LA STAMPA
Archivio Storico dal 1867
http://www.archiviolastampa.it/

LA STAMPA
Tutto scienze
Settimanale di scienza e tecnologia
Anno 123 - Inserto red. de LA STAMPA - N. 133 - Mercoledì 21 Giugno 1989 - 370

# I test per la patente dello spazio

Gli esami clinici e i colloqui psicologici dei candidati astronauti italiani

## I medici della Nasa fanno così

*Un candidato al volo sullo Shuttle con il «satellite al guinzaglio» racconta la sua esperienza durante le selezioni*

MOLTE cose sono cambiate nei criteri di selezione medica dal reclutamento degli astronauti per il progetto Mercury-Gemini degli Anni 60 a quello dei «Payload specialists», cioè degli astronauti scientifici per lo Shuttle degli Anni 90; e penso che vi sarà ancora una evoluzione per quello che riguarderà i criteri di selezione per la stazione spaziale e per lo Shuttle europeo Hermes.

Questa è la mia esperienza alla Nasa di Houston, dove lo scorso maggio sono stato selezionato insieme a tre colleghi italiani.

La prima operazione è stata quella di compilare delle cartelle cliniche con la storia medica personale e rispondere a un certo numero di domande. Poi, alle ore 7 della mattina, dopo un digiuno totale di 12 ore, ci è stato prelevato il sangue e ci è stata fornita una speciale valigetta per depositare tutta l'urina per 24 ore. Quindi è seguita una visita medica generale non diversa da quella a cui siamo abituati dal nostro internista.

Le prove specifiche invece sono cominciate con lo spirometro per misurare la capacità polmonare con le moderne attrezzature. Quindi sono stati misurati il peso e l'altezza. Da questi due valori sommati all'età è stato stabilito un parametro in base al quale si dovevano definire i limiti dello sforzo cardiovascolare nella prova più stressante, quella del «treadmill», cioè del tappeto scorrevole.

Sul corpo vengono applicati degli elettrodi per seguire il comportamento cardiaco durante la prova, mentre naso e bocca vengono coperti da una maschera che convoglia l'aria consumata in uno strumento di analisi chimica per stabilire il rapporto ossigeno/azoto nelle varie condizioni di sforzo. A intervalli regolari viene misurata la pressione minima e la massima.

La differenza rispetto a questa stessa prova da me effettuata in Italia e Germania è che presso la NASA le mani non si possono appoggiare sulla ringhiera del tappeto scorrevole e ciò rende naturalmente la prova più faticosa. Il tappeto viene fatto scorrere sempre più velocemente sotto i piedi e con una inclinazione sempre maggiore. La prova viene portata avanti fino al totale esaurimento delle forze. In questo caso bisogna abbassare il pollice e la macchina si ferma con nostro enorme sollievo.

Elettrocardiogramma, pressione e frequenza cardiaca vengono registrati per altri 10 minuti per studiare il ritorno alla normalità del sistema cardiovascolare. I risultati ci sono stati mostrati e aperti alla discussione. Con mia grande soddisfazione il cardiologo mi ha detto che potevo andare tranquillo.

Se avessi saputo ciò che mi attendeva nei successivi 60 minuti avrei pensato che la parola «andare tranquillo» era una bella presa in giro. Sono entrato in una stanza sulla cui porta era scritta a caratteri cubitali la parola PROCTO, parola che ancora non rientrava nelle mie conoscenze di carattere medico, né tale prova era mai comparsa nelle tre selezioni mediche che avevo fatto in Italia e in Germania.

Una grassa e simpatica infermiera aveva il compito di istruirmi e prepararmi alla prova che mi attendeva. Mi porse due enormi clisteri dicendomi come avrei dovuto adoperarli e mi fece vedere lo strumento di tortura che mi attendeva: un tubo flessibile lungo 60 centimetri dal diametro di uno con cui ispezionare il colon alla ricerca di tumori nascosti. La tortura è stata eseguita dalla mano esperta di un medico, che mi invitava a guardare sullo schermo a colori ciò che le fibre ottiche rivelavano con incredibile risoluzione ottica. La nausea e le sensazioni poco piacevoli che seguirono mi impedirono però di dare sfogo alla mia sete di conoscenza. Il medico collega, Umberto Guidoni dopo questa prova mi disse di essere un «astronauta pentito».

A questo punto il programma prevedeva tre ore d'esami psicologici. A interrogarci era uno straordinario professionista con trent'anni di esperienza alle spalle, che aveva analizzato ben 200 astronauti.

Lo psicanalista basava la sua analisi su lunghi racconti che faceva lui stesso su determinati personaggi caratteriali, poi chiedeva di identificarsi con qualcuno di questi. Chiedeva inoltre, dopo aver raccontato situazioni emergenza, come mi sarei comportato io se fossi stato il pilota.

L'ultima ora della giornata è stata dedicata a rispondere per iscritto a un cumulo di domande per completare il quadro psico-attitudinale del primo analista. Nei due giorni successivi abbiamo avuto altre sei ore di test psichici sotto la guida dello psicanalista interno alla Nasa. Il primo era un consulente esterno i cui risultati sarebbero stati sconosciuti al secondo in modo da dare a ognuno la possibilità di esprimere un giudizio indipendente. Sulla base dei due giudizi sarebbe stato poi espresso il giudizio da mandare al *Medical Board* di Washington.

La prima prova del secondo giorno è stata quella della claustrofobia. Siamo stati chiusi all'interno di una sfera del diametro di un metro e mezzo in posizione fetale, con gli elettrodi applicati sul petto, senza nessuna possibilità di movimento.

Ero molto scomodo per il collo, che doveva rimanere abbassato, e per le gambe. All'interno, buio totale, solo un tubo che lasciava entrare l'aria, nessuna possibilità di aprire. Siamo rimasti così una quindicina di minuti, che però sembravano molti di più. Alla fine ci hanno fatto scrivere i nostri commenti e ci hanno chiesto se ritenevamo il sistema adatto per un salvataggio spaziale in caso di incidente. Queste sfere con all'interno gli astronauti sarebbero state catapultate dallo Shuttle e ripescate in orbita da una navetta di salvataggio.

Ho esposto i miei dubbi sulla validità del sistema e in ogni caso ho suggerito di adottare la forma cilindrica, che permetterebbe una maggiore permanenza senza pericolo di crampi muscolari. Ho suggerito inoltre di permettere l'apertura dall'interno onde evitare, almeno a terra, che per mancanza di ossigeno o disattenzione del personale l'astronauta rischi di rimanere soffocato.

La prova seguente è stata quella della potenza muscolare dei vari arti. Ci hanno preso le misure di tutti gli arti, poi ci hanno legati su una particolare sedia e hanno misurato la capacità muscolare della colonna vertebrale, delle braccia e delle gambe.

Il pomeriggio è stato invece dedicato per cinque ore ai test psicologici scritti: prima 576 domande a cui rispondere con una semplice crocetta, poi 100 frasi da completare, tipo «A me piace molto...».

Sono seguite poi le normali prove della vista e dell'udito a varie frequenze e ci è stato levato l'Holter, un apparecchio che registra su una cassetta l'elettrocardiogramma per 24 ore.

Il terzo giorno c'è stata un'ora di colloquio con la direttrice del reparto psicologico della Nasa, la donna che segue tutti gli astronauti prima e dopo il volo e che di recente è stata in Unione Sovietica per analizzare i dati degli astronauti rimasti un anno nello spazio. Mi ha detto che nessuno di loro, dopo tale esperienza, ritornerebbe sulla Mir!

Per la preparazione degli astronauti delle stazioni spaziali è molto importante la parte psicologica, in quanto la lunga permanenza in un ambiente molto ristretto con una o due persone comporta molti problemi, in particolare lo scatenamento di aggressività di chi non è abituato al contatto umano. La psicologa mi ha detto che la maggioranza degli astronauti sono molto freddi dal punto di vista umano e che questo aspetto dovrà essere valutato nelle selezioni per le stazioni spaziali.

Il colloquio si è basato molto sulla mia vita non professionale proprio per lo studio dell'umanità del soggetto, anche se per un volo di 5 o 7 giorni, con il mal di spazio da combattere, si ha ben poco tempo per litigare.

Le nostre «sofferenze» si sono quindi concluse con due ore di oftalmologia: esami accuratissimi della vista e di possibili malattie dell'apparato visivo. E' stata applicata l'atropina, meglio conosciuta come belladonna perché in passato la usavano le donne per dilatare le pupille e rendere gli occhi più affascinanti. Quindici minuti dopo l'applicazione in entrambi gli occhi, la pupilla rimane completamente aperta senza capacità di richiudersi per molte ore, lasciando l'occhio indifeso dalla luce.

Gli esami sono molto fastidiosi perché l'occhio viene bombardato da segnali luminosi violenti e di vario colore. Inoltre vengono scattate fotografie dell'interno dell'occhio con il flash.

Il pomeriggio, in stato di semicecità, si hanno fatto visitare tutte le attrezzature della Nasa di cui ci saremo serviti durante l'addestramento, compresa la cabina dello Shuttle, dandoci la possibilità di sognare a occhi aperti senza pensare che soltanto uno di noi quattro avrà la fortuna di volare veramente.

**C. Batalli Cosmovici**

L'energia chimica ha ormai toccato i suoi limiti

## A caccia di propellenti per il razzo del futuro

IL grande razzo sovietico *Energia*, che alla fine dell'anno scorso mise in orbita la prima navetta russa *Buran*, impiega come propellente la combinazione idrogeno/ossigeno. Gli stadi superiori del razzo americano *Saturn* che negli Anni 70 portò i primi uomini sulla Luna impiegavano come propellente la combinazione idrogeno/ossigeno. Fin dal 1962 la Nasa aveva lanciato il primo stadio *Centaur* a idrogeno/ossigeno.

Ci si domanda: perché questa combinazione è ancora oggi il meglio nella propulsione chimica? Potrà essere sostituita, nel prossimo secolo, da una combinazione più potente?

La misura globale della efficienza di un razzo è il suo «impulso specifico»; questo è la spinta sviluppata dal razzo (kgp) riferita alla quantità di propellente (kg/sec) consumata ogni secondo. L'impulso specifico può essere espresso come velocità di effusso dei gas di scarico, m/sec. Esso dipende da tre fattori: la temperatura dei gas combusti, il loro peso molecolare e l'efficienza con la quale i gas combusti si espandono nel condotto (ugello) di scarico.

Le molecole di gas combusti dei razzi chimici cominciano a dissociarsi (cioè a scindersi nei loro atomi costituenti) a partire dalla temperatura di circa 3500 °C. Di conseguenza è improbabile che in futuro nei razzi chimici si possano produrre temperature più elevate. Come sopra detto, elevati impulsi specifici richiedono propellenti di basso peso molecolare. Il peso molecolare più basso di tutti è quello dell'idrogeno; questo, bruciando con ossigeno, costituisce la miglior combinazione possibile.

Si potrebbe ottenere un impulso specifico un poco più elevato impiegando come ossidante — in luogo dell'ossigeno — il fluoro; ma questa è una sostanza estremamente tossica, che bruciando con idrogeno produce acido fluoridrico, altamente corrosivo e sconsigliabile sotto il profilo ecologico.

Con un rapporto di miscela ossigeno/idrogeno pari a 6:1, i gas combusti hanno una temperatura di 2400 °C e un peso molecolare pari a 12. L'inconveniente dell'impiego dell'ossigeno e idrogeno liquidi consiste nella temperatura estremamente bassa alla quale queste due sostanze vanno conservate: infatti l'ossigeno liquido bolle a —183°C e l'idrogeno liquido bolle a —253°C. Prima del *Centaur* i razzi della Nasa presentavano un impulso specifico nel campo da 2,5 a 3,5 km/sec. Il *Centaur* spostò questi valori a 4,3 km/sec. Il motore principale dello Shuttle realizza 4,5 km/sec e i motori più avanzati della Nasa oggi hanno raggiunto i 4,7 km/sec. Al momento attuale non pare che dai razzi chimici si possa sperare di ottenere di più.

Per raggiungere una velocità a fine combustione pari al suo impulso specifico, un razzo deve bruciare il 63 per cento della sua massa iniziale e per raggiungere il doppio del suo impulso specifico un razzo deve consumare l'87 per cento della massa iniziale di propellente. Ciò che occorre per realizzare gli ambiziosi programmi spaziali odierni (tipicamente: la missione a Marte) è un razzo con impulso specifico molto più elevato di quello attuale. Per questo, sin dai primi Anni 50 si era proposto di sostituire i razzi chimici con razzi «nucleari», che cioè ricorrono all'energia prodotta da una reazione nucleare.

Schema di endoreattore nucleare per uso missilistico

E' noto che al fine di sfruttare l'energia liberata dalla fissione di alcuni nuclei pesanti (per esempio U 235) è necessario che questa avvenga in modo controllato nell'interno di un reattore nucleare. E' così possibile ricuperare sotto forma di calore l'energia cinetica acquistata dai frammenti del nucleo fissionato. Il calore generato nel reattore può essere utilizzato per riscaldare direttamente il propellente; si realizza così lo schema concettuale di razzo nucleare rappresentato in fig.: per azione di una pompa, il propellente (idrogeno) passa dal serbatoio al nocciolo (core) del reattore, si riscalda e si espande attraverso un ugello.

Quindi la differenza tra razzo chimico e razzo nucleare è nel modo di generare l'energia richiesta per elevare la temperatura del propellente. Il primo la ricava dalla combustione dei suoi propellenti; il secondo non deve invece ricorrere alla energia intrinseca del propellente, poiché utilizza l'energia dei prodotti di fissione.

Sono evidenti i vantaggi potenziali del razzo nucleare in confronto al razzo chimico:

1) E' possibile contare su una riserva enorme di energia potenziale (infatti tale energia nei materiali fissili è dieci alla settima volte quella delle migliori combinazioni chimiche).

2) Si può scegliere il propellente in base al criterio della sua massima efficienza come tale, senza limitazioni derivanti dalle caratteristiche di combustione. Il criterio prevalente di scelta diventa perciò il peso molecolare, che conviene sia il più basso possibile; il che giustifica la preferenza accordata all'idrogeno.

Genericamente, il vantaggio offerto dal razzo nucleare si traduce in un elevato valore dell'impulso specifico realizzabile; allora che con le possibilità attuali è dell'ordine di 7,50 km/sec.: da confrontare con il corrispondente valore di circa 4,50 km/sec. nei migliori razzi chimici.

Nel 1955, la «U.S.A. Air Force & Atomic Energy» iniziò nei laboratori di Los Alamos un programma di ricerche sui razzi nucleari sotto il nome di «Progetto Rover». Successivamente questo progetto fu trasferito alla Nasa e divenne Programma Nerva (Nuclear Energy for Rocket Vehicle Application). Nel progetto Nerva il problema era lo scambio di calore. Gli elementi del combustibile nucleare debbono rimanere allo stato solido e questa esigenza limita la temperatura massima che il gas (idrogeno) può raggiungere. Inoltre, la rapidità con la quale può essere trasferito dalle barre di combustibile solido al propellente è limitata dall'area della superficie di scambio.

Nelle ultime prove eseguite il razzo Nerva raggiunse un impulso specifico pari a 7,50 km/sec, ma il rapporto spinta peso non superò il valore di 1,4:1. Nel 1972 il progetto fu abbandonato in seguito a un taglio del budget della Nasa che si trovò a dover privilegiare altri programmi giudicati più urgenti.

**Aurelio Robotti**

Ipotesi per spiegare le più potenti fonti di energia scoperte nel cosmo

## Il segreto delle galassie attive

IL processo che fa capo alle più vistose emissioni di energia nell'universo consiste nella conversione di energia gravitazionale in radiazione. Infatti la luminosità intrinseca di oggetti come i *quasar* è pari a un miliardo di volte la luminosità della nostra galassia, prodotta in regioni di dimensioni non più grandi di quelle del nostro sistema solare.

Si può calcolare che in tali situazioni fisiche la gravità costituisce una sorgente di energia confrontabile o addirittura dominante rispetto a quella prodotta, ad esempio, dalle reazioni termonucleari (che sono le sorgenti di energia all'interno delle stelle).

Un numero crescente di dati osservativi avvalora sempre più l'ipotesi che nei nuclei galattici attivi si celi un buco nero di grande massa (da un milione a 100 milioni di masse solari) che attrae il materiale gassoso presente nel suo intorno. Tale materiale si accumulerebbe in un disco rotante attorno al buco nero stesso.

Gli astronomi indicano con «nuclei galattici attivi» un'intera famiglia di oggetti con caratteristiche peculiari (quasars, galassie di Seyfert, BL Lacertae) ma che hanno in comune una straordinaria emissione di energia prodotta in regioni molto piccole.

L'accrescimento di gas su stelle di massa collassata dell'ordine di quella solare è già da tempo considerato una possibile sorgente di energia nelle binarie X. L'accrescimento su di un buco nero di grande massa nei nuclei galattici attivi costituirebbe il meccanismo di conversione di energia gravitazionale in radiazione atto a rappresentare il «motore» di questi oggetti.

Inoltre negli ultimi mesi alcuni astronomi americani hanno pubblicato importanti risultati di osservazioni delle velocità di rotazione all'interno di galassie come M31 (Andromeda), M32 ed M104 (la galassia Sombrero) forniscono una fortissima evidenza che al centro di queste galassie ci sia un oggetto oscuro di massa pari a miliardi di masse solari.

La galassia «Sombrero»: contiene un grande nucleo oscuro

Dai dettagli delle osservazioni sembra inoltre certo che il nucleo galattico abbia la forma di un disco. Le galassie M31 ed M32 non sono attive, mentre la galassia Sombrero ha una sua attività, benché ad un livello inferiore a quello delle radiogalassie e dei quasar. L'inattività di M31 ed M32 suggerisce che le alte concentrazioni di massa al centro delle galassie siano un fenomeno molto più diffuso di quanto si pensasse.

I calcoli astrofisici per descrivere il flusso del materiale in accrescimento sull'oggetto centrale sono molto complessi. Si fanno quindi delle ipotesi semplificative sulla «geometria» del flusso. Se la materia in caduta è dotata di momento angolare, l'ipotesi più semplice e plausibile è quella della formazione di un disco nel piano equatoriale dell'oggetto centrale: la materia in accrescimento spiraleggia lentamente verso le regioni interne del disco stesso.

Altre ipotesi devono esser fatte sui processi di riscaldamento del gas, sul possibile ruolo della pressione di radiazione e del campo magnetico. L'accrescimento «a disco» ha la caratteristica importante che le proprietà del disco stesso sono largamente indipendenti dalla natura dell'oggetto centrale ad eccezione di quelle relative al bordo più interno del disco. Per raggiungere questo bordo, una frazione fissa (pari al 50 per cento) dell'energia potenziale del gas deve essere irradiata.

I primi studi sui dischi di accrescimento hanno portato a modelli di dischi cosiddetti «sottili». Ce... questo aggettivo si intende dire che la dimensione «radiale» del disco è prevalente su quelle «verticali» relative al suo spessore.

Successivamente è stato proposto anche un modello di disco «spesso» nel quale il materiale si dispone intorno al corpo centrale lasciando liberi soltanto un paio di stretti canali detti «funnels» intorno all'asse di rotazione.

Tale modello ha avuto un vasto successo e si può dire che oggi sia il più usato per spiegare la fenomenologia dei nuclei galattici attivi, anche perché i «funnels» presenti nel disco possono essere interpretati come sede in cui si formano i getti di energia la cui presenza viene osservata molto frequentemente sia nelle radiogalassie che nei quasars.

Due problemi ancora aperti in questi modelli di dischi sono quelli della loro stabilità e della loro autogravitazione. Analisi teoriche recenti hanno infatti evidenziato una tendenza all'instabilità di queste strutture. Si cercano pertanto meccanismi di stabilizzazione ed uno di questi potrebbe essere l'autogravitazione. Finora infatti si è sempre tenuto conto della attrazione gravitazionale tra il materiale nel disco e l'oggetto centrale, trascurando però la mutua attrazione gravitazionale tra diversi elementi che compongono il disco.

**Anna Curir**

**Tutto scienze — Questa settimana**

**ASTRONAUTICA: La selezione medica negli Stati Uniti per gli scienziati che devono volare sullo Shuttle**, di Cristiano Batalli Cosmovici, Istituto di fisica dello spazio del Cnr / **Alla ricerca di nuovi propellenti per i razzi**, di Aurelio Robotti, del Politecnico di Torino / **ASTRONOMIA: Le galassie attive**, di Anna Curir, Osservatorio astronomico di Torino / **TECNOLOGIA: Che si fa per salvare la Torre di Pisa**, di Salvatore Russo, Università di Venezia / **CHIMICA: La storia del Teflon**, di Gianni Fochi, Scuola Normale di Pisa / **ZOOLOGIA: Vita da scarafaggio**, dell'etologa Isabella Lattes Coifmann

SOME RIGHTS RESERVED