



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

EDITORIALE.

Viaggiare nello spazio.

Entro in auto, accendo il quadro degli strumenti che mi indicano il serbatoio pieno di carburante. Imposto la destinazione sul navigatore, innesto la marcia e vado!

Mi devo solo preoccupare di guardare dove vado (ma ci sono già le auto a guida automatica), evitare incidenti e fare rifornimento ogni tanto. Fermarmi a mangiare qualche cosa, prendere un caffè ed espletare qualche funzione fisiologica. Se poi il viaggio dura parecchio, mi fermo a dormire. E se poi capita qualche inconveniente, imprevisto, mi fermo e mi faccio trainare da un "carro attrezzi". Tutto è normale... sulla Terra!

Niente di tutto questo è facile o peggio attuabile nello spazio. Ci siamo abituati a sentire i risultati delle missioni spaziali come routine. Ci fa sorridere o addirittura li riteniamo degli esaltati, tutti quegli addetti ai lavori, scienziati, tecnici ed ingegneri che, a risultato ottenuto applaudono, brindano o addirittura si commuovono.

No! Non è esaltazione, ma il coronamento di un lungo lavoro di squadra che non ha nulla di scontato! Tutte le missioni sono una grande sfida ed un grosso investimento pubblico o privato. È più che giustificabile l'applauso. Quando poi l'uomo andrà oltre l'orbita terrestre, verso lo spazio esterno, il salto di tecnologia sarà notevole, i rischi aumenteranno e l'isolamento sarà incolmabile.

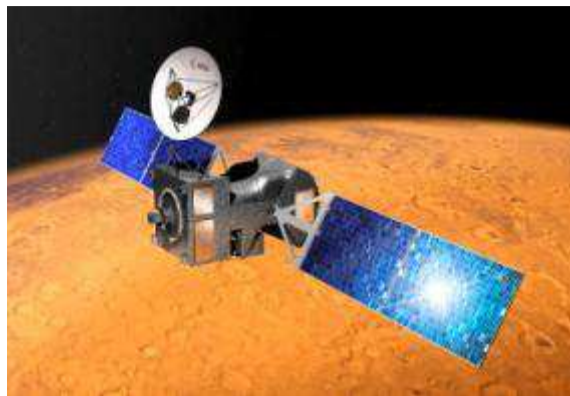
Quasi mezzo secolo fa non era stata prevista una missione di soccorso ai primi esploratori lunari del progetto Apollo, anche se erano a pochi giorni di viaggio di distanza. Non era un limite tecnico, ma una questione di disponibilità di mezzi. Ora invece, quando l'obiettivo sarà Marte, il "carro attrezzi" ce lo dovremo portare dietro.

Dovremo caricare nel "baule della macchina" tutto ciò che ci servirà per un paio di anni. Dall'acqua da bere, alla carta igienica, dall'aspirina all'ago ed il filo per cucire un bottone, dalla ruota di scorta al combustibile. Se ci saremo scordati qualche cosa, o se capiterà l'imprevisto, avremo forse il tempo di avvertire via radio ciò che è successo e non è detto che la risposta "ci dispiace molto" arrivi a consolarci, prima di salutare per sempre questo universo!

Beh... l'ho messa un po' sul tragico, ma oggi, leggendo qualche articolo di giornale con i

commenti sarcastici, a volte anche di personaggi famosi nel mondo dei media, sul mancato atterraggio morbido di Schiaparelli, mi sono reso conto che c'è un grosso divario tra la percezione delle difficoltà e la realtà da parte del grande pubblico.

Viaggiare nello spazio è tutt'altro che semplice. **Ciò che ha fatto Exomars è comunque un grande risultato!** Quintali di strumenti scientifici e di comunicazione in orbita intorno a Marte, per ora, li ha messi solo la NASA e noi Europei dell'ESA, con un grande contributo delle aziende italiane e della nostra agenzia ASI! Coloro che ridono dei tonfo di Schiaparelli, dovrebbero chiedersi invece come mai russi, cinesi, giapponesi ed indiani non ci siano ancora riusciti.



L'orbiter Exomars

Il presidente

Luigi Borghi (borghiluigi23@gmail.com)

In Breve

Tra astronomia e epistemologia.

Di Davide Borghi e Leonardo Avella.

Universi simulati?..... Pag. 2

Astronautica.

Di Luigi Borghi.

Propulsori spaziali:

a cosa sta pensando la NASA?.....Pag. 11

Astronautica

Di Luigi Borghi.

Aggiornamenti dal sistema solare.....Pag. 21



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

Universi simulati?

Di Davide Borghi e Leonardo Avella.



Premetto che, sotto certi punti di vista, non e' senza un certo fastidio e scetticismo che mi ritrovo a scrivere questo articolo. Fra l'altro quando si parla di complottismo mi viene l'orticaria e in questo caso parliamo della madre di tutti i complotti, nel caso.

Trattiamo di universi simulati.

Andiamo subito al punto: la tesi che ronza nella testa di parecchie persone, e che non e' nuova, e' la seguente:

Nell'universo immenso in cui viviamo, forse infinito, possiamo escludere a priori che nessuna, dico nessuna, civiltà abbia mai raggiunto in passato uno stadio di sviluppo tecnologico tale, da implicare la possibilità di simulare interi universi, ad un livello tale che per chi vi vive, e' quasi impossibile accorgersene?

Se anche solo una civiltà, da qualche parte, qualsiasi parte (e qualsiasi universo) e' arrivata a questo stadio, probabilmente è perché aveva interesse nel farlo. E' se e' così non ha fatto una sola simulazione, e nemmeno alcune. Trattandosi di software, ne ha fatte probabilmente una quantità enorme. Fare software non costa, in termini di risorse ed energia, come fare hardware.

Quindi, statisticamente, se devo tirare ad indovinare se la nostra e' una realtà simulata oppure reale, devo concludere che probabilmente e' simulata.

Quali sono gli argomenti contro questa tesi?

Beh, ovviamente ci sono:

Ogni civiltà potrebbe estinguersi prima di raggiungere un tale livello tecnologico. Non e'

molto felice come prospettiva, ma e' sicuramente verosimile. Forse siamo uno scherzo del destino e una incredibile rarità. La vita intelligente e' l'eccezione, non la regola, e nella totalità dei casi si autoestingue nel giro di poco tempo, in ogni caso prima di arrivare ad uno stadio di tecnologia tale da implicare le simulazioni di cui sopra.

Ma si noti che parliamo di ogni civiltà in qualsiasi momento temporale e in qualsiasi universo. Questo fra l'altro, in talune interpretazioni cosmologiche, include l'intero paesaggio del multiverso, compresi universi con leggi della fisica diverse o molto diverse dalle nostre, con una varietà forse infinita. Inoltre, in tal-altre interpretazioni quantistiche (non necessariamente in contraddizione con il multiverso), si immagina una molteplicità di universi che si succedono in modo quasi continuo, per poter spiegare l'evidenza del collasso della funzione d'onda quando si compie un esperimento. Si parla in quest'ultimo caso di Many Worlds Interpretation, e la teoria e' quella di Hugh Everett III. Bene, in questa interpretazione, in nessuno di questo "many worlds", c'e' o c'e' mai stata una civiltà che abbia raggiunto tale livello di sviluppo, se si sposa la tesi contro gli universi simulati.

Non dimentichiamo inoltre che il nostro universo, nel paesaggio del multiverso potrebbe essere un caso peculiare di complessità che ha dato origine alla vita e intelligente, ma potrebbero anche esserci una

Associazione Culturale "Il C.O.S.MO." (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 2 di 23

Questa rivista, le copie arretrate, i suoi articoli e le sue rubriche, non possono essere duplicati e commercializzati. È vietata ogni forma di riproduzione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta del circolo "Il C.O.S.Mo". La loro diffusione all'esterno del circolo e' vietata.

Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - Costo: Gratuito sul WEB per i soci - Arretrati: Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

miriade di universi dove la complessità e' favorita da leggi della fisica completamente diverse, e quindi più orientati verso l'insorgere di vita magari intelligente. In altre parole, universi dove la vita complessa e' la regola piuttosto che l'eccezione e dove, quindi, potrebbero prosperare civiltà in grado di raggiungere il livello di sviluppo di cui si parla. Ma c'e' anche un'altra possibilità contro: ogni civiltà che raggiunge tale livello tecnologico, potrebbe perdere interesse per le simulazioni. Ma la debolezza di questo argomento, e' ancora una volta il fatto che si parla di ogni civiltà, in qualsiasi momento in qualsiasi universo.

Veniamo, come chiederebbe il buon Enrico Fermi, alla necessaria realtà fisica delle prove. Beh, e' chiaro che qui abbiamo solo indizi, nessuna prova, per la soddisfazione del nostro illustre connazionale, che a questo punto forse non si spingerebbe oltre.

Ma qualche indizio c'e' (debole o no lo lascio alla libera opinione del lettore):

Ad esempio ogni legge della fisica e' esprimibile matematicamente e quindi implementabile in qualche forma su un computer. Questo ci può sembrare scontato, e forse lo e', ma non e' detto che lo sia.

Alcune persone di scienza hanno trovato o trovano curioso, o fortunoso, che questa sia la circostanza.

OK, OK... ma di che tipo di simulazione stiamo parlando?

Potrebbe essere in effetti di svariati tipi:

- Una sorta di realtà virtuale in cui il nostro corpo, o perlomeno il nostro cervello e' fisicamente presente da qualche parte, e viene ingannato con sensi artificialmente prodotti. Diciamo "alla MATRIX" per intenderci. Molto cinematografico, ma a me, personalmente, non mi convince. Si tratta solo di opinioni ovviamente.
- Oppure la vita stessa viene simulata in un super computer in grado di creare anche la coscienza di sé
- Oppure, e questa e' la tesi più estrema e drastica, il supercomputer e' in grado di simulare tutto quanto a livello quantistico. In altre parole simula ogni particella

dell'intero universo. In linea di principio non e' totalmente assurdo: su scale completamente diverse, ai Sandia National Labs di Los Alamos, già da diversi anni siamo in grado di simulare a livello quantistico il comportamento di ogni particella che compone un ordigno nucleare. Ovviamente simulare l'intero universo e' tutta un'altra storia.

Si noti che in tutte questi scenari di simulazione, il tempo non deve per forza essere "tempo reale", anzi. Se il computer che simula e' troppo lento (o la mole di dati da calcolare e' troppo grande che e' la stessa cosa), allora l'universo virtuale potrebbe avere un tempo che scorre molto più lentamente di quello reale. Ma potrebbe anche essere viceversa, e i nostri 13.5 miliardi di anni dal Big Bang, potrebbero essere trascorsi in un batter d'occhio del tempo reale esterno.

O forse il Simulatore, sta semplicemente commentando: "un altro universo noioso: terminiamo la simulazione!" e in questo lasso di tempo siamo arrivati al momento attuale...

Come facciamo, se possibile, ad

accorgerci della differenza con un mondo reale?

Beh, innanzi tutto, ci vengono in aiuto i matematici Kurt Godel e Alan Turing. Il primo ci dice (dimostrato matematicamente) che ogni sistema logico e' o incompleto o con contraddizioni. Non può essere entrambe le cose. Il secondo ha applicato tali nozioni ai computer (o le cosiddette Macchine di Turing, che e' la stessa cosa).

Quindi ci possono, o ci devono essere banchi software. Inoltre ci possono essere backdoors. O magari stratagemmi studiati dai simulatori, per ridurre le necessità di calcolo del computer.

E anche qui qualche indizio c'e':

Il Principio di Indeterminazione di Heisenberg ci dice che non possiamo misurare, a livello quantistico, con buona accuratezza sia la posizione che la velocità di una particella (ma





Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

lo stesso principio si applica ad altre coppie di grandezze fisiche come energia e tempo). Inoltre il già citato collasso della funzione d'onda quando si fa un'osservazione, e' un aspetto provato innumerevoli volte e alla base della nostra comprensione della Fisica Quantistica, ma a dir poco alquanto strano e peculiare. In pratica, se succede qualcosa, sempre a livello quantistico, e nessuno osserva, queste particelle sono in tutti gli stati possibili contemporaneamente (si pensi al famoso Gatto di Schroedinger). Costringiamo le particelle finalmente a scegliere in quale stato collassare, solo quando si fa un'osservazione. Quasi una furba regola (legge della fisica) per risparmiare capacità di calcolo... A meno che non sia vera la Many Worlds Interpretation di Everett (in antitesi con il collasso casuale della funzione d'onda che e' l'Interpretazione di Copenhagen di Bohr). Ma in questo caso esisterebbero una miriade di universi e il nostro libero arbitrio potrebbe essere spiegabile con la possibilità di saltare da un universo all'altro a piacere, a seconda delle scelte o delle osservazioni che facciamo. Detto questo mi fermo, lasciando il lettore nel dubbio di questa pazzia congettura. In ogni caso la simulazione sembra fatta talmente bene che non cambierebbe molto, per noi, avere la conferma o meno che ci siamo dentro. Infine ci lascia la libertà di scrivere articoli fuori di senno come questo...

Eccoci qua, ora tocca a me parlare di questo spinoso argomento. Le mie sensazioni sono diverse da quelle di Davide. Quando ci penso in solitudine i sentimenti principali sono:

- La curiosità per una eventualità strana della nostra esistenza ma ad una attenta analisi possibile.
- La frustrazione perché mi rendo conto che non abbiamo alcun modo di sapere con certezza se viviamo o meno in una realtà vera.

Quando mi confronto con gli amici invece non provo fastidio ma un po' di godimento nello stuzzicarli e guardare le loro facce tra il meravigliato e lo scettico... Adoro quando mi prendono per matto, d'altronde, come dice una delle mie magliette preferite



Le mie riflessioni da qui in avanti scaturiscono dalla lettura di uno dei più bei libri scientifico-divulgativi che abbia mai letto: La realtà nascosta di Brian Greene (è un libro che consiglio assolutamente di leggere e che può essere acquistato anche online al seguente indirizzo:

<http://www.ibs.it/code/9788806186135/greene-brian/realta-nascosta-universi.html>)





Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

Riepilogo in un sommario i punti toccati dalla mia analisi:

[Le nostre esperienze sono reali?](#)

[Simulare un universo - quanta potenza di calcolo?](#)

[Da dove si origina il pensiero?](#)

[E' più probabile che viviamo nella realtà o in una simulazione?](#)

[E' possibile capire se viviamo in una simulazione?](#)

[Differenti approcci alla programmazione: la strategia emergente quella a ultrariduzionistica.](#)

Le nostre esperienze sono reali?

Vi è mai capitato di avere le allucinazioni? Non vi sono forse sembrate reali? Mi ricordo di una volta in cui feci un sogno particolare nel quale ero imprigionato; ad un certo punto sognai di svegliarmi, ma in realtà stavo ancora dormendo. Ricordo la sensazione di sollievo mentre svegliandomi dal sogno nel sogno pensavo "meno male che non ero imprigionato, era solo un sogno". Grande fu il mio turbamento quando mi svegliai "per davvero" e realizzai che anche quando mi sembrava di essermi svegliato dal sogno principale, in realtà stavo ancora dormendo. Le sensazioni provate di paura prima e di sollievo poi erano state molto vivide. Mi sembrò stupefacente che non potessero essere vere. Quella mattina realizzai qualcosa che fino a quel momento era rimasto sepolto nel mio inconscio: non è detto che quello che proviamo, sentiamo e vediamo ogni giorno sia effettivamente il risultato della nostra interazione con la realtà (Si veda anche il precedente articolo "Cosa fa di me me?" apparso nel numero 26 di settembre 2015).

Non sono stato il primo a pormi questi dubbi, è sicuramente un grande classico tra gli interrogativi filosofici. Siccome tutte le nostre esperienze derivano in ultima analisi da impulsi nel nostro cervello, come possiamo essere certi che rispecchino la realtà? Queste cose sono indagate nell'epistemologia, la branca della filosofia che indaga la conoscenza, i modi di acquisirla e la certezza che abbiamo di possederla. Detto in altre parole, con termini più contemporanei: Come facciamo a sapere che non siamo dentro Matrix?

La verità è che non possiamo saperlo con certezza. Noi entriamo in contatto con il

mondo attraverso i sensi, che stimolano il cervello in modi che i circuiti neurali interpretano. Se qualcuno ci stimolasse artificialmente il cervello in modo da suscitare impulsi elettrici esattamente uguali a quelli provocati dal mangiare una torta, leggere un libro o fare uno sport particolare, l'esperienza sarà indistinguibile da quella reale.

Le sensazioni che proviamo durante la nostra vita sono originate dai processi cerebrali, non da ciò che li attiva.

Siamo convinti della realtà del nostro corpo e dell'ambiente che ci circonda, ma la nostra è solo una convinzione che non può essere provata in maniera inoppugnabile.

Spingiamoci oltre: e se invece che in una vasca come in Matrix, le nostre esperienze non fossero per niente legate al materiale biologico? Se quello che facciamo e proviamo ogni giorno non fosse altro che una moltitudine di impulsi elettrici che viaggiano in un avanzatissimo computer?

E' possibile che tutti i nostri pensieri e le nostre esperienze non siano altro che il risultato di un software sufficientemente complesso da imitare le nostre funzioni cerebrali e darci la consapevolezza di noi stessi?

Quando si fanno ragionamenti come questo è facile cadere in una inesauribile spirale di scetticismo, che alla fine ci porta a non avere più fiducia in nulla, neanche nelle nostre capacità di ragionamento deduttivo.

Appena viene meno la fiducia nella nostra base di conoscenza, la realtà si allontana rapidamente.

Ma non facciamoci trascinare in tale spirale nichilistica e cerchiamo con gli strumenti che abbiamo a disposizione di vedere se possiamo capire qualcosa di più.

Simulare un universo - quanta potenza di calcolo?

Nel mio articolo di giugno 2016 avevo calcolato quanto dovesse essere potente un computer per simulare il cervello umano. E' emerso che ad oggi il più potente supercomputer ha una potenza di calcolo paragonabile a quella del cervello umano. Stime indipendenti basate sul numero di sinapsi cerebrali e sulle velocità di trasmissione sinaptica indicano una velocità di elaborazione di circa 10^{17} operazioni al secondo.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

Supponendo che 10^{17} operazioni al secondo sia una stima corretta della velocità di un cervello umano, durante una vita di 80 anni avremmo vissuto per $80 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 2.522.880.000$ secondi, ed avremmo dunque eseguito circa $2,5 \cdot 10^{26}$ operazioni. Stime ottimistiche dicono che fino ad oggi sono vissute sulla terra circa 100 miliardi di persone <http://www.astronomyproject.com/2011/06/10/quante-persone-hanno-vissuto-sulla-terra-finora/>
<http://www.focus.it/cultura/storia/quante-persone-sono-vissute-finora>
<http://www.ilpost.it/2012/02/05/i-morti-sono-piu-dei-vivi/>

il numero totale di operazioni eseguite da tutti i cervelli umani vissuti sul pianeta terra è pari a circa $2 \cdot 10^{37}$ operazioni. Ed è un valore approssimato per eccesso dato che negli anni passati l'età media della popolazione era molto inferiore ad 80 anni. Un valore di 10^{37} operazioni al secondo quasi certamente nei prossimi anni verrà raggiunto, il tutto senza considerare la computazione quantistica (ricercatori hanno stimato che un computer quantistico non più grande di un portatile ha la capacità di eseguire l'equivalente di tutto il pensiero umano sin dagli albori della nostra specie in una piccola frazione di secondo). Per simulare non solo le singole menti, ma anche le interazioni tra loro e con un ambiente che si evolve, il carico computazionale crescerebbe di molti ordini di grandezza. Ma una simulazione sofisticata potrebbe aggirare gli ostacoli computazionali con un effetto minimo sulla qualità.

Se la simulazione fosse focalizzata solo sugli esseri umani, un trucco potrebbe essere quello di calcolare soltanto gli oggetti con cui interagiamo. La simulazione potrebbe essere ancora più ottimizzata e simulare i pianeti e tutti gli astri celesti soltanto quando qualcuno li osserva.

Riassumendo il Simulatore potrebbe eseguire una copia *computazionalmente* più economica della realtà conosciuta in cui il livello di dettaglio della simulazione è regolato a seconda delle esigenze. Un po' come nei giochi elettronici dove il motore grafico non calcola le cose che non vediamo a schermo in quel momento e diminuisce i dettagli degli oggetti lontani.

Questo paragrafo si può riassumere con una affermazione: la potenza di calcolo non è un problema.

Ciò nonostante non sappiamo se riusciremo in futuro a creare simulazioni con esseri senzienti e autocoscienti, perché il nodo è un altro: non abbiamo ancora capito da dove abbia origine il pensiero (o la coscienza).

Da dove si origina il pensiero?

E' un interrogativo che ha radici antiche; da migliaia di anni i filosofi si interrogano sulla sostanza di cui è composto il nostro pensiero, cercando di rispondere a domande come: In che modo il mondo esterno genera le nostre risposte interne? La vostra percezione dei colori o dei suoni è identica alla mia? Quello che io vedo quando osservo un oggetto rosso è lo stesso che vedete voi? Che cos'è esattamente quella voce che sentiamo dentro la testa, il flusso interiore di parole che chiamiamo coscienza? Acuti pensatori di tutte le epoche, tra cui Platone e Aristotele, Hobbes e Descartes, Hume e Kant, Kierkegaard e Nietzsche, James e Freud, Wittgenstein e Turing (e innumerevoli altri), hanno cercato di chiarire i processi che animano la mente e creano la sorprendente vita interiore che definiamo coscienza o autocoscienza.

Sono state proposte svariate teorie della mente, che possiamo suddividere in tre categorie principali:

- Le teorie **dualistiche**, affermano che vi è una componente NON fisica che è fondamentale per la mente.
- Le teorie **fisicalistiche** della mente, negano questo principio, sostenendo al contrario che ogni nostra esperienza soggettiva è legata ad un particolare stato del nostro cervello.
- Le teorie **funzionalistiche** fanno un passo ulteriore in questa direzione, suggerendo che ciò che conta davvero per la mente sono i processi, le funzioni e gli algoritmi che vengono elaborati, e non i particolari del mezzo fisico in cui hanno luogo questi processi.

In generale, per i *dualisti* non è possibile riprodurre artificialmente una entità capace di essere autocosciente. Nemmeno se fossimo in grado di riprodurre perfettamente ogni atomo di un cervello umano. Per i *fisicalisti*



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

invece, se qualcuno riproducesse fedelmente il mio cervello - e per fedelmente intendo atomo per atomo - il prodotto finale penserebbe davvero come me ed avrebbe le mie stesse sensazioni. Sempre in generale, i *funzionalisti* ritengono che se la copia fosse realizzata concentrandosi su strutture di livello superiore - riproducendo tutte le mie connessioni cerebrali e mantenendo tutti i processi con l'unica modifica del loro substrato fisico (ad esempio sostituendo la materia grigia con il silicio) - avremmo lo stesso risultato.

Evidentemente i *funzionalisti* ritengono che possa essere costruito un macchinario capace di essere autocosciente, dato che per loro il pensiero cosciente non è una prerogativa del cervello, ma è la sensazione stessa generata da un tipo particolare di elaborazione dell'informazione. Il fatto che questa elaborazione abbia luogo in una massa biologica di meno di un chilo e mezzo o nei circuiti di un computer è irrilevante.

Non sappiamo se i funzionalisti hanno ragione, forse il pensiero cosciente è fondamentalmente non fisico, come sostengono diverse religioni quando ad esempio parlano di anima. In tal caso non ci potrà essere nessuna innovazione tecnologica in grado di creare artificialmente qualcosa in grado di pensare ed essere cosciente di se stesso.

Io personalmente mi sento funzionalista ma ammetto che quando penso a queste cose in profondità di solito mi viene un gran mal di testa. Penso che nel nostro cervello ci siano circuiti dedicati a generare la sensazione di autocoscienza e che ci siano circuiti distinti che si occupano dell'elaborazione dell'informazione, ovvero di quella che noi chiamiamo "intelligenza".

Da millenni i più grandi pensatori hanno provato senza successo a capire se hanno ragione i dualisti, i fisicalisti o i funzionalisti. Adesso abbiamo una grande occasione: possiamo cercare le risposte con il metodo scientifico; sperimentiamo e vediamo che succede.

Già, direte voi ma come possiamo sperimentare su un argomento così complesso?

Beh, oggi i supercomputer più potenti hanno capacità di elaborazione paragonabili a quelli di un cervello umano (si veda il mio articolo

sull'intelligenza artificiale apparso sul numero 29 di giugno 2016 della rivista "IlCosmo News"). Il Blue Brain Project ha completato nell'ottobre 2015 la simulazione su un supercomputer di una colonna neocorticale di un topo (10.000 neuroni).

<http://www.cell.com/abstract/S0092-8674%2815%2901191-5>

Il neuroscienziato Henry Markram, a capo del progetto, ha dichiarato (forse in maniera un po' troppo ottimistica) che prima del 2020 il Blue Brain Project riuscirà a realizzare un modello simulato completo del cervello umano. L'obiettivo di Blue Brain non è produrre una consapevolezza artificiale, ma ottenere un nuovo strumento di indagine per capire come curare varie forme di malattia mentale. In ogni caso Markram si è arrischiato a ipotizzare che, una volta completato, Blue Brain potrebbe avere la capacità di parlare e di sentire.

In un altro esperimento, lo Human Brain Project, si mira a realizzare, entro il 2023 una simulazione del funzionamento completo del cervello umano.

https://it.wikipedia.org/wiki/Human_Brain_Project

Sono convinto che questi ed altri esperimenti ci aiuteranno molto nella comprensione del funzionamento del nostro cervello anche se le difficoltà sono evidenti.

La difficoltà più grossa oggi è il software, ovvero capire quali sono i processi (e se possono essere simulati con algoritmi) che fanno emergere l'intelligenza e l'autocoscienza.

Ma se anche scopriremo per la gioia dei funzionalisti tali processi, c'è un ostacolo più grande e più sottile da superare.

Supponete che un giorno un computer dichiari di essere senziente; come potremmo sapere che lo è davvero? Non posso verificare tesi di questo genere neanche quando a sostenerle è mia figlia (né può farlo lei con me)!

Il problema principale deriva dal fatto che la coscienza è una questione privata. Le interazioni umane, tuttavia, forniscono molte prove indiziarie a sostegno della consapevolezza degli altri e quindi della loro esistenza. Forse i computer un giorno raggiungeranno un livello simile: conversando con loro, consolandoli ed ascoltandoli potremmo convincerci che la



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

spiegazione più semplice di quella che sembra essere cosciente consapevolezza di se stessi è che tali computer siano effettivamente coscienti e consapevoli di loro stessi.

Adesso, da buon funzionalista, voglio provare per un attimo a supporre che sia possibile creare esseri artificiali dotati di intelligenza ed autocoscienza ed approcciare il problema da un punto di vista statistico.

Con tale premessa voglio indagare la seguente domanda.

E' più probabile che viviamo nella realtà o in una simulazione?

L'argomento è già stato toccato da Davide nel suo articolo; il filosofo di Oxford Nick Bostrom lo ha affrontato in profondità ottenendo risultati sorprendenti.

Innanzitutto partiamo da un confronto diretto: la difficoltà di creare un universo reale rispetto alla difficoltà di crearne uno simulato. Fabbricarne uno vero presenta ostacoli enormi. Per di più, se ci riuscissimo, probabilmente non saremmo in grado di vederlo, quindi le motivazioni per volerlo creare non sono affatto chiare.

La creazione di un universo simulato è un'impresa completamente diversa, e molto più semplice. La marcia verso computer sempre più potenti è inesorabile. Anche con la tecnologia rudimentale di oggi, il fascino di creare ambienti simulati è forte; con maggiori capacità, probabilmente l'interesse a farlo sarà ancora maggiore. La domanda non è se i nostri discendenti creeranno mondi simulati al computer, lo stiamo già facendo noi. La domanda è quanto diventeranno realistici questi mondi. Se scopriremo che esiste un ostacolo intrinseco alla generazione di una coscienza artificiale (ad esempio perché scopriremo che hanno ragione i dualisti), si chiuderanno le scommesse.

Ma noi stiamo ipotizzando che le simulazioni realistiche si dimostreranno possibili. E' facile pensare che in tal caso i nostri discendenti creeranno un numero immenso di universi simulati, pieni di abitanti coscienti. Possiamo immaginare che in futuro lanciare un software con persone senzienti sarà divertente come per noi oggi giocare a SimCity e che quindi non solo lo faremo, ma lo faremo spesso. Birra, patatine ed un milione di entità senzienti simulate all'interno di un computer per il nostro sollazzo...

Questo scenario porta ad una conseguenza importante, dettata dalla statistica. In futuro se si facesse un censimento del numero di esseri senzienti scopriremmo facilmente che noi umani in carne ed ossa saremmo una goccia d'acqua nel mare di quelli simulati e senzienti ma immateriali, composti solo di bytes all'interno di un computer.

Questo dato statistico è di per sé un indizio molto forte del fatto che noi stessi molto probabilmente NON viviamo in un universo reale.

Potreste obiettare che siamo finiti a capofitto nella spirale nichilistica dello scetticismo cosmico che all'inizio avevamo deciso di evitare. Appena concludiamo che è altamente probabile che la nostra vita si svolga in una simulazione, come possiamo fidarci di qualsiasi cosa, anche del ragionamento stesso che ci ha portato a tale conclusione?

In effetti, potrebbe vacillare la nostra fiducia in moltissime cose:

- Mi sveglierò domattina? Forse, a patto che chi sta facendo girare la simulazione non stacchi la spina.
- I nostri ricordi sono tutti attendibili? Sembra che lo siano, ma chiunque sia alla tastiera potrebbe averli creati artificialmente dopo aver installato una patch al software di simulazione.

Alla fine del paragrafo "Le nostre esperienze sono reali?" abbiamo provato a non farci trascinare in questa spirale nichilistica per vedere se la nostra indagine portava a qualcosa di utile, ma con sgomento devo ammettere la sconfitta: la logica da sola non può garantire che ci troviamo in un mondo reale e non in una simulazione.

Quali altri argomenti possiamo utilizzare per smentire la possibilità che viviamo in una simulazione?

- Forse siamo l'unica civiltà di tutti gli universi ad aver raggiunto un tale livello tecnologico.
- Forse tutte le civiltà prossime a raggiungere un livello tecnologico sufficientemente avanzato per creare simulazioni senzienti si autodistruggono prima di riuscirci.
- O forse quando ne avremo la capacità sceglieremo di non farlo, forse per ragioni morali o semplicemente perché ci saranno altre cose da fare talmente più



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

interessanti che l'idea di simulare universi non sarà perseguita.

Forse possono esserci anche altre ragioni che non mi sono venute in mente; quelle elencate sopra però mi sembrano blande argomentazioni che non ci mettono al riparo dall'eventualità che possiamo vivere in una simulazione.

E' possibile capire se viviamo in una simulazione?

Differenti approcci alla programmazione: la strategia emergente quella a ultrariduzionistica.

Chiaramente se il programmatore dell'universo simulato (che da qui in avanti chiamerò il Simulatore) volesse farci sapere che esiste, gli abitanti di tale universo lo capirebbero subito. Il Simulatore avrebbe per le sue creazioni poteri simili a quelli di un Dio onnipotente.

Potrebbe invalidare momentaneamente le leggi della fisica e fluttuare come Superman in barba alla forza di gravità annunciando la notizia.

Ritengo poco probabile che un Simulatore voglia far sapere ai suoi abitanti che esiste, a mio avviso tutto diventerebbe meno interessante per lui. E' più probabile che metta a freno i suoi impulsi esibizionisti e cerchi di stare ben nascosto per osservare cosa succede all'interno della sua creazione. Per capire se viviamo in una simulazione possiamo dunque solamente osservare e cercare degli indizi, come le conseguenze strane di difetti nella programmazione oppure caratteristiche particolari dell'universo in cui viviamo.

Innanzitutto, soprattutto i primi tempi, le simulazioni non sarebbero molto affidabili: piene di bug porterebbero presto a rivelarne la natura ai loro abitanti. Col tempo però le simulazioni migliorerebbero e diventerebbero sempre più realistiche.

Se noi siamo in una simulazione molto probabilmente si tratta di qualcosa di ben collaudato, dato che tali difetti non sono evidenti.

Il simulatore, nella programmazione del suo universo, potrebbe adottare due strategie:

Se avesse necessità di risparmiare risorse computazionali adotterebbe una «**strategia emergente**», ovvero simulerebbe solo quello

con cui gli esseri viventi entrano in contatto. Non c'è bisogno di simulare il comportamento dei quark se la civiltà è nel medioevo, per calcolare le traiettorie di una freccia scoccata in battaglia o di un albero che cade basterebbero le più semplici leggi di Newton. Potrebbe simulare inoltre solo le parti di un universo osservate dagli abitanti della simulazione. Se nessun essere vivente osserva la cometa Churyumov Gerasimenko (quella della sonda Rosetta, per intenderci), perché sprecare risorse computazionali per calcolarla?

Questo approccio ha un grandissimo limite: se ad esempio per calcolare la traiettoria di un oggetto il Simulatore usa le leggi di Newton, ma poi questo oggetto accelera a velocità relativistiche ad un certo punto il Simulatore dovrà farlo muovere secondo le leggi di Einstein.

Un Simulatore basato su strategie emergenti dovrebbe rimediare alle discrepanze derivanti da metodi disparati di calcolo della realtà che ci circonda, garantendo inoltre una coordinazione continua e senza eccezioni.

Ad un certo punto sarebbero necessari trucchi e modifiche che agli ignari abitanti potrebbero apparire come cambiamenti improvvisi e sconcertanti dell'ambiente privi di cause evidenti, inspiegabili.

La coordinazione potrebbe non riuscire del tutto; le contraddizioni potrebbero accumularsi nel corso del tempo, mandando infine in blocco la simulazione.

Il Simulatore potrebbe ovviamente usare tattiche più aggressive: alle prime avvisaglie di accumulo delle contraddizioni potrebbe resettare il programma e cancellare il ricordo delle anomalie negli abitanti. Sembra quindi una forzatura sostenere che una realtà simulata rivelerebbe la sua vera natura attraverso difetti di funzionamento e irregolarità (ricordate in Matrix quando passa per due volte lo stesso gatto nero - un déjà vu - spiegato con un difetto della simulazione?).

Se il Simulatore avesse deciso di simulare un universo continuo, nel quale puoi ingrandire all'infinito un oggetto oppure suddividere un intervallo di tempo in intervalli piccoli a piacere, dovrebbe per forza adottare una *strategia emergente*, avendo a disposizione un computer che per sua natura ha risorse limitate e fa calcoli con variabili discrete, non continue.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

Ma se il Simulatore avesse deciso di cimentarsi con un universo quantizzato (o discreto), avrebbe a disposizione anche un altro approccio - che chiameremo «**strategia ultrariduzionistica**».

Secondo tale approccio la simulazione procede applicando un unico insieme di equazioni fondamentali, come i fisici immaginano che avvenga nell'universo in cui viviamo.

L'input di queste simulazioni sarebbe una teoria matematica della materia e delle forze fondamentali e una scelta di «condizioni iniziali» (la situazione al momento di inizio della simulazione); il computer farebbe semplicemente evolvere ogni cosa a partire dalle condizioni iniziali.

Simulazioni di questo tipo sarebbero molto più onerose dal punto di vista computazionale, ma eviterebbero alla radice i problemi di coordinazione dell'approccio emergente.

Io personalmente, se dovessi scegliere su quale approccio utilizzare, dato che sono uno preciso che ama fare le cose per bene sarei un *ultrariduzionista*. Più potenza di calcolo necessaria, è vero, ma volete mettere l'eleganza e la bellezza di tale approccio? Lo stato iniziale, una sola equazione che descrive brillantemente tutto e via verso la creazione di quel fantastico universo che ammiriamo ogni giorno e più lo indaghiamo più ci affascina...

Scusate la divagazione, torniamo a noi: nel nostro universo fino ad oggi il Simulatore, se esiste, si è nascosto molto bene: non abbiamo osservato nessuno dei difetti di funzionamento citati sopra..

Possiamo però chiederci se il nostro universo è continuo (quindi non simulabile dato che richiederebbe risorse computazionali infinite) o discreto.

Ebbene, le conoscenze attuali ci dicono che a scale piccole l'universo non è continuo ma

discreto, grandezze fondamentali come lo spazio o il tempo non possono essere ingrandite all'infinito. Planck ha scoperto che alla fine si arriva ad un punto non ulteriormente indagabile, sotto il quale le domande "quanto è lungo?", "quanto tempo è trascorso?" non hanno più significato fisico.

https://it.wikipedia.org/wiki/Scala_di_Planck

https://it.wikipedia.org/wiki/Costante_di_Planck

https://it.wikipedia.org/wiki/Lunghezza_di_Planck

Sembra che il nostro universo sia nemico degli infiniti: esiste una velocità massima non superabile (quella della luce) una temperatura minima (zero Kelvin), le dimensioni del nostro universo sono finite (circa 13,5 miliardi di anni luce) e così via... Forse perché gli infiniti richiederebbero al Simulatore risorse computazionali infinite?

Riassumendo se un domani dovessimo riuscire a creare artificialmente un essere autocosciente avremmo i seguenti indizi a favore dell'ipotesi che viviamo in un universo simulato:

3. Quello che sentiamo tramite i nostri sensi non prova nulla riguardo al mondo reale che forse esiste là fuori
4. Il dato statistico è spaventosamente a favore della simulazione
5. l'universo rifiuta gli infiniti come la peste, ha dimensioni limitate ed è nella sua struttura fondamentale discreto quindi computabile

Agata Christie a questo punto terminerebbe l'articolo con queste parole:

"Un indizio è un indizio, due indizi sono una coincidenza, ma tre indizi fanno una prova."

Ed io non voglio aggiungere altro... Saluti ed alla prossima domanda impossibile!



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

Propulsori spaziali: a cosa sta pensando la NASA?

Di Luigi Borghi.

Mi capita spesso di tornare su questo argomento nelle discussioni che facciamo durante le nostre conferenze o corsi di astronautica. Il problema è sempre quello: i mezzi che abbiamo a disposizione oggi per viaggiare nello spazio hanno una efficacia ed una efficienza paragonabile al voler girare il mondo a piedi nudi!

Non sto esagerando.

Pensiamo solo al programma Apollo che è di mezzo secolo fa ma non è che oggi siano stati fatti molti progressi. Nel 1969, partirono da Cape Canaveral 3.000 tonnellate di hardware per andare sulla Luna, inclusi tre astronauti e ne ritornarono sono circa 210 kg che era il peso dei tre astronauti visto che la capsula Apollo usata nel rientro è si tornata ma inutilizzabile come previsto. Un rapporto peso astronave/carico utile pari a 14285. Quando giriamo in automobile il apporto peso automobile (circa 1200kg) incluso il carburante fratto peso passeggeri (4 x 70 kg) è poco più di 4.

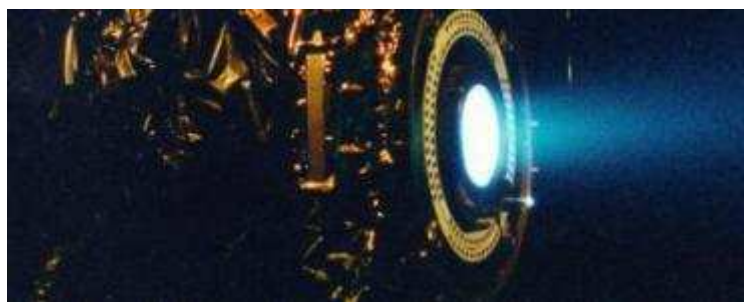
Dobbiamo lavorarci sopra ancora un po'.

Quindi ho cercato di vedere a che punto è la NASA, che possiamo considerare all'avanguardia nella ricerca sui propulsori spaziali e vediamo cosa è venuto fuori.

In effetti "sono passati ormai 90 anni dalla prima prova del razzo a propellente liquido di Robert Goddard e sono ancora quelli i nostri migliori motori per attraversare il cosmo, non è cambiato molto". Diciamo che c'è stata una evoluzione che ne ha migliorato il rendimento, come c'è stata tra il motore a scoppio della FORD modello T degli anni 20 a quello di un moderno motore ad iniezione con 4 valvole per cilindro, ma sempre un motore a combustione interna che fa scorrere dei pistoni di metallo dentro una canna pure di metallo!

I miglioramenti necessari nel mondo spaziale devono produrre un cambio di scala nel rapporto peso prestazioni di almeno di 3 o 4 ordini di grandezza. Ma siamo ancora molto lontani con le sole idee.

È proprio ciò che suggerisce Litchford in questa intervista rilasciata a **Cathal O'Connell, (nella foto), un divulgatore scientifico di Melbourne,** dove esplora 10 delle idee di propulsione spaziale che la NASA sta esaminando in profondità.



Nella foto una dei motori ionici già ampiamente utilizzati non solo dalla NASA. (credit NASA)

Ho preso spunto da un articolo apparso su <https://cosmosmagazine.com/technology/anti-matter-ion-drives-nasas-plans-deep-space-propulsion> dove vengono evidenziate le strategie della NASA espresse alla American Astronautical Society dall'ingegnere Ronald Litchford ("virgolettato e in corsivo") insieme ai miei commenti in caratteri normali.

"Motori a ioni, vele solari, fissione e fusione ... alcune delle idee per alimentare la prossima generazione di veicoli spaziali hanno un alone di fantascienza su di loro, Può pertanto sembrare sorprendente che la NASA li stia prendendo sul serio.

Ma Ronald Litchford della NASA, nel mese di febbraio alla American Astronautical Society, ha parlato della strategia di sviluppo dell'agenzia spaziale americana, per la propulsione di navi spaziali adatte allo spazio profondo, ai bordi più lontani del sistema solare e oltre."

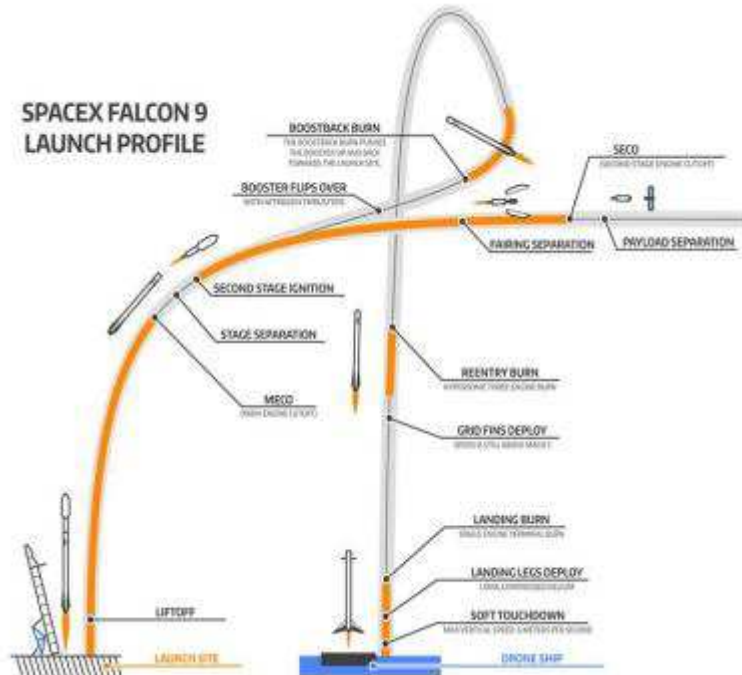
Litchford ha raccomandato prima di tutto una linea di ricerche tesa al miglioramento dei sistemi convenzionali, come razzi chimici, motori elettrotermici e unità di ioni. Ma ha anche consigliato **"un investimento "modesto" per la ricerca più speculativa, su tecnologie avveniristiche oggi fuori**

portata della attuale nostre capacità di sviluppo."

Ecco quindi una carrellata dei tipi di tecnologie che la NASA sta guardando per spingere la prossima generazione di veicoli spaziali attraverso il cosmo, grosso modo l'elenco va dal meno speculativo al più avveniristico e performante.

1. razzi chimici.

I razzi chimici sono stati e sono tuttora le centrali di potenza dell'era spaziale. Sono gli unici razzi che, per le loro caratteristiche di spinta elevatissima, riescono a staccare da Terra e portare in orbita bassa un carico utile. Ma dopo 90 anni di sviluppo, ulteriori perfezionamenti dei motori non dovrebbero portare a grandi miglioramenti in termini di spinta (questi razzi sono fondamentalmente limitati dall'energia ottenuta dai legami chimici).



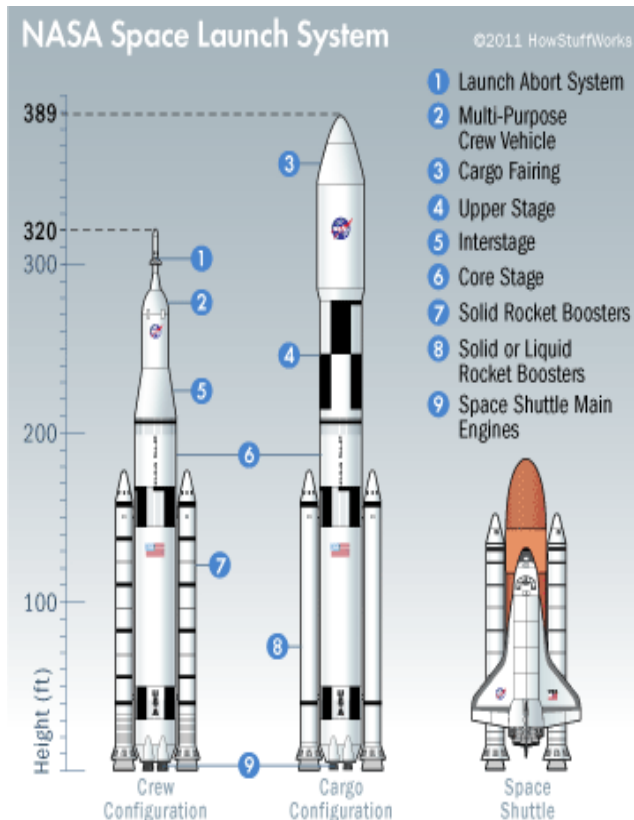
Litchfield sostiene che *"la ricerca in missilistica chimica deve ancora costituire il maggiore sforzo di ricerca della NASA, in particolare verso la generazione di carburanti direttamente sul pianeta di destinazione, piuttosto che portare il tutto a bordo (in particolare idrogeno o metano e ossigeno).*

Per esempio, quelli che andranno su Marte potrebbero utilizzare il ghiaccio dalle calotte polari ricavando idrogeno e ossigeno da utilizzare come combustibile, oltre che acqua da bere".

È evidente che questa produzione dovrà avvenire con un certo anticipo ed in modo automatico sul pianeta rosso prima dell'arrivo dei coloni.

Per ora la NASA non ha in programma progetti per il recupero ed il riuso dei vettori e dei motori del primo stadio come invece sta facendo la SpaceX con i Falcon 9 (vedi sopra lo schema di rientro) o la Blue Origin con lo Shepard.

A fianco un disegno del nuovo lanciatore pesante SLS della NASA, nelle due versioni, da 70 e da 130 tonnellate di carico utile, paragonate allo space shuttle.





Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

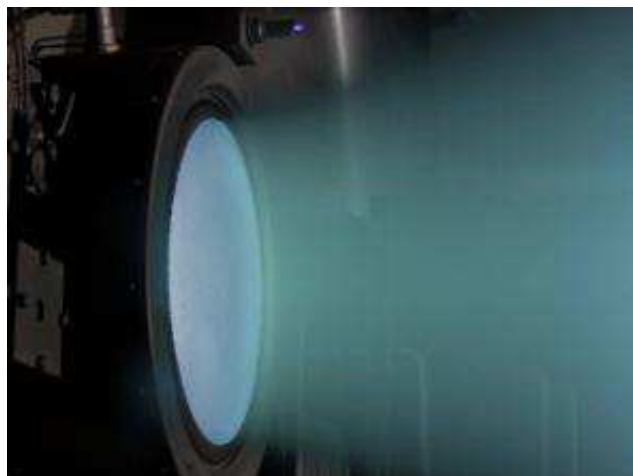
2. Elettrotermici.

“Questi motori utilizzano l'energia elettrica per creare un plasma super-riscaldato che viene poi “sparato” fuori attraverso un ugello supersonico per generare spinta.

Questi tipi di motori sono stati utilizzati su alcuni tipi di satelliti russi dal 1970 e dalla Lockheed Martin sui satelliti tipo A2100” (uno dei più performanti satelliti commerciali di comunicazione), utilizzando come combustibile idrazina (N_2H_4 , corrosiva, tossica e cancerogena). Questi motori sono efficienti, ma la spinta che generano è estremamente bassa, cioè il loro uso è adatto esclusivamente come regolazione dell'orientamento dei satelliti (thrusters).

3. Motori a ioni.

Propulsore ionico Xenon Thruster (NEXT) da 7 kilowatt (Credit NASA)



*“Ora stiamo arrivando al roba futuristica. Il motore a ioni è un propulsore in cui molecole di un propellente non reattivo, come **xenon**, ricevono una carica positiva o negativa (“ionizzato”) ed accelerati da un campo elettrico per essere sparato dal retro attraverso l'ugello. La spinta è incredibilmente bassa, **equivalente alla pressione esercitata da un foglio di carta sul palmo della mano**, così un motore a ioni è molto lento a prendere velocità.*

*Ma nel corso di una missione a lungo raggio, **può fornire 10 volte tanto la spinta per chilogrammo** di un razzo a combustibile chimico.”*

La sonda spaziale Dawn, attualmente in orbita intorno a pianeta nano Cerere (e responsabile per le prime foto suggestive di punti luminosi misteriosi), ha utilizzato la sua unità agli ioni per diventare il primo veicolo spaziale ad entrare e uscire dalle orbite di più corpi celesti Vesta e Cerere.

4. vele solari.

“Le particelle di luce, chiamati fotoni, sono senza massa ma portano con se un “momentum”, uno “slancio” (tradotto malissimo ma è così). Il momento angolare della luce è una grandezza vettoriale che esprime la quantità di rotazione dinamica presente nel campo elettromagnetico della luce. Infatti, un fascio di luce, mentre viaggia approssimativamente in linea retta, può anche essere rotante (o “spinning”) attorno al proprio asse. Questa rotazione, non visibile ad occhio nudo, può essere rivelata dalla interazione del fascio di luce con la materia”.

Il momento angolare totale di luce (o, più in generale, del campo elettromagnetico e gli altri campi di forza) e materia si conservano nel tempo. L'esistenza di questo “spinning” diventa evidente nel fenomeno “pressione di radiazione”, in cui un fascio di luce trasferisce la sua quantità di moto su un oggetto assorbente (dispersione), generando una pressione meccanica su di esso. Questo è il principio su cui si basa la vela solare.

“L'idea della vela solare è appunto quella di raccogliere abbastanza pressione di radiazione da generare una spinta significativa.

Un veicolo spaziale con una vela abbastanza grande potrebbe alla fine raggiungere velocità incredibili senza portare alcun combustibile!”

Il concetto è stato dimostrato nel 2010, quando il progetto giapponese Interplanetary Kite-craft (IKAROS) ha dispiegato una vela di 196 metri quadrati accelerandola con la radiazione solare in una missione verso Venere.

L'anno scorso, il progetto “[LightSail project](#)” ha dimostrato che questa tecnologia può consentire operatività performanti (per applicazioni con basse masse in gioco e lunghi tempi di accelerazione) con budget ridotti.

Ma, come una vela solare si allontana dal



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo." - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

Sole, la luce del sole diventa più debole, e la spinta disponibile diminuisce.

Tempo vent'anni e le sonde **superstiti** arriverebbero in vista della stella, per inviarci preziosissime immagini e rilevazioni.

Pianeti	Distanza dal Sole (semiasse maggiore dell'orbita) [UA]	Flusso Solare [W/m ²]	Pressione di radiazione solare [N/m ²]
☿ Mercurio	0.387	9134	3.046 10 ⁻⁵
♀ Venere	0.723	2617	8.729 10 ⁻⁶
♁ Terra	1	1368	4.563 10 ⁻⁶
♂ Marte	1.524	589.0	1.965 10 ⁻⁶
♃ Giove	5.203	50.53	1.686 10 ⁻⁷
♄ Saturno	9.539	15.03	5.015 10 ⁻⁸
♅ Urano	19.182	3.718	1.240 10 ⁻⁸
♆ Nettuno	30.057	1.514	5.051 10 ⁻⁹
♇ Plutone	39.75	0.8657	2.888 10 ⁻⁹

Il costo totale della missione, secondo quanto si legge sul sito ufficiale, varia tra i **5** e i **10 miliardi di dollari**, di cui Milner si è impegnato a coprire **100 milioni** per la prima fase di **ricerca e sviluppo**, aprendo la caccia a **futuri investitori**.

Il fascio laser super potente dovrebbe

Nella tabella vediamo quant'è la pressione di radiazione espressa in N/m² all'altezza della varie orbite dei pianeti del sistema solare.

Per avere 1kg di spinta da una posizione vicina alla Terra occorre una vela di 1,465 Km di lato (un'area di 2,150 Km²).

I progetti più ambiziosi come per esempio viaggiare verso le stelle più vicine, in alternativa alla luce delle stelle, prevedono di sparare un laser superpotente in modo da colpire la vela per un lungo periodo di tempo durante il lungo viaggio.

A questo proposito, Stephen Hawking, Mark Zuckerberg e il miliardario russo Yuri Milner hanno annunciato un progetto spaziale interstellare. **Obiettivo Alpha Centauri.**

Il nome del progetto è **Breakthrough StarShot**, e il suo obiettivo è di aprire la strada al viaggio interstellare, portando una flotta di navicelle robotiche, della dimensione di uno smartphone, in prossimità di Alpha Centauri, la stella più vicina al Sole. Un incredibile viaggio di ben 4,37 anni luce (41mila miliardi di chilometri) che sarebbe coperto in appena 20 anni.

Sostanzialmente, un'**astronave madre** dovrebbe decollare e rilasciare nello Spazio una flotta di un migliaio di **sonde miniaturizzate**. Queste, poi, spiegherebbero le proprie minuscole vele e si metterebbero in marcia verso Alpha Centauri, sospinte da una serie di **raggi laser** inviati direttamente dalla Terra, a una velocità di **50mila chilometri al secondo**, pari a circa **un quinto** rispetto a quella della luce.

essere generato da una versione futura del **DE-STAR** (Directed Energy System for Targeting of Asteroids and exploration).

DE-STAR è un array modulare di fasci di laser di classe kilowatt alimentati da fotovoltaico, proposto per deviare asteroidi, comete e altri oggetti vicini alla Terra (NEO) che comportano un rischio credibile di impatto. Gli oggetti che attraversano l'orbita della Terra, anche quelli relativamente piccoli, possono ancora avere un effetto devastante. Si propone quindi un sistema di difesa planetario orbitale in grado di riscaldare la superficie degli oggetti potenzialmente pericolosi al punto di vaporizzazione.

Con questo sistema potenziato a livelli ora non disponibili, si sarebbe in grado di erogare una potenza sufficiente per spingere una sonda piccola (come uno telefonino) combinata con una modesta vela laser (di circa un metro) fino a raggiungere velocità relativistiche.

Come esempio, con un **DE-STAR 4 (50-70 GW)** si potrà imprimere propulsione ad un veicolo spaziale (della scala di un telefonino con una vela laser 1 m²) a **circa il 26% della velocità della luce in circa 10 minuti** (20 kg Accel). Raggiungerebbe Marte (1 UA) in 30 minuti, supererebbe il Voyager in meno di 3 giorni, passerebbe le 1.000 AU in 12 giorni e **raggiungerebbe Alpha Centauri in circa 20 anni.**

Lo stesso driver di energia diretta (DE-STAR 4) può anche spingere 100 kg di carico utile a circa l'1% della velocità della luce oppure 10.000 kg a più di 1000 km/s.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 - N° 4 - 1/12/2016

Stiamo però parlando di tecnologie possibili sulla carta, ma ancora lontane dalla realizzazione, non tanto per difficoltà tecniche, quanto per l'investimento necessario.

5. motore di propulsione al plasma.

A destra, un motore al plasma dal Centro di ricerca di Lewis a Cleveland, Ohio, nel 1961. - NASA.

"Questi motori possiamo immaginarli come le versioni 'alto numero di ottani' della propulsione ionica.

*Invece di un carburante non reattivo, correnti magnetiche e potenziali elettrici **accelerano ioni nel plasma per generare spinta.***

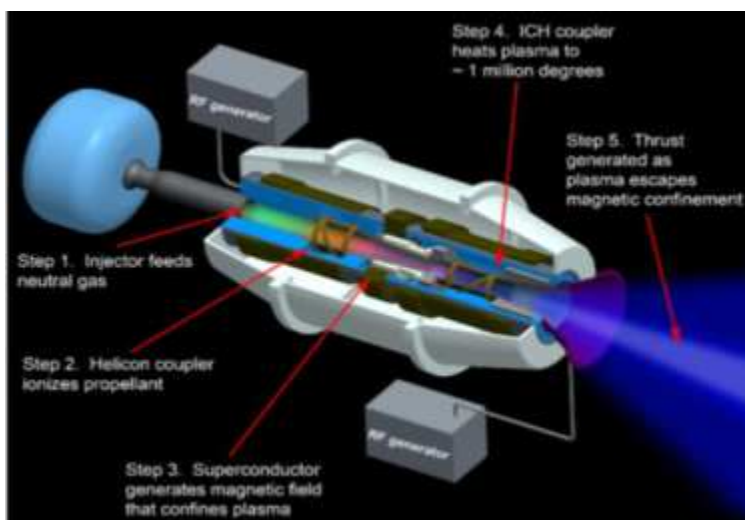
E 'un'idea di mezzo secolo di vita, ma non è ancora stata sperimentata nello spazio.



0.5N di spinta e 70% di efficienza per il VX100 e una potenza massima radio gestibile dal VX200 di 200kW. L'obiettivo a lungo termine pensato per una unità alimentata da un generatore elettrico nucleare da 2 MW, potrebbe produrre **una spinta continua, per una ventina d'anni di circa 2 tonnellate.**

Giusti per rinfrescarci e idee parliamo di un motore il cui schema di principio può essere semplificato nel seguente.

A sinistra uno schema a blocchi del VASIMIR.



*Il più potente razzo al plasma nel mondo è attualmente il **Variable Specific Impulse Magnetoplasma Rocket (VASIMR)**, in fase di sviluppo da parte della Ad Astra Rocket Company in Texas. Ad Astra calcola che potrebbe alimentare un veicolo spaziale su Marte in 39 giorni."*

Ne abbiamo già parlato parecchio di questo progetto in queste pagine.

Le spinte e le caratteristiche di questo motore, che verrà forse inviato nello spazio per essere installato sulla ISS (ma il piano sembra essere slittato, se non addirittura cancellato), sono state per ora testate solo a terra in enormi camere tenute costantemente sotto vuoto.

Il propulsore testato oggi a terra è il modello **VX50** ed ha un'efficienza intorno al 60%, capace di gestire **potenze radio di 50kW per**

6. fissione termica.

Dicembre 1967: Il primo razzo nucleare sperimentale a terra a Jackass Flats, Nevada. NASA.

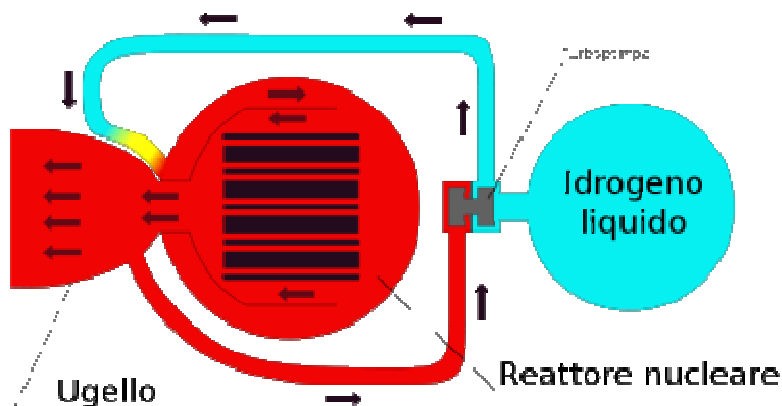


Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 - N° 4 - 1/12/2016

“Un reattore a fissione convenzionale potrebbe riscaldare un propellente a temperature estremamente elevate per generare spinta. Anche se un razzo termico nucleare non ha ancora volato, il concetto è andato vicino alla realizzazione negli anni 1960 e 1970, con diversi disegni costruiti e testati sul terreno negli Stati Uniti. (vedi schema a destra)

Il Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application (NERVA) è stato ritenuto pronto per l'integrazione in un veicolo spaziale, prima che l'amministrazione Nixon accantonasse l'idea di mandare la gente su Marte e decidendo il finanziamento del progetto.”



carburo di niobio) ma anche per studiare come aumentare la densità di potenza del sistema. Un altro progetto indipendente con raffreddamento ad acqua noto come NF-1 (Nuclear Furnace) venne usato per lo studio dei materiali futuri. Il Pewee era la base di partenza dei progetti della NTR che venivano

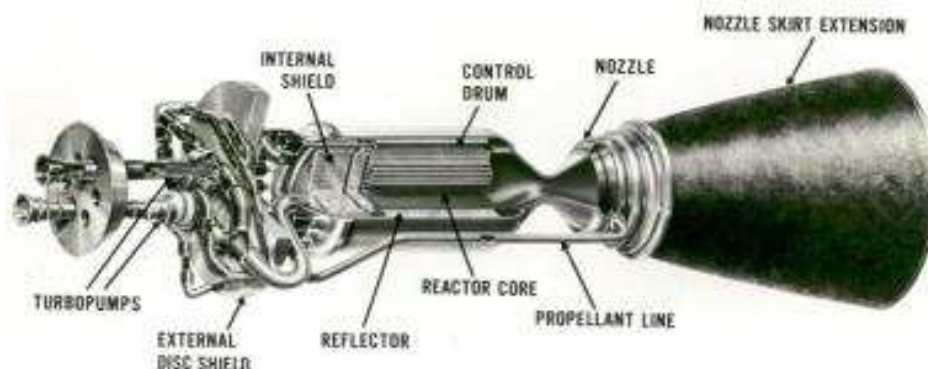
studiati nei centri di ricerca della NASA.

Durante l'ultimo test dell'NRX, il reattore perse meno di 13 chili di combustibile in due ore di funzionamento, abbastanza poco da essere giudicato pronto per una mission spaziale dalla

Space Nuclear Propulsion Office. Le barre di combustibile progettate per il Pewee 2 riuscirono a ridurre il problema dell'erosione del combustibile, ma non venne mai provato al banco. I tecnici della NASA, comunque, ritenevano che gli ultimi progressi nei materiali prodotti nel laboratorio di Los Alamos erano in grado di risolvere anche gli ultimi problemi delle barre di combustibile.

Il progetto NERVA|NERVA/Rover venne cancellato nel 1972, a seguito del generale disinteresse verso la NASA seguito alla fine del Progetto Apollo. Senza una missione con equipaggio umano verso Marte, il bisogno di un razzo termico nucleare diveniva incerto.

https://it.wikipedia.org/wiki/Razzo_termico_nucleare



Il NERVA NRX (Nuclear Rocket Experimental, schema nell'immagine sopra), iniziò la fase di test nel settembre 1964. L'ultimo prototipo prodotto in questa serie fu l'XE, progettato con tutti gli equipaggiamenti di volo necessari e con una camera a bassa pressione a valle dell'ugello per simulare le condizioni di vuoto. Nel marzo del 1968 questo motore venne acceso 28 volte e la maggior parte delle volte il motore veniva spento solo per l'esaurimento dell'idrogeno. Il NERVA NRX/XE era in grado di generare 1100 MW e le 75000 libbre (334 kN) di spinta richieste dalle specifiche per la missione su Marte.

Del KIWI venne costruito anche una versione più piccola, il Pewee. Venne testato diverse volte a 500 MW per provare i rivestimenti di carburo di zirconio (al posto di quelli al



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

7. fusione continua.

"il concetto di razzi alimentati a fusione nucleare cercano di ricreare in modo efficace la potenza del Sole super-riscaldando un propellente a centinaia di milioni di gradi fino a quando si fondono i nuclei atomici, generando ancora più energia.

Un razzo a fusione sarebbe centinaia di volte più efficiente rispetto alla migliore razzo chimico. Ma dopo molti decenni e un paio di miliardi di dollari di finanziamenti per la ricerca di non si è ancora raggiunto un rendimento netto superiore a 1". In buona sostanza l'energia immessa per surriscaldare l'idrogeno che alla fine arriverà alla fusione è ancora leggermente superiore a quella resa dalla fusione stessa. Siamo ancora molto lontani dalla fusione continua anche nel campo civile. Il progetto **ITER** (acronimo di **International Thermonuclear Experimental Reactor**) in corso in Francia, con la collaborazione di mezzo mondo è nelle stesse condizioni: rendimento inferiore a 1.

8. fusione pulsata.

"Forse un modo più realizzabile di utilizzare energia da fusione è quello di controllare la detonazione di una bomba a fusione in miniatura per alimentare una nave spaziale.

Il progetto, eseguito presso la University of Washington, funziona facendo cadere un pellet di due isotopi di idrogeno, circondato da anelli metallici in litio, in una camera di combustione.

Al momento giusto, un enorme campo magnetico sbatte gli anelli metallici chiusi attorno al pellet, comprimendo il carburante a pressioni incredibili, che porta appunto alla fusione. E 'un po' come il motore di una automobile che utilizza esplosioni controllate di benzina.

La fusione di un granello di sabbia di questo materiale (idrogeno) avrebbe lo stesso contenuto di energia come quattro litri di combustibile per razzi (kerosene). Ma il più grosso problema di questa ricerca non è tecnico ma è legato al fatto che probabilmente violerebbe i trattati nucleari internazionali che vietano questi test". Qualcosa di simile nella ricerca di fusione per generare energia si sta facendo nei laboratori NIF. La **National Ignition Facility** è una installazione di ricerca sulla fusione a confinamento inerziale basata

su laser presso il Lawrence Livermore National Laboratory a Livermore negli Stati Uniti.

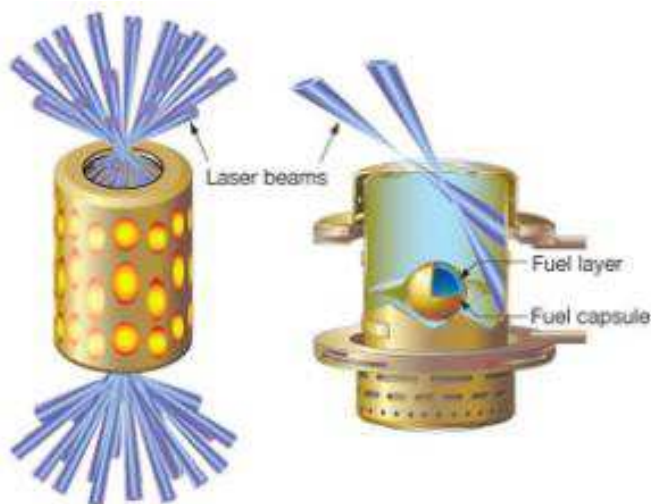
Il NIF usa 192 laser per riscaldare e comprimere piccole quantità di idrogeno fino a che non si avvia una reazione di fusione nucleare.

https://it.wikipedia.org/wiki/National_Ignition_Facility

È il più grande ed energetico strumento di confinamento mai costruito al giorno d'oggi, e il primo dal quale ci si aspetta il raggiungimento dell'obiettivo di una reazione di fusione autosostenuta.

A febbraio 2009 ne è stata completata la costruzione. È costato oltre 4 miliardi di dollari e il suo ruolo nella ricerca di armi nucleari ne ha fatto un progetto controverso.

Il 2 ottobre 2013 viene annunciato che per la prima volta viene raggiunto il punto di pareggio con la tecnica di fusione a confinamento inerziale e quindi l'energia prodotta dalla fusione era pari a quella usata



per alimentare i 192 laser che l'hanno scatenata.

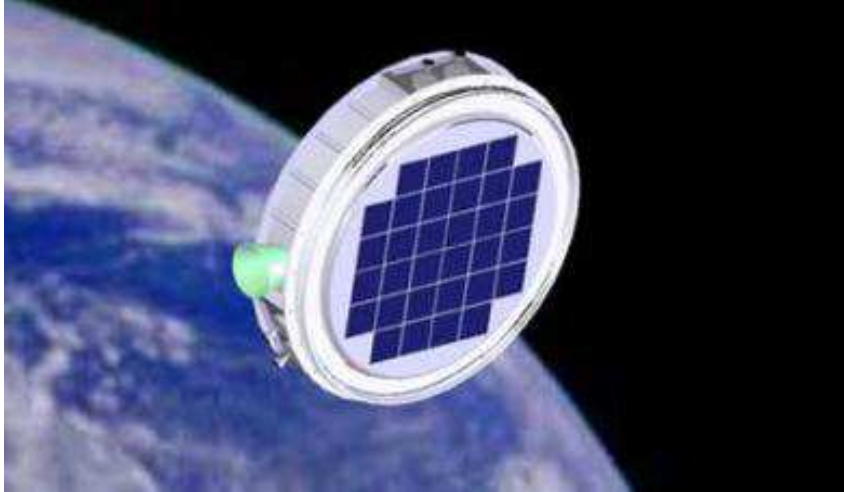
Sopra lo schema di funzionamento, dove la "micropastiglia" di carburante (Trizio e deuterio) viene fatta detonare (fusione) dai 192 laser. Un caricatore provvederà a sostituire la pastiglia in tempi brevissimi al fine di garantire una spinta praticamente continua anche se ad impulsi.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

9. Nanospacecraft



Nella immagine artistica a sinistra (credit http://www.nbcnews.com/id/31665236/ns/technology_and_science-innovation/t/near-light-speed-nano-spacecraft-might-be-close/#.WBMfUYVOLIU) un nanosatellite a forma di disco di 5 kg, nello spazio, con piccoli microthrusters posizionati ai bordi.

“La maggior parte delle strategie per il trasporto nello spazio profondo è orientata verso la costruzione di motori sempre più grandi e più potenti. Ma per quanto riguarda invece la contrazione del veicolo spaziale, cosa si sta facendo?”

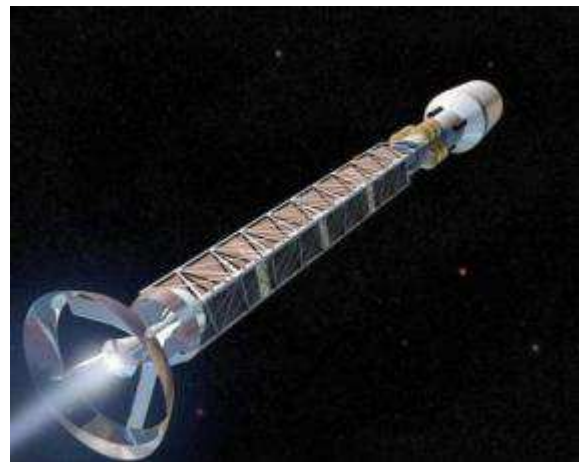
Nel 2009 i ricercatori dell'Università del Michigan hanno sviluppato tipo di nanomotore che potrebbe essere modellato su un chip di silicio. Funziona un po' come un acceleratore di particelle molto piccolo, utilizzando semplici campi elettrici caricati tra due piastre si ottengono elevatissime velocità.

Ogni chip potrebbe contenere milioni di piccoli lanciatori elettrici.”

Al contrario delle vele solari alimentate da un laser da terra come già visto nel progetto **Breakthrough StarShot**, qui energia, motori e propellente sono a bordo navicella. Anche in questo caso abbiamo parecchi problemi da risolvere. I nano motori sono realizzabili già oggi ma resta il problema del generatore elettrico che potrebbe essere un mix tra pannelli solari e un **generatore termoelettrico a radioisotopi (radioisotope thermoelectric generator, RTG)**. Il secondo problema resta comunque il propellente da “sparare” dai micro getti, che deve essere caricato a bordo, quindi una massa da portarsi dietro.

10. L'antimateria.

Sotto, immagine artistica di una astronave con propulsione ad antimateria.



“E qui siamo alla fine dello spettro di fattibilità nel fantastico. L'antimateria è fatta di antiparticelle, che hanno la stessa massa delle particelle di materia ordinaria ma carica e spin opposti. L'antimateria a contatto con lo stesso tipo di materia (annichilimento), produce la più alta densità di energia di qualsiasi sostanza nota. E se utilizzato come combustibile, potrebbe fornire di gran lunga il sistema di propulsione più efficiente, dove il 40% dell'energia-massa del combustibile viene convertito direttamente in spinta (rispetto al 1% per la fusione, il prossimo più efficiente). Nel 2006 il NASA Institute for Advanced Concepts (NIAC) ha finanziato un team

Associazione Culturale “Il C.O.S.MO.” (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena); C.F.:94144450361 pag: 18 di 23

Questa rivista, le copie arretrate, i suoi articoli e le sue rubriche, non possono essere duplicati e commercializzati. È vietata ogni forma di riproduzione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta del circolo “Il C.O.S.Mo”. La loro diffusione all'esterno del circolo e' vietata.

Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici. - Costo: Gratuito sul WEB per i soci - Arretrati: Disponibili e gratuiti sul WEB per i soci.



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

Gerald Smith of Positronics Research, per la progettazione di una nave spaziale alimentata ad antimateria. Hanno calcolato che solo 10 millesimi di grammo di antimateria sarebbe sufficiente per inviare una nave a Marte in 45 giorni.

Il problema è quello di riuscire a generare abbastanza carburante."

L'antimateria è creata negli acceleratori di particelle, ma se mettessimo insieme tutta l'antimateria mai creata fino ad oggi da tutti i laboratori del mondo, non sarebbe sufficiente neanche per produrre l'energia per far bollire una tazza di tè. Per correttezza bisogna aggiungere che l'antimateria oggi prodotta non è l'obiettivo degli esperimenti ma un conseguenza.

A meno che non si trova una fonte di questo SuperFuel, i motori di ad antimateria probabilmente resteranno sempre nel regno della fantascienza.

Credo però necessario aggiungere che ci si sta pensando seriamente. E per dimostrarlo voglio fare riferimento ad un articolo apparso su Wired. "**Un kickstarter per sviluppare il motore ad antimateria**".

(Kickstarter è un sito dove chiunque può presentare le proprie idee e proporle ad investitori).

Secondo i fisici Gerald Jackson e Steven Howe, fondatori della **Hbar Technologies**, la soluzione per costruire un **motore ad antimateria** esiste, ed è anche a portata di mano. Una astronave con il motore da oro ipotizzato permetterebbe di raggiungere la stella più vicina al nostro pianeta in soli dieci anni. Quello che manca, spiegano i due scienziati sulle pagine di *Forbes*, non è tanto la tecnologia, che potrebbe essere pronta nel giro di 20-30 anni, ma i soldi per portare avanti il progetto. Per trovarli, i due fisici hanno deciso di lanciare un Kickstarter, che prenderà il via entro un mese, e punta a raccogliere 200mila dollari, necessari per portare il progetto nella prossima fase di sviluppo.

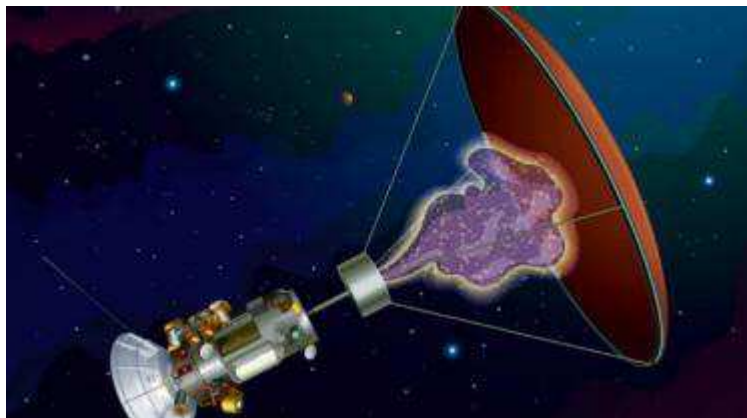
(immagine a destra credit: Steven Howe/Hbar Technologies, LLC)

È decisamente una idea innovativa perché il motore spaziale pensato dai due scienziati sfrutterebbe l'antimateria **per indurre una**

fissione nucleare all'interno di una piccola riserva di uranio, da cui verrebbero prodotte due sotto-particelle (o meglio nuclidi) che dovrebbero viaggiare in direzione opposta: una verso la prua della nave, e una verso la coda. Una speciale vela di carbonio e uranio posta sulla parte frontale assorbirebbe quindi l'energia del primo nuclide, mentre il secondo produrrebbe una spinta sfuggendo in direzione opposta al moto della nave (come nel caso dei propellenti tradizionali). Il risultato sarebbe una spinta stupefacente che combina l'energia cinetica dei due nuclidi, e che permetterebbe di raggiungere una velocità pari al 40% di quella della luce.

È per testare l'efficacia di questa spinta che la Hbar Technologies ha bisogno dei 200mila dollari che spera di raccogliere con una campagna su Kickstarter. Dimostrata le possibilità teoriche offerte dal loro motore, Jackson e Howe **sperano di attirare l'attenzione della NASA** e di altre istituzioni capaci di finanziare la realizzazione di un prototipo vero e proprio: impresa che secondo i loro calcoli **costerebbe almeno un centinaio di milioni di dollari.**

I problemi da risolvere per arrivare ad un prototipo in effetti sono ancora molti. Per prima cosa, il carburante: un motore ad antimateria richiederebbe molto meno propellente di un dispositivo chimico o nucleare: **circa 17 grammi di anti-idrogeno per un viaggio in direzione della stella più vicina al nostro Sistema Solare.** Con le tecnologie attuali però, l'antimateria **avrebbe un costo spropositato: stimati in circa 100 miliardi di dollari per ogni grammo della sostanza.**





Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

Contenere l'antimateria inoltre è attualmente impossibile, perché come abbiamo accennato viene annichilita al primo incontro con un atomo di materia normale. E al minimo incidente, le conseguenze sarebbero drammatiche: un grammo di antimateria infatti può creare una potenza distruttiva pari a quella di una bomba atomica.

Nonostante tutto, i due scienziati sono certi che con un finanziamento sufficiente il loro motore ad antimateria potrebbe vedere la luce nel giro di 20-30 anni. A quel punto si tratterebbe di costruire un'astronave vera e propria, che andrebbe assemblata nello spazio e costerebbe diversi miliardi. Un

bell'investimento ovviamente, che aprirebbe però le porte al viaggio interstellare, e all'esplorazione di nuovi sistemi solari. Ma anche le università ci provano (o ci hanno provato).

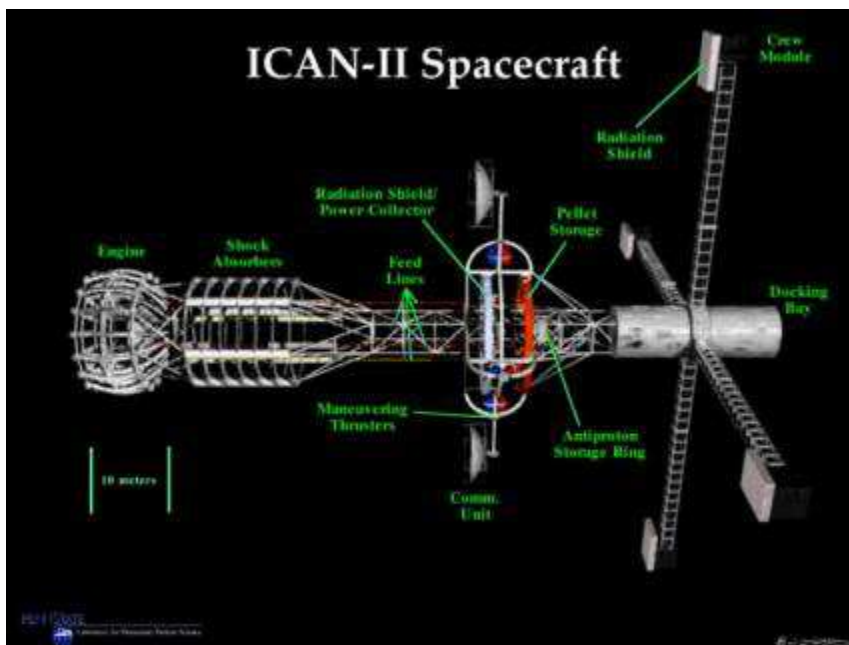
Ecco nell'immagine in alto a destra uno studio con relative prove nei laboratori del centro Marshall della Nasa (ma non so cosa hanno provato), nel Sud dell'Alabama, in collaborazione con la Pennsylvania University, di una ipotetica quanto fantascientifica astronave ad antimateria di tipo impulsivo con un motore tipo *ICAN-II*.

Gli shock absorbers servono appunto per mitigare l'impeto di spinta generato dalle microesplosioni generate dall'annichilimento materia antimateria che si verifica continuamente nella zona engine.

Credo che riuscirò a vedere, nel corso della mia vita, una astronave del genere, ma non perché ci voglia molto tempo a progettare ed a farla, ma perché servono investimenti fantascientifici più della tecnologia e con i

tempi che corrono credo che nessun paese abbia voglia di spenderli.

Credo anche che i processi di contenimento e di fabbricazione dell'antimateria di oggi



debbano essere totalmente ridisegnati!

Ion Compressed Antimatter Nuclear (ICAN-II) engine

Morale: il tempo di andare a visitare pianeti di altre stelle è ancora molto ma molto lontano!



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

Aggiornamenti dal sistema solare: novembre 2016 di Luigi Borghi.

Visto che siamo a fine 2016, credo sia utile, fare il punto su ciò che sta viaggiando nello spazio. Vi propongo pertanto per intero un articolo di Matteo Carpentieri, apparso ieri su: <https://www.astronautinews.it/2016/11/13/aggiornamenti-dal-sistema-solare-novembre-2016/>.

Ecco qui, con qualche mio commento ed approfondimento (in rosso)

Sulla Luna.

Il Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO), della NASA, ha cominciato l'ennesima estensione della sua missione, chiamata *cornestone mission*. La sonda continua a sfornare immagini straordinarie e il team di ingegneri lascerà nei prossimi mesi che l'orbita di LRO venga modificata naturalmente dalla gravità del nostro satellite, strategia per massimizzare le osservazioni scientifiche con il minimo consumo di carburante. Nessun particolare aggiornamento invece, per le altre due sonde NASA della missione ARTEMIS, che da diversi anni studiano silenziosamente il campo magnetico nei pressi del nostro satellite.

Nel campo delle missioni cinesi rimane invece l'incertezza sullo stato dell'orbiter **Chang'e 5-T1**, del lander **Chang'e 3** e del rover **Yutu**.

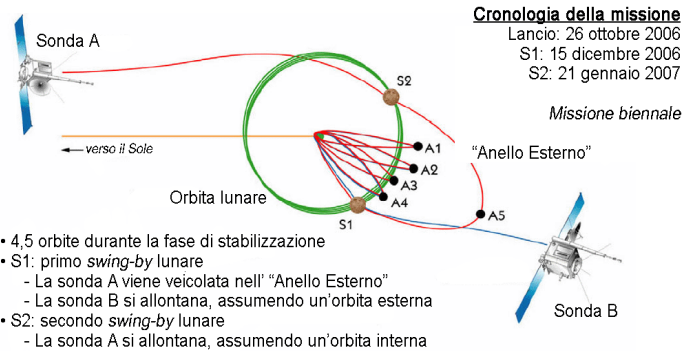
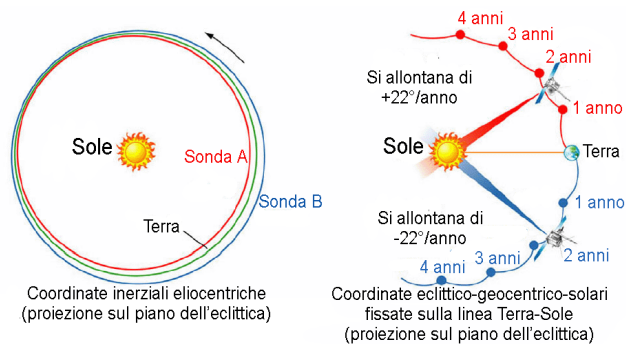
Nei dintorni dell'orbita della Terra.

Lanciata all'inizio di settembre, la sonda della NASA **OSIRIS-REx** (Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security-Regolith Explorer) è diretta verso l'asteroide Benu per riportarne a Terra un campione. Adesso mancano 312 giorni al *flyby* con assist gravitazionale della Terra, mentre la sonda raggiungerà Benu nel 2018.

La missione di osservazione solare della NASA **STEREO** prevede due sonde, **Stereo A** e **Stereo B**, che condividono l'orbita terrestre. Stereo A continua a raccogliere dati, mentre i contatti con Stereo B non si sono ancora pienamente ristabiliti: dopo due anni di silenzio, lo scorso agosto i tecnici della NASA

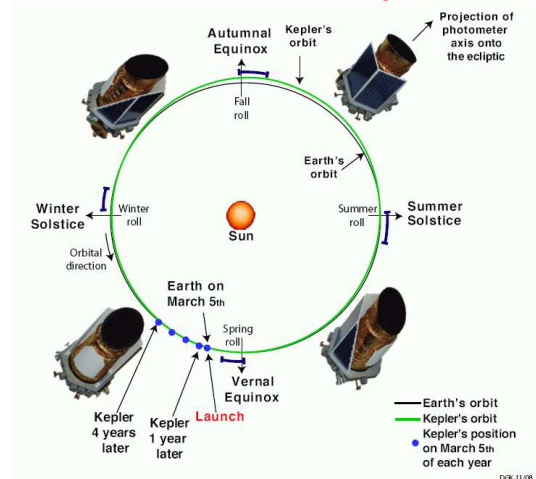
erano riusciti nuovamente a contattare la sonda, ma purtroppo è dal 23 settembre che la sonda non risponde, probabilmente a causa dell'orbita attuale.

Orbita delle sonde STEREO



Nell'illustrazione sopra, la complessa orbita delle due sonde.

Anche **Kepler**, sempre di NASA, è in orbita eliocentrica nei pressi dell'orbita terrestre, nella sua missione "K2" di scoperta dei pianeti extrasolari. **Sotto l'orbita di Kepler.**





Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 - N° 4 - 1/12/2016

Sono invece in orbita intorno al punto lagrangiano L1 Terra-Sole le missioni di osservazione solare **WIND** (NASA), **ACE** (NASA) e **SoHO** (NASA/ESA), la missione di studio del clima terrestre **DSCOVR** (NASA/NOAA) e il dimostratore tecnologico **LISA Pathfinder** (ESA).

La missione europea ha recentemente messo online il suo archivio di dati, raccolti durante i primi mesi di operazioni.

GAIA invece, sempre di ESA, si occupa di mappare la galassia e quelle limitrofe ed è in orbita intorno al punto lagrangiano L2 Terra-Sole. La prima mappa, contenente la posizione precisa di più di un miliardo di stelle, è stata rilasciata il 13 settembre scorso.

Hayabusa 2, dell'agenzia spaziale giapponese (JAXA), è in viaggio verso l'asteroide Ryugu per riportarne a terra un campione. Nei giorni scorsi sono stati accesi per una calibrazione gli strumenti di **MASCOT**, uno dei due piccoli lander. L'arrivo su Ryugu è previsto per il luglio del 2018, mentre il campione dovrebbe tornare a Terra nel dicembre del 2020.

Come per le altre missioni cinesi la cui fase principale è terminata da tempo, non si hanno notizie di **Chang'e 2**, che dopo aver concluso la sua missione principale in orbita intorno alla Luna e quelle secondarie che l'hanno vista orbitare il punto lagrangiano L2 del sistema Terra-Sole e sorvolare l'asteroide 4179-Toutatis, è attualmente in orbita eliocentrica.

Nel sistema solare interno.

La sonda giapponese **Akatsuki** continua la sua missione scientifica in orbita intorno a Venere senza particolari aggiornamenti.

Esplorando Marte.

È finalmente cominciata la seconda missione dell'ESA su Marte, in collaborazione con Roscosmos: **Exomars 2016**. Dopo una trepidante attesa la sonda **Trace Gas Orbiter** ha compiuto con pieno successo l'inserzione in un'orbita molto ellittica, in cui si prevede già da subito la raccolta di dati scientifici. L'orbita finale, chiamata "scienze orbit" verrà comunque raggiunta solo tra un anno grazie all'attrito della debole atmosfera

marziana. Purtroppo non ce l'ha fatta il lander **Schiaparelli**, dal quale saranno comunque ricavati dati preziosi per la seconda missione del 2020. Il sito di impatto del dimostratore tecnologico è stato oggetto di ricerche nei giorni successivi da parte degli altri orbiter marziani che hanno permesso di identificare la zona ad alta risoluzione ed a colori.

Sulla superficie di Marte siamo arrivati al sol 1519 per **Curiosity/Mars Science Laboratory (MSL)**.

Dopo aver concluso una fitta campagna di perforazioni presso alcune sorprendenti formazioni rocciose denominate Murray Buttes, il rover ha cominciato una nuova fase della propria missione dirigendosi verso sud e continuando la salita verso la vetta del Monte Sharp.

È invece il sol numero 4552 per l'altro rover marziano della NASA, **Opportunity**. Il Mars Exploration Rover (MER) superstite continua a dirigersi verso l'interno del cratere Endeavour.

Si fa sempre più trafficata l'orbita intorno a Marte. Con l'arrivo di **TGO salgono a sei gli orbiter in orbita intorno al pianeta rosso: Mars Reconnaissance Orbiter** (NASA), che ha permesso di identificare il sito di impatto di Schiaparelli con un dettaglio senza precedenti, **Mars Express** (ESA), **Mars Odyssey** (NASA), **MAVEN** (NASA) e **Mars Orbiter Mission** (ISRO).

Sulla fascia degli asteroidi.

La sonda americana **Dawn** è attualmente impegnata a trasferire la propria orbita intorno al pianeta nano Cerere ad una quota più alta, passando da un'altezza di 385 km a 1460 km. Questo permetterà di consumare meno propellente in attesa di cominciare l'ultima parte della missione scientifica.

Sui giganti gassosi.

Qualche problemino per la sonda della NASA **Juno**, in orbita fortemente ellittica intorno a Giove. La sonda ha riscontrato un problema ed è entrata in *safe mode* pochi giorni prima della prevista manovra di riduzione dell'orbita. La sonda, oltre alla mancata manovra, non ha quindi potuto raccogliere dati durante il *flyby* di Giove e dovrà aspettare altri 53 giorni prima di tornare al periastro. Il 24 ottobre la sonda è



Il C.O.S.Mo. NEWS

Rivista del circolo culturale "Il C.O.S.Mo" - e-mail: info@cosmo.net - Via B.Buozzi, 339/2 - 41122 Modena ; 31° - Anno 8 – N° 4 - 1/12/2016

finalmente uscita dal safe mode, ma non è stata ancora chiarita del tutto la causa. Per questo motivo Juno continuerà sull'orbita corrente finché non si risolverà il problema. Il prossimo incontro con il gigante gassoso avverrà il prossimo 11 dicembre.

Pur essendo agli sgoccioli, continua alla grande la missione NASA/ESA/ASI **Cassini**, in orbita intorno a Saturno. La sonda sta concludendo l'orbita Rev 248 nell'ambito della fase "inclinata" della Solstice Mission. Durante quest'orbita ha sorvolato di nuovo Titano (T-124, 13 novembre), permettendo di portare l'inclinazione dell'orbita da 58° a 61°. Il 15 novembre comincerà l'orbita Rev 249, l'ultima orbita completa della fase attuale della missione. Il 23 novembre, infatti comincerà la Rev 250 durante la quale compierà il flyby di Titano (T-125, 29 novembre), il penultimo dell'intera missione, che segnerà la transizione alla nuova orbita "F ring", inizio dell'ultima fase della missione, il cosiddetto "Gran Finale".

Nel sistema solare esterno.

La sonda americana **New Horizons** è in viaggio verso 2014 MU69, che raggiungerà il 1 gennaio del 2019. Alla fine di ottobre, ad oltre un anno dal flyby, la sonda ha terminato la trasmissione della grande mole di dati accumulati durante la missione su Plutone.

Infine, le sonde americane **Voyager 1 e 2**, lanciate nel 1977, dopo aver sorvolato Giove, Saturno e, nel caso di Voyager 2 anche Urano e Nettuno, sono ancora operative nel loro viaggio di allontanamento dal sistema solare. **Voyager 1 si trova attualmente a circa 137 UA dalla Terra (19 ore e 3 minuti-luce). Voyager 2 è invece a circa 113 UA dalla Terra (15 ore e 41 minuti-luce).**

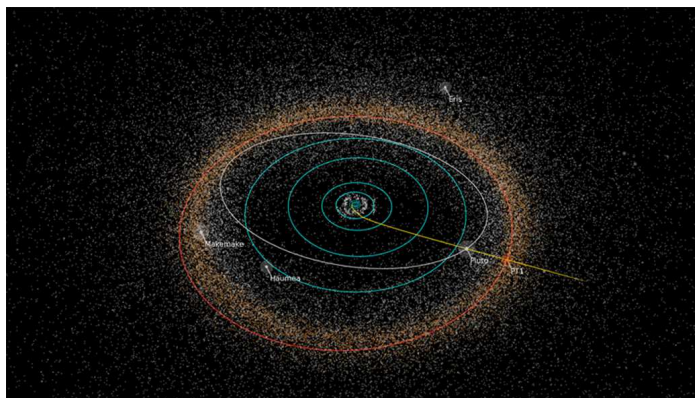
Sommario missioni

Missioni in fase di preparazione per il lancio: 0

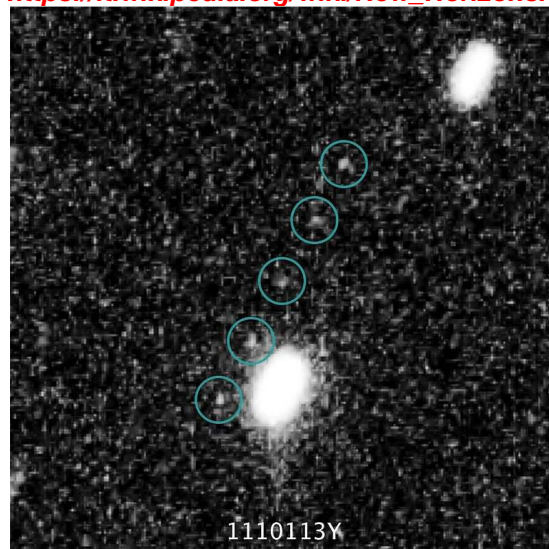
Missioni operative nella fase principale o estesa: 27

Missioni in viaggio verso il prossimo obiettivo: 3

Sotto, la posizione della New Horizon oggi.



Il suo nuovo obiettivo di New Horizons 2014 MU69, vista da Hubble. Fonte https://it.wikipedia.org/wiki/New_Horizons.



Buon Natale e felice 2017