_p dm_p(t) = (m_a + m_p - m_p(t)) d\beta_a \quad (2)$$

ove $m_p(t)$ è la quantità di propellente eiettata in totale al tempo t e abbiamo espresso le velocità di astronave e propellente come frazione β di quella della luce.

Nell'equazione (2) abbiamo in realtà barato (lo ammettiamo), visto che il propellente è in realtà un flusso di fotoni, particelle radicalmente relativistiche che, per definizione, viaggiano alla velocità della luce. Si può però osservare che l'energia E di un fotone è legata alla sua quantità di

moto p dalla nota relazione $E=p \cdot c$. La variazione di quantità di moto dal lato propellente può allora esprimersi in funzione del numero di fotoni (photons) $n_p(t)$ emesso fino al tempo t come:

$$\frac{E_p}{c} dn_p(t) = \frac{E_p}{c} d(\epsilon n_p^0(t)) = d\left(\frac{E_p n_p^0(t)}{c^2}\right) c \epsilon \quad (3)$$

dove E_p è l'energia media dei fotoni emessi, $n_p^0(t)$ è il numero di fotoni che sarebbero stati emessi al tempo t con una reazione di efficienza unitaria ed ϵ è l'efficienza della reazione.

Un attimo di riflessione ci fa capire che la quantità in parentesi nel terzo membro altro non è che la massa di propellente consumata al tempo t (compresi, nel caso di reazioni con efficienza non unitaria, i prodotti di reazione che rimangono quali scorie). Dunque, in parole povere, possiamo applicare l'equazione (2) "facendo finta" che i fotoni siano emessi a una velocità pari all'efficienza della reazione. Più formalmente:

$$m_p(t) = \frac{E_p n_p^0(t)}{c^2} \quad (4)$$

$$\beta_p = \epsilon \quad (5)$$

Se il propellente è emesso ad un tasso Φ (altrimenti detto portata dagli idraulici), per definizione di portata si ha:

$$m_p(t) = \Phi t \quad (6)$$

che, applicando (2), permette di impostare un'utile equazione differenziale. In particolare, si ha:

$$\frac{d\beta_a}{dt} = \frac{\Phi \beta_p}{(m_a + m_p - \Phi t)} \quad (7)$$

per risolvere la quale introduciamo la variabile ausiliaria:

$$\xi = (m_a + m_p - \Phi t) \quad (8)$$

che ci permette di riscriverla come:

$$\frac{d\xi}{\xi} = d \log\left(\frac{\xi}{m_a + m_p}\right) = -d\left(\frac{\beta_a}{\beta_p}\right) \quad (9)$$

ove il fattore $m_a + m_p$ è stato introdotto per convenienza (si tratta della costante arbitraria a meno della quale è definita la soluzione di un'equazione differenziale del primo ordine e si verifica che

la scelta soddisfa le condizioni al contorno desiderate). Integrando la (9) e quindi riarrangiando (con alcuni passaggi) l'espressione risultante, si ha:

$$\frac{m_p(t)}{m_a + m_p - m_p(t)} = \exp\left(\frac{\beta_a(t)}{\beta_p(t)}\right) - 1 \quad (10)$$

Coraggio, quasi ci siamo! Infatti, terminata l'erogazione del propellente, si avrà $m_p(t)=m_p$ e, come per magia, si ottiene la formula voluta (si noti che abbiamo aggiunto un fattore 2, in quanto ad ogni accelerazione deve ovviamente seguire una decelerazione):

$$\frac{m_p}{m_a} = 2 \left[\exp\left(\frac{\beta_a}{\beta_p}\right) - 1 \right] \quad (11)$$

cioè l'espressione che, una volta date la velocità con cui è eiettato il propellente e la velocità finale dell'astronave, fornisce il rapporto tra la massa del propellente e la massa dell'astronave (senza il propellente) necessario per ottenere la velocità finale assegnata.

PROPELLENTI

Le formule sviluppate nel paragrafo precedente ci permettono un'interessante discussione a proposito di sistemi di propulsione spaziale. Come riportato da Krauss, i sistemi di propulsione spaziale che potenzialmente permettono di superare i limiti dell'attuale propulsione sono la fusione nucleare e l'annichilazione materia/antimateria.

Nella fusione nucleare nuclei di idrogeno si fondono a dare nuclei di elio, come accade nelle stelle. Riguardo all'annichilazione materia/antimateria, diremo che ogni particella possiede un'antiparticella di carica opposta. Qualora le due si incontrino, si annichilano e liberano un'energia corrispondente alla loro massa totale. Secondo l'equivalenza massa/energia, stabilita dalla relatività speciale, ogni massa possiede un'enorme energia associata ($E=mc^2$). La fusione nucleare libera l'1% circa dell'energia contenuta nella materia, l'annichilazione il 100%!

Supponiamo quindi che un'astronave voglia accelerare fino a $c/4$. La stella più vicina a noi dista circa tre anni luce. Per raggiungerla occorrerebbero almeno dodici anni, più i dodici anni del ritorno (e la sosta in orbita attorno alla stella). Considerato poi che viaggiare alla velocità della luce è impossibile, in quanto alla velocità della luce la massa di un corpo diviene infinita, è realistico limitarsi a viaggi nel Sistema Solare. Per tali viaggi sarebbero sufficienti velocità elevate ma piccole rispetto a quella della luce. Nell'equazione (11) poniamo quindi $\beta_a=0.1$.

Nel caso dell'annichilazione (ad esempio protone/antiprotone), il prodotto è una fascio di fotoni. Abbiamo allora $\beta_p=1$ e dall'equazione (11) si ricava $m_p \approx 0.2 \cdot m_a$. Dunque se fosse realistica la propulsione materia/antimateria (un grande se, come vedremo) all'Enterprise sarebbe sufficiente il 20% in peso di propellente (l'infiammabilissimo idrogeno ma lasciamo lo studio delle tecnologie ignifughe più opportune alla competenza degli ingegneri presenti e futuri).

Nel caso della fusione nucleare, secondo l'equazione (5) si ha $\beta_p=0.01$. Dall'equazione (11) si ricava quindi che $m_p \approx 40000 \cdot m_a$. In altre parole, raggiungere anche solo il 10% della velocità della luce impiegando la propulsione a fusione richiederebbe all'Enterprise una massa di propellente pari a circa quarantamila volte la sua ragguardevole massa (l'astronave, secondo l'Enciclopedia di Star Trek, pesa quattro milioni di tonnellate)!

ACCELERATORI IMPILATI

L'annichilazione protone/antiprotone potrebbe quindi sembrare una soluzione praticabile, quasi a portata di mano. Il problema è che, attualmente, non esiste quasi antimateria nell'Universo e occorre quindi produrla agli acceleratori. Gli acceleratori, però, producono pochissimi antiprotoni. Il Fermilab di Chicago ne produceva, ad esempio, cinquanta miliardi all'ora, corrispondenti a un milliwatt, un centomillesimo della potenza dissipata da una lampadina!

Il dato di cui sopra ci consente di calcolare il (grandissimo) numero di acceleratori n_a che l'Enterprise dovrebbe tenere "sul tetto" per produrre gli antiprotoni necessari ad accelerare fino a una data velocità. Tenendo conto del fatto che la potenza media erogata dai motori dell'Enterprise è il rapporto tra il propellente consumato al tempo t e il tempo t stesso, si ha:

$$n_a = \frac{m_a \left(\frac{m_p}{m_a}\right) c^2 \epsilon}{P_a t_a} \approx \frac{10^{21} m_a [Mt] \left(\frac{m_p}{m_a}\right) \epsilon}{P_a [mW] t_a [y]} \quad (12)$$

ove P_a è la potenza erogata da un acceleratore e un'unità di misura tra parentesi quadre dopo una certa quantità indica che la quantità va espressa in quella unità di misura, in particolare [Mt] indica i milioni di tonnellate, [mW] i milliwatt.

Possiamo quindi stimare il numero di acceleratori richiesto, utilizzando i valori dei parametri proposti nei precedenti paragrafi. L'unico dato che ci manca è t_a , di cui conosciamo il valore per una velocità di crociera di $c/4$. Applicando l'equazione (1) per $c/10$, si ottiene per t_a il valore di 12 giorni (1/30 di anno) circa. Dall'equazione (12) si ricava quindi che $n_a \approx 10^{22}$. In altre parole, l'Enterprise dovrebbe portare sul tetto ben diecimila miliardi di miliardi di acceleratori! Ma non tutto è perduto, come vedremo nei prossimi paragrafi.

IMBUTI COSMICI

E se invece, impiegando la propulsione a fusione nucleare, con un "imbuto" raccogliessimo per strada l'idrogeno che ci necessita? Proviamo a calcolarne il diametro. A tal proposito ricordiamo che la corrente J (numero di particelle incidenti per unità di superficie e tempo) è data dalla densità delle particelle moltiplicata per la loro velocità media. Una giustificazione intuitiva di tale relazione è che la densità è espressa in particelle/cm³, la velocità in cm/s. Moltiplicando le due, si ottengono particelle/(cm²·s), le dimensioni della corrente J .

Si ha:

$$J = \frac{m_a \left(\frac{m_p}{m_a}\right) N_a}{S t_a} = \rho c \beta_a \quad (13)$$

Nella precedente equazione, N_a è il numero di Avogadro ($\sim 6 \cdot 10^{23}$ particelle per mole ma, trattandosi di idrogeno, anche per grammo), S è l'area dell'imbuto, ρ è la densità di particelle nel mezzo interstellare. La relazione (13) permette di calcolare facilmente il diametro d dell'imbuto. Con alcuni passaggi algebrici si ha:

$$d = 2 \left[\frac{m_a \left(\frac{m_p}{m_a}\right) N_a}{\pi \rho c t_a \beta_a} \right]^{\frac{1}{2}} \approx 9000 \left[\frac{m_a [Mt] \left(\frac{m_p}{m_a}\right)}{\rho [cm^{-3}] l[ly] \beta_a} \right]^{\frac{1}{2}} [km] \quad (14)$$

ove $l[ly]$ indica una distanza (in anni luce, light years) pari al valore di t_a in anni, le parentesi quadre hanno il solito significato, in particolare $[cm^{-3}]$ indica le particelle per cm^3 . Considerando che, come riportato da Krauss, il mezzo interstellare è composto prevalentemente da idrogeno con una densità media di circa una particella per cm^3 e inserendo nell'equazione i valori dei parametri come definiti più sopra, si calcola per il diametro un valore di 60 milioni di km! La strada dell'imbuto, quindi, non sembra percorribile per le masse e velocità da noi considerate.

NON TUTTO E' PERDUTO!

Non ci sono dunque speranze per la propulsione subluminali, salvo che si rinunci a velocità paragonabili a quelle della luce e astronavi paragonabili alle portaerei odierne? Sorprendentemente, non è affatto detto! Gli informatici, infatti, conoscono bene la legge di Moore, secondo la quale qualunque indice di performance di un processore aumenta esponenzialmente nel tempo. Diamo più avanti i numeri relativi al mondo del calcolo. Qui ci interessa osservare che le prestazioni di un acceleratore sembrano migliorare seguendo la stessa legge. In particolare, sembrano aumentare di un fattore dieci ogni vent'anni circa. Non è affatto detto che un tale sviluppo esponenziale continui indefinitamente ma siamo ottimisti e procediamo.

La legge di Moore è espressa dalla relazione:

$$f(t) = a^{\frac{t}{\tau}} \quad (15)$$

ove $f(t)$ è il fattore per cui si moltiplicano le prestazioni di un sistema nel tempo t , se in un tempo τ le prestazioni migliorano di un fattore a . Il tempo t_i (dove i sta per improvement, miglioramento) necessario per incrementare le prestazioni di un fattore f è:

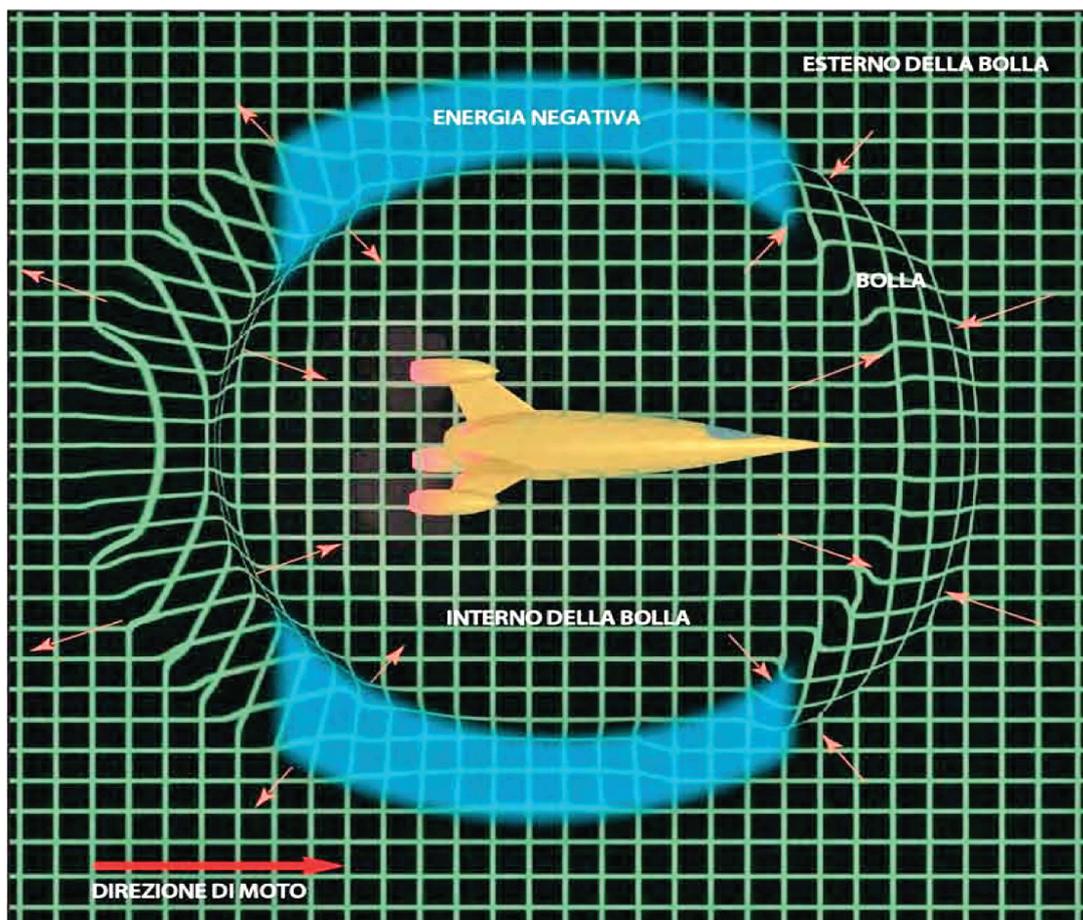
$$t_i = \tau \frac{\log[f]}{\log[a]} \quad (16)$$

ove abbiamo impiegato i logaritmi decimali. Nel caso degli acceleratori possiamo assumere $f=10^{22}$, $a=10$, $\tau=20$ y. Inserendo tali valori in (16) si ricava che $t_f \approx 440$ anni. In altre parole, se lo sviluppo tecnologico dovesse continuare ai ritmi attuali (è un grande se), la propulsione ad antimateria, anche per velocità vicine a quella della luce e astronavi come l'Enterprise, potrebbe divenire fattibile tra circa quattro secoli: il numero degli acceleratori si ridurrebbe infatti ad uno!

PROPULSIONE SUPERLUMINALE

Lo spazio-tempo, secondo la relatività generale, è paragonabile ad un telo elastico. L'azione gravitazionale del Sole, ad esempio, è analoga a quella di una biglia che produca una depressione in un telo di gomma: i pianeti, infatti, compiono le loro orbite "cadendo" nella buca. Il fatto che lo spazio sia (in un certo senso) un telo elastico apre la strada ad alcuni interessanti "espedienti" per viaggiare, di fatto, a velocità superiori a quella della luce!

In questa sede accenniamo solo alla propulsione di Alcubierre. Il principio alla base della propulsione di Alcubierre (il fisico messicano/britannico che la ha concepita teoricamente circa due decenni or sono) è piuttosto "semplice". L'astronave è ferma rispetto al "foglio" spaziale. Tuttavia, il foglio stesso può essere (per così dire) rapidamente "stirato", così da portare l'astronave a velocità anche molto superiori a quella della luce. L'astronave, in realtà, è ferma rispetto al foglio: è il foglio a stirarsi!



Un'illustrazione intuitiva del principio secondo cui funziona la propulsione di Alcubierre.

Non possiamo né vogliamo infliggere al lettore una trattazione rigorosa del fenomeno (e di fenomeni analoghi quali i famosissimi wormholes, vedasi “Interstellar”). Seguendo Krauss, tuttavia, qualche stima grossolana è alla nostra portata. Cominciamo col ricordare l’espressione per il raggio di un buco nero o raggio di Schwarzschild, la distanza oltre la quale un oggetto caduto in un buco nero non ha alcuna possibilità di uscirne. Sebbene, rigorosamente parlando, l’espressione per tale raggio emerga da una trattazione relativistica, la stessa espressione è ricavabile da una trattazione newtoniana. Si calcola, in particolare, il raggio di un corpo di massa M tale che la velocità di fuga dal campo gravitazionale del corpo sia pari alla velocità della luce. Se la massa M fosse concentrata in un raggio minore, la velocità di fuga supererebbe quella della luce e nulla potrebbe sfuggire al campo gravitazionale del corpo, nemmeno la luce, da cui l’espressione “buco nero”!

Impiegando la ben nota espressione per la velocità di fuga da un corpo sferico di massa M a distanza d dal corpo (specializzata al caso in cui d sia uguale al raggio R della sfera), per il raggio di Schwarzschild si ottiene:

$$R_s = \frac{2 G M}{c^2} = R_0 \frac{M}{M_{sun}} \quad (17)$$

ove G è la costante gravitazionale di Newton ($\sim 6.7 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$) e abbiamo messo in rilievo la nota relazione secondo cui un buco nero di n masse solari ($n \cdot M_{sun}$) ha raggio pari ad $n \cdot R_0$ ($R_0 \approx 3 \text{ km}$), il che implica che un buco nero di una massa solare abbia un raggio di 3 km.

Seguendo Krauss, osserviamo che una stima (molto grossolana) dell’energia E_b necessaria a curvare e stirare il “telo” spazio-temporale, così da rendere possibili effetti quali la propulsione di Alcubierre, è data dall’energia E_{bh} associata alla massa di un buco nero (black hole) di raggio pari alla semi-lunghezza L_s dell’astronave (spaceship). Usando la (17), si ha:

$$E_{bh} \approx M_{sun} c^2 \frac{L_s}{R_0} \quad (18)$$

Per dare un significato concreto all’espressione precedente, paragoniamola all’energia E_{sun} emessa dal Sole (sun) nel suo ciclo vitale, stimata come:

$$E_{sun} \approx M_{sun} c^2 \epsilon \quad (19)$$

moltiplicando cioè l’energia associata alla massa del sole per l’efficienza tipica delle reazioni di fusione nucleare. Dividendo membro a membro le due espressioni, si ha:

$$\frac{E_{bh}}{E_{sun}} \approx \frac{L_s}{R_0} \epsilon^{-1} \approx 30 L_s [km] \quad (20)$$

Possiamo quindi stimare l'energia necessaria all'Enterprise per manovrare a velocità di curvatura. Ponendo nella (20) $L_s=0.3$ km, dell'ordine del valore suggerito da Krauss, si ricava che l'energia necessaria è pari a circa dieci volte l'energia che sarà stata emessa dal Sole al termine del suo ciclo vitale (circa dieci miliardi di anni)!

A ciò si aggiunge il fatto che (senza approfondire troppo il senso dei termini che useremo) la materia/energia necessaria dovrebbe essere "antigravitazionale". La risoluzione del (gigantesco) problema tecnologico che ne consegue è lasciata agli ingegneri spaziali del futuro, ammesso che una soluzione esista. Qui aggiungiamo solo che le inevitabili fluttuazioni quantistiche del vuoto potrebbero fornirci "gratis" tale energia. Finchè però non sarà disponibile una teoria completa della gravità quantistica, non potremo dirimere la questione!

IL TELETRASPORTO

Veniamo infine alla tecnologia che ha reso famosa Star Trek, il teletrasporto. Non parliamo del teletrasporto di singole particelle (realtà da due decenni) ma dello smaterializzare e ricomporre un corpo umano istantaneamente e su distanze planetarie! Il primo passo per giungere alle stime che qui proponiamo, aggiornando la trattazione di Krauss, è calcolare il numero di molecole in un tipico corpo umano. La cosa è meno difficile di quanto sembri, in quanto le molecole che compongono un corpo sono per il 95% circa molecole d'acqua. Possiamo quindi schematizzare il corpo umano come un ammasso di N_b molecole (b sta per body, corpo) di peso atomico medio A_b approssimativamente dato dal peso atomico della molecola d'acqua (circa 18).

Sapendo che il numero di moli è dato dalla massa in grammi divisa per il peso atomico e che una mole contiene un numero di Avogadro N_A di molecole ($N_A \approx 6 \cdot 10^{23}$):

$$N_b \approx 1000 \frac{M_b [kg] N_A}{A_b} \approx 10^{25} M_b [kg] \quad (21)$$

ove $M_b [kg]$ è la massa di un tipico corpo umano (in kg). Assumendo $M_b=70$ kg si ottiene $N_b \approx 10^{27}$ molecole (abbiamo trascurato fattori numerici dell'ordine dell'unità poichè stiamo trattando di numeri tipici e, avendo ciascun uomo il suo peso, qui importa solo l'ordine di grandezza).

Un uomo (anche dal punto di vista materiale) è ben altro che un ammasso incoerente di 10^{27} molecole. Ignorando tale (non trascurabile) problema, seguendo Krauss consideriamo il tempo e lo spazio necessari per scrivere e leggere la (enorme) mole di dati che codifica la struttura di un essere umano. La prima considerazione da fare a tal proposito è che per poter ricomporre un corpo umano precedentemente scomposto occorrerebbe leggere le relative informazioni che dovrebbero essere state immagazzinate in un opportuno dispositivo di memoria. Ma ciò, come stiamo per calcolare, costerebbe moltissimo tempo e spazio!

Cominciamo dunque con lo spazio occupato dal banco di memoria necessario per archiviare le informazioni su stato e posizione reciproca delle molecole in un corpo. Supponiamo innanzitutto che in una pagina possano essere codificate le informazioni su dieci molecole. Supponendo poi

che una pagina occupi un kilobyte, assumiamo che le informazioni su una singola molecola richiedano $b_m = 0.1$ kilobyte di memoria. Se i dati sono immagazzinati in un banco di hard disk in cui ciascuna unità ha spessore h_d e capacità c_d , si calcola per lo spessore del banco:

$$h_b = h_d \frac{N_b b_m}{c_d} \approx 1000 h_d [cm] \frac{b_m [kB]}{c_d [GB]} [ly] \quad (22)$$

ove le parentesi quadre hanno il consueto significato ed in particolare [kB] indica una capacità in kilobyte, [GB] una capacità in gigabyte (1 GB=10⁹ byte), [ly] uno spessore espresso in anni luce. Considerando hard disk da 100 gigabyte e spessi un centimetro, con i valori dei parametri definiti più sopra si ottiene uno spessore h_b pari alla non trascurabile cifra di un anno luce (corrispondente a diecimila miliardi di chilometri)! Tutto è dunque perduto? Anche questa volta non necessariamente, come vedremo.

In quanto al tempo di lettura o scrittura dei dati relativi al teletrasporto (che indichiamo con τ_{rw} , ove rw sta per read/write), ricordando che la frequenza di clock di un processore (f_p) è il numero di operazioni elementari al secondo (supponiamo che un'operazione read/write richieda c_{rw} cicli) e assumendo che si abbia un sistema con N_p processori in parallelo, si ha:

$$\tau_{rw} = \frac{c_{rw} N_b b_m}{N_p f_p} \approx 30000 \frac{c_{rw} b_m [kB]}{N_p f_p [GHz]} [Gy] \quad (23)$$

ove le parentesi quadre hanno il consueto significato, in particolare [GHz] indica che la frequenza di clock è espressa in gigahertz (miliardi di cicli al secondo), [Gy] che il tempo è espresso in miliardi di anni (gigayears). Usando poi i valori dei parametri prima definiti, considerando un sistema con 10000 processori paralleli operanti a una frequenza di 1 gigahertz e supponendo $c_{rw}=10$, si ottiene un tempo di scrittura/lettura di 3 miliardi di anni (paragonabile all'età dell'Universo)!

Anche in questo caso, però, non tutto è perduto e finalmente possiamo dimostrarlo al lettore. Per dimostrare la nostra asserzione invochiamo ancora una volta la legge di Moore. In questo caso, però, assumiamo che le prestazioni di un sistema informatico aumentino di un fattore 100 ogni 20 anni circa. Applicando l'equazione (16) calcoliamo allora il tempo necessario perchè si guadagni un fattore di 10¹⁸ nelle prestazioni dell'ipotetico sistema di teletrasporto.

Applicando la (16), il tempo necessario per guadagnare un fattore 10¹⁸ nelle prestazioni del sistema si stima pari a 180 anni. In altre parole, qualora lo sviluppo tecnologico proseguisse al ritmo attuale, tra circa due secoli lo spessore del banco di hard disk potrebbe ridursi a un solo centimetro e il tempo di scrittura/lettura a un decimo di secondo!

Il lettore, a questo punto, sarà comprensibilmente esausto ma, chiedendogli anticipatamente scusa, non resistiamo alla tentazione di mostrare un ulteriore ostacolo all'implementazione di un sistema di teletrasporto alla Star Trek, messo in rilievo da Krauss ma rispetto al quale abbiamo qualcosa da obiettare. Il problema "in soldoni" è che, volendo riportare alla base un membro dell'equipaggio, occorrerebbe un telescopio con una risoluzione angolare almeno pari all'angolo

sotto cui un atomo sia visto alla distanza a cui si trova il telescopio. E qui, di nuovo, arrivano potenziali guai! Per quantificare tali guai, consideriamo il fatto che, per le leggi dell'ottica fisica, un pacchetto di radiazione elettromagnetica di lunghezza d'onda λ "si accorge" di un ostacolo solo se l'ostacolo abbia dimensioni maggiori di λ . Il telescopio dovrebbe quindi operare a lunghezze d'onda inferiori alla dimensione tipica di un atomo, cioè nei raggi γ (quindi non sarebbe un telescopio in senso stretto). Questa è la prima difficoltà ma non è l'unica. Il telescopio, infatti, dovrebbe avere uno "specchio" di diametro enorme!

Per dimostrare tutto ciò, supponiamo di lavorare a una lunghezza d'onda esattamente pari al tipico diametro atomico (se operassimo a una lunghezza d'onda minore le cose peggiorerebbero ed abbiamo già abbastanza guai). L'espressione per la risoluzione r_t di un telescopio in funzione del diametro d_t del suo sistema ottico è ben nota ad astronomi e astrofili:

$$r_t = 1.22 \frac{\lambda}{d_t} \quad (24)$$

D'altra parte, per la definizione di angolo (espresso in radianti) e nell'ipotesi di angoli molto piccoli (ovviamente verificata nel nostro caso) si ha:

$$r_t \approx \frac{\lambda}{D_t} \quad (25)$$

ove D_t è la distanza alla quale si trova il telescopio. Eguagliando le due precedenti espressioni, si ottiene finalmente:

$$d_t \approx 1.22 D_t \quad (26)$$

Non sappiamo a quale altezza l'Enterprise orbiterebbe (e la quota varierebbe comunque di pianeta in pianeta) ma supponiamo che l'orbita sia geostazionaria o meglio "planetostazionaria". Ricordiamo che un satellite in orbita geostazionaria orbita con la stessa velocità angolare della Terra e dunque è fisso rispetto al suolo. Un satellite geostazionario orbita a 36000 chilometri d'altezza: consideriamo quindi una quota di 40000 chilometri. Applicando la (26) si ricava che per riportare alla base i membri dell'equipaggio occorrerebbe un telescopio di 50000 chilometri di diametro! Ci chiediamo però come mai Krauss non abbia pensato alla via d'uscita che proponiamo. Qualora, infatti, assieme all'equipaggio fosse teletrasportato l'equipaggiamento per riportarlo alla base, il problema sarebbe risolto. Prescindendo, ovviamente, dai costi!

CON QUESTO ABBIAMO TERMINATO
NON LO FARÒ PIÙ
PROMESSO!

PICCOLA ENCICLOPEDIA ASTRONOMICA

Franco Vruna

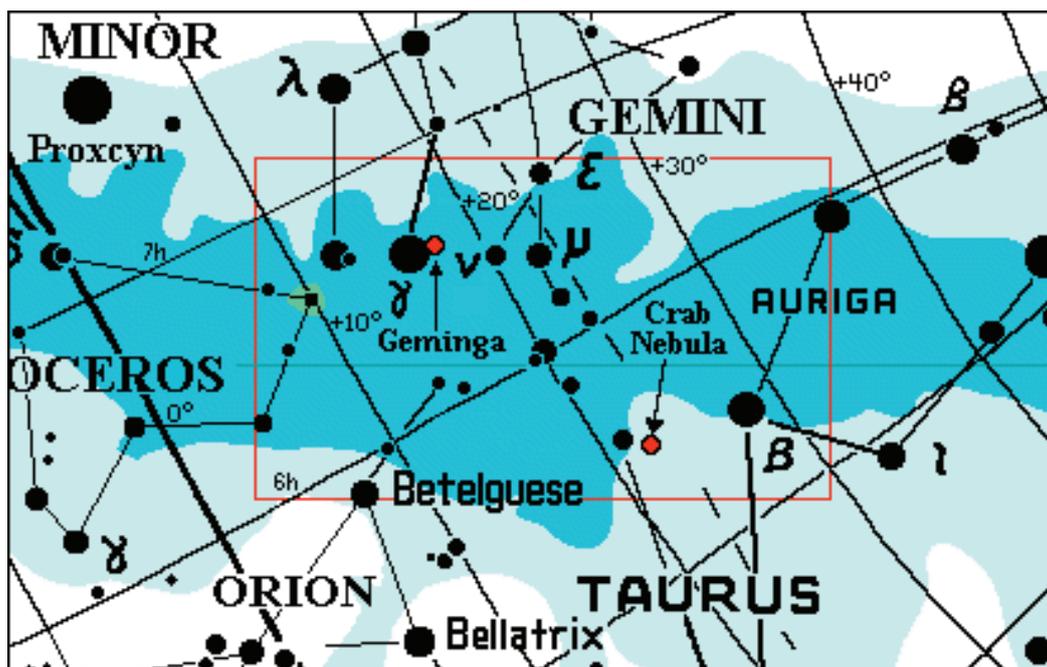
Iniziamo la pubblicazione di questa nuova rubrica nella quale, analogamente a un'enciclopedia, di volta in volta saranno presentati uno o più oggetti celesti. Come succede in un'enciclopedia, gli articoli saranno brevi e sintetici. Essi, infatti, hanno lo scopo di stimolare la curiosità del lettore che potrà poi approfondire altrove, se lo desidera.

GEMINGA

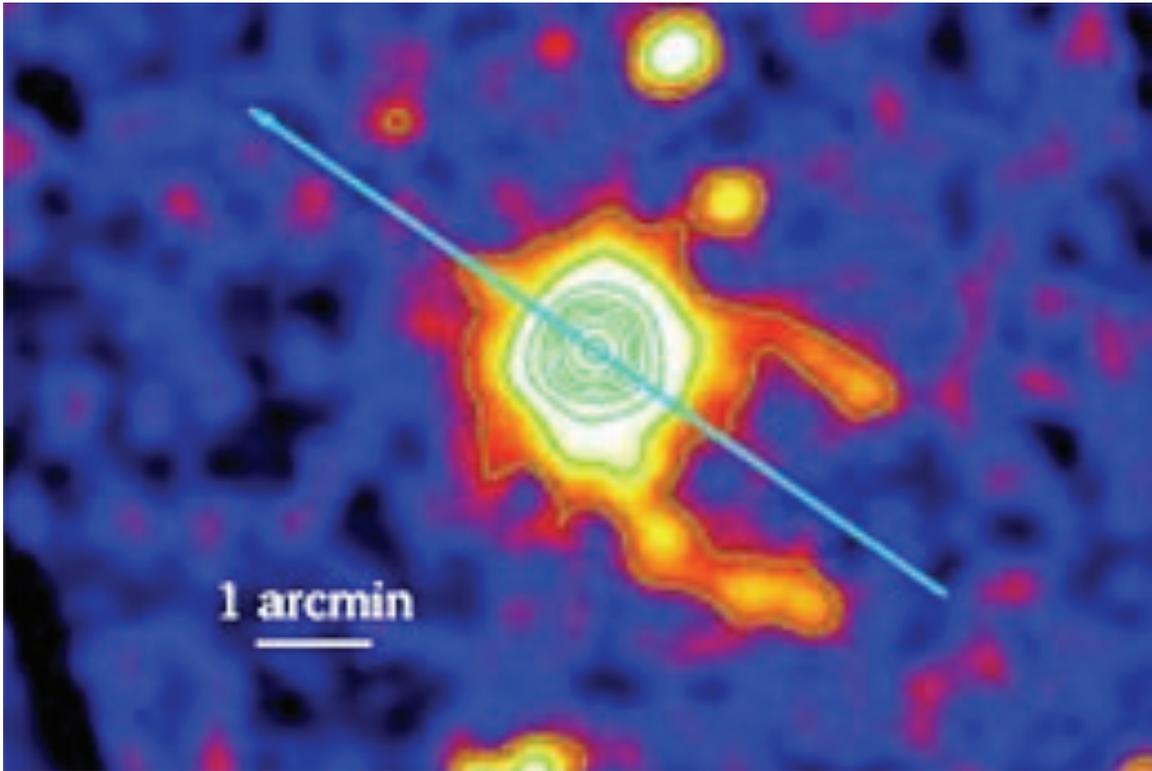
Geminga è un oggetto celeste che emette raggi gamma in un modo assai peculiare. Fu chiamata così in onore degli scienziati milanesi che riuscirono ad identificarne la controparte ottica. Il nome "Geminga", infatti, può avere due interpretazioni. Geminga è l'abbreviazione di "Gemini Gamma", poiché si trova nella costellazione dei Gemelli. In lingua milanese, però, "gh'è minga" significa "non c'è". La ricerca della controparte ottica, infatti, durò circa 20 anni!

Geminga è una pulsar, una stella di neutroni che gira su se stessa 5 volte al secondo. Identificata negli anni 90, dopo più di vent'anni di ricerca, si trova a soli 600 anni luce dalla Terra. Era ritenuta il prototipo di una classe di pulsar molto particolare, le cosiddette pulsar radio-quiete, così chiamate perché non producono emissioni radio.

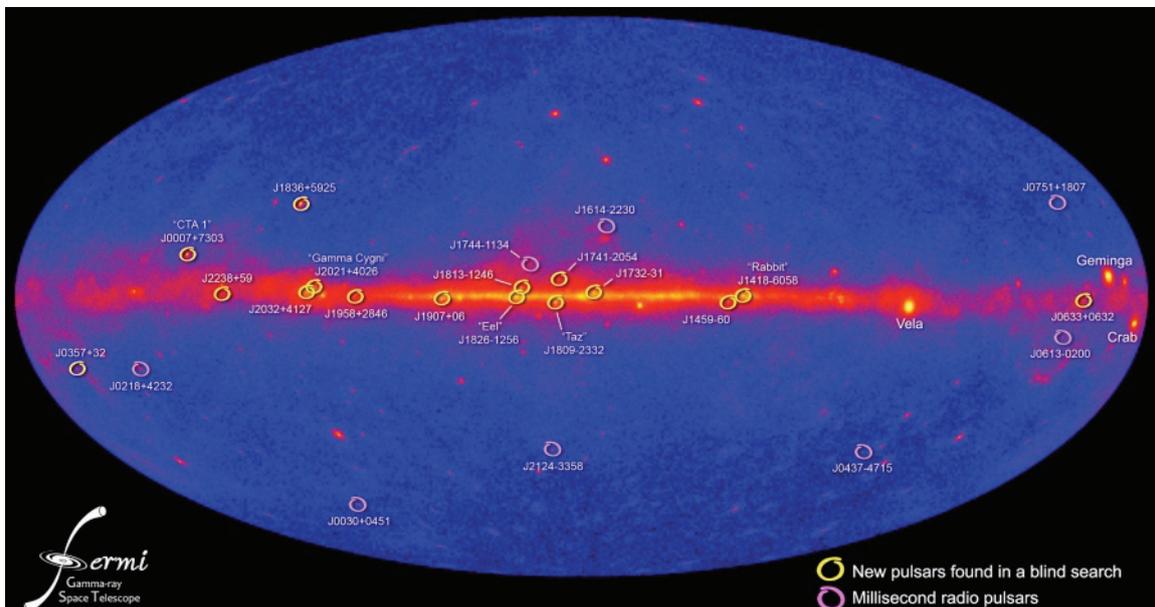
Recentemente, da una collaborazione tra i gruppi di astrofisica delle alte energie e di radioastronomia dell'osservatorio astronomico di Cagliari è arrivato un inaspettato segnale radio da Geminga, grazie a profonde osservazioni ottenute con il Very Large Array, uno dei principali radiotelescopi al mondo.



*Mappa celeste con la posizione di Geminga e della famosa Crab Nebula
(Nebulosa del Granchio).*



La pulsar Geminga come appare nei raggi gamma (foto ESA).



Mappa del cielo gamma, ottenuta dal satellite Fermi (NASA).
All'estrema destra del piano galattico è visibile Geminga.

L'origine di queste emissioni radio è per ora un mistero. Si ritiene di poter escludere che possa trattarsi della tipica emissione delle pulsar, una radiazione pulsata che proviene dalla loro magnetosfera. Anche una possibile origine associata ad un'ipotetica nebula radio emittente che circonda la stella di neutroni è difficile da giustificare in modo semplice.

Secondo uno studio, questa tipologia di emissioni radio potrebbe essere apprezzabile solo nelle pulsar radio-quiete altamente energetiche e a noi molto vicine come Geminga. Solo con nuove osservazioni radio che continueranno grazie all'Extended Very Large Array si potrà confermare o meno la natura diffusa dell'emissione e studiarne la struttura. Geminga continua a stupire ed incuriosire!

ASTRONOMIA E ASTROLOGIA IN TIBET

Mauro Nardi

2012 - LHASA

Una zona remota della regione autonoma (SIC!) del Tibet potrebbe essere scelta come sede di un nuovo osservatorio astronomico internazionale. Lo ha riferito, in una intervista a Xinhua, Yao Yongqiang, il ricercatore capo degli Osservatori Astronomici Nazionali e membro dell'Accademia Cinese delle Scienze. Il luogo scelto per il futuro nuovo osservatorio internazionale sarà in montagna, nella sub-regione di Ngari in Tibet, ad una altitudine di 5.100 metri.

Il progetto permetterà ad astronomi di Cina, Giappone e Corea Del Sud di programmare, sviluppare e realizzare progetti scientifici congiunti, in particolare di astronomia. Il sito è vicino al villaggio di Shiquanhe, un luogo con facile accesso ai mezzi di trasporto e con un seeing buono (poche nuvole, elevata trasparenza). Il luogo è stato consigliato dall'Associazione Osservatori Est Asiatico (EACOA) in una riunione avvenuta a Pechino.

2013 - LHASA

Al termine di quest'anno il Tibet avrà un telescopio di alto livello, potente e all'avanguardia. Dopo un periodo di messa a punto, esso sarà disponibile per l'osservazione professionale sul tetto del mondo. Il KOSMA è uno strumento di tre metri nel sub-millimeter wave, è parte dell'Osservatorio Astronomico di Yangbajain, un paese nei sobborghi di Lhasa. Si tratta del primo telescopio a sub-onde millimetriche che può eseguire una regolare osservazione e il primo apparecchio professionale del Tibet.



KOSMA (Kölnener Observatorium für SubMillimeter Astronomie).

L'iniziativa, lanciata nel 2009 in collaborazione con molti istituti cinesi e con le università tedesche di Colonia e Bonn, è iniziata con lo smantellamento dell'Osservatorio KOSMA (Kölner Observatorium für SubMillimeter Astronomie) sulle Alpi svizzere presso Zermatt e il trasferimento nel luogo attuale a 4300 metri, uno dei siti migliori per l'osservazione dei raggi cosmici. Ricordiamo anche che nella stessa zona è stato realizzato l'esperimento italiano ARGO, dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, per lo studio della radiazione cosmica gamma.

L'ASTROLOGIA

L'origine dell'astrologia tibetana proviene da uno dei 12 discepoli di Sherab Miwoche, fondatore della religione BON, esistente prima dell'avvento del Buddhismo.

L'astrologo prima di tutto è colui che conosce il moto degli astri, quindi è un astronomo. Sicuramente il personaggio dovrà studiare e capire le leggi della fisica dell'universo, usare la geometria e la matematica, unite alle osservazioni. Oggi tutto questo lo si può ridurre alla ricerca di sistemi informatici con semplici programmi applicati all'astronomia.

All'interno della cultura tibetana, l'astronomia e l'astrologia sono stati armoniosamente combinati con le conoscenze mediche per oltre 2.500 anni. Per comprendere e padroneggiare questa composizione così unica si dovrebbe avere una conoscenza di base di entrambi gli argomenti: le scienze astronomiche e la medicina tibetana.



Case dello Zodiaco.

Anche nell'astrologia come nella medicina tibetana i maestri tibetani praticarono e scrissero numerosi libri influenzati da varie fonti, il tutto nel rispetto del concetto Buddhista, della cultura e del linguaggio tibetano. Tra i maestri più famosi ed esperti vi furono: Lochen Dharma Shri, Dharpa Lotsawa E Desid Sangye Gyatso il quale riunì tutte le tradizioni astrologiche e scrisse un testo famoso "Bedurya Karpo" ancora oggi fondamentale per gli astrologi. Pubblicato in Tibet nel 1987, in Cina: "Karnagtsiskyilogyue", pubblicato nel Sichuan nel 1998.

La scienza Astro-tibetana diffusa su tutto il territorio è essenzialmente di due tipi: Astrologia Skar-rtsis (pron. kar.tzi) ossia l'astrologia del calendario e Astrologia Byung-rtsis (pron. giun.tzi) l'astrologia delle stelle, sono mirabilmente unite in una visione complessiva dell'uomo, delle sue azioni (karma) e della specifica relazione con l'universo. Il profondo legame con il Tantra Kalachakra la rende unica.

Questo sistema era già presente in TIBET, con il tempo è diventato ancor più sistematico dopo la traduzione del Kalachakra in lingua tibetana.

IL KALACHAKRA

Il sistema Kalachakra è chiaramente connesso all'antica tradizione vedica dell'India, esistente prima della comparsa del Buddhismo.

Lo Shri Kalachakra Tantra è alla base del sistema astronomico. Tradotto dal sanscrito in tibetano nel 1027, anno del Coniglio di Fuoco, questo testo ha permesso di costruire il calendario annuale e l'almanacco.



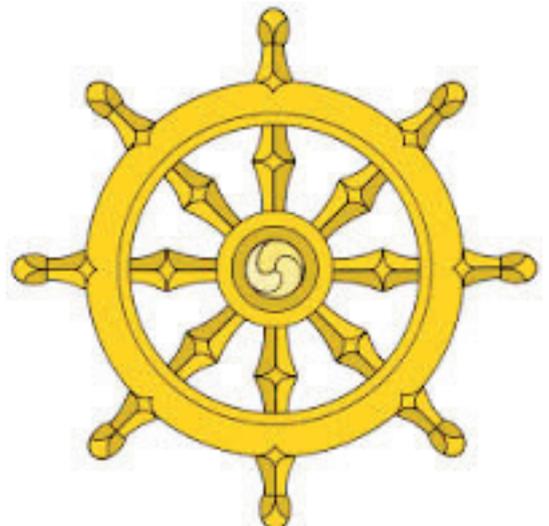
Il Kalachakra Tantra è una delle più alte espressioni della filosofia buddhista. L'iniziazione di Kalachakra è il più grande rituale buddista regolarmente conferito da Sua Santità il XIV Dalai Lama. È data tradizionalmente anche ad estesi gruppi di persone provenienti da tutto il mondo ed è associata alla promozione della pace e della tolleranza universale. È considerata una benedizione speciale per tutti coloro che vi partecipano - siano essi buddhisti o non - e per l'ambiente in cui si conferisce.

La parola Kalachakra significa "La Ruota del Tempo", in riferimento alla presentazione unica dei cicli del tempo all'interno del Kalachakra Tantra. Questa comprensione del tempo è usata in Kalachakra come base per un sistema finalizzato alla liberazione e all'illuminazione. La parola Tantra significa "un flusso inesauribile di continuità". In breve, nel Tantra Kalachakra sono contenute tutte le informazioni di calcolo utilizzate in astrologia e astronomia.

I fondamenti del Kalachakra, come tutta la pratica buddista, si basano sulle argomentazioni contenute nelle "Quattro Nobili Verità". Kalachakra si riferisce a numerose tradizioni: hindu, Veda, Upanishad, giainismo e altre. Infatti, il mandala Kalachakra comprende divinità riconosciute sia dal buddhismo che dalle altre tradizioni.

Fin dai tempi di Atisha, il Kalachakra è stato praticato da tutte le scuole del Buddhismo tibetano. Nei tempi più recenti, il Kalachakra Alternativo viene associato ai Panchen Lama e ai Dalai Lama; il Kalachakra Interno al sistema medico tibetano; il Kalachakra Esterno ai sistemi astrologici Tsurpu e Phugpa.

Vi sono tre livelli che concernono la pratica di Kalachakra su cui si deve meditare: Kalachakra Esterno (Chyi Du Kyi Korlo) - Si occupa della struttura dell'universo, degli elementi esterni, dei pianeti, delle stelle e dello zodiaco in termini di cosmologia, astronomia e astrologia. Ci aiuta a comprendere il mondo in cui viviamo.



Concetti basilari del Kalachakra Esterno

Storia che considera lo sviluppo della società umana dal tempo della comparsa alla guerra di Shambala.

Cosmologia buddhista e Monte Meru.

Sistema basilare dei calcoli.

Calcoli nei sistemi solare e lunare.

Calcolo della rotazione degli altri cinque pianeti.

Teoria di base del sistema dell'eclissi e la sua pratica.

Calcoli dei tre calendari di base: solare, lunare e astrologia zodiacale.

Calcolo del tempo necessario al ritorno dei pianeti alla loro posizione d'origine.

Stagioni e astrologia connesse all'agricoltura.

Costruzione del calendario.

Pratica spirituale di trasformazione del Kalachakra esterno, interno e segreto.

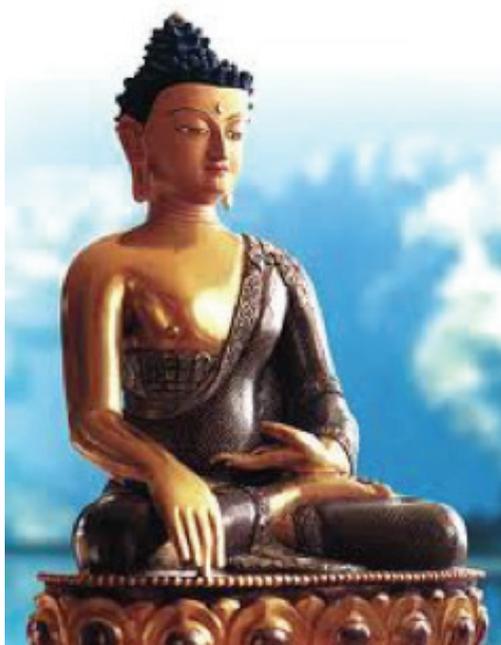
Kalachakra Interno (Nang Du Kyi Korlo)

Si occupa della struttura del nostro universo interno, dei nostri elementi, dei venti e delle gocce d'energia e dei loro movimenti attraverso il corpo e la mente, grossolani, sottili, estremamente sottili, i canali e i chakra, ovvero lo zodiaco interiore. E' la base della teoria della medicina tibetana. Ci aiuta ad ottenere salute e benessere.

Kalachakra Alternativo (Shen Du Kyi Korlo)

E' il sentiero che conduce ad armonizzare e purificare i mondi esterno e interno con lo Stadio di Generazione e lo Stadio di Completamento degli speciali yoga tantrici. Ci aiuta ad ottenere l'Illuminazione, a realizzare la pace interiore e la pace nel mondo e trasformare le nostre vite ordinarie in vite trascendenti, in puri corpi energetici di luce, e l'avvio della ricerca della divinità personale (Yidam).

Buddha Shakyamuni (Siddharta Gautama) insegnò il Kalachakra alla venerabile età di 81 anni (nel 881 a.C.) nello stupa di Shri Dhanakataka o Palden Drepung a Amravati, India. Alcuni sostengono, in base a indicazioni specifiche, che tali insegnamenti siano avvenuti un anno dopo l'ottenimento dell'Illuminazione. Secondo Sua Santità il XIV Dalai Lama (Tenzin Gyatso) è logico pensare che ciò sia avvenuto al termine della sua vita poiché il Kalachakra riflette tanti dei traguardi da Lui raggiunti. In breve nel Tantra Kalachakra sono contenute tutte le informazioni di calcolo utilizzate in astrologia e astronomia.



Buddha (Siddharta Gautama).

L'ASTRONOMIA IN PRATICA

“L’astronomia” tibetana ha una concezione comune di pianeti, stelle, costellazioni e case dello zodiaco. I sistemi tibetani e indiani riconoscono cinque pianeti: Marte, Mercurio, Giove, Venere e Saturno, i tre pianeti più esterni (per loro Plutone è ancora un pianeta) non sono riconosciuti dagli attuali astrologi tibetani.

Il Sole, la Luna, Rahu e Ketu (pianeti scure) ovvero i nodi lunari, Rahu (nodo nord), Ketu (nodo sud), sono considerati i governanti dell’energia vitale, anche se non considerati come pianeti dagli astrologi occidentali. Pastori-nomadi e agricoltori nel vecchio TIBET (1000-1027), “studiavano” l’astronomia, le condizioni atmosferiche, le posizioni di stelle, pianeti e costellazioni, per svolgere le attività di semina, coltivazione, allevamento e pastorizia, tramandando poi il loro sapere oralmente alle generazioni successive, in quanto a quei tempi non esisteva la scrittura.

Ancora oggi l’influenza dell’astrologia in Tibet, in Cina ma anche in gran parte del sud-est asiatico, è fondamentale. Nei villaggi tibetani gli astrologi consigliano la gente su tutto, dal tempo (meteorologico), ai viaggi, ai matrimoni, agli importanti accordi di affari. Alla nascita di un bambino, si controllano le carte astrologiche per verificare se siano necessari riti per allontanare influenze negative dei pianeti. Per i defunti si prepara una “carta di morte” per programmare l’esecuzione del funerale. Una esecuzione non appropriata può portare problemi alla famiglia del defunto. Tradizionalmente un dottore in medicina, avrà anche studiato astrologia, per determinare la tempistica appropriata per un adeguato trattamento. Va da sé che in molti villaggi tibetani il medico, è anche l’astrologo e l’insegnante locale buddhista, divenendo così la persona più importante da consultare per avere consigli.



Tanka (dipinto) astrologico.

NEI LAGHI TIBETANI LA STORIA DI MARTE?

Marco Malaspina

Nel Labirinto della notte marziana

Il fondo di antichi bacini di Marte potrebbe rappresentare un buon obiettivo per la ricerca di ambienti abitabili nel passato del pianeta. Un ambiente geologico simile - suggerisce Alexis Palmero Rodriguez su "Planetary and Space Science" - lo si può incontrare nei laghi del Tibet. Con un commento di Silvia Vernetto dell'INAF di Torino.

I bacini più estesi di Marte potrebbero aver fatto la comparsa là dove, un tempo, c'era un'intricata rete idrologica sotterranea. Il tempo, verbale ma non solo, è più che mai il passato remoto: parliamo di fenomeni geologici che avrebbero avuto origine tre miliardi di anni fa. Il luogo è quella regione di Marte che gli scienziati hanno battezzato Noctis Labyrinthus, il "labirinto della notte".

Là e allora, dunque, è il teatro di una serie di sconvolgimenti del suolo marziano - resurfacing, li chiamano i geologi - che riguardarono il sistema vulcanico e idrologico del pianeta. Sconvolgimenti ora ricostruiti, sulle pagine di Planetary and Space Science, in un articolo basato sui dati raccolti dallo strumento HiRISE del Mars Reconnaissance Orbiter della NASA e firmato da Alexis Palmero Rodriguez (Planetary Science Institute) e colleghi.

L'aspetto più interessante dei collassi e dei rimescolamenti idrogeologici all'origine di questi bacini, scrivono gli autori, è che consentono d'individuare un'area potenzialmente molto interessante dal punto di vista astrobiologico. Una regione, osservano, che potrebbe aver ospitato la vita.

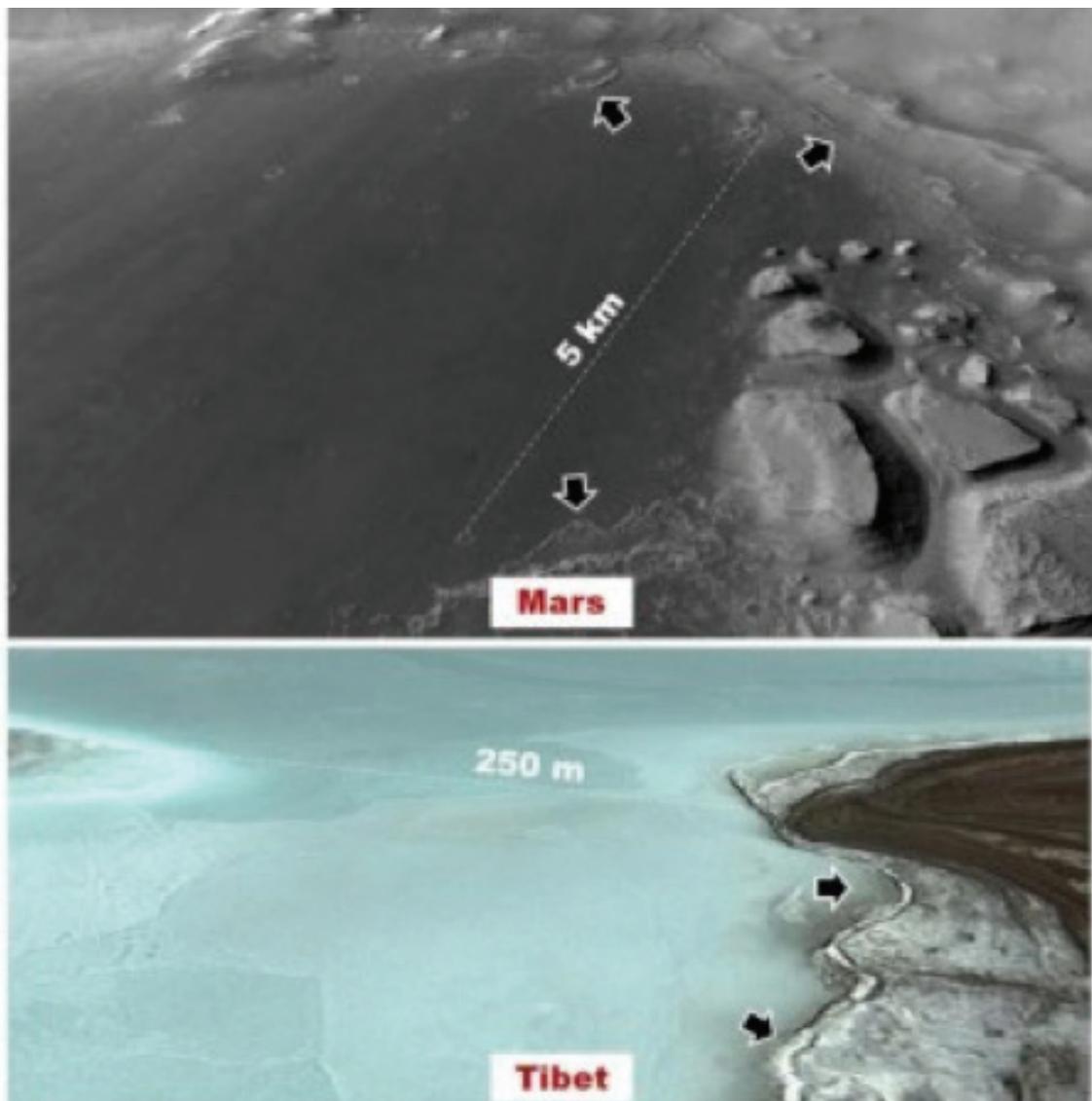
«L'intervallo di temperature, la presenza d'acqua allo stato liquido e la disponibilità di nutrienti che caratterizzano gli ambienti abitabili qui sulla Terra», spiega Rodriguez, «hanno maggiore probabilità di formarsi, su Marte, nelle zone con processi vulcanici e con depositi d'acqua di lunga durata. La presenza di depositi di sale e di strutture sedimentarie collocabili all'interno dei paleolaghi marziani risultano, dovendo individuare regioni potenzialmente abitabili nel passato del pianeta, di particolare rilevanza astrobiologica. E questo è ancor più vero se la fuoriuscita delle acque sotterranee più antiche ha contribuito, come suggerisce il nostro studio, alla formazione dei paleolaghi».

Individuare paleolaghi marziani non è facile: a causa dell'atmosfera fredda e rarefatta del pianeta, l'acqua in essi contenuta ha subito una sorte assai diversa da quella che avrebbe avuto sulla Terra. E proprio per studiare qui e ora un habitat quanto più possibile analogo a quello ipotizzato là e allora, l'estate prossima Rodriguez e il suo team proseguiranno i loro studi in Tibet.

Spiega Rodriguez: «Obiettivo della nostra ricerca è una regione tibetana nella quale i laghi d'alta montagna mostrano tratti morfologici unici, che potrebbero spiegare alcune delle caratteristiche presenti all'interno del bacino dell'area marziana da noi studiata».

Ma che regione del Tibet è, questa che Rodriguez si accinge a esplorare? Media INAF lo ha chiesto a Silvia Vernetto, astronoma all'INAF - Osservatorio Astronomico di Torino, grande appassionata di Tibet. «La parte più selvaggia dell'altopiano tibetano, a nord di Lhasa, è una terra», conferma Vernetto, «che ricorda molto la superficie di Marte. Arida, disabitata, fredda, assolutamente inospitale. È però costellata da una miriade di laghi d'acqua dolce e salata di svariati colori, dal turchese al blu più profondo, che brillano nell'aria limpida e sottile dei 4000-5000 metri di quota. È difficile incontrarvi esseri umani. Solo d'estate, quando la terra parzialmente si sgela e cresce un po' d'erba, vi si avventura qualche pastore nomade con la sua mandria di yak». A far loro compagnia, la prossima estate, anche qualche planetologo in cerca di paesaggi marziani.

Tratto e adattato da: Media INAF, notiziario online dell'Istituto Nazionale di Astrofisica.



In alto, il fondo del bacino marziano dove laghi poco profondi potrebbero essersi formati nelle ultime decine di milioni di anni. In basso, un lago d'alta montagna che potrebbe presentare analogie con quelli marziani nell'altopiano tibetano, dove Rodriguez condurrà la prossima estate uno studio sul campo.

ASTRO NEWS

Cristiano Fumagalli

L'osservatorio rimesso a nuovo

Sabato 8 aprile 2017, parte dello staff (i più volenterosi...) ha rimesso completamente a nuovo l'osservatorio. Ridipinta e risistemata la vecchia struttura e pulita quella con la cupola, compresa la siliconatura dei binari per lo scorrimento, ora sembra tutto appena costruito! Tutto nuovo sembra anche il "vecchio telescopio" da 40 cm. Ecco le foto di alcune fasi "dell'operazione". Ora siamo pronti a lavorare e anche a ricevervi meglio.

Lo staff dell'Osservatorio Astronomico Presolana





I “sette pianeti”, ecco la storia

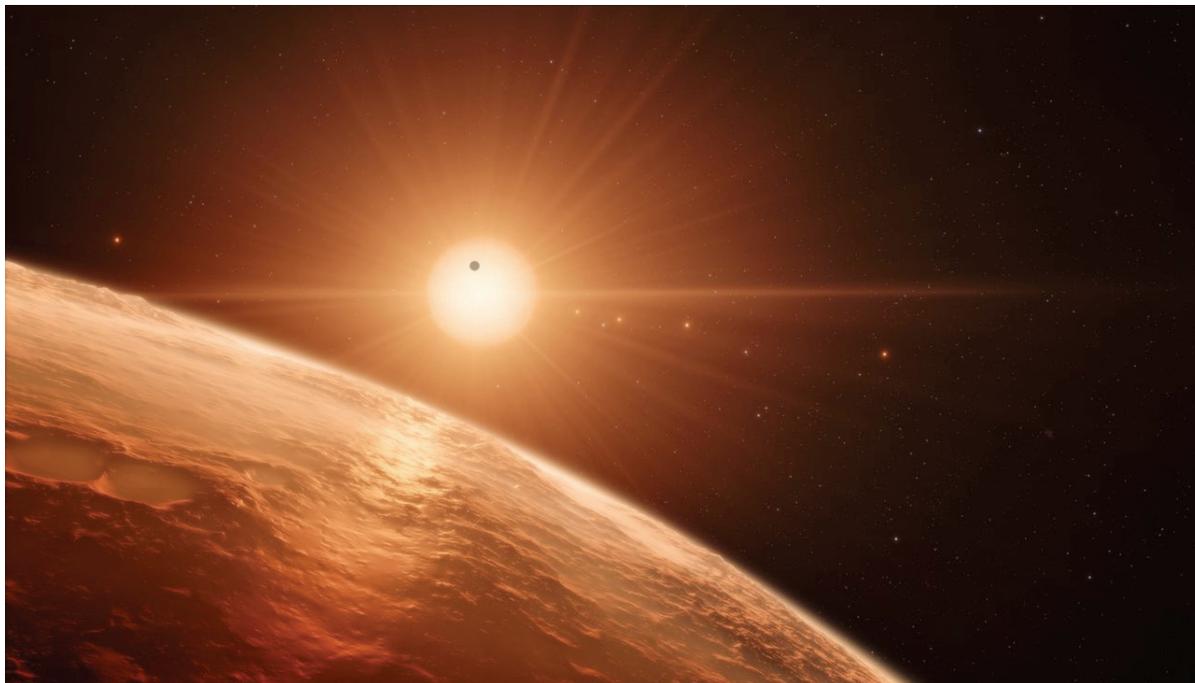
La scoperta è dovuta a una collaborazione tra la NASA e l'ESO, grazie alle osservazioni fatte dal telescopio spaziale Spitzer (NASA, infrarosso) e da quelli terrestri dell'ESO a La Silla (in particolare il telescopio belga TRAPPIST che ha dato nome alla stella, il cui nome deriva da una ben nota marca di birra, prodotta in Belgio da secoli...) e a Cerro Paranal (VLT).

La ricerca ha individuato un sistema planetario intorno alla stella TRAPPIST-1, composto da sette pianeti denominati TRAPPIST-1 b, c, d, e, f, g, h. La tecnica è quella dell'osservazione dei transiti planetari sul disco stellare che causano una piccola diminuzione della luminosità, sufficiente però a determinare dimensioni, composizione e orbite. Da questi dati si è potuto capire che almeno i sei pianeti più interni hanno dimensioni simili alla Terra.

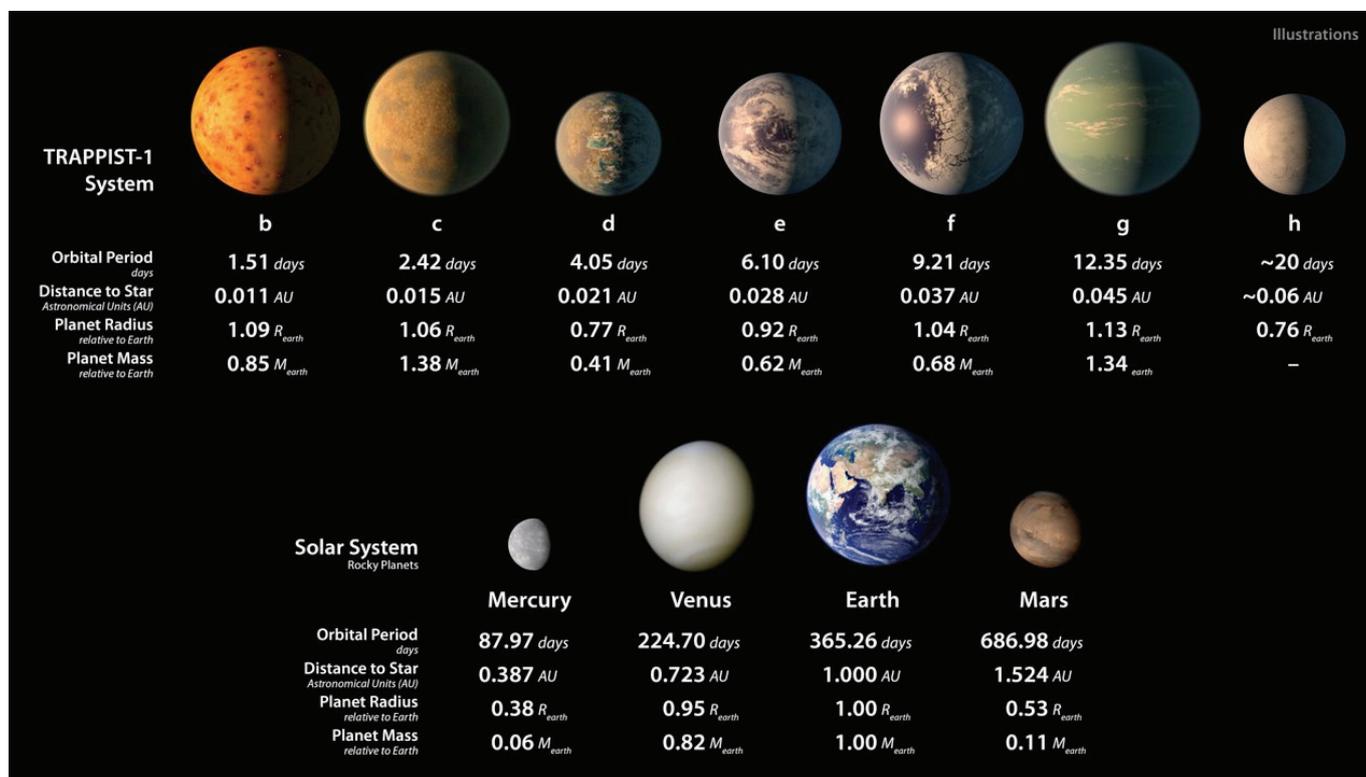
La stella è assai più piccola del Sole, circa l'8%, appena più grande di Giove e le orbite dei suoi pianeti assomigliano, appunto, a quelli dei satelliti galileiani di Giove. Le dimensioni dei pianeti sono simili a quelli di Venere e Terra o appena più piccole. Di questi, TRAPPIST-1

b, c, d dovrebbero essere troppo caldi per mantenere l'acqua liquida in superficie mentre e, f, g sarebbero candidati perfetti. TRAPPIST-1h è troppo lontano.

Maggiori info al link <http://www.eso.org/public/news/eso1706/?lang>



Una rappresentazione artistica del sistema planetario TRAPPIST-1.

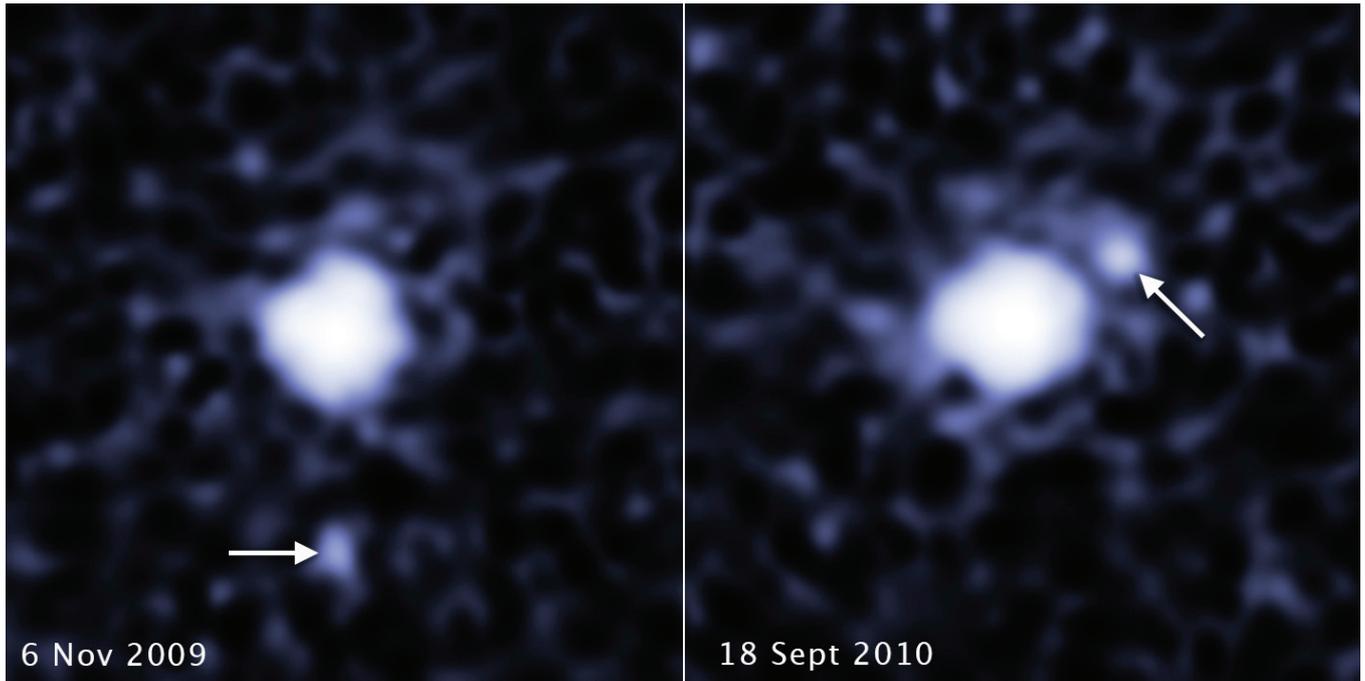


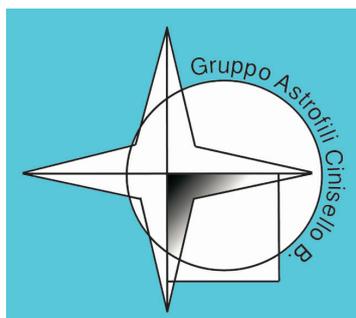
I pianeti del Sistema Solare, paragonati a quelli di TRAPPIST-1.

Hubble scopre una luna intorno a pianeta nano

Hubble ha scoperto una luna intorno a quello che è il terzo pianeta nano per dimensioni (965 km di diametro) dopo Plutone e Eris. Non ha ancora un nome ma solo la sigla 2007 OR10, però ora ha anche un satellite, come vedete da queste foto riprese a circa un anno di distanza tra loro e rimaste finora negli archivi.

Maggiori info al link: <https://www.nasa.gov/.../hubble-spots-moon-around-third-large...>





G.A.C.B.

Gruppo Astrofili Cinisello Balsamo

Sede riunioni Ex scuola Manzoni Via Beato Carino 4 20092 Cinisello Balsamo (MI)

c/o dott. Fumagalli Cristiano via Trieste 20 20092 Cinisello Balsamo (MI)

e-mail: fumagallic@tiscali.it - Cell. 347 4268868 - Cell. 349 5116302 (Ven 21-23)

Sito: <http://gacb.astrofili.org>

Yahoo: /group/GACB_Informa

FaceBook: Gruppo Astrofili Cinisello Balsamo

FaceBook: Osservatorio Astronomico Presolana

Osservatorio: Castione della Presolana - Località Lantana

Planetario: c/o Punto di Vista - Piazza Garibaldi, 18 Muggiò (MB)

Delegazione UAI per la provincia di Milano

GACB e membro di CieloBuio - Coordinamento per la protezione del Cielo Notturno

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente - *Cristiano Fumagalli*

Vicepresidente - *Stefano Spagocci*

Segretario - *Mauro Nardi*

Tesoriere - *Franco Vruna*

Consiglieri:

Nino Ragusi

Sergio Brighel

SEZIONI

Astrofotografia

Cristiano Fumagalli - Matteo Morelli

Planetario

Nino Ragusi

Stelle variabili

Stefano Spagocci - Cristiano Fumagalli

Tecnica autocostruzione

Leonardo "Gianni" Vismara

Responsabile Bollettino - *Stefano Spagocci*

Impaginazione - *Nino Ragusi*
