

# **BREVE STORIA DELL'ESPLORAZIONE UMANA NELLO SPAZIO**

**Dagli inizi al disastro del Columbia ed alla fine del 2004.**

**Autore: Aiosa Alberto (a.aiosa@flashnet.it)**

**Data di emissione: 10/9/2004; ultima revisione: 31/12/2004**

## **INDICE**

<b><u>GLI INIZI</u></b> .....	<b>1</b>
<b><u>LA CONQUISTA DELLA LUNA</u></b> .....	<b>2</b>
<b><u>VERSO LA MATURITÀ: SPACE SHUTTLE E STAZIONE SPAZIALE</u></b> .....	<b>5</b>
<b><u>LE SONDE INTERPLANETARIE</u></b> .....	<b>7</b>
<b><u>I SATELLITI ASTRONOMICI</u></b> .....	<b>9</b>
<b><u>ALTRE MISSIONI, RITORNO ALLA LUNA E MARTE</u></b> .....	<b>11</b>
<b><u>LA CRISI DEL DISASTRO DEL COLUMBIA E IL 2003</u></b> .....	<b>13</b>
<b><u>IL 2004, QUALE FUTURO?</u></b> .....	<b>15</b>

## **GLI INIZI**

L'annuncio del primo lancio di un satellite artificiale fu dato il 4 ottobre 1957 da Radio Mosca; si trattava dello **Sputnik** (compagno di viaggio) lanciato da un razzo balistico intercontinentale sviluppato dall'URSS per lanciare ogive atomiche a 7000 km di distanza fino agli USA. Lo Sputnik pesava 83 kg ed era una sfera di 58 cm di diametro e dimostrava così la raggiunta superiorità missilistica dell'URSS. Gli Americani, sicuri della superiorità strategica della loro aviazione, non avevano missili così potenti ed i razzi del progetto spaziale Vanguard prevedevano satelliti molto più leggeri. L'annuncio dello Sputnik fu quindi uno shock per l'opinione pubblica americana e la sensazione di inferiorità si acuì con il successivo lancio il 3 novembre dello Sputnik 2 di 508 kg con a bordo la cagnetta Laika fatta morire dopo una settimana di orbite intorno alla Terra. Gli Americani cercarono di reagire ma il lancio di un satellite con il Vanguard, il 9 dicembre dello stesso anno, fallì e solo il 31 gennaio del 1958 un missile Jupiter dell'Esercito, progettato da Werner von Braun, padre delle V2 tedesche della seconda guerra mondiale, metteva in orbita il primo satellite americano chiamato **Explorer 1**. Seguirono altri satelliti fino all'Explorer 4 il 26 luglio del 1958 che compensava le sue piccole dimensioni con una miniaturizzazione spinta della strumentazione di bordo. Le missioni Explorer hanno avuto fra l'altro il merito di confermare e configurare la presenza intorno alla Terra di fasce di radiazioni formate da particelle energetiche, elettroni e protoni, intrappolate dal campo magnetico terrestre che hanno preso il nome da James van Allen a cui andava il merito di aver proposto l'esperimento e progettato la strumentazione di misura installata poi a bordo degli Explorer. Intanto l'URSS il 15 maggio 1958 aveva lanciato lo Sputnik 3 di 1327 kg poi, nel 1959, l'URSS iniziò la **serie Lunik**, le sonde che uscirono dall'attrazione terrestre; la prima sfiorò la Luna, la seconda cadde sulla sua superficie e la terza, in ottobre, girò intorno alla Luna e ne fotografò la faccia nascosta. Dopo questi preliminari, l'URSS si dedicò al progetto del satellite abitato con la **serie Vostok** (oriente) e nel più grande segreto si arrivò all'annuncio di Radio Mosca del 12 aprile 1961 del primo astronauta in orbita terrestre. A bordo della **Vostok 1**, il maggiore Yuri Alexievic Gagarin, collaudatore di aerei, in un'ora e 40 minuti compì la sua impresa dal lancio all'atterraggio lanciandosi infine da 7000 m con un paracadute dalla capsula di rientro. La serie Vostok continuò fino alla coppia numero 5 e 6 lanciati il 14 ed il 16 giugno del 1963 che si incontrarono nello spazio ed il secondo aveva a bordo una donna: **Valentina Tereskova**.

Gli Americani, che dal 1° ottobre 1958 avevano creato la National Aeronautic and Space Administration (NASA), dopo la serie Explorer, iniziarono il **programma Mercury**, capsule piccole e scomode capaci di

portare una sola persona per sole 24 ore con lanciatori Redstone e Atlas. Dopo due voli suborbitali il primo dei quali avvenne il 5 maggio 1961 con a bordo Alan B. Shepard, il 20 febbraio 1962 partì il Mercury 6 con a bordo John Glenn e fu il primo volo spaziale statunitense e per la prima volta un cosmonauta provò un pasto spaziale contenuto in un tubetto da dentifricio.

Anche l'Europa iniziò uno sforzo multinazionale per partecipare all'avventura spaziale e nel 1962 furono create **ELDO** (European Launcher Development Organization) ed **ESRO** (European Space Research Organization) che poi nel 1975 si fusero dando vita all'**ESA** (European Space Agency) per coordinare i programmi delle varie Agenzie spaziali nazionali fra cui l'**ASI** (Agenzia Spaziale Italiana) creata nel 1988, la francese **CNES** (Centre National d'Études Spatiales) creata nel 1962, l'inglese **BNSC** (British National Space Centre) e la tedesca **DLR** (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt). Va ricordato che il primo satellite europeo fu italiano, il San Marco 1 dedicato allo studio dell'atmosfera; fu lanciato con un razzo americano dalla base USA di Wallops Island il 15 dicembre 1964 per iniziativa del Prof. Luigi Broglio, generale del Genio aeronautico. A Luigi Broglio si deve poi la realizzazione di due piattaforme di lancio ancorate davanti alle coste del Kenya che costituì la base italiana San Marco per il lancio di satelliti in orbita equatoriale e da qui fu lanciato nel 1967 il San Marco 2 con un razzo americano Scout ed altri ne seguirono.

## **LA CONQUISTA DELLA LUNA**

L'offensiva USA per la conquista dello spazio aveva avuto il suo lancio ufficiale il 25 maggio 1961 con la promessa del Presidente Kennedy di portare un uomo sulla Luna entro il 1970 e, mentre la NASA iniziava il suo impegnativo programma, l'URSS in pratica si ritirava da una competizione diretta e destinava alla Luna solo missioni automatiche mentre si dedicava a missioni orbitali di lunga durata con uomini a bordo. Nacque la **serie Voskhod** (alba), astronavi pesanti 5 tonnellate capaci di portare 3 astronauti e fu sviluppata una nuova astronave, la **Soyuz** (unione). Proseguirono le sonde della **serie Lunik** (fino al numero 24 nel 1976) con lo scopo di esplorare la Luna, eseguire atterraggi morbidi e riportare a Terra campioni lunari. I primi tentativi fallirono fino al 1965, il primo successo fu quello del Lunik 9, partito il 31 gennaio 1966 e sceso sulla Luna il 3 febbraio. Nel dicembre 1966 il Lunik 13 scese pure sulla Luna e con un braccio provò la consistenza del terreno lunare; gli altri tentativi furono dedicati a riportare campioni sulla Terra. Il Lunik 16 del 12 settembre 1970 riportò a Terra 101 g di polveri, Lunik 20 tornò con 20 g nel febbraio 1972 e, l'ultimo, il Lunik 24 del 9 agosto 1976 scavò fino a 2 m di profondità e riportò 170 g di campioni lunari.

Gli Americani conclusero il programma Mercury con il numero 9, che nel maggio 1963 con Gordon Cooper rimase in orbita un giorno e mezzo e fece poi un ammaraggio di precisione. Iniziò poi la seconda fase del programma con la **serie Gemini**, nuove capsule per due astronauti destinate a provare le tecniche di rendez-vous, docking ed attività extraveicolare con lanciatore Titan 2. Le Gemini permettevano una durata di permanenza nello spazio di 14 giorni, usavano per la prima volta le fuel cell ed avevano motori ausiliari per lo spostamento in orbita e le manovre di docking. Con la maggiore durata del volo anche il problema dei pasti nello spazio ebbe un'evoluzione con l'uso di cubi monoboccone rivestiti di gelatina per evitare briciole e con i cibi disidratati. Parallelamente ai programmi Mercury e Gemini si sviluppò un programma di **sonde automatiche Pioneer e Ranger** per raggiungere la Luna e sganciare una sonda per l'allunaggio morbido ma accumularono una serie di insuccessi. Un successo parziale fu quello del Pioneer 4 che sorvolò a distanza la Luna; i Ranger furono usati alla fine solo per ricognizioni fotografiche della Luna. Il Ranger 7, nel 1964 arrivò in tre giorni sulla Luna e trasmise foto riprese da 1600 m di altezza prima dell'impatto. Il Ranger 8 nel febbraio 1965 trasmise 7000 foto del Mare della Tranquillità con 2 m di risoluzione e, ultimo, il Ranger 9 nel marzo 65 arrivò sul cratere Alphonsus con un errore di soli 5 km e trasmise 6000 immagini.

Il primo volo abitato della Gemini fu quello del numero 3 nel marzo 1965 che eseguì il primo cambiamento di orbita nello spazio, seguì la Gemini 4 in giugno che rimase in orbita 4 giorni ed uno dei due astronauti, Edward White, uscì dalla capsula per la prima passeggiata nello spazio, in agosto la Gemini 5 rimase in volo 8 giorni, tempo sufficiente per un viaggio Terra-Luna e ritorno. Il record di durata lo raggiunse in dicembre la Gemini 7 con a bordo Frank Borman e James Lovell che rimasero 14 giorni nello spazio e realizzarono il primo rendez-vous avvicinandosi a 2 m dalla Gemini 6 lanciata il 15 dicembre. La Gemini 8 realizzò il primo docking con il razzo Agena ma un difetto ai razzi di controllo costrinse a sganciarsi ed a fare un rientro di emergenza; solo il Gemini 10 eseguì con successo il docking due volte con il razzo Agena, si portò a 721 km di distanza dalla Terra e Michael Collins fece una passeggiata spaziale. L'ultimo volo del programma

Gemini fu il 12 con James Lovell e Edwin Aldrin che compirono due passeggiate spaziali ed eseguirono il rientro automatico dall'orbita.

La terza fase del programma spaziale fu quella dell'Apollo destinato a sbarcare sulla Luna. Le nuove **capsule Apollo** potevano ospitare comodamente 3 persone in 6 mc di spazio ma il programma cominciò male, il 27 gennaio 1967, durante un'esercitazione a terra nell'interno dell'Apollo 1 che usava un'atmosfera ricca di ossigeno, scoppiò un incendio ed i tre astronauti Virgil Grissom, un veterano del Mercury, Edward White, lo stesso della prima passeggiata spaziale del Gemini 4, e Roger Chaffee, una nuova recluta, morirono bruciati vivi; questo è il primo grave incidente per gli USA. Pochi mesi dopo, il 24 aprile, l'astronauta sovietico Vladimir Komarov in orbita a bordo della prima astronave Soyuz ebbe un'avaria al sistema di stabilizzazione ed al computer di bordo e, nel tentativo di rientrare la capsula si surriscaldò e si schiantò a terra senza riuscire ad aprire i paracadute.

Nel frattempo, dopo le missioni dei Ranger, altre missioni robot preparavano l'allunaggio. Erano i **programmi Lunar Orbiter e Surveyor**, i primi servivano per la ricognizione fotografica e la scelta del sito, i secondi servivano per provare l'allunaggio programmato e l'esplorazione automatica. Le missioni Lunar Orbiter furono 5 fra il 1966 ed il 1967, entrarono in orbita lunare, trasmisero la mappatura della superficie, quella di 23 siti di possibile discesa e, da orbite polari, l'immagine dei poli lunari. I Surveyor furono 7 dal 1966 al 1968 e, tranne il 2 ed il 3, scesero sul suolo lunare, eseguirono operazioni di scavo ed analisi di campioni lunari e provarono la consistenza del suolo; il 6 sperimentò anche un decollo parziale.

Dopo la tragedia dell'Apollo 1 e l'inchiesta che ne seguì, il programma riprese prima con una serie di prove senza uomini a bordo e solo l'anno dopo, l'11 ottobre 1968, l'Apollo 7, con a bordo il comandante Walter Shirra e i piloti Donn Eisele e Walter Cunningham, venne lanciato in orbita terrestre da un razzo Saturno 1B per provare tutte le manovre previste dal modulo durante la missione lunare. Le quattro missioni successive furono quelle che portarono alla conquista della Luna. L'Apollo 8, partito con il razzo Saturno 5 il 21 dicembre 1968 con a bordo il comandante Frank Borman ed i piloti James Lowell e William Anders, raccolse nuovi record raggiungendo la velocità di fuga di 39800 km/h ed uscendo dal campo di gravitazione terrestre. Entrò poi in orbita lunare ed osservò la faccia nascosta della Luna e tutte le manovre vennero comandate manualmente fino al ritorno a Terra il 27 dicembre. La missione Apollo 9, partita il 3 marzo 1969, rimase in orbita terrestre ma servì a provare per la prima volta il modulo di allunaggio **LEM** (Lunar Excursion Module) che veniva alloggiato all'estremità del terzo stadio del Saturno 5 sotto il complesso **CSM** formato dal Modulo di comando dove stavano i tre astronauti e del Modulo di servizio, quest'ultimo munito dei motori per l'entrata e l'uscita dall'orbita lunare. Arrivati in orbita terrestre il comandante James McDivitt ed i piloti David Scott e Russell Schweickart iniziarono la manovra di assiemaggio con il LEM. L'insieme del Modulo di comando e di servizio (CSM) si staccò dal terzo stadio, ruotò nello spazio di 180° ed agganciò il LEM sulla testa del Modulo di comando. Successivamente McDivitt e Schwickart, senza uscire nello spazio, passarono dal Modulo di comando al LEM e provarono il distacco del LEM per le manovre di allunaggio e l'uscita all'esterno per usare la scaletta di discesa. La terza missione Apollo 10, partita il 18 maggio 1969, fu la prova generale di tutte le manovre, escluso l'allunaggio. Il comandante Thomas Stafford ed i piloti John Young ed Eugene Cernan arrivarono in orbita lunare entrandovi con i motori del Modulo di servizio ad una distanza di 110 km della superficie lunare, quindi Stafford e Cernan si staccarono con il LEM lasciando solo Young sul CSM e scesero fino a 15 km della Luna provando i radar di discesa e gli altimetri. La prova si concluse con il ritorno al Modulo di comando in orbita ed il ritorno a Terra.

Ed ecco l'ultimo atto della conquista della Luna. L'**Apollo 11** con a bordo il comandante Neil Armstrong, il pilota del CSM Michael Collins ed il pilota del LEM Edwin Aldrin partì il 16 luglio 1969 sul Saturno 5, il Modulo di comando era chiamato Columbia ed il LEM Aquila. Il 19 si entrò in orbita lunare ed il LEM si distaccò con a bordo Armstrong e Aldrin mentre si trovava nella faccia nascosta della Luna, poi scese con i suoi motori; l'ultima fase di allunaggio venne eseguita manualmente per scegliere una zona pianeggiante nel Mare della Tranquillità. Alle 4:57 (ora italiana) del 21 luglio Armstrong mise piede sul suolo lunare e pronunciò la storica frase: "un piccolo passo per un uomo ma un balzo gigantesco per l'umanità". Anche Aldrin scese ed i due astronauti rimasero fuori per 2 ore e 32 minuti raccogliendo campioni, piantando una bandiera americana e disponendo alcuni strumenti scientifici fra cui un sismografo ed un riflettore laser, facendo foto e riprese televisive, quindi rientrarono nel LEM, riposarono e iniziarono le operazioni del ritorno. L'Aquila si staccò dalla superficie e tornò in orbita, il riaggancio ebbe qualche difficoltà ma tutto si concluse bene e Armstrong e Aldrin rientrarono nel Modulo di comando dove li attendeva Collins. Il LEM venne abbandonato e cadde sulla Luna, i motori del Modulo di servizio riportarono il Columbia in orbita terrestre dove si staccò e scese nell'atmosfera con lo scudo termico nella direzione del moto dissipando

l'energia della sua velocità di circa 40000 km/h. A 10000 m si aprirono i paracadute in tre fasi e l'ammarraggio avvenne nel Pacifico il 24 luglio a 20 km dalla portaerei Hornet che raccolse gli astronauti.

L'impresa dell'Apollo era stata affidata al Saturno, il più potente razzo costruito dagli USA nella sua versione 5; era alto 86 m con 10 m di diametro alla base, pesava 3000 tonnellate ed usava nel primo stadio kerosene ed ossigeno liquido che bruciavano in 160 secondi, poi si staccavano il secondo ed il terzo stadio che portava l'Apollo e si raggiungeva la velocità di fuga di 39800 km/h per arrivare fino alla Luna. Il Saturno 5 veniva assiemato in un hangar alto 158 m, largo 160 e lungo 118, appoggiato ad una torre e veniva poi portato alla rampa di lancio con un enorme trattore.

Il Modulo di servizio era alto 7 m e pesava 17 tonnellate, aveva un motore principale ed altri 16 piccoli motori a razzo per le manovre e portava in alto il modulo di comando di forma conica con lo scudo termico alla base. Il LEM pesava 15 tonnellate ed era alto 8 m con un diametro di 9, era di forma assolutamente non aerodinamica con quattro zampe, antenne e protuberanze che lo fecero denominare "il ragno"; era costituito di due parti: una base di discesa con il motore a spinta regolabile per la manovra di allunaggio e le quattro zampe su molle e la sezione pilotata dove prendevano posto i due astronauti munita di un altro motore che serviva nella fase di ritorno dalla Luna sfruttando la base come rampa di lancio che quindi rimaneva sulla Luna. Un altro particolare era la torre posta sulla sommità del razzo e agganciata sull'ogiva del modulo di comando Apollo; questa portava un razzo che doveva servire come sistema di salvataggio dell'equipaggio nel caso di guasti al razzo Saturno nella prima fase di lancio; il razzo della torre avrebbe separato l'Apollo dal Saturno portandolo a quota di sicurezza e permettendone poi l'ammarraggio con i propri mezzi. La torre era alta 10 m e pesava 4 tonnellate.

Dopo il ritorno fu il trionfo degli astronauti che attraversarono gli Stati Uniti in un viaggio trionfale ma solo dopo aver passato un periodo di quarantena per assicurarsi di non essere stati contaminati da virus lunari.

Un particolare: a Roma c'è una targa in via Tevere 16 che ricorda il luogo della nascita di Michael Collins, il 31 ottobre 1931, quando il padre era addetto militare all'Ambasciata americana.

Il programma Apollo continuò con altre missioni dal 12 al 17 che acquisirono nuove conoscenze sulla Luna, raccolsero campioni lunari e consolidarono l'esperienza spaziale.

L'**Apollo 12** partì il 19 novembre 1969 con a bordo il comandante Charles Conrad ed i piloti Richard Gordon (CSM) e Alan Bean (LEM), alla partenza un fulmine colpì l'astronave e saltò il sistema primario di alimentazione ma intervenne quello di emergenza fino al ripristino, la partenza fu poi regolare ed in rotta per la Luna si fece una correzione alla traiettoria per ridurre la durata del viaggio e raggiungere l'obiettivo con maggiore accuratezza, infatti l'Apollo doveva allunare nell'Oceano della Tempeste, vicino al sito dove era scesa la sonda automatica Surveyor 3 nel 1967 per recuperare una telecamera ed altri pezzi, ed infatti la discesa avvenne a soli 30 m dal punto prestabilito. Conrad e Bean che scesero con il LEM erano entusiasti, Bean però bruciò una telecamera che doveva assicurare trasmissioni in diretta con la Terra orientandola per errore verso il sole; venne poi installato sulla Luna un insieme di strumenti alimentato da un generatore nucleare al plutonio 238 che doveva fornire 63 watt per un anno. Vi erano fra gli altri un sismografo, un magnetometro ed uno spettrometro ed i dati venivano trasmessi a Terra. Alla seconda uscita sulla Luna i due astronauti arrivarono fino al relitto del Surveyor fecero delle foto e dei rilievi e portarono via la telecamera. Una volta tornati in orbita sull'Apollo, il LEM venne scagliato sulla Luna ed il piccolo sisma prodotto e rivelato dagli strumenti mostrò agli scienziati che la Luna risuonava come una sfera cava. Si è scoperto anche che il campo magnetico lunare era più alto di quanto previsto e che esiste un minimo di atmosfera.

La missione successiva, l'**Apollo 13**, fu drammatica. Erano a bordo il comandante James Lovell, un veterano dello spazio con quattro voli di esperienza incluso l'Apollo 8, e i piloti John Swigert (CSM) e Fred Haise (LEM) e la missione partì l'11 aprile 1970. Ci fu un inconveniente ad un motore del secondo stadio che si spense in anticipo ma venne compensato dagli altri poi, due giorni dopo, mentre i moduli assiemati con il LEM viaggiavano verso la Luna, si verificò un'esplosione, due delle tre fuel cell che fornivano energia si bloccarono e calò la pressione dell'ossigeno in cabina. A terra si capì che un guasto al controllo termico aveva fatto alzare la temperatura in un serbatoio di ossigeno che era esploso. La procedura di emergenza venne decisa da terra: Lovell e Haise passarono nel LEM dove avevano ossigeno ed elettricità, Swigert rimane nel modulo di comando a spegnere tutti i sistemi di bordo e la terza fuel cell per tenerla come riserva finale; vennero utilizzati i motori del LEM per le correzioni della traiettoria ed il ritorno diventò balistico. Gli astronauti fecero a turno nel modulo di comando che era senza energia e condizionamento infine, il 17 aprile, 4 ore prima dell'ammarraggio gli astronauti si riunirono nel Modulo di comando, il LEM fece le ultime manovre di correzione quindi il Modulo di comando si staccò dal LEM e scese nell'atmosfera. Tutto finì bene ed i tre vennero recuperati in mare. Le foto scattate sul modulo di servizio dopo lo sgancio mostrarono uno squarcio impressionante dovuto all'esplosione.

La mancata tragedia dell'Apollo 13 provocò un ritardo di 4 mesi alla partenza della missione successiva. L'**Apollo 14** partì il 31 gennaio 1971, era comandante Alan Shepard, ormai cinquantenne, il primo ad essere stato lanciato nello spazio il 1961 a bordo della capsula Mercury, e due nuovi, Stuart Roosa pilota del CSM ed Edgar Mitchell pilota del LEM. Il lancio fu regolare ma si ebbero alcuni inconvenienti nell'operazione di docking con il LEM e nella fase di allunaggio e per due volte la missione rischiò di fallire ma fortunatamente i problemi vennero superati. Scesi sulle highlands lunari nella formazione di Fra Mauro, una delle zone più antiche con età maggiore di 4 miliardi di anni, Shepard e Mitchell installarono un set di strumentazioni e raccolsero 43,5 kg di rocce. Per il trasporto dei materiali usarono una "carriola" con ruote. La missione finì dopo 9 giorni come sempre con ammaraggio nel Pacifico.

L'**Apollo 15** partì il 26 luglio 1971 con il comandante David Scott ed i piloti Alfred Worden (CSM) e James Irwin (LEM). Il LEM scese in una regione sconosciuta al bordo degli Appennini lunari con il Mare Imbrium. Per la prima volta gli astronauti usarono un rover a motore, rimasero più di 2 giorni e mezzo sulla Luna ed in tre escursioni percorsero 27 km e raccolsero più di un quintale di rocce. Una telecamera a colori posta sulla rover riprese molte scene in diretta compreso il decollo del LEM alla partenza. Tutto finì il 7 agosto ma all'amaraggio un paracadute non si aprì e l'impatto fu un po' rude.

L'**Apollo 16** partì il 16 aprile 1972 con a bordo il comandante John Young ed i piloti Thomas Mattingly (CSM) e Charles Duke (LEM). Si ebbe un inconveniente all'atto del distacco del LEM dal Modulo di comando in fase di allunaggio per un difetto del controllo del razzo; si rischiò di cancellare la discesa ma poi il problema venne superato e si scese nel Mare delle Highlands vicino al cratere Cartesio a 5000 m di altezza, un'area formata nei primi 2 miliardi di anni della Luna ricca di anortosite. Con il nuovo rover si fecero tre uscite e si percorsero 30 km nei dintorni. Young e Duke raccolsero 96,6 kg di rocce e fecero molti esperimenti. Il ritorno fu perfetto. Si sapeva già che questo era il penultimo volo perché gli obiettivi del programma erano stati raggiunti e per ridurre i costi erano state cancellate le missioni da 18 a 20.

L'ultima missione lunare con l'**Apollo 17** partì il 7 dicembre 1972 con a bordo il comandante Eugene Cernan, il pilota del CSM Ronald Evans ed il geologo Harrison Schmitt che era pure pilota del LEM. Il LEM discese sulla zona del Taurus Littrow (Mare Serenitatis) con lave basaltiche e di anortosite. Con il rover Cernan e Harrison percorsero 35 km, eseguirono un programma di esperimenti più ampio dei precedenti e raccolsero 110 kg di rocce, il massimo raggiunto.

Il totale di rocce lunari raccolte fu di 382 kg che furono in buona parte distribuiti a tutti i paesi del mondo e con i risultati degli esperimenti si sono fatti grandi progressi sulla conoscenza della Luna e sulla storia del sistema solare. Il Programma Apollo coinvolse 20000 aziende e 350000 persone con un costo complessivo di 24 miliardi di US\$ ma va detto per inciso che tale costo uguagliava quello di tre soli mesi di guerra in Vietnam.

## **VERSO LA MATURITÀ: SPACE SHUTTLE E STAZIONE SPAZIALE**

Mentre gli Stati Uniti portavano avanti il programma Apollo, L'Unione Sovietica, dopo la tragedia della Soyuz 1 continuò su questo programma e si perfezionarono i voli pilotati e automatici con rendez-vous e docking. Un altro tragico incidente si verificò con la Soyuz 11 nel 1971 quando una depressurizzazione al rientro provocò la morte dei tre astronauti a bordo. Fu sviluppato poi il **cargo Progress** pilotato da terra per il trasporto di rifornimenti ed il docking automatico; il Progress veniva bruciato nel rientro a terra. L'URSS provò ancora di partecipare alla conquista della Luna con il **programma Zond** (sonda) basato su moduli Soyuz. Nel settembre 1968 la sonda Zond 5 circumnavigò la Luna con a bordo delle tartarughe che riportò a Terra ma nel febbraio 1969 si ebbe l'esplosione di un razzo N1 sulla rampa di lancio del cosmodromo di Baikonur, persero la vita due astronauti e numerosi tecnici ed il programma fu poi cancellato. Con la Soyuz nel giugno 1970 tre astronauti raggiunsero il record di 18 giorni in orbita e si cominciarono a sperimentare i problemi dell'organismo umano alle lunghe permanenze in assenza di gravità.

Le prime missioni interplanetari verso Venere e Marte furono quelle delle **sonde Venera e Mars** dell'URSS e delle **Mariner** degli USA. Vi furono un gran numero di insuccessi ma la Venera 4 nel 1967 riuscì a paracadutare una sonda nell'atmosfera di Venere che trasmise dati fino all'altezza di 27 km dal suolo quando cessò di funzionare, sottoposta ad una pressione di 22 atmosfere e ad una temperatura di 280 °C. Per la prima volta si scoprì che l'atmosfera di Venere era formata da 90-95% di anidride carbonica. Seguirono altre quattro discese con la raccolta di nuovi dati e nel 1975 la Venera 9 inviò la prima immagine del suolo venusiano. Con la sonda Mars l'URSS ebbe una serie di fallimenti ed anche gli Stati Uniti riuscirono solo al

quarto tentativo con il Mariner 4 lanciato nel novembre 1964; una telecamera inviò a terra 21 immagini della superficie di Marte particolarmente inospitale. I Mariner 6, 7, e il 9 nel 1971, fotografarono poi l'emisfero sud fortemente craterizzato e quello nord più regolare e più basso e si scoprì la Vallis Marineris, un'antica spaccatura con dislivelli di chilometri, lunga come gli Stati Uniti. Il Mariner 10 fu invece il primo veicolo spaziale a raggiungere Mercurio, fece tre flyby nel 1974-75 ed ha prodotto una mappa su solo una metà della superficie del pianeta.

Negli anni '70 l'URSS iniziò il **programma Salyut** (saluto) per una stazione spaziale la cui configurazione comprendeva quattro moduli cilindrici collegati fra di loro tramite porte a chiusura stagna, depressurizzabili per uscire all'esterno, e con stazioni di lavoro. Il primo lancio avvenne nel 1971 e l'impiego continuò fino al 1985, con il programma Intercosmos per l'addestramento di astronauti di altri paesi e furono mandati in orbita un Ceco, un Polacco, un Rumeno, un Cubano un Vietnamita ed un Mongolo. La stazione fu servita dalle missioni Soyuz e dai cargo Progress.

Nel luglio 1975 avvenne una missione congiunta USA-URSS con un Apollo ed una Soyuz che si incontrarono nello spazio, fecero docking e, il 17 luglio, 3 astronauti americani e 2 sovietici passarono da una capsula all'altra.

Anche gli Americani affrontarono le missioni di lunga permanenza nello spazio con il **programma Skylab**. Utilizzarono il terzo stadio del Saturno 5 come laboratorio spaziale per ospitare tre uomini per alcune settimane. Cominciato nel 1973, lo Skylab fu abitato la prima volta per 59 giorni, ci furono poi molti inconvenienti e gli astronauti soffrirono il mal di spazio ma complessivamente si fecero 513 giorni-uomo nello spazio e molte osservazioni astronomiche specie sul Sole. Lo Skylab finì nel 1979 rientrando incontrollato nell'atmosfera e disintegrandosi. Era lungo 35 m con un diametro di 6,5 e pesava 90 tonnellate.

Negli anni '80, finita la Salyut, l'URSS realizzò la nuova **stazione spaziale Mir** (pace) con orbita inclinata sull'equatore di 51 gradi a 330 km di quota. Il modulo principale era un cilindro di 13 m di lunghezza e 4 di diametro con un sistema di aggancio multiplo, a prua per una Soyuz e quattro moduli radiali a 90°, ed un altro punto di aggancio a poppa per i rifornimenti. Venne lanciata il 20 febbraio 1986 e diventò la struttura più complessa realizzata. Il soggiorno a bordo durava in media 6 mesi mentre altri visitatori rimanevano pochi giorni, il record di permanenza fu stabilito da Titov e Manarov in 365 giorni, 22 ore e 39 minuti il 21 dicembre 1988 e fu la più completa esperienza sugli effetti fisiologici e psicologici subiti dall'uomo nello spazio. La Mir era prevista di durare 5 anni, rimase in funzione invece 15 anni fino al 2001. Mentre gli astronauti erano a bordo l'URSS si trasformò, il 18 ottobre 1991 cadde il Comunismo e nacque la Comunità degli Stati Indipendenti (CSI). Nel 2001 la Mir, non più sostenuta finanziariamente per i nuovi impegni sulla Stazione Spaziale Internazionale, fu fatta tornare nell'atmosfera per disintegrarsi.

Nel 1973 l'Europa, ancora con ELDO, dopo aver sviluppato i vettori Europa 1, 2 e 3 con scarso successo, decise lo sviluppo del razzo europeo Ariane per il lancio di satelliti di comunicazione e scientifici e la prima versione, l'Ariane 1, che utilizzava il primo stadio di Europa, fu lanciata con successo il 24 dicembre del 1979. Seguirono le versioni sempre più aggiornate e potenti dell'Ariane 2, 3 nei primi anni '80, poi l'Ariane 4 che volò per la prima volta nel giugno 1988 e l'ultima versione, l'Ariane 5, che divenne operativa nel dicembre 1999. La flessibilità operativa di questo vettore con le sue numerose versioni lo ha reso leader del mercato mondiale per il lancio dei satelliti commerciali. Alla fabbricazione dell'Ariane partecipano numerosi membri dell'ESA ma è la società francese ArianeSpace, creata nel 1980, che gestisce produzione, commercializzazione ed operazioni di lancio.

Gli anni '80 furono anche quelli del lancio dello **Space Shuttle** da parte della NASA, il traghetto spaziale definito Space Transportation System (STS) capace di andare in orbita con un razzo e tornare a Terra planando a motori spenti a 320 km/h. Il progetto della NASA iniziò nel 1969 appena conquistata la Luna. La prima unità di prova fu l'Enterprise, uscita dalle officine della Rockwell International nel settembre 1979, fu montata sopra un jumbo 747 e servì per collaudare le operazioni di rientro ed atterraggio. Questa navetta era la parte principale dello STS ed era chiamata Orbiter, grande come un DC-9 con fusoliera, due ali a delta ed un timone. Tutta la parte inferiore ed alcune parti delle ali e del timone erano ricoperte da 32000 piastrelle di ceramica capaci di resistere a 1500 °C durante la fase di rientro per l'attrito atmosferico. Nella parte anteriore dell'Orbiter c'era la cabina che poteva alloggiare fino a 8 astronauti, dietro aveva un vano stiva con due portelloni superiori per un carico fino a 29,5 tonnellate di forma cilindrica di 18 m e 4,5 di diametro ed infine i motori a razzo. Per la messa in orbita l'Orbiter era collegato sul fianco di un razzo principale detto External Tank (ET), alto 47 m e alimentato ad idrogeno ed ossigeno liquido, con due booster laterali a combustibile solido; i due booster erano recuperabili mentre l'ET al rientro bruciava nell'atmosfera.

Dopo le prove dell'Enterprise il primo lancio orbitale fu quello del Columbia il 12 aprile 1981, missione contrassegnata dalla sigla STS 1 con John Young, il comandante dell'Apollo 16, e la matricola Robert

Crippen. Dopo 36 orbite avvenne il ritorno che era la fase più critica e fu perfetto, il Columbia atterrò nella base militare di Edwards in California. Alcune piastrelle protettive erano saltate ma in posti non critici ripresi dalle fotografie di un aereo spia.

Dopo il Columbia vennero il Challenger, il Discovery e l'Atlantis, nomi di famosi velieri, e le missioni cominciarono a diventare routine ma anche molti difetti cominciarono a presentarsi. Due di questi dovevano dimostrarsi fatali. Il primo quello dei giunti (o-ring) fra i quattro segmenti di cui erano formati i booster che dovevano contenere all'interno i gas combustibili, il secondo riguardava il rivestimento di spugna isolante dell'External Tank che doveva evitare la formazione di ghiaccio fuori dei serbatoi di ossigeno liquido. L'obiettivo dello Shuttle era quello di essere un sistema flessibile ed economico che doveva garantire una frequenza di lanci di uno al mese con un costo inferiore a 400 mila US\$ per lancio. Nessuno di questi obiettivi venne raggiunto e lo Shuttle rimase sempre un prototipo che richiedeva continue manutenzioni ed interventi di revisione, la media dei lanci era di 4 mesi con un costo di 140 milioni di US\$, tre volte quello necessario per renderlo competitivo con l'Ariane per il lancio dei satelliti.

La prima tragedia si ebbe con la missione STS 51-L del Challenger il 28 gennaio 1986, in una gelida mattinata e dopo molti rinvii. A bordo c'erano 7 astronauti fra cui due donne ed al comando Francis R. Scobee. C'erano stati molti avvertimenti a non partire con temperature molto basse che avrebbero resi inefficaci gli o-ring dei booster ma motivi economici e politici decisero il lancio. A 73 secondi dopo il lancio il Challenger, che era al suo 10° volo, si disintegrò e milioni di persone assistettero in diretta televisiva. Gli o-ring, irrigiditi dal freddo avevano ceduto lasciando passare un getto di gas incandescente che bruciò la parete dell'ET provocando l'esplosione dei serbatoi. La tragedia provocò il fermo delle missioni, un'inchiesta ed una revisione completa. Due anni dopo i voli riprendevano con il Discovery il 29 settembre 1988. Nel 1992 entrava in servizio l'Endeavour in sostituzione del Challenger.

Il programma USA di una stazione spaziale internazionale iniziò nel 1984 sotto la presidenza Reagan con il nome di **Freedom** e subì una serie di vicissitudini. Nei primi 10 anni il piano subì 3 revisioni ed i costi raddoppiarono arrivando a 30 milioni di US\$. Nel 1984 l'ESA si associò al progetto con un piano ambizioso. Propose uno shuttle Hermes e due moduli Columbus per il laboratorio ma negli anni '90 ridimensionò la partecipazione; fu cancellato l'Hermes, il laboratorio si ridusse ad un unico modulo Columbus più piccolo ma si aggiunse un Automatic Transfer Vehicle (ATV) lanciato da Ariane 5 ed un Crew Return Vehicle (CRV) da sviluppare con l'URSS. Dopo la caduta del Comunismo la Russia e gli Stati Uniti iniziarono una collaborazione includendo moduli Mir nel progetto che prese il nome **International Space Station (ISS)**. La stazione era destinata agli esperimenti in campo biomedico sulla permanenza dell'uomo nello spazio, alle ricerche biologiche e di microgravità. I primi due moduli della ISS si unirono in orbita nel 1998. Alla fine di luglio del 2000 venne integrato il modulo russo Zvezda (stella) da 20 tonnellate destinato a quartiere degli astronauti e poco dopo arrivò il primo equipaggio. Il modulo USA Destiny per il primo laboratorio arrivò nei primi mesi del 2001. Il completamento era previsto per il 2004 con un equipaggio di 6-7 uomini. Si accumularono però i ritardi, lievitavano i costi e nella primavera del 2001 il programma entrò in crisi. Con la nuova Presidenza Bush si dimise l'amministratore della NASA Daniel Goldin e il 14 novembre 2001 venne nominato Sean O'Keefe con esperienza specifica finanziaria e di budget. Iniziò una drastica revisione dei programmi NASA e si decise una soluzione ridotta della Stazione portando l'equipaggio da 6 a 3. Ciò provocò il collasso dei programmi di ricerca previsti perché le sole attività di routine e manutenzione richiedevano 2,5 persone. Vi furono proteste da parte degli altri partner che vedevano vanificati i loro programmi ma la situazione era destinata a peggiorare ancora.

## **LE SONDE INTERPLANETARIE**

Negli anni settanta iniziò una nuova fase delle sonde interplanetarie per l'esplorazione del sistema solare sfruttando il quasi allineamento dei pianeti esterni che si verificava nel periodo dei decenni '70 e '80, condizione che si ripete ogni 177 anni. Le sonde destinate ad attraversare i pianeti esterni per poi perdersi nello spazio erano le **Pioneer** e le **Voyager**. Pioneer 10 della NASA fu lanciato il 3 marzo 1972, ha raggiunto e fotografato Giove ed è stato il primo a raggiungere i limiti del sistema solare nella direzione della Proxima Centauri. Pioneer 11 lanciato il 5 aprile 1973 è passato per Giove e Saturno ed anche questo è oggi ai limiti del nostro sistema verso la costellazione del Cigno. I due Pioneer sono stati i primi messaggeri terrestri per le possibili civiltà extraterrestri e portano una targa di alluminio con la raffigurazione di un uomo e di una donna ed una mappa del sistema solare. Il Voyager 1, sviluppato dalla NASA e dal JPL (Jet

Propulsion Laboratory), fu lanciato il 5 settembre 1977 ed è passato nel 1979 e nel 1980 vicino a Giove e Saturno, ora viaggia verso la costellazione del Camelopardus deviando con un angolo di 35 gradi a nord del piano dell'eclittica; nel novembre del 2003 si trovava a 90 Unità Astronomiche (AU) dal Sole vicino al confine con l'eliopausa dove la pressione del vento solare viene bilanciata dalla pressione del mezzo interstellare e si muoveva con una velocità di 3,6 AU/anno. Il Voyager 2 fu lanciato subito dopo, il 20 agosto 1977, ed ha attraversato Giove, Saturno, Urano e Nettuno dal 1979 al 1989 deviando dopo con un angolo di 48 gradi a sud del piano dell'eclittica e percorrendo 3,3 AU/anno. I Voyager hanno scoperto gli anelli di Giove e Urano ed osservato i vulcani di Io (satellite di Giove) e Tritone (satellite di Nettuno) e dovranno rimanere in contatto con la Terra fino al 2017.

Negli anni '70 e '80 partirono anche le nuove missioni per Marte e gli altri pianeti interni. Destinati a scendere sulla superficie di Marte erano i **Viking**, derivati dai Mariner, e per questo avevano un lander che scendeva prima frenando nell'atmosfera, poi con i paracadute ed infine con i retrorazzi. Il Viking 1 fu lanciato il 20 agosto 1975 e raggiunse Marte in 310 giorni; dalle immagini riprese in orbita si scelse il punto di discesa del lander che toccò il suolo il 20 luglio 1976. Il lander aveva un laboratorio per analizzare la presenza di batteri produttori di ossigeno su campioni di terreno. I risultati sembrarono positivi ma non vennero confermati dalle successive analisi del lander del Viking 2 sceso il 3 settembre 1976.

Nel luglio del 1985 l'ESA lanciava la **sonda Giotto** destinata ad incontrare la cometa di Halley. Nel 1986 si avvicinò al nucleo a soli 600 km inviando a terra le prime immagini del nucleo di una cometa, attraversò poi la coda e perse il contatto sotto il bombardamento delle polveri. Data per persa, ristabilì da sola il contatto e, con 8 sistemi su 11 ancora funzionanti, le fu affidata la nuova missione di avvicinare la cometa Grigg-Skjellerup il cui perielio incrocia quasi l'orbita della Terra ed era quindi facile da raggiungere. Giotto si avvicinò alla Terra, fu fatta una correzione di rotta ed è rimasta ibernata fino all'avvicinamento con la cometa il 10 luglio 1992 quando è entrata nella sua chioma a 170000 km dal nucleo e si è poi avvicinata fino a 100-200 km.

Il 4 maggio 1989 partiva la **sonda Magellano** della NASA lanciata da uno Shuttle con destinazione Venere dove si poneva in orbita nel settembre del 1990 e iniziava la mappatura con un radar ad apertura sintetica (SAR) ed un altimetro permettendo la ricostruzione tridimensionale della superficie con una definizione di 120 m. Si è fatta anche una mappa gravimetrica che ha dato informazioni sulla struttura interna del pianeta. Nel 1994 la sonda è scesa fino a 147 km di quota facendo altri rilievi ed infine, frenata dall'atmosfera, si è disintegrata il 12 ottobre inviando fino alla fine dati sulle caratteristiche dell'atmosfera.

Il 18 ottobre 1989 fu lanciata con lo Shuttle la **sonda Galileo**, progetto NASA e JPL, per l'esplorazione di Giove. Il lancio previsto per il 1985 è stato ritardato di 4 anni a causa del disastro del Challenger. La traiettoria è stata studiata in modo da sfruttare le spinte gravitazionali dei pianeti passando vicino (flyby), prima al pianeta Venere e poi di nuovo per due volte vicino alla Terra che la ha lanciata alla fine verso Giove. Durante questo lungo viaggio Galileo ha fotografato Venere, il polo lunare, è passata vicino agli asteroidi Grasp e Ida ed ha scoperto vicino a quest'ultimo il piccolo satellite Dactyl. Arrivato nel 1995 in orbita su Giove, Galileo ha lanciato nella sua atmosfera una sonda con paracadute che prima di distruggersi ha inviato dati per più di un'ora. La sonda principale, per un guasto al sistema di spiegamento, fu privata della sua antenna ad alto guadagno per i collegamenti con la Terra e da allora ha dovuto utilizzare un'antenna secondaria riducendo fortemente la velocità di trasmissione ma, con un nuovo sistema software di data compression a bordo, il programma della missione continuò e venne raggiunto il 100% degli obiettivi previsti alla partenza. Le immagini di quattro satelliti di Giove hanno scoperto quattro mondi diversi, dal vulcanico Io al più vecchio Callisto. Il magnetometro di bordo ha rivelato la presenza di un oceano di acqua liquida sotto la superficie del satellite Europa ricoperta da uno strato di ghiaccio ed Europa è diventato con Marte un altro obiettivo per gli astrobiologi. L'ultimo atto della sua missione è stato compiuto il 21 settembre del 2003 quando Galileo è stato fatto precipitare entro Giove autodistruggendosi e trasmettendo dati fino alla fine.

Nell'ottobre 1990 l'ESA ha inviato la **sonda Ulysses** per studiare il Sole su un'orbita fuori dal piano dell'eclittica. Il lancio avvenne mediante lo shuttle, poi un razzo di fabbricazione USA lo ha spinto verso Giove e nel 1992 sfruttò la sua spinta gravitazionale per uscire dall'eclittica con un'inclinazione di 90°. In orbita intorno al Sole, Ulysses è passato sotto il suo polo sud nel settembre 1994 e sul polo nord nel 1995. Nell'aprile 1998 ha completato la sua prima orbita intorno al Sole durante il suo periodo di minima attività. La missione doveva durare 5 anni ma si è deciso di estenderla per continuare ad osservare il Sole anche nel periodo di sua massima attività fra il 2001 ed il 2002 ed anche oltre. Durante il secondo passaggio dei poli ha assistito all'inversione di polarità magnetica del Sole ed a febbraio 2004 è tornato ancora vicino a Giove per iniziare la terza rivoluzione. Ora però il Radioisotope Thermoelectric Generator (RTG) a plutonio, che

fornisce energia al sistema di riscaldamento interno, ha molto ridotto la sua erogazione e la gestione delle risorse energetiche a bordo sta diventando critica.

L'ultima missione di alto costo e particolarmente ambiziosa è stata la **Cassini-Huygens**, progetto congiunto NASA ed ESA con un costo di 3,3 miliardi di US\$, destinata a raggiungere ed esplorare Saturno ed i suoi satelliti sull'esempio della Galileo. Ha in dotazione la sonda Huygens costruita dall'ESA per scendere sulla superficie di Titano, il più grande dei satelliti di Saturno, che, con i suoi mari di metano liquido e la sua densa atmosfera viene considerato un possibile laboratorio prebiotico. Per portare i suoi 5600 kg fino a Saturno con un minimo di propellente, anche per il Cassini sono state studiate traiettorie gravity-assisted con due flyby con Venere ed altri due con la Terra e Giove. Il lancio è avvenuto il 15 ottobre 1997 ed il 30 dicembre 2000 ha effettuato il flyby con Giove mettendosi in rotta per Saturno. Fra dicembre 2000 e gennaio 2001 le sonde Cassini e Galileo hanno inviato informazioni congiunte su Giove. Cassini si è messa in orbita su Saturno il 1° luglio 2004 e la sonda Huygens scenderà su Titano il 14 gennaio 2005. Cassini sfrutterà poi la gravità di Titano per spostare la sua orbita ed esplorare gli altri satelliti di Saturno. La sua strumentazione di telerilevamento con spettrometri dall'infrarosso all'ultravioletto, una telecamera multispettrale, magnetometri e gravimetri ed un radar ad apertura sintetica multifunzionale (SAR, altimetro e radiometro) raccoglierà informazioni su composizione e strutture geologiche.

Degli anni '90 è la sonda **NEAR** (Near Earth Asteroid Rendezvous) che è stata inviata verso l'asteroide 433 Eros per studiarne la morfologia e composizione. Lanciata nel febbraio 1996, dopo un viaggio di 3 anni, ha raggiunto Eros, nel febbraio 2000 è entrata in un'orbita a 54 km di distanza e si è posata poi sulla sua superficie per 10 giorni. Ha analizzato la composizione spettrografica di Eros che è risultata simile a quella delle normali condriti ma la sua superficie rossastra ha lasciato il dubbio che vi sia una differenziazione termica non solo superficiale come quella prodotta dalla radiazione solare.

## **I SATELLITI ASTRONOMICI**

Dagli anni '90 i programmi spaziali hanno affrontato anche obiettivi di carattere astronomico. Uno di questi è stato il lancio, l'8 agosto 1989, della **sonda Hipparcos** (High Precision Parallax Collecting Satellite) destinata all'aggiornamento del catalogo stellare. Nonostante un difetto di posizionamento che la ha posta in un'orbita errata, la sonda ha raccolto le coordinate di 120000 stelle con la precisione di un millesimo di secondo d'arco, 100 volte maggiore di quella prima disponibile, e per un altro milione di stelle con 20-30 millesimi di secondo d'arco. La sonda ha finito di funzionare nel giugno del 1993 dopo aver trasmesso 1000 gigabyte di dati.

Un altro successo è la messa in orbita del **Telescopio Spaziale Hubble (HST)** con un costo di 2100 milioni di US\$. Si tratta di un cilindro lungo 3,3 m e diametro 4,3 m e due pannelli solari da 12 m; lo specchio del telescopio è di 2,4 m di diametro. Fu messo in orbita dallo Shuttle nel 1990 ma ci si accorse subito che il telescopio era sfocato per un errore nella costruzione dello specchio sfuggito ai controlli a terra per motivi economici. La delusione degli astronomi fu grande ma poi un gruppo di scienziati dello Science Institute di Baltimora trovò una soluzione con un sistema ottico di correzione aggiuntivo. Il kit di modifica fu portato in orbita ed applicato con una speciale missione dello Shuttle Endeavour ed un equipaggio di 7 astronauti dei quali 4 erano destinati a lavorare nello spazio. La missione partì il 2 dicembre 1993, il 3 dicembre avvenne il rendez-vous; Hubble venne messo nella stiva dello shuttle con il suo braccio meccanico poi iniziarono 5 operazioni extraveicolari di manutenzione e revisione. Si sostituirono 4 giroscopi dei 6, i pannelli solari che si deformavano, una macchina fotografica ed infine si installarono le lenti correttive. Il 10 dicembre Hubble venne riposizionato in orbita ed il 13 lo shuttle ritornò a Terra. Il costo dell'operazione fu di 550 milioni di US\$ ed il risultato superò le aspettative. Un altro intervento di manutenzione venne eseguito nel marzo 2002 sostituendo l'array solare, aggiungendo un'unità di potenza ed altri strumenti fra cui una nuova camera fotografica sensibile al vicino infrarosso. Fino ad ora Hubble ha dato un contributo eccezionale al progresso dell'astronomia.

Hubble è stata la prima missione del Great Observatory Program della NASA che prevedeva quattro osservatori orbitanti su lunghezze d'onda diverse. Gli altri tre sono stati il Compton nella banda delle radiazioni gamma, il Chandra per la banda delle radiazioni X, e lo Spitzer per l'infrarosso.

Il **Compton Gamma-Ray Observatory (CGRO)** è stato lanciato nel 1991 per studiare le sorgenti di raggi gamma nell'universo ed i misteriosi Gamma Ray Burst (GRB) di elevata energia che arrivano con cadenza casuale quasi giornaliera da tutte le direzioni dello spazio. La prima osservazione di un GRB era stata fatta

nel 1960 da un satellite militare americano che doveva monitorare le esplosioni nucleari sovietiche ma l'origine è rimasta misteriosa fino al 1997 quando il satellite italo-olandese Beppo-Sax localizzò una sorgente entro pochi minuti d'arco e permise al telescopio Keck nelle Hawaii di individuare in corrispondenza una sorgente luminosa distante circa 13 anni luce. Si constatò che questi lampi di raggi gamma, la cui durata varia da 1/100 di secondo a 1000 secondi ed hanno un'energia fra 1 e 100 MeV, erano accompagnati successivamente da un postbrillamento (afterglow) di emissioni di raggi X, radiazioni luminose ed anche onde radio con durate crescenti ed erano originati quindi da fenomeni esplosivi catastrofici come le supernove e la formazione di buchi neri rotanti. Il Compton ha interrotto la sua missione nel 2000 a seguito della rottura di un giroscopio ma ha registrato 2700 GRB distribuiti uniformemente in tutte le direzioni. A sostituirlo è stato **INTEGRAL** (International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory) del programma ESA Horizon 2000 con un peso di 4100 kg lanciato il 17 ottobre 2002 da un razzo russo Proton. Portava un carico di strumenti costituito da spettrometri a raggi gamma dedicati particolarmente a quelli con un'energia di 511 keV prodotti nel processo di annichilazione di elettroni e positroni, per tracciare indirettamente una mappa dell'antimateria o forse della materia oscura, aveva inoltre spettrometri a raggi X, fotocamere ed un telescopio ottico; è stato progettato per una durata di 2 anni ma si spera che arrivi al 2007.

Il **Chandra X-Ray Observatory** ha preso il nome dal fisico indiano Chandrasekhar, premio Nobel nel 1983 che aveva ipotizzato la massa limite per un buco nero. Lanciato il 23 luglio del 1999 con lo shuttle Columbia, aveva un telescopio per raggi X da 1,2 m ed una durata di missione prevista di 5 anni; ha prodotto la prima mappa della sorgente Cyg X-1 ed ha contribuito allo sviluppo della nuova astronomia dei raggi X iniziata negli anni '60 con gli studi degli italiani Bruno Rossi e Riccardo Giacconi che per questo ha meritato il premio Nobel in Fisica nel 2002. Il primo satellite con matrici di rivelatori a raggi X era stato italiano, lanciato il 12 dicembre 1970 dalla piattaforma San Marco in Kenya, che fu battezzato **UHURU** (Libertà in lingua Swahili) in omaggio all'anniversario dell'indipendenza del Kenya. Poi vennero i 2 High Energy Astronomy Observer (HEAO) ed il numero 2, detto Einstein, ebbe il primo telescopio da 0,6 m progettato dal Giacconi sfruttando la riflessione totale dei raggi X con incidenza radente su superfici paraboliche ed iperboliche concentriche focalizzandoli così su una matrice di rivelatori. Il prossimo osservatorio orbitante per i GBR sarà **SWIFT** (Rondone, un uccello che cattura le prede al volo) il cui lancio è stato fissato per l'ottobre 2004. Questo sarà munito di tre strumenti: il Burst Alert Telescope (BAT) per localizzare la sorgente e puntare lo X Ray Telescope (XRT) e l'Ultra Violet Optical Telescope (UVOT) che permettono la precisione del secondo d'arco. I dati verranno inviati a terra entro 20 secondi per allertare una rete di telescopi e seguire il fenomeno di afterglow. Si pensa di poter scoprire più di 100 GBR all'anno da quelli di maggiore durata (alcuni minuti), che si pensa derivino dal collasso di stelle massive, a quelli più corti (alcuni millisecondi) che si pensa prodotti dalla collisione di stelle di neutroni.

Lo **Space Infrared Telescope Facility** (SIRTF), ribattezzato poi dalla NASA con **Spitzer** dal nome dell'astrofisico Lyman Spitzer Jr (1914-1997) che per primo ha concepito l'idea di un grande telescopio in orbita, è stato lanciato il 23 dicembre 2003. Con uno specchio da 0,85 m di diametro ed un criostato da 360 litri di elio liquido che raffredda il sensore a 5,5 °K può lavorare fra 3 e 180 micron. La durata prevista della missione, determinata dal consumo dell'elio liquido, era di 2,5 anni ma, dopo le prime valutazioni in orbita sul consumo di elio liquido, si pensa di poterla estendere a 5 anni.

Fin dal 1996 è stato previsto anche un successore di Hubble, detto Next Generation Space Telescope (NGST) poi ribattezzato **James Webb Space Telescope** (JWST) dal nome dell'amministratore della NASA nel periodo 1961-68 durante il programma Apollo, morto nel 1992. Questo telescopio funzionerà però nel pieno infrarosso dove non si possono costruire telescopi terrestri ed è destinato ad osservare stelle e galassie in formazione ed i corpi più lontani della prima età dell'universo. Sarà costruito dalla TRW con un costo di 1,8 miliardi di US\$ e lanciato nel 2011.

Altri satelliti astronomici, lanciati nel 1995, sono stati **ISO** (Infrared Space Observatory) dell'ESA ed il **SOHO** (Solar Heliospheric Observatory) in collaborazione fra NASA ed ESA. L'ISO è stato il primo satellite di osservazione nella banda dell'infrarosso per la ricerca di pianeti e di stelle fredde; durò solo 18 mesi per l'esaurirsi dell'elio liquido necessario ai criostati. Il SOHO per lo studio del Sole è stato posizionato a 1,5 milioni di km dalla Terra nel punto di Lagrange L1, dove si bilanciano le attrazioni della Terra e del Sole, ed ha lo scopo di osservare l'atmosfera solare e di misurare mediante l'effetto doppler le onde sismiche che scuotono la superficie del Sole e costruire un'immagine tridimensionale dell'interno. Nel giugno del 1998 SOHO perse i contatti con la Terra a causa di un errore nei comandi ma tre mesi dopo si riuscì a ripristinarli e riprese ad operare; in dicembre però un guasto ai giroscopi ha ridotto la vita della sonda.

Due sonde, che hanno avuto un'importanza determinante nei recenti sviluppi della cosmologia, sono stati il **COBE** (Cosmic Background Explorer) ed il **WMAP** (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) che hanno fornito la mappa dettagliata del Cosmic Microwave Background (CMB), la radiazione fossile del fondo cosmico lasciata circa 380000 anni dopo il big bang quando la sfera di plasma, espandendosi e raffreddandosi, giunse al punto di ricombinazione fra nuclei ed elettroni rendendo lo spazio trasparente alla radiazione. La radiazione di questa sfera di fuoco a 5000 °K, perdendo energia per l'espansione dell'universo fino ad oggi, ha raggiunto la temperatura di 2,73 °K, quella del rumore cosmico misurato per la prima volta nel 1964-65 da Penzias e Wilson della Bell Telephone come rumore minimo di un'antenna per telecomunicazioni in tutte le direzioni dello spazio. Il satellite COBE è stato lanciato il 18 novembre 1989 ed ha funzionato per 4 anni fino al 1993 fornendo il primo spettro di corpo nero del CMB. Il WMAP, lanciato il 30 giugno del 2001 con un razzo Delta II, si è posizionato nel punto lagrangiano L2, 1,6 milioni di km dalla Terra opposto al Sole, ed è ancora attivo. In 2 anni, fino all'agosto 2003, ha registrato per 4 volte la copertura totale del CMB ottenendo l'immagine più dettagliata mai misurata. La mappa del CMB ha messo in evidenza delle fluttuazioni di intensità corrispondenti ad una non uniforme distribuzione di materia che secondo la teoria è stata prodotta da una risonanza allo shock del big bang ed ha dato origine poi alle stelle e galassie. Dallo spettro di questa distribuzione, poiché le dimensioni massime delle macchie sono risultate molto prossime ad un grado, si è concluso che la geometria dello spazio è piana (euclidea) e non curva ed è stata confermata anche la presenza della dark energy che provoca un'accelerazione nell'espansione dell'universo. Si spera ora che il prossimo satellite **PLANK** del programma Horizon 2000 dell'ESA, il cui lancio è previsto nel 2007, fornisca una mappa ancora più dettagliata per poter definire altri parametri cosmologici.

### **ALTRE MISSIONI, RITORNO ALLA LUNA E MARTE**

Sarebbe troppo lungo poi parlare dei **satelliti meteorologici** dell'URSS (Meteor), USA (Nimbus e EOS), francesi (Spot) ed europei (ERS), dei **satelliti per telecomunicazioni** specie europei Olympus, Eutelsat, Intelsat e Astra, infine dei **satelliti militari** con sistemi fotografici capaci di leggere una targa automobilistica dall'orbita.

Dopo 22 anni di abbandono una nuova missione sulla Luna è stata quella del **Clementine** del Dipartimento di Difesa USA (DOE) nel gennaio 1994 che, messasi in orbita polare intorno alla Luna fra 400 e 2940 km, è rimasta fino al 3 maggio, ed ha fotografato le regioni dei poli ancora sconosciute. Sono state trasmesse foto con una definizione di 200 m, eseguite mappe nell'infrarosso e ultravioletto su 11 lunghezze d'onda ed un'altimetria con un radar laser (lidar). Lasciata la Luna, la sonda è andata perduta fallendo il 7 maggio il tentativo di avvicinamento ad un asteroide. Il Clementine ha fatto pensare all'esistenza di calotte di ghiaccio nei poli lunari nelle zone sempre in ombra dette cold traps dove si è dovuta condensare l'acqua portata dalle comete. La presenza di ghiaccio in queste zone fu poi confermata dalla sonda lunare **Lunar Prospector** nel 1998 che fece una mappa gravimetrica con una precisione 5 volte superiore alle precedenti e una mappa della composizione delle rocce con un Gamma Ray Spectrometer. Però alla fine della missione la sonda venne fatta cadere nella zona polare dove si sospettava la presenza di ghiaccio sperando di osservare da Terra l'emissione di vapore acqueo ma il risultato è stato negativo. Il Lunar Prospector, con i suoi 63 milioni di US\$, è stata la sonda più economica della NASA.

Il 4 giugno del 1996 fallì il lancio del **razzo Ariane 5** dalla rampa del poligono di Kourou nella Guiana francese e distrusse le 4 sonde Cluster dell'ESA che dovevano essere messe in orbita per le misure sulla magnetosfera terrestre. L'Ariane 5 era il nuovo lanciatore francese capace di portare in orbita un carico utile di 5,9 tonnellate, 1,1 tonnellata in più della precedente versione 4. L'inchiesta ha spiegato il fallimento con un errore di software per difetto di coordinamento. Un altro lancio fallito dell'Ariane è stato quello dell'11 dicembre 2002 ed ha bloccato il lancio della **missione Rosetta** dell'ESA da un miliardo di US\$ pianificata per il 12 gennaio 2003 con una finestra di soli 10 giorni. Rosetta doveva immergersi nel 2011 nell'orbita della cometa Wirtanen e seguirla per studiarne il comportamento nell'avvicinamento al Sole. Per raggiungere la cometa la sonda doveva sfruttare le spinte di gravity-assisted passando vicino (flyby) a Marte nell'agosto 2005 e poi due volte vicino alla Terra nel novembre 2005 e nel novembre 2007. Perdendo la finestra le prossime condizioni favorevoli si sarebbero verificate dopo 170 anni. Nel maggio del 2003 il lancio di Rosetta è stato riprogrammato scegliendo come nuovo obiettivo la cometa Churyumov-Gerasimenko con lancio a febbraio 2004 ed arrivo nel 2014. Per accostarsi alla cometa sfrutterà ora tre flyby con la Terra ed uno con Marte. La sonda ha anche un piccolo lander che dovrebbe scendere sulla superficie della cometa.

La missione dei 4 satelliti Cluster è stata rifinanziata dall'ESA e ribattezzata **Cluster II** nell'aprile del 1997 riducendo la spesa con l'uso delle parti di ricambio e facendo il lancio con razzi Soyuz dalla base russa di Baikonur. I 4 satelliti gireranno in formazione intorno alla Terra per lo studio della magnetosfera e del vento solare e misureranno con metodi interferometrici le radiazioni di lunghezza d'onda chilometrica che provocano le aurore boreali con potenze di 1000 MW assorbite e schermate dalla ionosfera.

Sono partite poi tre missioni cometarie. La prima è stata **Deep Space 1** (DS1) sviluppata nell'ambito del New Millennium Program della NASA e destinata a provare nuove tecnologie per le future missioni spaziali. Fra queste un sistema di propulsione ionico alimentato da celle solari per ionizzare ed accelerare del gas xenon ed ottenere una spinta debole ma continua, un sistema di navigazione stellare autonomo ed un sistema operativo autonomo basato sull'intelligenza artificiale per ridurre l'intervento dei controllori di terra. DS1 è stato lanciato il 24 ottobre 1998 e nel luglio 1999 è passato a 25 km dall'asteroide Braille (1992KD); nel settembre 2001 ha incontrato la cometa Borrelly e la missione è stata conclusa a dicembre. Il peso della sonda al lancio era di 486 kg con 81,5 kg di xenon ed il motore ionico ha funzionato per 500 giorni.

La seconda missione cometaria è stata **Stardust** scelta nel 1995 nell'ambito del programma NASA Discovery, una sonda destinata ad incontrare nel gennaio 2004 la cometa Wild (pronuncia: vilt) 2 originaria della fascia di Kuiper che transiterà fra Terra e Giove. La sonda è stata munita di un sistema per la raccolta delle polveri nanometriche dello spazio usando una schiuma di silice resistente e leggerissima, detta aerogel, che frenerà imprigionandole, senza che nell'impatto subiscano trasformazioni per riscaldamento, particelle da 0,1 micrometro alla velocità di 20000 km/h. La sonda, al ritorno della sua missione nel 2006, riporterà a Terra il contenitore di aerogel paracadutandolo nel deserto dell'Utah. Stardust è partita il 7 febbraio 1999 ed ha usato una spinta gravitazionale della Terra per avvicinare la cometa. Durante il tragitto ha raccolto altre polveri che potranno raccontare la storia della nostra nebulosa, e attraverserà l'alone della cometa il 2 gennaio 2004 fotografando il nucleo e raccogliendo le particelle cometarie. La Wild 2 è una cometa giovane perché ha passato la maggior parte della sua vita spingendosi solo fino a Giove e solo recentemente è stata spinta verso l'orbita di Marte dove inizia il riscaldamento del Sole e quindi la dispersione di gas e polveri.

La terza missione **Contour** (Comet Nucleus Tour), anche questa del programma NASA Discovery era anche più ambiziosa. La sonda doveva raggiungere 3 comete: nel novembre 2003 la Encke che ha un periodo di 3,3 anni, nel giugno del 2006, dopo alcuni passaggi vicino alla Terra per cambiare traiettoria, la Schwassmann-Wachmann-3 (SW-3) il cui nucleo si è frantumato in tre parti nel 1995. Alla fine avrebbe avuto ancora la possibilità di avvicinare la Wilson-Harrington, una cometa ormai morta che assomiglia ad un asteroide. Purtroppo la sonda, lanciata il 3 luglio 2002, dopo 3 settimane di orbite terrestri, all'accensione del motore che doveva portarla in orbita solare ha subito un improvviso disastro. Il giorno dopo nella traiettoria prevista sono stati osservati tre corpi ed ogni tentativo di collegamento è andato fallito. Sembra che la distruzione sia stata causata da un errore di progetto perché il getto del motore, posizionato troppo avanti, ha investito la struttura disintegrandola.

Una quarta missione cometaria della NASA, **Deep Impact**, dovrà partire all'inizio del 2004 con destinazione la cometa Tempel 1 sul cui nucleo lancerà un proiettile da 370 kg fatto prevalentemente di rame e, creando nella cometa un cratere grande e profondo, ne farà aumentare la luminosità di 100 volte. Il lancio è previsto per il 30 dicembre 2004 e l'impatto del proiettile il 4 luglio del 2005 nella ricorrenza dell'Independence Day. L'analisi dell'impatto e dei materiali eiettati darà informazioni sulla struttura e composizione interna della cometa.

Una missione scientifica molto sofisticata è stata **Genesis** con lo scopo di raccogliere per 2 anni le polveri del vento solare, atomi e nuclei di vari elementi, nel punto lagrangiano L1 a 1,5 milioni di km dalla Terra. Le polveri, catturate su un sistema di wafer di materiali ultrapuri, oro, zaffiro, silicio, diamante ed altro, chiuse in un contenitore, verranno alla fine paracadutate nel deserto dell'Utah come quelle dello Stardust. La sonda è stata lanciata con un razzo Delta l'8 agosto del 2002 e si è posizionata in L1 ruotando in un'orbita intorno all'asse Terra-Sole come già fatto dal SOHO. Il ritorno è previsto nel 2004 seguendo una complessa traiettoria che porterà la sonda prima intorno al punto lagrangiano L2, sul lato opposto a 1,6 milioni di km dalla Terra, e quindi di nuovo ad incontrare la Terra sul punto prescelto. Questo percorso ridurrà il consumo totale di propellente a poche decine di kg.

La Japanese Aerospace Exploration Agency ha lanciato nel maggio 2003 la sample return mission **Hayabusa** per raggiungere a metà 2005 l'asteroide 25143 Itokawa, un near earth orbit da 500 m di diametro. Si poserà sulla sua superficie e sparerà un proiettile per raccogliere delle particelle che riporterà a Terra nel 2007. Lascierà anche un piccolo robot chiamato Minerva che si muoverà sulla superficie trasmettendo fotografie.

Un programma scientifico destinato a dimostrare un'importante conseguenza della teoria della relatività generale di Einstein è il **Gravity Probe B** (GP-B) Proposto dal fisico Francis Everitt dell'università di Stanford. L'esperimento dovrà provare che un corpo rotante come la Terra ha un effetto di trascinamento sulla trama dello spaziotempo (frame dragging) misurabile con sensibilissimi giroscopi. Il satellite porterà 4 giroscopi in un termos super raffreddato. Il progetto da 600 milioni di US\$ ha comportato grandi problemi tecnici provocando 5 ritardi e costi ulteriori per 166 milioni di US\$ rischiando di essere cancellato. Un precedente esperimento del 1976 detto Gravity Probe A (GP-A) aveva dimostrato in un volo suborbitale di 2 ore il rallentamento di un orologio atomico dovuto all'effetto della gravità terrestre ma l'effetto di frame dragging è veramente infinitesimo e si prenderà a riferimento una stella binaria della costellazione Pegaso correggendone anche il moto proprio. Ci si aspetta una deviazione di un centomillesimo di grado e l'accuratezza della misura sarà dell'1%. Il lancio è previsto in aprile del 2004.

Il ritorno su Marte negli anni novanta è avvenuto all'insegna del "fast, cheaper, better" dell'Amministratore della NASA Daniel Goldin e con il programma Discovery che aveva come obiettivo missioni poco costose ogni 12-18 mesi con un'organizzazione incentrata sulla figura di un Principal Investigator (PI) che offriva alla NASA la missione completa e, se accettata, la realizzava. Ma si cominciò con il fallimento del **Mars Observer** del 1992; poi partì il **Mars Global Surveyor** nel novembre 1996 che dal 1997 ha iniziato una mappatura di Marte con una definizione 10 volte superiore alle precedenti ed è ancora attivo. Nel dicembre 1996 è partito il lander **Path Finder** che è sceso nell'Area Vallis di Marte con un atterraggio morbido grazie al nuovo sistema di air bag che lo ha fatto rimbalzare fino a fermarsi. Ha sganciato il piccolo rover Sojourner che ha analizzato le rocce fino a settembre del 1997. Il Path Finder è costato circa 270 milioni di US\$ ed è stato un grande successo. Nel 1998 la NASA fallì due missioni con il **Mars Climate Orbiter** ed il **Mars Polar Lander** per errori banali. Il primo fu vittima di un equivoco nelle unità di misura di alcuni dati ed il secondo di un errore di software che ha fatto spegnere prematuramente il motore di landing. Come conseguenza alla NASA andò in crisi il criterio del "faster, cheaper, better" e si ripartì rinforzando l'organizzazione e con una maggiore sensibilità ai rischi. Si fermarono i programmi con i lander e nell'aprile del 2001 partì il **Mars Odyssey**, un nuovo Orbiter che riprese le missioni di mapping aggiungendo uno strumento di thermal imaging e un Gamma Ray Spectrometer per l'analisi della composizione delle rocce. Mars Odyssey, misurando la concentrazione degli atomi di idrogeno nel primo metro di profondità, dedusse la presenza di grandi quantità di acqua su Marte.

Anche i Giapponesi entrarono nella competizione di Marte con l'**orbiter Nozomi** nel 2002. Questo subì però un'avaria ai sistemi di controllo durante una tempesta solare, rallentò il suo arrivo fino a dicembre 2003 e si mise su un'orbita lunga perdendosi nello spazio.

Del programma Discovery è anche il **MESSENGER** (MErcury Surface Space ENvironmental GEOchemistry and Ranging), selezionato nel luglio 1999 e sviluppato a partire da luglio 2001; è destinato a raggiungere Mercurio nel marzo 2011 e sarà la prima sonda ad entrarvi in orbita, infatti nel 1974-75 il Mercury 10 ha effettuato solo dei flyby. Partirà nell'agosto 2004.

### **LA CRISI DEL DISASTRO DEL COLUMBIA E IL 2003**

Un tragico avvenimento ha messo in crisi i programmi spaziali all'inizio del 2003. Il primo febbraio 2003 lo **shuttle Columbia**, con a bordo 7 astronauti fra cui due donne, di ritorno da una missione scientifica durata una settimana, si è disintegrato sui cieli del Texas sotto gli occhi dei controllori di terra. L'inchiesta immediatamente aperta ed affidata all'Ammiraglio in pensione Harold Gehman ha messo in luce la situazione da tempo critica degli shuttle ed i difetti di management della NASA. Il rapporto CAIB (Columbia Accident Investigation Board) di centinaia di pagine, emesso dopo 7 mesi dall'incidente, ha individuato la causa diretta dell'incidente nel distacco, durante la fase di lancio da terra, di un pezzo del materiale spugnoso isolante dell'External Tank che ha colpito l'ala sinistra dell'orbiter danneggiandone il rivestimento di piastrelle ceramiche. Il danno ha messo a nudo la struttura interna di alluminio che non ha resistito al calore del plasma rovente nell'ultima fase del rientro disintegrandola in una decina di secondi. Il fatto grave è che i controllori a terra sapevano dell'incidente che si era già verificato un gran numero di volte nei lanci dello shuttle e si erano anche resi conto che questa volta era stato più grave del solito, sia per le dimensioni del frammento che si era staccato, sia per la criticità del punto di impatto, ma per una serie di attriti burocratici il management della NASA non aveva recepito le preoccupazioni dei tecnici ritenendo il rischio accettabile ed aveva anche bloccato un piano per fotografare in orbita la parte inferiore del Columbia per verificarne i danni

mediante i satelliti spia USA. Non ci sarebbe stata la possibilità di riparare in orbita lo shuttle ma si sarebbe potuto forse organizzare una missione di soccorso con lo shuttle Atlantis disponibile in breve tempo. Il rapporto Gehman concludeva con una serie di raccomandazioni sulle modifiche indispensabili allo shuttle e su quelle nell'organizzazione e nella cultura della sicurezza. Il disastro del Columbia ha bloccato a terra i tre shuttle rimasti ed ha avuto conseguenze negative immediate sulla Stazione Spaziale Internazionale che perde il sistema di trasporto degli equipaggi e dei grandi payload; viene messa in discussione anche la prevista missione di manutenzione dello Hubble Space Telescope condannandolo all'autodistruzione. Si riapre la discussione sul futuro dei voli umani nello spazio e su una nuova generazione di veicoli pilotati ma i costi ed i tempi di realizzazione vengono giudicati eccessivi a breve termine. Il rapporto Gehman non ha giudicato lo shuttle intrinsecamente inaffidabile ma le modifiche necessarie fanno ritardare la data di un nuovo lancio, fissata prima per marzo 2004 poi rinviata al 2005. La reazione immediata del Presidente Bush è stata di sostegno ai programmi spaziali ma il budget 2004 della NASA (15,4 miliardi di US\$), approvato alla fine del 2003 dal Congresso, che si trova ora ad affrontare le difficoltà economiche dovute alla guerra in Iraq ed al deficit del bilancio, è stato aumentato solo dello 0,6%.

Intanto nel corso del 2003 i programmi spaziali proseguono. Il 27 settembre 2003 viene lanciata dall'ESA la missione **Smart-1** (Small Mission for Advanced Research in Technology) con destinazione Luna. Sviluppata in 3 anni, la sonda ha 6 sensori dal peso complessivo di 15 kg con cui farà la mappa geologica e mineralogica della Luna con un dettaglio mai raggiunto ed osserverà i crateri sempre in ombra del polo sud alla ricerca del ghiaccio. La caratteristica più innovativa è però il suo sistema di propulsione ionico come quello usato dalla sonda NASA Deep Space 1. Una volta messo in un'orbita ellittica il motore ionico ne aumenterà progressivamente la sua eccentricità fino a portare la sonda nel campo di gravità della Luna ed a cambiare orbita. Questo avverrà nel settembre 2004 ma solo nel luglio 2005 si raggiungerà l'orbita definitiva per diventare operativo.

Un altro importante avvenimento nella conquista umana dello spazio è il primo volo umano orbitale della Cina. La Cina era già entrata nel club delle nazioni spaziali nel 1970 lanciando un primo satellite e successivamente altri 75 di costruzione propria, anche se con tecnologia russa, con il razzo Long March. Il programma spaziale umano era iniziato nel 1992 con lanci suborbitali non pilotati. Il 15 ottobre 2003 il veicolo **Shenzhou-5** (Vascello Divino) ha portato il primo Takonauta (da Taikon: universo) cinese, Yang Liwei, in orbita terrestre per 21 ore ed il giorno dopo è rientrato scendendo nella località prevista nella Mongolia Interna. Dopo questa impresa i Cinesi hanno comunicato il loro programma di conquista della Luna con un volo orbitale nel 2007, un lander automatico nel 2010 e la prima discesa umana sulla Luna nel 2020.

In mancanza degli shuttle i problemi di collegamento immediati con la stazione Spaziale vengono assicurati dai Russi con i Soyuz la cui disponibilità è però garantita fino al 2006. Il 20 ottobre 2003 la Soyuz porta in orbita un nuovo equipaggio ed il 28 riporta indietro il vecchio atterrando nelle steppe del Kazakistan. Il 20 novembre del 2003 la ISS festeggia il suo 5° anniversario nello spazio. Il 31 gennaio 2004 il cargo automatico russo Progress porta alla Stazione un carico di 2 tonnellate di provviste e strumenti. Rimane aperto il problema del telescopio Hubble che non può più contare sullo shuttle per la missione di manutenzione prevista nel 2006-08 che l'Amministratore della NASA O'Keefe giudica rischiosa.

Non si fermano le missioni automatiche su Marte che sono riprese nel 2003. La NASA invia due lander con i due **MAR (Mars Exploration Rover)**, Spirit e Opportunity che scendono con il sistema degli air bag sperimentato dal Path Finder in due punti quasi opposti di Marte. Spirit, partito il 10 giugno del 2003, scende nel cratere Gusev, supposto un antico lago, il 4 gennaio 2004. Opportunity, partito il 7 luglio del 2003, scende il 24 gennaio del 2004 nel Meridiani Planum, un'area ricca di ematite la cui formazione richiede quasi sempre la presenza di acqua. Anche l'ESA ha inviato il **Mars Express**, un orbiter che porta anche un lander, sviluppato dall'Inghilterra e chiamato Beagle 2 a ricordo della nave che portò Darwin alle isole Galapagos; è il primo lander europeo munito di una trivella per analizzare il terreno in profondità. Spirit e Opportunity entrano in azione e cominciano ad analizzare le rocce vicine. Spirit subisce all'inizio un black-out che fa temere un fallimento ma viene superato ripulendo la memoria del computer. Il lander Beagle 2 invece, sceso il 25 dicembre 2003, non dà più notizie di sé e, dopo ripetuti tentativi di collegamento, viene dato per perduto ma Mars Express si mette regolarmente in orbita polare ed inizia l'attività di mapping ed analisi; ha a bordo anche un radar subsurface, il MARSIS (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding) sviluppato in Italia in collaborazione con il JPL, per l'analisi degli strati sotterranei.

## **IL 2004, QUALE FUTURO?**

Il successo di Spirit ed Opportunity ha risollevato le quotazioni della NASA e delle imprese spaziali nell'opinione pubblica e fra i politici. Il 14 gennaio 2004 il Presidente George W. Bush annuncia un nuovo piano spaziale con l'obiettivo di portare l'uomo sulla Luna e poi su Marte nella prossima decade. Nel nuovo piano la Stazione Spaziale sarà terminata nel 2010 e sarà destinata alle prove di lunga permanenza nello spazio degli equipaggi umani. I lavori sulla stazione lunare inizieranno nel 2015. Un nuovo lanciatore, detto Crew Exploration Vehicle (CEV) verrà provato dalla NASA dal 2008. Il lato negativo del programma è l'abbandono del telescopio spaziale Hubble ma ci sono difensori anche in Senato ed il problema diventa oggetto di un'indagine affidata all'Ammiraglio Gehman, lo stesso dell'inchiesta sul Columbia. Per il finanziamento del suo programma Bush chiederà al Congresso di aggiungere 800 milioni di US\$ ai 15,4 miliardi del budget NASA per il 2004 ed il budget aumenterà del 5% in ognuno dei successivi 3 anni. L'annuncio del Presidente Bush rappresenta il ritorno della politica nei programmi spaziali come al tempo di Kennedy ma allora, in piena guerra fredda, le motivazioni erano più profonde, popolari e durevoli, oggi le voci discordi sono più numerose e l'attuale crisi economica ed il deficit di bilancio rappresentano un freno per il Congresso.

Oltre ai successi dei due rover su Marte, il 2004 ha portato altri positivi risultati nelle missioni spaziali in corso.

La sonda Stardust ha attraversato il 2 gennaio 2004 la chioma della cometa Wild 2 a soli 230 km di distanza dal nucleo, raccogliendo almeno 500 particelle di polveri e rimandando a Terra 72 stupefacenti immagini del nucleo.

La sonda Rosetta è finalmente partita il 3 marzo 2004 a bordo del razzo Ariane 5 dalla base di Kourou nella Guiana francese con un ulteriore ritardo di 5 giorno sulla data prevista (26 feb.).

Il Gravity Probe B è stato lanciato il 20 aprile con un razzo Delta II della Boeing e collocato in un'orbita perfettamente circolare. Impiegherà 60 giorni per calibrare la strumentazione e le misure dureranno 12 mesi; un altro anno sarà necessario per le analisi ed i risultati si avranno nel 2006.

La sonda Cassini-Huygens è entrata in orbita intorno a Saturno il 1° luglio del 2004 dopo un viaggio durato 7 anni, orbiterà intorno a Saturno 74 volte in 4 anni. Il 26 ottobre ha effettuato il primo flyby del satellite Titano alla distanza di 1200 km ed ha inviato le prime immagini ad alta risoluzione. Il 24 dicembre il probe Huygens si è staccato, ha iniziato l'avvicinamento alla luna Titano e si immergerà nella sua atmosfera il 14 gennaio prossimo.

Il 3 agosto è stata lanciata la sonda MESSENGER che raggiungerà Mercurio nel 2011 dopo tre flyby, uno con la Terra e due con Venere, ed eseguirà le sue misure dall'orbita per un intero anno terrestre.

La sonda Genesis, alla fine della sua missione, il 9 settembre del 2004 ha lasciato cadere sul deserto dell'Utah il contenitore delle polveri solari paracadutandolo per essere agganciato da un elicottero ma il paracadute non si è aperto ed il contenitore si è schiantato nel deserto alla velocità di più di 300 km/h. Dopo il recupero, tuttavia, sembra che buona parte dei wafer che hanno raccolto le polveri siano recuperabili e gli scienziati potranno così eseguire le loro analisi.

L'osservatorio per i GRB, SWIFT, è stato lanciato con un certo ritardo il 20 novembre con un razzo Delta II della Boeing; si è portato a 600 km dalla Terra e sarà operativo alla fine di marzo 2005.

Il lancio del Deep Impact, previsto per il 30 dicembre, per diversi problemi è stato rinviato al 12 gennaio 2005 ma la finestra arriva fino al 28 gennaio.

Dopo un anno di attività sulla superficie di Marte i due rover Opportunity e Spirit, dall'analisi diretta delle rocce hanno stabilito alcuni punti fermi nel dibattito dei planetologi; sappiamo ora che parecchi miliardi di anni fa Marte era abbastanza caldo ed umido da avere mari salati poco profondi e probabilmente questi mari si sono formati e sono spariti in un alternarsi di periodi caldi ed umidi ed altri freddi e secchi che lasciavano pianure salate battute dal vento e questo ha prodotto depositi sedimentari e rocce alterate da acque salate ed acide.

La rielezione di George W. Bush alla presidenza degli USA con le elezioni del 2 novembre lascia per il momento invariate le prospettive dei futuri programmi spaziali verso la Luna e Marte. Il budget del 2005 per la NASA, approvato dal Congresso alla fine di novembre, ottiene un aumento del 4,5% rispetto al 2004 portandosi a 16,1 miliardi di US\$. Il Congresso ha anche espressamente posto la missione di manutenzione dello Hubble Space Telescope fra le maggiori priorità della NASA ma le ha assegnato fondi insufficienti. Dopo tanti contrasti fra fautori e contrari, fra cui l'Amministratore della NASA Sean O'Keefe che però è

dimissionario dal 13 dicembre, il destino di Hubble sembra ancora incerto. Una commissione della National Academy of Sciences ha concluso uno studio sostenendo la necessità di un intervento con gli astronauti a bordo dello shuttle piuttosto che con un sistema robotico, soluzione questa che la NASA sta considerando attualmente, ma in ogni caso i costi previsti sono molto alti.

La missione STS-114 del Discovery segnerà infine il ritorno dello shuttle in orbita ed è ormai stabilita con una finestra fra il 15 maggio ed il 3 giugno 2005.

Non c'è dubbio che la corsa allo spazio continuerà e diventerà più matura con programmi di collaborazione a lungo termine fra tutte le nazioni interessate ed anche l'Europa ha il programma Aurora per l'esplorazione dello spazio proposto fin dal 2001 ma, il rilancio dell'esplorazione umana richiederà tempo e sarà necessario uno sforzo tecnologico ed economico per produrre una nuova generazione di lanciatori e veicoli spaziali pilotati che dovranno sostituire i vecchi ormai tutti fuori produzione o obsoleti. Nel frattempo solo dai sistemi robotici dovremo attenderci le prossime più sensazionali scoperte. I programmi più ambiziosi potrebbero risentire di una crisi di risorse di fronte ai gravi problemi che oggi affliggono l'umanità.

Si deve segnalare infine che nel 2004 si sono concretizzate negli USA le prime iniziative promosse da privati per il turismo spaziale. Il primo turista spaziale è stato nell'aprile 2001 l'uomo d'affari americano Dennis Tito che pagò 20 milioni di dollari per farsi portare con il razzo russo Soyuz sulla Stazione Spaziale Internazionale ed un anno dopo lo stesso fece il miliardario sudafricano di internet Mark Shuttleworth. Ma l'incentivo per il turismo organizzato è stato dato nel 1996 dall'Ansari X-Price, un premio di 10 milioni di US\$ per il primo volo suborbitale interamente finanziato da privati che portasse, per due volte di seguito a distanza di due settimane, un pilota ed il peso di due passeggeri a oltre 100 km di quota con ritorno planato. Il premio riproponeva l'iniziativa di Raymond Orteg che nel 1919 aveva offerto 25000 US\$ per la prima trasvolata senza scalo dell'Atlantico da New York a Parigi o viceversa vinti poi in solitario da Charles Lindbergh nel 1927 a bordo dello Spirit of St. Louis. La sfida è stata ora raccolta dal filantropo miliardario americano Paul G. Allen con la Scaled Composites di Mojave, in California, la stessa che aveva costruito l'aereo Voyager con propulsore ad elica che con due persone ha fatto il giro del mondo senza rifornimento nel 1986. Si è sviluppato così un velivolo a razzo detto Space Ship One ed il team di Burt Rutan ha superato le prove vincendo il premio il 4 ottobre 2004. Subito dopo l'imprenditore Richard Branson della Virgin Airline ha previsto la costruzione di una flotta di questi velivoli e di inviare il primo passeggero nel 2007 al costo di 200000 US\$. L'ultima iniziativa è stata pubblicata on line il 9 novembre 2004 con un premio di 50 milioni di dollari offerto dalla Bygelow Aerospace di Las Vegas, fondata nel 1999 dal magnate alberghiero Robert Bygelow che progetta la costruzione di un albergo spaziale gonfiabile. Il premio è per chi realizza un veicolo spaziale che porti un equipaggio di almeno 5 uomini a 400 km di quota compiendo due orbite intorno alla Terra e ripeta l'impresa entro 60 giorni; l'offerta ha come scadenza il 2010. Non c'è che da attendere ed i turisti milionari non mancheranno. Il Senato americano ha infine approvato l'8 dicembre il Commercial Space Launch Amendments Act, una legge per regolamentare i voli commerciali umani nello spazio.

\*\*\*