

L'ASTRONOMIA DEL CITTADINO

di Franco Eugeni

con la collaborazione del Prof.Ing. Giovanni Ippoliti

Edizioni dell'AFSU

Settembre 2015

CAPITOLO 1

UNA PANORAMICA STORICO-EPISTEMOLOGICA SUL MONDO ASTRONOMICO

1.- INTRODUZIONE

Lo scopo di questo capitolo è di introdurre il lettore non esperto a quella che può essere la storia della esplorazione del mondo visibile. E' per scelta di scrittura l'eliminazione di una nomenclatura eccessivamente tecnica il che a volte comporta l'uso di una certa superficialità, ripagata da un aumento del numero dei possibili lettori. Riteniamo che questa ministoria possa essere letta con una preparazione culturale approssimativamente di Scuola Media Inferiore.

Fin dalle epoche antiche l'uomo ha tentato in tutti i modi, sia con la fantasia che con i fatti, di conquistare e comprendere l'ambiente che lo circondava, almeno quello visibile o parzialmente tale anche ad occhio nudo. L'uomo dunque ha costruito nella sua mente le più strane concezioni sia in merito alla forma della Terra che alla forma dell'Universo o Cosmo (da *Kosmos*, termine usato dai Greci). La Terra non era concepita inizialmente come una sfera, ma più come un piatto, mentre l'Universo era immaginato come una superficie sferica che ci circondava e che noi guardavamo dall'interno. Queste fasi descrittive sono oggetto della cosiddetta Cosmografia, che si occupa appunto della descrizione dell'Universo. Tale scienza è passata attraverso vari stadi, passando da una fase iniziale di tipo metafisico ad un'analisi molto accurata scaturita dall'acquisizione di nuove conoscenze in campo fisico che hanno fatto di essa una scienza avanzata. In altre parole, lo studio della Terra e dell'Universo hanno mostrato quella naturale dipendenza dal tempo, dalle religioni, dai costumi, dalla sociologia imperante al momento di ciascuna singola analisi.

La storia della conoscenza e dell'esplorazione della Terra e dell'Universo è lunga ed articolata e noi ne ripercorreremo le tappe essenziali soffermandoci sui vari salti epistemologici che hanno condotto l'uomo a tentare di comprendere il visibile di dove vive.

Quando l'uomo inizia a muoversi lungo la terra che aveva sotto i suoi piedi, egli comincia a comprendere che la sua forma era sferica ma, arrogantemente, pensa anche che essa fosse la parte principale e centrale dell'Universo. Anche se le prove indirette della sfericità della Terra sono molte, la visione diretta di una Terra sferica è recente. Il passo parallelo è l'esplorazione e la comprensione della forma dell'Universo; un'analisi della materia e dell'energia che lo compongono è lontana dall'essere alla nostra portata, per ora conosciamo il 10% di ciò che riempie l'Universo: il resto è materia oscura ed energia oscura, indicando con queste locuzioni la nostra ignoranza su qualcosa che c'è, ma che non sappiamo cos'è.

Il paragrafo 2, successivo a questa introduzione, quasi una seconda introduzione, tende a spiegare il rapporto emotivo mio, autore dell'articolo, con l'Osservatorio astronomico di Teramo ed il perchè io, che non sono un astronomo e nemmeno un fisico, mi sia imbarcato nel coordinamento di quest'opera. A partire dal terzo paragrafo il compito che mi sono dato è raccontare al lettore non esperto una storia, la storia dell'uomo che desidera comprendere e conquistare la Terra che abita e il cielo che la circonda. Questo compito non è facile, occorre essere sintetici ma non troppo, rimandare ad altre letture tutto ciò che è tecnica avanzata, non è facilmente divulgabile e forse nemmeno interessante divulgare.

I paragrafi successivi parlano della storia dell'esplorazione spaziale. A mio avviso, al lettore non specializzato, interessano le motivazioni storiche e le lente conquiste per analizzare lo stato dell'arte del rapporto sempre complesso tra la terra e lo spazio. Oltre quindi a comprendere i

fondamenti e gli aspetti epistemologici di questa ricerca affannosa, che è nata e continua a vivere con l'uomo, ne desideriamo comprendere gli aspetti umani, sociali, di aspettative deluse, le ipotesi errate, gli oscurantismi sia religiosi che politici.

Si arriva così, negli ultimi paragrafi, in collaborazione con Giovanni Ippoliti, agli ultimi resoconti relativi all'esplorazione dello spazio.

2.- La mia immagine personale Osservatorio V. Cerulli di Colleuranìa.

Sono Franco Eugeni e sono nato nel 1941 a Teramo, la città dove nel 1890-91 il Prof. Vincenzo Cerulli (1859-1927) costruì, a sue spese, l'Osservatorio Astronomico di Collurania che oggi porta il suo nome. Dall'abitazione dove sono vissuto dal 1953 al 1959, anno della mia iscrizione all'Università di Pisa, l'Osservatorio mi appariva nella sua distante bellezza tutti i giorni, in quanto era ben visibile, come, del resto, dalle due terrazze della mia casa di allora e da diverse finestre, in lontananza, era riconoscibile quella sorta di gigante addormentato che è il Gran Sasso. Dopo la fondazione dell'Osservatorio il Cerulli, allora Presidente della Società Astronomica Italiana, non nominò subito un direttore.

Con l'introduzione della figura del direttore, nel 1923, si aprì per Collurania un nuovo periodo di attività, con nuove strumentazioni e grande lavoro scientifico. Il primo direttore fu Giovanni Zappa e, dopo la sua prematura scomparsa, gli successe come direttore di fatto Luigi Taffara. Non posso ricordare l'astronomo Giovanni Zappa; egli fu a Teramo nel 1923 e aveva in animo l'acquisto di un riflettore di un metro di apertura da sistemare sulla collina a Sud dell'Osservatorio, cosa che avrebbe fatto di Collurania uno dei principali centri astronomici italiani; ma il progetto finì con la sua prematura morte. Uno dei suoi figli, Guido, era compagno di scuola di mia zia Italia, ed è stato, in Italia, il padre fondatore dell'Algebra come disciplina scientifica. Ho lavorato alcuni anni con il prof. Luigi Antonio Rosati, di cui Guido Zappa era il maestro, e ho ottenuto molti risultati da questo ottimo incontro. Ho incontrato Guido Zappa un paio di volte, mi avevano detto di non parlare con lui di Teramo, dove aveva i cattivi ricordi della morte del padre, e ho parlato quindi solo di Algebra. Dal novembre 1926 viene nominato un nuovo direttore, il prof. Mentore Maggini, che dà una forte vitalità dell'istituto, specialmente con l'introduzione della fotometria fotoelettrica grande novità per il tempo. Nel maggio 1941 muore improvvisamente Maggini e gli succede Giovanni Peisino che guida l'Istituto durante la guerra e, subito dopo, fino al 1956, anno in cui viene soppressa la figura del direttore dell'Osservatorio "V. Cerulli" e la direzione trasferita a Napoli nella persona del professore di astronomia di quella Università.

Per tornare a Giovanni Peisino, mi piace ricordare che da ragazzo, parlo della fine anni '40 e primi anni '50, ho avuto modo, nel salotto settimanale del mio prozio materno il Colonnello Umberto Adamoli, di conoscere il prof. Peisino, che riservò un'attenzione particolare ai miei interessi per la lettura ed in particolare per la fantascienza. Avevo anche scritto un breve racconto che mio padre Carlo, sempre molto disponibile, aveva diligentemente battuto a macchina; il prof. Peisino lo lesse con quella apparente simpatia che poteva generare lo scritto di un ragazzino di nemmeno dieci anni. La storia riguardava un viaggio nel tempo, effettuato da una astronave che si allontanava dalla terra ed era assorbita da un qualche fenomeno sconosciuto, diremmo oggi tipo tempesta magnetica. Non ricordo altro, lo scritto si è perso nei nostri traslochi e non sono in grado di ricostruire i dettagli. Nel periodo che frequentavo il Prof. Antonio Pompetti, amico personale di Peisino e conoscente poi di Tempesti, ho sentito parlare dell'Osservatorio come di qualcosa forse di leggermente antiquato, ma certamente come di una gloria per la città, gloria un po' datata. Sono stati comunque Peisino e Pompetti a dirmi che il mio interesse per la matematica implicava necessariamente un'iscrizione a Pisa. A quel tempo non esistevano ancora delle Università in Abruzzo.

Nel 1958 Peisino fu sostituito dal Prof. Piero Tempesti, un giovane astronomo, direttore facente funzioni, che ricordo molto rampante, inviato dall'Università di Napoli, struttura direttiva del nostro Osservatorio, come ricordato sopra. Tempesti supplì alla mancanza di personale seguendo e facendo laureare negli anni, in una specie di internato, ben quindici studenti. Utilizzò anche volontari locali tra i quali ricordo il prof. Gino Fulgenzi. Un episodio che voglio raccontare su Tempesti è il seguente. Una volta, in Banca, ero in fila per pagare qualcosa su incarico di mio padre; avanti a me vi era un signore che parlava abbastanza forte, con accento del Nord, in modo chiaro e, direi, con linguaggio che oggi diremmo tra il chiarificatore e il pedante. Forse egli cercava solo di capire dall'impiegato la logica di quello che si stava facendo e, forse, con una certa difficoltà. Piacque molto a me ragazzo, forse tredicenne, questo modello di uomo che, sostanzialmente, è quello dello studioso, abituato all'analisi, il quale a contatto del mondo reale si scontra con varie illogiche realtà giornaliere; è questa naturalmente un'analisi del ricordo, a posteriori. Ricordo, invece, che nella fila tra lui e me vi erano alcune persone di cultura forse più modesta rispetto al Prof. Tempesti, uno di questi cominciò a parlare forte e un altro gli disse, quasi sussurrando " ... sst! ... parla piano ... c'è l'astronomo!", con una sorta di timore reverenziale. E' forse sintetizzata in questa frase la genesi del rapporto Teramo – Osservatorio: *l'Osservatorio è la ! Teramo è qua!*

Tuttavia la dedizione e l'entusiasmo del prof. Tempesti portò avanti l'Osservatorio sino al 1974, reintroducendo anche il metodo della fotometria fotoelettrica. Nel 1974, il Direttore di turno dell'Università di Napoli, il prof. Mario Rigutti, riprese in prima persona la direzione, dando lo spunto iniziale per una trasformazione in senso moderno dell'Osservatorio di Collurania, purtroppo però senza quella crescita del personale ricercatore indispensabile per una vera ripresa dell'Osservatorio.

Il 1982 è l'anno in cui viene approvata un'ulteriore riforma degli osservatori: poteva essere l'occasione per ritornare a rispettare le volontà del fondatore ma, purtroppo, è stato invece l'inizio di un quinquennio di lotta e di angoscia per le sorti di Collurania, sfociato fortunatamente, nel 1987, nel riconoscimento dell'autonomia dell'Osservatorio e nella nomina a direttore del prof. Vittorio Castellani. Sono dovuti passare però altri tre travagliati anni prima che l'impegno e l'entusiasmo per una nuova vitalità dell'Osservatorio si concretizzassero con l'arrivo del nuovo direttore prof. Amedeo Tornambè e di giovani ricercatori, borsisti, e ospiti stranieri che, uniti nel comune lavoro di ricerca, hanno formato il gruppo di base di questa comunità scientifica.

Nel mio ritorno a Teramo, nel 1997, mi sono accorto che questa idea di allora è sopravvissuta indenne e con grande piacere ho scoperto che non è così.

Nel 1961, al tempo dell'eclissi di Settembre, assieme al gruppo dei cronometristi fummo cooptati per dare una mano. Mi toccò il compito di essere vicino al Prof. Tempesti con l'incarico di sparare un colpo da una pistola da starter al suo comando per avvertire qualcuno che non era lì vicino a fare qualcosa che non eravamo in grado di capire. Non vidi più il Prof. Tempesti fino al 2005, per una occasione che dirò più avanti.

Nel frattempo mi sono laureato a Bologna nel 1963, ho iniziato la mia carriera di professore incaricato (avevo 22 anni) e, nel 1965, sono entrato per concorso all'Università di Modena, nel ruolo degli Assistenti, che era il nome dei ricercatori di allora, nel 1969 mi sono trasferito all'Aquila dove ho conseguito la cosiddetta stabilizzazione sul posto (una specie di libera docenza *ope-legis*) e, dal 1978, stata ricostruita la mia carriera di Professore Associato di Geometria, posizione ottenuta in seguito a giudizio nazionale di idoneità, nel 1982, alla nascita del ruolo dei Professori associati. Il concorso del 1984 mi ha portato alla Cattedra di Istituzioni di Analisi Matematica e sono stato chiamato presso la Facoltà di Architettura dell'Università di Chieti. In questo periodo assieme ai colleghi prof. Ilio Adorisio, Uberto Crescenti, Mario Gionfriddo, Antonio Maturo, Aniello Russo Spena, Antonio Tancredi ed altri abbiamo rifondato l'Accademia dei Velati, che oggi presiedo, fondata anticamente nel 1598 e che gode di ottima salute come si evince dal sito www.apav.it.

Sono stato presso l'Università di Chieti fino al 1991, prima del mio trasferimento per chiamata all'Università di Roma e del successivo trasferimento a Teramo, sulla cattedra di Critica dei

Fondamenti della Matematica, nel 1997. Nel 2005 sono passato sulla Cattedra di Filosofia della Scienza.

Nel 1971 il Prof. Bruno de Finetti, allora Presidente Nazionale della Mathesis, mi conferì l'incarico di costituire in Abruzzo alcune sezioni Mathesis, cosa che feci con grande piacere a Teramo, a Pescara, a Chieti e all'Aquila. Nel 1977 sono entrato nel Direttivo Nazionale della Società e ne sono diventato Presidente Nazionale nel periodo 1999-2003. Inizia così anche il mio perenne giro di conferenze ovunque in Italia creandomi tanti amici, alcuni nemici, moltissimi fans. Anche se avevo perso di vista il prof. Tempesti mi sono incontrato molto spesso con il mio compianto amico prof. Gino Fulgenzi, matematico e politico, che da sempre è stato un collaboratore dell'Osservatorio e che ha più volte tentato di creare legami tra Osservatorio e Territorio. Ricordo che, circa nel 1975, quando fui nominato dal Ministero Presidente di una commissione di Corsi abilitanti costituita dai proff. Waldo Pirocchi (teramano ex ragazzo di via Panisperna), Italo d'Ignazio e ... avemmo l'onore di assegnare l'abilitazione al prof. Fulgenti, che tanto aveva già dato alla città di Teramo sia come docente che come cittadino. Attorno al 1982 Tempesti, a seguito dei giudizi nazionali di idoneità, i medesimi ai quali ho partecipato anche io, diventava Professore Associato nell'Università e lasciava l'Osservatorio. Non ho conosciuto il successore di Tempesti e nemmeno ho avuto modo di seguire le problematiche che ci furono, con tentativi di chiusura, prima della direzione di Castellani. Non ricordo bene in che periodo ho avuto modo di conoscere il Prof. Vittorio Castellani, che ho frequentato veramente poco, ma con il quale ho avuto un ottimo feeling. Purtroppo in quel tempo non ero a Teramo ed ero occupato in altre faccende.

Al mio trasferimento a Teramo ho conosciuto il nuovo Direttore, il prof. Amedeo Tornambè, e il suo vice prof. Oscar Straniero, attuale Direttore. Con loro ho incontrato altri personaggi come i proff. Enzo Brocato, Santi Cassisi ed altri, che operavano in un Osservatorio rinnovato, mobile a livello internazionale, impegnato in ricerche di altissimo livello. La cittadinanza teramana però ignorava sempre il tutto. Così come mi chiedevano: "*..ma in matematica vi è ancora qualcosa da scoprire? non ha fatto tutto Pitagora?...*", analogamente mi chiedevano: "*...ma cosa fanno gli Astronomi su all'Osservatorio, ma non hanno visto abbastanza? Non si stancano a stare tutta la notte a guardare le stelle ?...*".

E' curioso come la medesima domanda non si ponga per i laboratori del Gran Sasso, anche se molti cittadini, affascinati dalla fantapolitica, collocano la struttura tra le tante possibilità di luoghi di rifugio per ristrette oligarchie in caso di guerra nucleare. L'ipotesi che lì si faccia qualcosa di scientificamente importante è spesso visto con un sorrisetto che vuol dire : *io so!*

L'incontro con il gruppo di Tornambè è stato felice. Il Rettore Luciano Russi vedeva molto favorevolmente un legame con l'Osservatorio e con i Laboratori e ciò ci ha portato ad operare precise scelte: un Master in Astrofisica, di tipo residenziale, diretto da Tornambè e totalmente finanziato dall'Osservatorio, e un Dottorato in Astrofisica computazionale, diretto da me, che l'anno successivo è diventato Astrofisica ed Informatica. Due interessanti dottorati, questi, che, per coloro che hanno avuto la borsa è stata un'importante esperienza triennale di ricerca sul campo e per coloro che hanno usufruito del distacco la partecipazione al progetto *Storia dell'Osservatorio*, che oggi vede la luce proprio in questo volume e alle cui spalle ci sono quasi dieci anni di ricerca da parte di varie persone. Va anche ricordato che l'allora Presidente della Provincia di Teramo Claudio Ruffini ha collaborato fortemente all'operazione fornendoci ben due borse di dottorato. Lo scrivere una Storia di questa struttura è una vecchia ambizione degli studiosi teramani. La comunità teramana ha prodotto pochissimi uomini dediti alle Scienze, cosicché l'operazione di scrivere quanto più possibile su questo tema è stata una vera e interessante sfida. Personalmente non sono ne' un astronomo e nemmeno un fisico, sono un matematico prestatò alla filosofia ed alla comunicazione. Tuttavia quel po' di interesse che ho per il coordinamento di attività scientifiche mi ha portato a coordinare quest'opera che ritengo essenziale per la storia della Città di Teramo. Tra i nostri allievi di dottorato, sotto la mia supervisione, alcuni docenti di scuola secondaria hanno partecipato alla stesura di questo libro con parti essenziali, ottenute elaborando le loro tesi.

Parlo del prof. Gianluca Ippoliti, che ha scritto una tesi di dottorato sul fondatore e ha raccolto i pochi dati disponibili sugli astronomi Peisino e Zappa. Il lavoro di Ippoliti, seguito quasi integralmente dalla prof.ssa Daniela Tondini, è stato trasformato in un loro lavoro a quattro mani, riportato in questo volume, ma anche presentato al Convegno Nazionale di Storia della Matematica del; la prof.ssa Angela Ghiraldini ha scritto una tesi sull'opera del prof. Piero Tempesti, alla quale lo stesso prof. Tempesti, oggi novantenne, ha dato un notevole contributo. Da notare che la tesi della Ghiraldini, a suo tempo consegnata al Sindaco di Teramo, Gianni Chiodi, uno dei migliori sindaci che Teramo ha avuto, ha fatto sì che il Consiglio Comunale di Teramo conferisse la cittadinanza onoraria al Prof. Tempesti. C'è da ricordare in proposito che per molti anni il prof. Tempesti è stato Consigliere Comunale di opposizione, serio e costruttivo. Tempesti era legato al partito Comunista al tempo di amministrazioni della Democrazia Cristiana e la proposta di nominarlo cittadino onorario è venuta oggi da una giunta di destra. Devo dire che personalmente ho molto apprezzato l'evento, poiché ritengo la Scienza come qualcosa che deve essere, e spesso fortunatamente è, al di sopra della Politica. Ancora la prof.ssa Annamaria Viceconte ha scritto la sua tesi sul prof. Mentore Maggini, il terzo astronomo a guidare l'Osservatorio dopo il fondatore prof. Cerulli. Il lavoro della Viceconte ha visto la luce, anche grazie all'aiuto della nuora del Maggini, che ha messo a disposizione tutto l'archivio di famiglia. Il prof. Danilo Pelusi, essendosi occupato nel suo triennio di dottorato del laboratorio di elettronica dell'Osservatorio, ha presentato un lungo articolo su alcune macchine dell'Osservatorio.

3. Analisi storico epistemologica per una Scienza dell'Universo

La domanda fondamentale che ci poniamo è la seguente.

Come erano visti la Terra e il Cosmo dagli antichi ?

Il punto di partenza altri non è che tutto un insieme di miti riguardanti la creazione in quanto le speculazioni razionali e le teorie scientifiche intervennero più tardi e con enorme gradualità.

La domanda paradossale che l'uomo si pone è semplice: *se è vero che ogni cosa nasce da qualcosa, allora da dove nasce il mondo, il mondo che ci circonda?*

E' oggi noto che da un miliardo di anni fa ad oggi le due calotte polari si sono disciolte e riformate ben cinque volte! All'incirca 5 milioni di anni fa compaiono i primi esseri simili all'uomo, ma è circa nell'8.000 a.C. che l'ambiente terrestre tende ad assumere una conformazione simile all'odierna. Nascono i primi insediamenti, alla pastorizia si aggiunge l'agricoltura e la popolazione dall'esiguo numero di circa 3.000 abitanti tende a al raddoppio in periodi brevi. Nasce lentamente l'organizzazione sociale ed attorno al 5.000 a.C., in prossimità del Tigri e dell'Eufrate, in Mesopotamia (attuale Iraq meridionale), nasce la prima città-stato. Attorno al 4.000 a.C. si ha la scoperta dei metalli: il rame, il bronzo, ma anche di alcuni metalli nobili quali l'argento e l'oro.

Per tornare al problema della forma della Terra, una delle convinzioni che si erano maggiormente radicate nell'antichità, è stata l'idea di una *terra piatta*, ovvero pensata come una smisurata pianura circolare, come un piatto, circondata da abissi di acque nelle quali la sera si nascondeva o si tuffava il Sole, per risorgere da esse il mattino seguente. Le stelle erano immaginate come qualcosa di molto simile a lampade ad olio che, nel mondo visibile, ogni sera venivano accese, per rischiarare la notte e liberare l'uomo dall'angoscia del buio: erano gli Dei, i Creatori o il Creatore a provvedere a tutto questo. Indubbiamente erano tempi nei quali la logica umana era ingenua e le cognizioni scientifiche scarse o nulle.

Tuttavia questa ipotesi della Terra piatta aveva in realtà le sue giustificazioni, almeno in funzione della sana evidenza che emergeva dall'esame dei luoghi di osservazione quali le pianure che esistevano nella zona del Tigri e l'Eufrate. Con gli occhi di oggi, imitando l'osservazione di ieri, possiamo chiederci quale sia la *curvatura* della terra. Ricordiamo che la curvatura di una sfera è l'inverso del raggio e che la curvatura si assume di valore 0 per un piano, considerato come sfera di raggio infinito. Ricordiamo ancora che la misura di una circonferenza massima terrestre (approssimata ad una

sfera) è di 40.232 km, come calcolato da Eratostene fin dal 240 a.C. e che di conseguenza il raggio è circa 6406,37 km, quindi la curvatura secondo il calcolo di Eratostene è 0,001561. Questa misura è in realtà piuttosto prossima a zero e giustifica l'errore che è minimo. Tuttavia il modello della terra piatta sarà falsificato dal fenomeno delle navi all'orizzonte (le vele spariscono per ultime), notato da Aristotile nel 350 a.C. Sulla sfericità perfetta della terra vi saranno varie controversie fino a quando Newton, nel XVII secolo, spiegò la non perfetta sfericità a causa della rotazione che si compone con la gravitazione. La terra è schiacciata ai poli e si rigonfia all'equatore e il raggio è variabile.

L'uomo ha mantenuto queste credenze per lunghissimi periodi di tempo anche *erigendo monumenti incredibili* sui quali ancor oggi aleggiavano inspiegati misteri. Ad esempio *Stonage*, monumento di pietra risalente a circa il 2.000 a.C., sembra essere il più antico strumento astronomico conosciuto. Misteri astronomici aleggiavano anche attorno alle tre piramidi di Giza, non si ritenendosi casuale il fatto che esse siano perfettamente allineate con la stella polare.

La scienza che si sviluppò allora era un misto di piccole conoscenze acquisite, diventate bagaglio da tramandare, e altre cognizioni derivanti da immaginazioni prive di ogni fondamento, immaginazioni totalmente suggerite dall'illusione dei sensi, che si innestavano assieme a certezze religiose e terribili leggende, ma che scaturivano da quella necessità di spiegare comunque i fenomeni naturali, necessità indubbiamente connaturata con l'indole stessa dell'umana stirpe.

Gli *Indù*, ad esempio, pensavano la Terra, nella sua enorme estensione come appoggiata sul dorso di numerosi ed giganteschi elefanti i quali a loro volta si trovavano sulla schiena di una colossale tartaruga, ed erano questi animali, gli elefanti, che, con i loro movimenti, producevano i terremoti. Tale visione subì nel tempo numerose modifiche, rispetto alla primitiva leggenda; infatti nel XIV secolo a.C. gli *Indù* concepivano il mondo ripartito in terra, atmosfera e cielo. Al centro del tutto è il monte Meru, luogo ove viveva Brahma. Si alternano periodi di morte-rinascita, ovvero notte-giorno, ovvero caos-ordine di circa 2.000 milioni di anni, e ciò prelude a quella che sarà la futura teoria espansione-contrazione della cosmogonia moderna. I *Greci*, invece, hanno già una loro visione evolucionista secondo la quale vi sono periodici cataclismi dai quali pensavano derivassero delle creazioni-rinascite in una successione all'indietro nel tempo senza una origine infinita ed eterna. I monoteisti quali gli *Ebrei*, i *Musulmani* e poi anche i *Cristiani* credevano ad un inizio, nel quale un Dio aveva creato il tutto ed ad una fine: il momento del giudizio finale universale, idea questa oggi sposata dal cosiddetto illusorio *movimento creazionista* che si oppone al più scientifico *sistema evolucionista* originato dalle teorie di Darwin.

Prima gli Egizi e poi i Romani hanno identificato il cosmo come luogo abitato dagli Dei e questa idea è ancor oggi sentita irrazionalmente nell'immaginario collettivo.

Nel 3500 a.C. in Mesopotamia i Sumeri (più o meno i moderni Iracheni) inventano la scrittura. Nel 2000 a.C. ancora i Sumeri scriveranno i primi capitoli della matematica, con la loro *numerazione in base 60*, e dell'astronomia, probabilmente raccogliendo le cognizioni rudimentali di altri popoli. Essi osservano anche il cielo e cominciano a notare alcuni fenomeni periodici, quali il fatto che alcune stelle sono visibili in *certi periodi dell'anno e che passano 365 giorni* perchè il Sole torni nella medesima posizione; hanno inoltre scoperto che *tra due lune piene trascorrono 29 giorni*. Quando sono stati conquistati dai Babilonesi, essi avevano preso coscienza anche dei *pianeti (stelle vaganti) Mercurio, Venere, Marte, Giove, Saturno* e avevano compreso che *nei moti del cielo entravano in gioco i numeri*. Dai Babilonesi, i loro conquistatori, ci sono pervenute alcune prime descrizioni che rappresentano la Terra a forma di piramide situata al centro di una volta sferica solida, sopra quale il Sole e la Luna circolano su carri trascinati dalle nubi.

L'idea è andata con il tempo modificandosi; nel 1800 a.C. alcuni studiosi di Babilonia, probabilmente da ritenere i primi astronomi, tentano una prima ingenua descrizione dell'Universo. I corpi celesti sono pensati come appesi ad una volta ideale che avvolge quello che era il nostro universo visibile. Sono noti, oltre al *Sole* e *alla Luna*, i pianeti (che ebbero nomi degli dei): *Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno*. Un totale di sette ai quali si ispirava la divisione della settimana. Parimenti in campo legislativo nel 1775 a. C. viene promulgato il codice di Hammurabi: la prima legge scritta! Si adotta il sistema numerico dei Sumeri a base sessagesimale. Il numero sessanta si poteva dividere per i suoi numerosi divisori (30, 20, 15, 12, 10, 6, 5, 4, 3, 2) e anche la *circonferenza si divideva in 360 parti (60 X 6)*, il sole impiegava 365 giorni percorrendo circa un grado al giorno, l'ora era di sessanta minuti e il minuto era di sessanta secondi. Esisteva un

calendario legato ad un preesistente calendario egizio. Sono i Fenici che nel 1500 a.C. inventano il *primo alfabeto*, con lettere e parole, che soppianta le vecchie lingue in circolazione dei Sumeri, Egizi e Cinesi. Questi sistemi Terra – Universo subiscono continue modifiche per effetto delle cognizioni astronomiche che via via entrano nel bagaglio culturale umano. D'altro canto, fin dal ventesimo secolo a.C., l'astronomia era già coltivata sia presso gli Indiani e, ancor più, presso gli Egiziani che avevano elaborato i loro ingenui sistemi cosmici, nei quali tuttavia si può intravedere la sensazione della presenza di fenomeni evolutivi.

Nel 1800 a.C. gli astronomi babilonesi, o meglio i sacerdoti astrologi, che avevano fatte proprie le conoscenze dei Sumeri, le perfezionano iniziando anche a studiare le regole di calcolo. Il codice di Hammurabi, re di Babilonia, datato 1775 a.C. è giunto fino a noi, come simbolo della saggezza entrata nel mondo di allora. Essi tentano anche la scrittura di un trattato sul cielo che li circonda. La loro ipotesi li porta a pensare ai corpi celesti come oggetti "appesi" ad una volta ideale, che ingloba tutto l'universo a loro visibile. Le loro conoscenze passano al mondo egizio e al mondo greco. Ma sono i Fenici, nel 1500 a.C., i comunicatori dell'antichità, che, con l'invenzione dell'alfabeto, semplificano sia la scrittura cuneiforme dei Sumeri che i geroglifici egiziani. Gli stessi inventano pure i remi, strumento base per la navigazione, e l'esplorazione, e scoprono riferimenti stellari come *l'Orsa maggiore*.

Con l'anno 1000 a.C. si entra nell'*era del ferro*: una enorme rivoluzione.

Rapidamente riportiamo alcuni avvenimenti:

1570 a.C. – Gli Egizi spostano la loro capitale a Tebe e per tre secoli hanno il ruolo di potenza predominante.

1.100 a.C. – I Fenici, con l'invenzione dei remi, con lo studio delle costellazioni (in particolare dell'Orsa Maggiore) e con lo studio delle correnti marine, iniziano la conquista dei mari del Nord Africa e del Mediterraneo.

1000 a.C. – Nascono le prime leghe metalliche e l'uso del bronzo. Mescolando carbonio e ferro nasce l'acciaio. I barbari Dorici invadono la Grecia usando armi d'acciaio con le quali sconfiggono i Micenei che usavano armi di bronzo.

700 a.C. – Gli Etruschi hanno il loro breve periodo di fulgore: perfezionano l'arco, arma micidiale, e controllano Roma dalla fondazione ai suoi primi duecento anni.

753 a.C. – Fondazione di Roma.

585 a.C. - Si osserva un'eclisse solare, del resto prevista da Talete (640/624 a.C. – 547 a.C. circa), e sia Talete, sia gli altri filosofi della sua scuola si convincono della *sfericità della Terra*. E' proprio Eudosso (408 a.C. – 355 a.C.), che in relazione al moto dei cinque pianeti conosciuti, del Sole e della Luna, ideò un sistema che vede la terra al centro di un sistema formato da 26 sfere ideali e concentriche delle quali tre erano per il Sole, tre per la Luna e quattro per ciascuno dei cinque pianeti; il tutto era contornato dalla sfera fissa destinata alle stelle. Il sistema fu ampliato da Callippo di Cizico (370 a.C. – 300 a.C. circa), contemporaneo di Eudosso.

540 a.C. – Senofane fugge da Colofone in Asia Minore per l'arrivo dei Persiani, si rifugia in Sicilia e scopre alcune cave di pietra con *impronte di pesci e molluschi*. Ispirandosi al mito greco di Deucalione e Pirro e del diluvio universale ne conclude una *periodicità dei diluvi* e degli eventi catastrofici.

Pitagora (570 a.C. – 496 a.C.), osservando le stelle, scoprì che il luminoso pianeta che appariva al tramonto era lo stesso che si osservava il mattino subito prima della nascita del Sole. A questa "stella del mattino" diede il nome di Afrodite, nome che i Romani cambiarono in *Pianeta Venere*. Pitagora tra l'altro sosteneva anche che la terra è di forma sferica. Si data al 520 a.C. la scoperta del *Teorema di Pitagora*.

Eraclito (535 a.C. – 475 a.C.) afferma che la terra è di forma sferica.

500 a.C. – I Fenici *circumnavigano l'Africa*. In Egitto si diffonde l'*abaco*, primo strumento di calcolo. Compare in Egitto la meridiana e si comincia a dividere la giornata in ore. Ecateo di Mileto (550 a.C. – 476 a.C.) disegna le prime *carte geografiche* del mondo e Alcmeone di Crotona (V sec. a.C.) inizia l'operazione, peraltro proibita da credenze religiose, di *dissezione dei cadaveri*.

Scopre la differenza tra *vene ed arterie* e ipotizza che gli organi di senso sono collegati al cervello. Democrito (460 a.C. – 360 a.C.) formula la *teoria dell'atomo*, pensato come parte piccolissima e indivisibile,

428 a.C. – Muore Anassagora che era stato incarcerato per aver sostenuto che il Sole e la Luna sono oggetti del mondo naturale e non hanno origine divina.

Da notare che nel 420 a.C. Ippocrate (460 a.C. – prima del 377 a.C.) sostiene che le malattie non sono oggetto di maledizioni, ma di cause naturali che egli erroneamente individua nella mancanza di equilibrio tra quattro umori : sangue, flegma, bile gialla e bile nera!

387 a.C. – Platone fonda l'*Accademia di Atene*, che formò filosofi per più di 800 anni.

Interessante ricordare che nel 352 a.C. alcuni astronomi cinesi osservano e descrivono un qualcosa che oggi sappiamo essere stato l'esplosione di una *super nova*.

Fin dal 350 a.C. (IV secolo a.C) si pensa che, presso la scuola di Atene, cominci a prendere corpo la convinzione che la terra non potesse essere piatta ma rotonda, come aveva sostenuto Eraclito, e si diffonde tale idea.

Il grande filosofo Aristotele (384 a.C – 322 a.C), il maestro di Alessandro Magno (356 a.C. – 323 a.C.), conquistatore del mondo di allora, formula una sintesi di tutta la scienza del suo tempo. Scrive il *De Coelo* fornendo un'immagine del “cielo” nel quale, a partire dalla *sfericità della terra*, pone la Terra al centro dell'universo e immagina tutti gli altri corpi celesti in moto intorno ad essa. Non vi sono dubbi che su questa idea si baserà l'intera teoria tolemaica (I secolo d.C.). Con Aristotele si prende coscienza che una teoria scientifica è correttamente formulata allorchè la teoria stessa sappia rispondere ai quesiti che l'uomo si pone. Aristotele, con la sua visione dell'Universo, spiega l'ipotesi che la *terra* sia *sferica* e non piatta con un'intelligente osservazione sul fatto che, osservando una nave che si allontana verso l'orizzonte, prima ne sparisce la parte inferiore e poi quella superiore. Osserva ancora che durante le eclissi lunari si proiettano ombre della terra circolari e fa notare che le stelle si alzano a settentrione (est) e tramontano a meridione (ovest). Aristotele inoltre ipotizza che, insieme ai quattro elementi (acqua, terra, aria, fuoco) di Talete, esiste un quinto elemento che egli chiama *etere*, elemento del quale sarebbe pieno il cielo. La Terra è pensata al centro dell'Universo con tutti gli altri corpi in moto attorno ad essa. Il *sistema di Eudosso-Callippo dell'Universo* è un ampliamento del sistema di Eudosso con l'aggiunta di altre sette sfere. Così nasce un *sistema aristotelico dell'Universo*, ripreso dal sistema di Eudosso con le 26+7 sfere e con un ulteriore aggiustamento, cioè l'aggiunta di altre 16 sfere per un totale di ben 49 sfere concentriche tutte in movimento, aventi nel loro comune centro la Terra, sferica ed immobile. Questa visione precorre quella che sarà la teoria tolemaica del I secolo a.C.

Riveste tuttavia particolare importanza l'insieme delle teorie che Aristotele espone nel trattato *De Caelo* in merito alle diverse prove della sfericità della Terra, la più importante delle quali si riferisce alla forma naturale: Aristotele, pur ritenendo che la Terra esiste *ab aeterno*, ne giustifica la sfericità con l'ipotesi che essa sia stata generata nell'ambito del grande evento cosmico che ha dato origine all'Universo, ma, a differenza di alcuni filosofi suoi contemporanei, che la pensavano originata dall'agglomeramento attorno al centro dell'universo di infinite particelle spinte verso il centro stesso dal movimento rotatorio del cielo, egli ritiene che queste infinite particelle generatrici, distribuite uniformemente attorno al centro dell'Universo, dotate di scorrevolezza e fluidità simili a quelle dell'acqua, abbiano dato origine ad una sfera, perché portate con moto ad esse naturale verso quel centro dalla propria tendenza. A comporre il dissidio intervenne poi, duemila anni dopo, Newton con la scoperta della legge della gravitazione universale, dando evidentemente maggior peso alle opinioni di Aristotele che considerava già la materia come dotata di quella proprietà naturale che ora va sotto il nome di legge di campo. Aristotele, nel trattato *De Coelo*, accenna a matematici e geografi del suo tempo che si occuparono della misura del circolo massimo della Terra, mentre nessun accenno egli fa in merito al metodo da essi impiegato in queste misure e conclude dicendo che la Terra è sferica, ma anche non grande, visto che un modesto spostamento dell'osservatore sulla superficie terrestre produce un ben visibile cambiamento di posizione, rispetto all'orizzonte, delle stelle zenitali prese come punto di riferimento; dal che si arguisce che il metodo impiegato da questi primi matematici è basato sulla determinazione dell'angolo compreso fra le verticali nei due punti estremi di una base di lunghezza nota, come vedremo anche in seguito. Si passa, per la prima volta, dal concetto di una Terra grande, smisurata, al concetto di una Terra non grande, ed anzi se ne ottiene per la lunghezza del suo circolo massimo un primo valore, 400.000 stadi. Un'approssimazione di questo valore dipende dal tipo di unità di misura impiegato: lo Stadio Delfico (148,6 m) oppure lo Stadio Olimpico (184,4 m). Per quanto ci si avvicini di più al vero nel primo caso (circolo massimo uguale a 59 milioni di metri), pure, numerosi storici ritengono che lo stadio impiegato nelle misure di

cui si tratta, dai geografi del tempo di Aristotele, sia lo stadio olimpico; e in questo caso risulterebbe, per la lunghezza del circolo massimo terrestre, il valore di 74 milioni di metri.

Aristarco di Samo (310 a.C. – 230 a.C.) si oppone ad Aristotile sostenendo che al centro dell'Universo vi è il sole, mentre sia la terra che la luna e gli altri pianeti vi girano intorno. Aristarco, con l'introduzione dei primi elementi di trigonometria, tenta di calcolare le dimensioni del sole, della terra e della luna. Scopre che il sole è venti volte più lontano che non la luna, ma non ebbe gran considerazione dai suoi contemporanei.

Nel 300 a.C. viene fondata la biblioteca di Alessandria che diventerà la più grande del mondo d'allora.

Nel 240 a.C. – Eratostene (276 - 196 a.C.) calcola la circonferenza della terra, gli astronomi cinesi individuano una cometa che prenderà, nel 1758, il nome di cometa di Halley. Le misure riportate da Aristotile nel *De Coelo*, precedono, di circa un secolo, quelle già degne di essere chiamate operazioni geodetiche, compiute da Eratostene nella valle del Nilo per desiderio di Tolomeo Evergete. Quarant'anni dopo il calcolo di Aristarco i metodi nuovi permettono ad Eratostene di stabilire che la *circonferenza terrestre è 40.232 Km.*, misura incredibilmente corretta alla quale i contemporanei non crederono. La metodologia utilizzata si basava sulla conoscenza della distanza tra Syene ed Alessandria e sullo spostamento del sole su Alessandria di 7 gradi rispetto allo Zenith. Eratostene, indubbiamente grande mente poliedrica, aveva elaborato le sue metodiche di calcolo così bene, da suscitare l'ammirazione entusiastica di Plinio, che, nella sua *Naturalis Historiae*, scrive di lui:

“.. Eratostene, operoso in ogni ricerca scientifica, ma soprattutto nelle operazioni geodetiche, trovò la circonferenza del circolo massimo terrestre di 252.000 stadi ossia di 31.500 miglia della misura romana (40.232 Km), risultato accertato da tutti, conseguito con lavoro improbo, ma con procedimento tanto rigoroso che è vergogna non crederci”.

E' interessante osservare, nel nostro contesto di legame con la storia dell'Osservatorio di Collurania (Teramo) che uno degli astronomi di tale osservatorio, il triestino Giovanni Peisino (1890-1985) fin dalla sua tesi di Laurea studiò a fondo la metodologia di Eratostene, argomento che riprese nel 1980 per un articolo dal titolo: G. Peisino, *L'alba di una scienza le operazioni geodetiche di Eratostene (III secolo a.C.) per la misura del raggio della Terra*, *Astronomia*, 1980. Questo lavoro è un rifacimento dello scritto del medesimo autore dal titolo: G. Peisino, *Notizie sul metodo di Eratostene*, allegato alla sua tesi di Laurea, Torino, 1915. Entrambi gli articoli in questo volume sono riportati nel capitolo dedicato a Peisino oltre ad essere reperibili anche su Internet.

Nel 200 a.C. – I greci inventano l'astrolabio, strumento per navigare seguendo le stelle. Nel 165 a.C. i cinesi osservano le macchie solari e misurano la circonferenza terrestre.

Nel II secolo a.C. domina la figura di Ipparco di Nicea (190 a.C.-120 a.C.), considerato *il più grande astronomo dell'antichità* e il primo astronomo d'osservazione. Le osservazioni scientifiche d'Ipparco sono andate quasi del tutto distrutte. Ipparco, come pare certo, costruisce strumenti, scopre il fenomeno della *precessione degli equinozi*, la misura esatta dell'anno e delle rivoluzioni lunari e la durata delle stagioni.

Passato alla storia come illustre metereologo, si attribuisce ad Ipparco una carta stellare con oltre un migliaio di stelle individuate con estrema precisione e il calcolo della precessione degli equinozi. L'opera di Ipparco, il *Parapegmo*, non ci è pervenuta se non in frammenti; il trattato sembra sia stato compilato, a Rodi, in oltre 36 anni di assiduo lavoro. Ma la cosa più interessante è che ad Ipparco si attribuisce il calcolo della *distanza della Terra dalla Luna, valutato in 386.220 km*. Per ottenere il risultato è probabile che Ipparco abbia perfezionato la trigonometria, e accettato la misura di Aristarco della circonferenza terrestre dalla quale si è ricavato la misura del diametro terrestre in ragione di 12.875 Km.

Nel 100 d.C. i cinesi scoprono il metallo magnetico e costruiscono delle bussole rudimentali che indicano il nord. Scoprono anche la creazione da stracci e legno della carta. Sene prenderà coscienza in europa nel 1300 circa!

Sulla fine dell'ultimo millennio a.C., Giulio Cesare, dominatore incontrastato del mondo di allora, pur essendo un grande ammiratore del calendario egizio, incaricò l'astronomo greco Sosigene d'Alessandria (I sec. a.C.) di costruire un nuovo calendario che prese il nome di *calendario giuliano*. In tale calendario l'anno è composto da 365 giorni, con mesi di 30 e di 31 giorni. Ogni quattro anni (anni bisestili) si aggiunge un giorno. Questo sistema sul lungo tempo, accumulandosi minuti di ritardo, portava degli inconvenienti, quali ad esempio lo spostamento di alcune date. Così il calendario giuliano subì una correzione, fatta 16 secoli dopo sotto Papa Gregorio XIII, nel 1582. Il nuovo calendario si chiamò *calendario gregoriano* ed è quello in uso ancora ad oggi.

I secolo d.C. – Nel 44 a.C. viene assassinato Giulio Cesare e Cesare Augusto diviene Imperatore. Sotto di lui, dal 4 a.C. al 29 a.C. vi è la breve vita di Gesù Cristo e l'inizio della religione cattolica.

Il geografo Pomponio Mela (I sec. d.C.) descrive, a partire dall'ipotesi della sfericità della terra, l'esistenza del ghiaccio ai poli e la linea calda dell'equatore.

Il medico greco Pedanio Discordide, nel suo trattato farmacologico, primo nel suo genere, *De materia medica*, descrive oltre seicento piante dalle quali trarre medicinali.

Plutarco (46-120 d.C.) scrive la prima opera di fantascienza parlando di un personaggio che dotato di ali raggiunge la luna e la scopre abitata da nostri simili.

I secolo d.C. – Claudio Tolomeo (100-170 d.C.) espone nell'*Almagesto* la sintesi di tutto il sapere astronomico da Aristotile a Ipparco. Per lui l'universo era contenuto in una sfera di raggio pari a ventimila raggi terrestri (circa 6500 km), sulla quale erano situate le stelle fisse. La sua teoria, detta *teoria tolemaica*, era ispirata chiaramente alle teorie di Aristotile ed Ipparco, ma risultava più complessa e raffinata. L'aspetto più significativo è rappresentato dalla cosiddetta ipotesi geocentrica, secondo la quale la terra era immobile al centro dell'Universo assieme a tutto un sistema di sfere concentriche sulle quali tutto si muoveva per opera divina. La prima sfera (da 33 a 64 raggi terrestri) conteneva la luna, poi quella di Mercurio, poi Venere e così via fino ad arrivare a Saturno che confinava con le stelle fisse.

Dalla teoria tolemaica all'avvento della teoria copernicana il mondo dell'astronomia è stato invaso da studi e credenze di Astrologia, materia che per secoli ci allontana da considerazioni scientifiche.

Il periodo di cinque secoli che va da Aristotele a Tolomeo è ricco di eventi di particolare importanza e si può dire che in esso siano definitivamente maturate le idee relative alla sfericità della Terra, idee rese ormai quasi evidenti dall'abbondante patrimonio scientifico derivante dalle osservazioni astronomiche e in particolare dalle osservazioni delle eclissi lunari.

Pensando alle idee primitive di quei tempi bisogna ammettere che il sistema delle sfere concentriche era un prodigio di finezza concettuale e di regolarità, tanto aderente alla realtà osservata da "reggere" per oltre cinque secoli, sino all'avvento dell'altrettanto maestoso e ingegnoso sistema geocentrico di Tolomeo, basato anch'esso più sulla congettura che non sui principi scientifici che già scaturivano abbondanti dalle osservazioni celesti presso i Pitagorici. Tolomeo, infatti, ricorse ancora, nella sua teoria degli epicicli e degli eccentrici, a congetture del tutto artificiali, raggiungendo lo scopo di rappresentare i movimenti dei corpi erranti con un'approssimazione grandissima, tanto che il suo sistema dominò incontrastato sino all'inizio del 1500.

II secolo d.C. - L'oratore e filosofo Luciano di Samosata (120 d.C. – 180 d.C.) scrive un secondo libro di fantascienza dal titolo *Vera Historia* in cui narra di un vascello risucchiato da un ciclone e portato sulla luna. Sulla luna vi sono ragni velenosi e uccelli a tre teste occupati in perenni ed assurde guerre. L'opera cominciò a far pensare alla luna come un ambiente vivo ed alternativo.

Al tempo di Nerone (37 d.C. – 68 d.C.) il ben noto Seneca predisse che al di là dell'Atlantico vi fossero altri continenti, come fu poi scoperto ufficialmente nel 1492 da Colombo.

250 d.C. – Diofanto di Alessandria espone i suoi risultati nel trattato di Algebra, ma l'Astronomia è sempre più messa nell'angolo e la Chiesa, per spiegare l'origine del mondo, impone la descrizione di quanto riportato nella Bibbia e nel capitolo della Genesi.

E' noto che nel 300, Ambrogio da Milano, poi santificato, riteneva sconveniente occuparsi di Astronomia, essendo questa una disciplina in disaccordo con la fede religiosa.

Lo stesso Agostino (354 d.C. – 430 d.C.) era un forte censore di tutta quella scienza che metteva in discussione quanto affermato nelle sacre scritture.

Il *sogno di Scipione*. Sul finire del suo libro sullo stato, Cicerone, il famoso oratore romano, narra che Scipione Emiliano dalla via Lattea immagina di osservare l'Impero Romano e nota come questo si riduca ad un insignificante punto. Ciò simboleggia sia la brevità sia il fatto che ogni grandezza terrena si riduce ad un niente davanti alla grandezza cosmica.

IV secolo d.C. - L'Imperatore Costantino (274 d.C. – 337 d.C) fa bruciare la biblioteca di Alessandria ed unifica le tre religioni del Sol invictus, del culto del Dio Mitra e della nascente religione cattolica. Prevale il nome di quest'ultima ma tutto l'assetto dottrinale è definito dalla politica di Costantino e dal Concilio di Nicea (325 d.C.). Nel seguito, a partire dall'incendio della biblioteca di Alessandria, tutta la cultura laica sarà cancellata, spariranno tutti i tesori letterari e scientifici che i secoli avevano prodotto e la cultura sarà indirizzata su piani dottrinali ispirate alle sacre scritture.

Papa Giovanni XXI condanna come eretiche le 219 proposizioni enunciate da Tommaso d'Aquino (1225 - 1274) che tra le altre cose ipotizzava una limitazione dell'influenza di Dio sull'Universo.

Nel 395 d.C. l'ultimo Imperatore dell'Impero Romano d'Oriente romano degno di questo nome è Teodosio. E' lui che divide l'Impero Romano in due parti, l'Impero Romano d'Oriente al figlio Arcadio con capitale Costantinopoli e l'Impero Romano d'Occidente al figlio Onorio con capitale Ravenna. Nel 476 d.C. sotto l'Imperatore Romolo Augustolo cade in modo definitivo l'Impero Romano d'Occidente. Sopravvive quello d'Oriente.

Per lunghi anni alle scienze ed all'astronomia non si riserva particolare attenzione, risorge la matematica per opera di Al- Khwarizmi (780-850) che tenta pure una misura di meridiano per un tratto tra Tadmur e Raqqa. E' nell'800 che presso Bagdad rifioriscono scienze come la Fisica, la Medicina e l'Alchimia.e si ha anche una sensibile ripresa dell'osservazione della volta celeste. Nascono numerosi centri e si diffonde l'uso degli astrolabi. Uno dei primi astronomi costruttori dello strumento fu Alì ibn Jsa, detto al-Astrolabi. Sempre in Asia il matematico Abu-l-Wafa, a Bagdad, introduce la trigonometria sferica e perfeziona la trigonometria. L'Astronomo Abd ar-Rahaman as Sufi riprende e perfeziona il catalogo delle stelle fisse redatto da Tolomeo e disegna una carta del cielo superata solo dagli atlanti stellari redatti in tempi moderni.

Sempre dal mondo arabo inizia a farsi avanti l'idea degli strumenti di ingrandimento e l'Astronomo Alhazen si occupa dei primi studi sulle lenti concave e convesse. Nel suo *Ottica* spiega che gli occhi vedono perché captano le radiazioni luminose e non perché siano loro ad emettere raggi.

Sono passati 1000 anni !

Nel 1054 si verifica un grande fenomeno celeste: viene osservata la prima esplosione di una supernova che la storia dell'uomo ricordi. Si osserva il fenomeno molto bene dalla Cina e le descrizioni lasciate parlano dell'improvvisa apparizione di una stella di notevole luminosità all'interno della costellazione del Toro. Oggi ci è noto che l'esplosione produsse la nascita della nebulosa del Granchio, che ha al suo interno la stella Pulsar 0532, (che è il) residuo della supernova esplosa.

Nel 1095, mentre Papa Urbano II bandisce la Prima Crociata molte opere arabe sono tradotte in latino e in greco e tra queste anche l'*Almagesto* di Tolomeo.

Dopo il 1100 l'invenzione della bussola, ad Amalfi, rende più facile un orientamento in mare.

Un interessante personaggio è il Re Alfonso X di Spagna (1221-1284), detto il saggio, che regna fino al 1284. Diede molto spazio all'Astronomia e conferì ai suoi astronomi l'incarico di perfezionare le tavole dei moti planetari che erano state elaborate da Tolomeo. Le nuove tavole presero il nome di *tavole alfonsine*.

Nel 1301 un astro con la coda, cioè una cometa, solca i cieli d'Europa. Viene ritratta in *L'adorazione dei Magi* (1303), opera di Giotto di Bondone (1267 - 1337), conservata a Padova presso la Cappella degli Scrovegni.

Il 1454 è l'anno dell'invenzione della stampa.

Il 1492 è l'anno della scoperta dell'America. Curioso particolare è che chi credeva alla misura della circonferenza terrestre di Eratostene (di 1700 anni prima), di 40.232 Km (in realtà, come oggi sappiamo misura reale), riteneva che, per raggiungere l'India dalla parte delle colonne d'Ercole, occorresse percorrere 19.000 Km, cosa invece impossibile. Cristoforo Colombo riteneva, da un lato, la terra più piccola e, d'altro, pensava pure che l'Asia si estendesse maggiormente in misura superiore al reale verso est. In realtà l'impresa riuscì perchè vi era un continente nel mezzo: il continente americano. Precisamente Colombo raggiunse, dopo sole sette settimane di navigazione, l'isola che chiamò di S. Salvador, convinto di aver raggiunto le Indie.. .

Nel 1498 Vasco de Gama raggiunge effettivamente le Indie, precisamente Calcutta.

Nel 1497 Giovanni Caboto, per incarico degli Inglesi, scopre Terranova e la Nuova Scozia.

Nello stesso anno Amerigo Vespucci esplora l'America del Sud e tira le somme sulla consistenza del nuovo Continente.

Nel Rinascimento le osservazioni astronomiche si erano largamente diffuse ed il loro interesse era oltremodo crescente. La Chiesa appoggia ancora fortemente l'ipotesi geocentrica della teoria tolemaica. Leonardo da Vinci (1452-1519) riaccende l'immaginazione scientifica delle menti più illuminate.

In pittura e in architettura Leon Battista Alberti, Brunelleschi, Masaccio e Piero della Francesca inventano la "prospettiva", che, attraverso l'uso della matematica, rende possibile la rappresentazione tridimensionale della natura e degli oggetti partendo da un nuovo "punto di vista". Parimenti, nelle scienze, Leonardo da Vinci affronta la ricerca secondo un'ottica differente adottando, cioè, per primo un approccio interdisciplinare allo studio della "Natura" e trasferendo da un "mondo" all'altro le proprie conoscenze, con conseguenti importanti innovazioni in pittura come in scultura, in architettura come nella scienza.

La "macchina volante" è sicuramente l'intuizione che più ci affascina e si avvicina al tema della Conquista dello Spazio.

Leonardo è ammaliato dall'idea del volo e dalla possibilità di volare.

Dallo studio della "Natura" e, in particolare, dall'osservazione del volo degli uccelli, Leonardo arriva alla definizione dei parametri principali che governano il "volo". È del 1505 la conclusione del suo *Codice sul Volo degli Uccelli* (Torino, ex-biblioteca reale) in cui colpisce il disegno della "vite aerea", uno dei lavori più noti ed eclatanti del Maestro, in cui è chiara l'anticipazione del concetto di elicottero.

Così Leonardo scrive:

"[...] trovo, se questo strumento a vite sarà ben fatto. cioè fatto di tela lina, stoppata i suoi pori con amido, e svoltato con prestezza, che detta vite si fa la femmina nell'aria e monterà in alto".

Le osservazioni astronomiche, che durante il Rinascimento si erano moltiplicate, dimostravano sempre di più l'erroneità della teoria geocentrica.

4. La conquista dello spazio nell'eta' industriale

Nel 1505 Leonardo da Vinci (1452 - 1519) pubblica il *Codice sul volo degli uccelli*, nel quale sono definiti i parametri fondamentali del volo ivi compreso il disegno della *vite aerea* fenomeno sfruttato, qualche secolo dopo, nella costruzione degli elicotteri. E' uno dei primi ad asserire che la Terra non è al centro dell'Universo, afferma che la Luna non brilla di luce propria ma di luce riflessa del Sole, intuisce che la terra è sottoposta a periodici mutamenti geologici.

Nel 1519 Ferdinando Magellano (1480 - 1521) .circumnaviga il continente americano attraversando lo stretto, che porta il suo nome, tra la terra del fuoco e l'Antartide, stretto nel quale le tempeste sono terribili, e raggiunge un mare nuovo, calmo e tranquillo, che battezza con il nome di Oceano Pacifico. La flotta raggiunge l'isola di Guam e le Filippine. Nel 1522, Magellano muore.

Nel 1543 l'astronomo polacco Niccolò Copernico (1473-1543), nel 1543, anno della sua morte, pubblica *De revolutionibus orbium coelestium*, che già circolava da qualche anno ma che era stato tenuto in sospenso per il timore di scomunicarlo. Nel testo si formula l'ipotesi che la terra gira attorno al sole e si spiega il modello del sistema solare. Nonostante avesse astutamente dedicato il libro a Papa Paolo III, l'ipotesi copernicana, oggi così ovvia, non fu formalmente accettata dalla Chiesa, fino alla riforma del XVII secolo, e il libro venne messo all'indice per ben tre secoli.

Ancora nel 1572 l'astronomo danese Tycho Brahe (1546-1601), bravissimo costruttore di raffinati strumenti astronomici, con l'aiuto di Federico II di Danimarca e Svezia, creò, sull'isola di Hven nel Sund, vicino Copenaghen, due osservatori nei quali fece scoperte sensazionali su Marte ed altri pianeti del sistema solare, ma osservò anche due comete, oltre la Luna, e una stella che aveva breve vita.. In realtà nel 1572 scoprì, la *prima supernova*, senza rendersi conto del fenomeno *supernovae*. A riguardo si narra che la sera dell'11 Novembre di quell'anno l'astronomo scoprì, ad occhio nudo, un astro particolarmente brillante nella costellazione di Cassiopea. Seguì il lento affievolirsi dell'astro, per circa due anni, fino al Marzo del 1574. Pubblicò le sue osservazioni in *De nova stella*, titolo che diede il nome a quel tipo di stelle: le *supernovae*. Tycho Brahe è considerato anche colui che ha dimostrato che il cielo non è perfetto, immobile, incorruttibile come lo avevano immaginato i suoi predecessori a partire dal grande Aristotile. Inoltre egli è considerato il fondatore *della moderna Astronomia di osservazione*, nonostante ritenesse ancora la terra immobile al centro dell'Universo e accettasse con molta riserva la affermazioni copernicane.

Siamo nel 1582. Il calendario giuliano, di 15 secoli prima, aveva oramai fatto il suo tempo. Inoltre alcune date notevoli, come il Natale e i solstizi, rischiavano di subire illogici spostamenti. Papa Gregorio XIII dà l'incarico all'astronomo bavarese Christoph Clavius, che riduce il numero degli anni bisestili in ragione di 97 ogni 4.000 anni e cancella dal calendario 11 giorni a partire dal 4 Ottobre 1582 stabilendo quindi che il giorno successivo al 4 ottobre fosse il 15 ottobre. Il nuovo calendario sarà chiamato *Calendario Gregoriano*. Tra la fine del XVI secolo e l'inizio del XVII, l'olandese Zacharias Jansen costruisce un rudimentale strumento per rimpicciolire, realizzato con due lenti convesse: un primordiale microscopio.

Una digressione anche su Giordano Bruno (1548 -1600), filosofo di Nola, conosciuto in tutto il mondo di allora. Egli da Napoli era andato a Ginevra, Tolosa, Parigi, Londra, Oxford, Wittenberg, Praha, Helmstand, Francoforte, Repubblica di Venezia diffondendo le sue teorie avveniristiche per i tempi, le quali prevedevano un'infinità dei mondi nel Cosmo e la terra non immobile ma in movimento. La sua critica nei riguardi della Chiesa, sia cattolica che protestante, era feroce, la sua accusa era di superstizione e di atteggiamento repressivo. La riteneva adeguata solo per popoli ignoranti e rozzi da governare. Fu Mocenigo, presso cui era ospite a Venezia, a denunciarlo al Sant'Ufficio. Rifiutatosi di fare abiura delle sue teorie fu condannato al rogo e la sentenza fu eseguita il 16 febbraio 1600, a Roma, a Campo dei fiori, dove oggi sorge un monumento in suo onore. Tuttavia la rivoluzione del mondo della Scienza nei confronti dell'oscurantismo e del ruolo di ostacolo pesante nell'evoluzione culturale delle Chiese era in atto e nessuno era più in grado di arrestarla; il rogo di Giordano Bruno fu in effetti il rogo dell'ultimo stregone condannato per aver difeso i diritti di un *libero pensiero*. Oggi la lotta della Chiesa contro le innovazioni scientifiche continua, ma la stessa non ha più i pesanti strumenti coercitivi e dittatoriali che ebbe nel passato, ai tempi di Giordano Bruno, del Conte di Cagliostro e di Galileo Galilei, esercitati con l'Inquisizione e il Sant'Ufficio.

Nel 1608 un olandese, tale Lippershey, presenta alla Fiera di Francoforte uno strumento, detto *telescopio*, dotato di una lente concava ed una convessa, che aveva la capacità di ingrandire gli oggetti lontani ben sette volte. Nello stesso anno l'astronomo inglese T. Harriot, usando un telescopio, inizia a disegnare una mappa della Luna.

Il cannocchiale sembra fosse noto già a Giovanbattista della Porta (1535-1615) fin del 1586, il cannocchiale di Galileo aveva per oculare una lente divergente e non rovesciava le immagini e Galileo arrivò ad ingrandire trenta volte le immagini. Keplero si occupa anche lui di progettare uno strumento detto *cannocchiale astronomico* capace ottenere ingrandimenti maggiori. Fu Francesco

Fontana (1580-1656) a realizzarlo ed ad inserire una terza lente nper raddrizzare le immagini. Altri miglioramenti si devono a Cristias Huygens e a Giuseppe Campani. Fub Huygens a scoprire nel 1655 il primo satellite di Saturno e Domenico Cassini dal 1671 al 1684 scopri gli altri quattro. La teoria di Newton che credette di provare l'impossibilità di costruire lenti acromatiche ritardò ulteriori miglioramenti per oltre un secolo fino a che Euler nel 1747 provò il contrario. Nel 1758 l'inglese Dollond costruì un telescopio acromatico quando si è capito cher l'errore acvriomatico si corregge combinando assieme lenti di vetro differente.

Galileo Galilei (1564-1642), vive dal 1592 a Padova con Marina Gamba, che non sposerà, dalla quale avrà due figlie Livia e Virginia, future suore. Galileo le abbandona nel 1610. Lo scienziato, sul modello del telescopio degli olandesi, ne costruisce uno speciale, molto potente (ingrandisce 9 volte e nettamente) e sofisticato, che chiama *telescopio perspicillum*. Con questo strumento scopre quattro satelliti di Giove (detti *Medicea Sidera*), che girano con velocità diverse attorno al pianeta, scopre gli anelli di Saturno, le macchie solari, le valli e i crateri lunari, scopre che la via lattea contiene un enorme numero di stelle. Riporta questi risultati nel *Siderus Nuncius*, pubblicato nel 1610 e dedicato a Cosimo de' Medici.

La scoperta del moto, di parti delle sue leggi, dello studio dei mutui rapporti tra sistemi di riferimento (relatività galileiana) permettono a Galilei di asserire che gli astri si muovono per fenomeni attrattivi e non per fenomeni soprannaturali (moto creato da angeli divini), come si pensava da sempre. A Galilei si attribuisce la nascita del *metodo sperimentale*, oggi detto *galileiano*, che unisce la *ratio* matematica, l'osservazione e la sperimentazione attraverso strumenti e comunicazione dei risultati.

Il 1632 è l'anno della pubblicazione, da parte di Galilei, dei *Dialoghi sopra i massimi sistemi*, inizialmente con l'*imprimatur* della Chiesa. L'intervento del Sant'Ufficio, con l'accusa che la pubblicazione sia una sfida alla Chiesa e alla teoria tolemaica da essa supportata, è fatale. Il papa Urbano VIII lo fa processare per *suspicione d'eresia* e il 22 giugno 1633 Galilei viene condannato e costretto ad abiurare le sue teorie. Galilei accetta e ottiene come condanna una lieve pena, una specie di arresti domiciliari nella sua villa di Arcetri, dove tuttavia lo scienziato continua a lavorare indisturbato per i successivi 9 anni della sua vita, gli ultimi cinque in cecità, assistito da Vincenzo Viviani (1622-1703) ed Evangelista Torricelli (1608-1647)¹, che ne continuerà l'opera. Così la condanna di Galilei, al contrario delle intenzioni dei suoi persecutori, diviene l'errore più grande che la Chiesa potesse fare e questo evento segna di fatto la fine definitiva delle teorie tolemaiche, propugnate dalla Chiesa, in quanto costituivano una conferma su quanto scritto nelle Sacre Scritture. Sarà Giovanni Paolo II, dopo 4 secoli, a chiedere scusa per l'errore commesso dalla Chiesa.

Sulla metà del 1600 Gian Domenico Cassini (1625-1712), onorato cittadino francese dal 1673, calcola la rotazione di Marte in 24 ore e 40 minuti e quella di Giove (9 ore e 56 minuti) e, concentrando i suoi studi su questo ultimo pianeta, nel 1669, dopo il trasferimento in Francia, scopre quattro satelliti di Giove, quelli che oggi si chiamano *Giapeto*, *Rea*, *Dione* e *Teti* che si andavano ad aggiungere al già noto Titano, scoperto dal suo collaboratore l'olandese Christian Huygens, poco tempo prima. Per l'impresa Cassini si era servito di un telescopio enorme, lungo oltre sette metri e dotato di lenti speciali. Lo strumento gli consentì di approfondire anche lo studio dell'anello di Saturno, osservato da Galileo, la cui esistenza era ritenuta dubbia. Un altro collaboratore di Cassini, il danese Olaus Roemer, scoprì che la velocità della luce non era infinita, calcolandone una prima valutazione in ragione di 226.911 km al secondo.

Cassini sposa una Clermont ed è stato il capostipite di una generazione di astronomi, che hanno operato essenzialmente a Parigi, fino ad un suo pronipote. L'astronomo tedesco Simon Mayr (1573-1624)² pubblica le tavole con i calcoli sui satelliti di Giove, chiamati da Galilei *Medicea Sidera* (astri

¹ Torricelli fu un grande matematico. Conosce Galilei nel 1632 e ne fu collaboratore ad Arcetri nel suo iultimo anno di vita. La sua opera principale è *Lezioni accademiche d'Evangelista Torricelli*, fu pubblicata postuma nel 1715.

² Nel *Mundus Jovialis* Simon Mayr rivendica la priorità della scoperta degli Astri Medicei. Nel *Saggiatore* Galileo replicò che la presunta priorità nasceva dall'equivocare sulla differenza di 10 giorni fra i calendari giuliano e gregoriano.

medicei), rendendo certa quella loro esistenza che era stata messa in dubbio e fortemente contestata dagli astronomi del tempo, i quali difendevano ad oltranza i vecchi schemi, graditi alla Chiesa. E' proprio Simon Mayr che dà a questi satelliti i nomi di Io, Europa, Ganimede, Callisto.

Nel 1643 l'astronomo Johannes Kepler, italianizzato in Giovanni Keplero (1571-1630), già assistente di Tycho Brahe gli succede nella cattedra e ne continua gli studi sulle orbite dei pianeti del sistema stellare. Scopre che le orbite sono ellittiche e formula le sue famose tre leggi (dette di Keplero). Nel suo *Somnium* del 1630 divulga con grande perizia l'intera teoria copernicana. L'opera tuttavia si presenta e ci appare come una vera e propria storia di fantascienza *ante-litteram*, descrivendo un viaggio fantastico sulla Luna che ci porta attraverso i crateri e le valli lunari, la cui esistenza era stata annunciata da Galileo Galilei. Si parla anche dei cittadini lunari presentati come esseri dotati di grandi capacità per la sopravvivenza in condizioni climatiche estreme. Ancora descrive fantasiose ed enormi città esistenti sulla Luna.

Come ben sappiamo oggi l'esistenza della vita sulla luna, priva di atmosfera, non è possibile.

Due grandi personalità a cavallo tra '600 e '700, considerati tra le più grandi menti di tutti i tempi, sono Sir Isaac Newton (1642-1727), filosofo, matematico, fisico e alchimista inglese e Gotfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), filosofo, fisico, matematico e precursore dell'informatica.

I contributi di Leibniz alla corsa allo spazio non ebbero immediata applicazione per le difficoltà di realizzazione e comprensione; altri apporti furono l'invenzione del calcolo binario e la costruzione della prima calcolatrice meccanica in grado di moltiplicare e dividere. La calcolatrice di Leibniz fu un'innovazione notevole rispetto alla vecchia calcolatrice, detta pascalina, per via dell'introduzione del cosiddetto traspositore. L'invenzione gli fruttò l'ammissione alla Royal Society, alla quale Leibniz aveva presentato l'invenzione nel 1673.

I due, Leibniz e Newton, si contesero a lungo la paternità della scoperta del calcolo infinitesimale che si inizia a sviluppare attorno al 1670. Leibniz³ si occupò molto del simbolismo e del calcolo integrale, introducendo il simbolo dell'integrale \int ed occupandosi del problema della ricerca dell'area dell'insieme di punti delimitato da una funzione del tipo $y = f(x)$.

Newton, dal suo canto, nella sua grande opera *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (Principi matematici della filosofia naturale), detti anche *Principia*, del 1687, pone le basi della Meccanica classica descrivendo la legge di gravitazione universale e le leggi del moto, fornisce una giustificazione fisica le leggi di Keplero sul movimento dei pianeti, intuendo che le orbite potevano anche essere iperboliche e paraboliche. Così fu il primo a mostrare che il movimento della Terra e degli astri in genere sono governati da leggi della natura.

Newton fu il primo a dimostrare che la luce bianca è composta da tutti gli altri colori ed avanzò l'ipotesi che essa fosse composta da particelle (per approfondimenti si veda dualismo onda-particella). Con i *Principia*, Newton venne universalmente riconosciuto e stabilì collaborazioni varie tra cui quella con il matematico svizzero Nicolas Fatio de Duillier (1664 – 1753)⁴, che fu intensa e finì nel 1693, lasciando Newton in stato di grande depressione. Anzi Newton si avvicinò quasi alla pazzia, da taluni attribuita all'assorbimento di vapori di mercurio, che usava per i suoi esperimenti alchemici. In questo periodo Newton intuì e descrisse i legami tra fattori sessuali, esaurimento nervoso e facoltà creative, anticipando Freud. Nel 1696 per scuoterlo dalla depressione

Non si confonda Simon Mayr con il quasi omonimo compositore bavarese Johann Simon Mayr (1763-1845) che appartenne pure all'ordine degli Illuminati.

³ Leibniz dava grande importanza ai simboli. Egli tentò di creare un "*alfabeto del pensiero umano*" (*mathesis universalis*), nel quale concentrò tutti i concetti fondamentali usando simboli, e combinazioni di simboli.

⁴ Nicolas Fatio de Duillier dal 1678 cittadino di Ginevra. Dal 1682 partecipò all'osservazione della luce zodiacale con Giovanni Domenico Cassini a Parigi. Conobbe gli scienziati Jacob Bernoulli, Christiaan Huygens, Robert Boyle e John Wallis. Dal 1687 fu precettore privato in Inghilterra e nel 1688 divenne membro della Royal Society. Accusò Gottfried Wilhelm Leibniz di plagio ai danni di Newton, aprendo in tal modo il dibattito relativo alla priorità nell'invenzione del calcolo infinitesimale. L'opera scientifica più originale di F. resta tuttavia il *Traité de la cause de la pesanteur*, presentato nel 1690 ma stampato solo nel 1929, in cui tentò una spiegazione meccanica della forza gravitazionale come effetti di movimenti dell'etere

Charles Halifax, conte di Montagu (1661-1715)⁵, suo estimatore e fondatore della Banca d'Inghilterra, gli offrì il posto di guardiano della Zecca Reale. La riforma monetaria proposta da Newton anticipò il *gold standard* che l'Inghilterra adatterà per prima nel 1717, seguita poi da altre nazioni. Egli stabilì un cambio fisso fra la sterlina e l'oncia d'oro; inoltre, elaborò dei metodi per aumentare sia la produttività della zecca sia le misure di controllo delle quantità d'oro e argento nelle monete coniate. Fu anche un membro del Parlamento dal 1689 al 1690 e nel 1701. Nel 1703 divenne presidente della *Royal Society*. Morì a Kensington, vicino Londra, e fu sepolto, con un funerale degno di un re, nell'Abbazia di Westminster.

L'astronomo Edmund Halley (1656-1742), direttore tra l'altro dell'Osservatorio di Greenwich fino alla sua morte, è noto per molte scoperte e, principalmente, per aver definitivamente spazzato via le vecchie teorie copernicane. Si assunse l'onere economico della pubblicazione de i *Principia* di Newton, da molti considerata l'opera più importante della storia della Scienza. Misurò le posizioni delle stelle *Arturo*, *Procione* e *Sirio* valutandone gli spostamenti rispetto ai calcoli di Tycho Brahe, distruggendo la vecchia teoria del cielo delle stelle fisse. È passato alla storia per il calcolo delle Comete di una delle quali, che porta il suo nome, calcolò tutti i passaggi.

Nel Settecento si sviluppa l'Illuminismo, che ne costituisce l'idea filosofica imperante in tutte le direzioni. È un periodo di scoperte a 360 gradi. Lo svedese Carl von Linnè (1707-1778), italianizzato in Linneo, in *Systema Naturae* del 1735 classifica il sistema vegetale cui seguirà nei suoi ultimi anni anche la classificazione del regno animale. Leibnitz duplica la matematica di Newton con un simbolismo più adeguato e inventa il calcolo binario. Parimenti Leonhard Euler (1707-1782) e la famiglia dei Bernoulli danno enormi impulsi alla Matematica ed alla Fisica. Nel 1714 l'olandese Gabriel Fahrenheit inventa il termometro ad alcol e, più tardi, a mercurio. Successivamente, nel 1742, anche lo svedese Andrè Celsius costruisce un ulteriore tipo di termometro. I sistemi di misura ideati dai due scienziati sono ancora oggi in competizione.

Nel 1745 viene inventata la *bottiglia di Leida*, primo condensatore della storia che porta l'americano Benjamin Franklin (1706-1790) a costruire attorno al 1751 il parafulmine.

Con James Watt e le prime macchine a vapore, con Coulomb e le sue leggi, con Luigi Galvani e i suoi esperimenti la meccanica cambia e nasce l'elettricità.

Sulla fine del secolo, anche l'Astronomia ha forti impulsi. Il tedesco William Friederich Herzel (1738-1822), suonatore di oboe, si trasferisce a Londra. Attorno al 1770 si appassiona di Astronomia e, con le sue capacità di Ingegnere, costruisce numerosi telescopi sempre più potenti. Il 13 Marzo 1871, durante una delle sue osservazioni, scopre un nuovo pianeta, il sesto del sistema solare, che sarebbe stato chiamato Urano. Le sue osservazioni sono molto dettagliate e mettono in evidenza alcune anomalie dell'orbita di Urano punto di partenza per individuare a tavolino la necessità dell'esistenza di un settimo pianeta, Nettuno, scoperto da Gallè nel 1846.

Ma Herzel fa anche ben altro; utilizzando l'osservazione e i suoi potentissimi strumenti, teorizza un'ipotesi di struttura della Galassia, come un disco appiattito con concentrazioni di stelle al centro, classifica 2.000 nebulose, indica l'esistenza di numerose isole stellari fuori della via Lattea, calcola l'inclinazione dell'asse di Marte (24 gradi) e ne scopre i poli ghiacciati.

Il secolo si chiude con ulteriori scoperte – legge di conservazione, sistema metrico decimale, il vaccino contro il vaiolo di Jenner – e con mutamenti sociali prodotti dalla Rivoluzione francese e dalla Rivoluzione industriale.

5. L'Ottocento astronomico

⁵ Il Conte di Montagu fu amico di Newton. Importante uomo politico, fu tesoriere e cancelliere dello scacchiere sotto Guglielmo III (1672-1702); nel 1694 fonda la Bank of England e nel 1698 è l'ispiratore della creazione della Compagnia delle Indie orientali; nel 1714 è ancora tesoriere e cancelliere dello scacchiere sotto Giorgio I.

Stava nascendo fin dagli inizi del secolo e si sviluppò per tutto il Novecento la cosiddetta tecnologia moderna e con essa erano scesi in campo gli Ingegneri industriali, che oramai costituivano una casta importante e costoro con i loro progetti si presentavano al mondo come gli eredi di Leonardo da Vinci e costruivano macchine di aiuto per l'uomo ma anche si proiettavano verso mete agognate che dovevano servire a dare le prove della veridicità di molte affermazioni filosofiche del passato. Ci limiteremo a dare una immagine di coloro che principalmente contribuirono alla nascita del volo spaziale, rinviando alla Storia della Tecnologia, l'analisi e la scoperta dei personaggi che hanno mutato più volte il volto del mondo con le loro incredibili applicazioni tecnologiche.

Il modello, che nel corso del tempo fino al XX secolo, si è radicato in noi è un modello non definitivo e non di grande complessità teorica, che vede il nostro pianeta porsi, se non più come pretenzioso centro assoluto dell'universo, certamente come osservatore centrale, il che di fatto cambia di poco ciò che diremo circa l'osservabile. L'Universo è impropriamente vissuto come una sfera cava: il cielo notturno che ci avvolge e le stelle che noi vediamo indirettamente, per la luce che esse emanano la quale per raggiungerci impiega tempi lunghissimi anche dell'ordine di 12 miliardi di anni, al momento dell'osservazione potrebbero nemmeno esistere più. In 12 miliardi di anni, infatti, è valutato il tempo trascorso dall'esplosione iniziale, il cosiddetto Big-Bang iniziale, momento nel quale sarebbero nati la luce, il tempo, la materia e gli astri!

Gli astri si sono riuniti in aggregati di corpi celesti che si chiamano galassie. Le stelle si raggruppano all'interno delle galassie in vari sistemi stellari o in nebulose stellari a forma di spirali. Le galassie hanno poi a loro volta dei movimenti rotatori attorno a centri anch'essi mobili.

La Via Lattea è pensata di forma sferica con un diametro di circa 100.000 anni luce e, come oggi è ben noto, ruota attorno ad un *buco nero*, la cui massa tiene unito il tutto.

Nella Via Lattea vi è una nebulosa a spirale che contiene il nostro sole assieme alle circa 6.000 stelle visibili ad occhio nudo. L'osservazione astronomica porta ad affermare che si conoscono circa un bilione di sistemi stellari.

Giovanni Schiaparelli (1835-1910), si laurea in Architettura ed Idraulica, a Torino nel 1854, dopo una iniziale carriera di insegnante va a Berlino presso l'astronomo Encke e successivamente all'Osservatorio di Pulkova vicino Pietroburgo presso l'astronomo Struve. Nel 1860 viene chiamato presso l'Osservatorio di Brera diventandone il Direttore dal 1862 al 1900. Schiaparelli dopo attente osservazioni al telescopio, tracciò una dettagliata mappa di Marte e per primo osservò delle strane linee sulla sua superficie; chiamò questi segni "*canali*" e la parola suscitò subito interesse nel mondo scientifico richiamando chiaramente la possibilità di esistenza dell'acqua sul Pianeta Rosso. Molti pensarono subito a una origine non naturale dei canali e la traduzione in inglese che fu fatta della parola italiana "*canali*" fu *canals*, appunto canali artificiali, fatti da esseri intelligenti di una super razza che avrebbe creato tali opere ciclopiche per conservare la poca acqua rimasta su un pianeta morente. Il cosiddetto "*sdoppiamento dei canali*" che ne doveva confermare la natura artificiale si rivelò poi una illusione ottica. Molti obiettarono a questa teoria che è di semplice evidenza visiva e tra questi il teramano Vincenzo Cerulli, allora Presidente della Società Astronomica italiana fu il principale oppositore. Cerulli sulla base delle caratteristiche ottiche del telescopio di Schiaparelli notò che l'osservatore vedeva macchie al limite della visibilità che poi interpretava in modo non significativo. La *teoria ottica* di Cerulli venne confermata clamorosamente nel 1924, durante l'evento astronomico detto *della grande opposizione*. Oggi sappiamo che tali canali esistono per davvero e hanno ampiezze fino a 400 chilometri di larghezza e quasi 5.000 chilometri di lunghezza. Schiaparelli fu forse l'astronomo più influente del suo tempo, importanti anche i suoi studi sulle stelle doppie e di Storia dell'Astronomia antica per sviluppare la quale imparò anche l'arabo e l'ebraico. Le scoperte di Schiaparelli sicuramente influenzarono la mente degli scrittori di Science Fiction del tempo. Infatti la seconda metà dell'Ottocento vide una fiorente produzione di letteratura fantascientifica.

L'Astronomo Vincenzo Cerulli (1859-1927) dopo la laurea lavora presso gli osservatori di Bonn, di Berlino e presso il Rechen Institut e al rientro in Italia presso il Collegio Romano. Acquista nei pressi di Teramo una collina che battezza Collurania (Collis Uraniae) ove creò, a sue spese, un

Osservatorio Astronomico ed acquistò un potentissimo telescopio Cooke, con il quale, trentacinquenne, iniziò le sue osservazioni nel 1894. Nel 1910 scopre un pianetino cui darà il nome latino *Interamnia* della città di Teramo. La produzione scientifica di Cerulli fu notevole ed ebbe grandi onori come Presidente del Comitato Astronomico Italiano e della società Astronomica Professore onorario a Roma e Socio dell'Accademia dei Lincei. Nel 1917 donò l'Osservatorio allo stato Italiano.

Contemporaneo di Schiaparelli e Cerulli è l'Astronomo russo Konstantin E. Tsiolkovsky (1857-1935), dai più dei suoi conterranei considerato il padre dell'astronautica e che con le sue scoperte incredibili si colloca a cavallo dei due secoli. Il suo alter ego americano Goddard opererà completamente all'interno del secolo successivo. Tsiolkovsky nacque, appunto nel 1857, a Izevsk, una remota cittadina russa. Nei suoi numerosi articoli e saggi viene ipotizzato con notevole intuizione tutto quanto abbiamo realizzato dagli anni '30 ad oggi. Fin dal 1883 Tsiolkovsky, per primo teorizzò la possibilità di far funzionare un razzo nel vuoto mediante un motore a reazione. Nel 1895 pubblica *Sogno della terra e del cielo* dove ipotizza la concreta possibilità, dal punto di vista dell'Ingegneria, di mettere in orbita un satellite artificiale. Anticipa in teoria quanto è stato realizzato nel corso del Novecento. Tsiolkovskij sviluppò anche teorie sul volo di macchine volanti più pesanti dell'aria, elaborando indipendentemente molti degli stessi calcoli che i fratelli Wright stavano compiendo nello stesso periodo. Comunque, egli non costruì mai un qualsiasi modello pratico, e il suo interesse si spostò verso concetti più ambiziosi. Nel 1903 pubblica l'opera tecnica *Esplorazione dello spazio mediante apparecchi a reazione*, nel quale descrive l'uso di propellenti liquidi, che vennero effettivamente utilizzati molti anni dopo nel missile Saturno V. Nel 1935, Tsiolkovskij, subito prima di morire, pubblica *l'Album dei viaggi spaziali*, un fascicoletto di 22 pagine di descrizioni a volte nemmeno completate, dove descrive le futuribili possibili condizioni degli astronauti a bordo, sui satelliti e sulle basi spaziali. Riesce ad ipotizzare con dovizia di dettagli il moto del corpo umano in assenza di gravità, individua la necessità di disporre di una *camera di compensazione* che chiama *airlock*, indispensabile per uscire dalle strutture spaziali. Si spiegano le necessità di uso di tute pressurizzate. Descrive, quasi avesse visto, il modo di bloccare oggetti a bordo in assenza di gravità. Ipotizza la creazione di astronavi a più stadi e la possibilità di stazioni orbitanti capaci di ricreare una gravità e quindi la possibilità di progettare colonie autosufficienti, non ancora realizzate ad oggi, ma ipotizzate nel futuribile. Nel 1924 viene fondata la prima Società Cosmonautica nell'Unione Sovietica, e Tsiolkovsky fu eletto primo professore dell'*Accademia Militare dell'Aria "N. E. Žukovskij"*. Nel 1929 Tsiolkovsky propose la costruzione di razzi a più stadi nel suo libro *"Treni cosmici"* e l'equazione di base per la propulsione a razzo fu chiamata *l'equazione di Tsiolkovsky*. Gli scritti di Tsiolkovskij anticipano di circa 80 anni quello che sarà il mondo dell'ingegneria aerospaziale e le sue teorie furono utilizzate anche da vari scrittori di fantascienza che si dedicarono a descrivere scenari tecnicamente possibili. Tuttavia le idee di Tsiolkovskij non fecero mai gran presa in Unione Sovietica, e il campo rimase arretrato fino a che scienziati di altri Paesi arrivarono ad analoghe conclusioni. Tsiolkovsky morì nel 1935 a Kaluga in Unione Sovietica dove esiste oggi un museo dell'astronautica a lui dedicato. Ebbe riconoscimenti tardivi, a Mosca gli è stato dedicato un monumento ed il suo volto è sulla moneta di un rublo emessa nel 1986, e solo solo molto dopo la sua morte i suoi lavori furono considerati e rivalutati e influenzarono gli scienziati missilistici di tutto il mondo specie nei decenni del 1950 e del 1960.

6. Il Novecento e l'esplosione dell'Astronomia

Agli inizi del Novecento il mondo della Scienza assiste ad una serie di salti epistemologici di notevole levatura, salti che continueranno per l'intero secolo. Il secolo precedente aveva visto in matematica la rivoluzione delle Geometrie non euclidee e oramai si era consapevoli che la Scienza non aveva origini divine e che non sempre, anzi quasi mai, niente è come sembra.

David Hilbert al Congresso dei matematici del 1900 propone i suoi 23 problemi la cui risoluzione, sia pur parziale o meglio non del tutto completata, ha cambiato il volto della matematica e delle discipline che su essa si fondano, quali la Fisica, l'Informatica e di conseguenza anche l'Astrofisica. Il 1900 è anche l'anno nel quale Sigmund Freud, pubblicando la sua *Interpretazione dei sogni* apre un nuovo mondo da esplorare, sostenendo che è nel significato simbolico dei sogni che l'individuo tende a rappresentare fatti che non è in grado di ammettere o comprendere da sveglio.

Ma anche sul finire del 1900, precisamente il 14 di Dicembre, a Berlino, durante una riunione della Società di Fisica tedesca, il fisico Max Carl Ernest Planck (1858-1947) illustra i fondamenti di una nuova teoria circa l'energia irradiata da quello che i fisici chiamano corpo nero in fase di riscaldamento. Contrariamente all'ipotesi che l'energia si irradiasse con una forma continua di emissione, Planck spiega che l'energia è invece irradiata in certe *quantità indivisibili di energia*, se si vuole in pezzetti di energia, che egli chiama *quanti* e che dipendono dalla lunghezza d'onda con la quale avviene l'emissione.

Così i mutamenti della Fisica possono essere attribuiti da un lato alla Teoria dei quanti e da un altro alla teoria della relatività che emerge solo cinque anni dopo la scoperta di Planck.

E' infatti del 1905 l'articolo *Sull'elettrodinamica dei corpi in movimento*, pubblicato su *Annalen der Physik*, a firma di uno sconosciuto impiegato dell'ufficio brevetti di Berna a nome Albert Einstein (1879-1955), che in quello stesso anno aveva ottenuto un dottorato di ricerca presso l'Università di Zurigo. Durante lo stesso 1905 Einstein riesce a spiegare l'effetto fotoelettrico grazie proprio alla teoria dei quanti. La sua tesi è semplicissima: la luce è formata da *quanti* di energia, quando questi colpiscono una superficie metallica l'energia da essi trasportata ha la capacità di liberare alcuni elettroni che fuoriescono dal metallo; tale fenomeno è detto effetto fotoelettrico. Inoltre scopre i cosiddetti *moti browniani* e scrive l'equazione che governa tali fenomeni di emissione di quanti. La *Teoria della relatività generale* è, invece, formulata nel 1916.

Poco dopo la formulazione della relatività generale risulta che la soluzione delle equazioni di Einstein implica l'esistenza di una superficie ideale, detta *orizzonte degli eventi*, caratterizzata dal fatto che qualunque cosa la oltrepassi, attratta dal campo gravitazionale, non è più in grado di tornare indietro; poiché neppure la luce riesce ad attraversare l'*orizzonte degli eventi* dall'interno verso l'esterno, la regione interna all'*orizzonte degli eventi* si comporta a tutti gli effetti come un *bucò nero*.

Fin dal 1783 l'astronomo inglese John Michell, in una famosa lettera ad Henry Cavendish ipotizza l'esistenza di corpi celesti (che egli chiama *dark star*) dotati di una velocità di fuga teoricamente più grande della velocità della luce anche perché nella teoria gravitazionale di Newton tale velocità di fuga non dipende dalla massa del corpo in moto nel campo di gravità. Ancora nel 1795 Pierre-Simon de Laplace segnala questa possibilità nel suo trattato *Mécanique céleste*. Ricordiamo che per **bucò nero**, termine introdotto dal fisico John Archibald Wheeler, si indica un corpo celeste di alta densità, dotato di attrazione gravitazionale elevata tanto da non permettere l'allontanamento di corpi dalla propria superficie, poiché la cosiddetta velocità di fuga dei corpi dalla sua superficie sarebbe superiore alla velocità della luce. Un corpo celeste con siffatte proprietà non è visibile e la sua esistenza può essere stabilita solo mediante osservazioni indirette sugli effetti del suo intenso campo gravitazionale; varie osservazioni astrofisiche sono state interpretate, sia pure con vari dubbi ed alternative, come indizi sull'ipotesi di esistenza di buchi neri nell'Universo.

Senza ulteriormente approfondire questo complesso argomento abbastanza specialistico sulla esistenza o meno di buchi neri di vario genere, possiamo affermare che più o meno è questa la visione di *universo inesplorato* che si presenta alla mente di Albert Einstein trascorsi i 12 miliardi di anni dal Big Bang e circa 4,5 miliardi di anni dalla nascita, per condensazione della materia, dei pianeti e delle lune.

La Scienza con Einstein ha scoperto la finitezza dello spazio, la finitezza del tempo, ha scoperto che in questa sfera cava in cui noi poniamo l'universo, quasi a dargli una forma a noi consueta, non vi è alcun interno ed alcun esterno, che ci muoviamo su una specie di spazio curvo nel quale non esiste alcun punto in stasi assoluta e quindi privo di un centro. Da ciò scaturirebbe anche una nuova interpretazione dell'Universo, non più euclideo e omogeneo. L'Universo, pertanto, sarebbe uno spazio curvo e non omogeneo. L'esperimento del Maggio 1919 nell'isola del Principe, vicino alla Guinea spagnola, in occasione di un'eclissi di sole, conferma la deviazione prevista dalla teoria della relatività, per i raggi di luce provenienti dalle stelle visibili vicino al sole. Ovviamente ciò non prova la teoria ma è un esempio significativo nel quale la teoria vale.

Il mondo teorico che nasce dalle scoperte di Albert Einstein aveva messo in crisi l'intero edificio della meccanica newtoniana senza peraltro distruggerla, anzi inglobando, come caso particolare, la vecchia teoria nella nuova in accordo con le richieste tipiche dei salti epistemologici. Circa l'infinitamente piccolo gli sforzi dei tedeschi Max Born, Werner Heisenberg (1901-1976) con il suo principio di indeterminazione, del danese Niels Heinrick Bohr (1885-1962) con il suo modello dell'atomo, dell'austriaco Erwin Schrodinger (1887 - 1961), Nobel nel 1933, con la sua celebre equazione, e delle sue collaborazioni con Paul Dirac e Louis De Broglie, avevano messo in onda e in circolo novità così grandi che gli scienziati ebbero un bel da fare per tutto il secolo, funestato anche dalle guerre e oberato dalle ricostruzioni.

Siamo agli inizi del Novecento, mentre in Russia Tsiolkovsky, a cavallo dei due secoli, teorizzava sui motori a reazione, gli scienziati sull'altra sponda dell'Oceano Atlantico non stavano certo a guardare! Negli USA opera un personaggio, un vero profeta delle stelle, nella persona di Robert Hutchings Goddard (1891 -1945). Robert Goddard, nato a Worcester, nel Massachusetts iniziò ad interessarsi allo spazio ben prima di intraprendere i suoi studi alla *Clark University*. La sua passione ebbe origine, quando aveva sedici anni, leggendo il classico della fantascienza *La guerra dei mondi* di H.G. Wells. Goddard nel 1909 iniziò i suoi studi sulla dinamica dei razzi, nel 1912 progetta un razzo a carburante solido è in grado di muoversi nel vuoto, nel 1914, realizzò dei motori per razzi, grazie agli investimenti della Smithsonian Institution e nel 1919 pubblica *A method Exestreme Altitudes* in cui ipotizza un razzo capace di portare l'uomo fuori dell'atmosfera ed anche sulla luna. Goddard era un operativo e lanciò il suo primo razzo a combustibile liquido nel Marzo del 1926 ad Auburn nel Massachusetts. Il minuscolo razzo, chiamato "*Nell*", era della grandezza di un braccio umano, e si alzò di circa 14 metri e volò per mezzo secondo. Goddard era un sospettoso asociale, lavorò spesso da solo, per paura che qualcuno potesse rubare le sue invenzioni., ebbe continue polemiche con i colleghi e con la stampa. In più occasioni ebbe a dichiarare che i giornalisti sembravano non avere nemmeno le conoscenze di base delle scuole superiori. Goddard si trasferì a Roswell, nel Nuovo Messico, prima che il luogo divenisse famoso per via della costruzione di quella segretissima base dell'aviazione americana detta "area 51", divenuta nell'immaginario collettivo "il luogo degli extraterrestri". Fu a Roswell che Goddard lavorò quasi sempre nel più totale isolamento. Una eccezione si ha nel 1929, quando Goddard con l'aiuto di Charles Lindberg , primo grande trasvolatore, costruisce la prima base di lancio vicino a Roswell. Ebbe riconoscimenti solo dopo la sua morte avvenuta nel 1945. Avendo come unico referente l'Esercito Americano, i cui vertici non compresero le applicazioni delle sue teorie ad eccezione del *bazooka*, un prototipo del quale fu da lui presentato nel 1918. Fu invece la Germania Nazista ad avere più interesse per le sue ricerche, soprattutto grazie a Wernher von Braun, che concretizzò le sue teorie costruendo i razzi V2, che erano molto simili a progetti di Goddard. Dal 1929 al 1935 ed oltre Goddard realizza vari missili che raggiungono quota 2000 metri e oltre 800 km/h. Questo scienziato, mal riconosciuto dai suoi colleghi e dai militari in vita, ottenne riconoscimenti postumi, come i suoi ben 214 brevetti, la maggior parte dei quali ottenuti dopo la sua morte. Il *Goddard Space Flight Center*, costruito nel 1959 dalla NASA, fu chiamato così in suo onore.

Gia nel '23, a 29 anni, egli pubblica un volumetto intitolato *Die Rakete zu den Planetenraumen* - Il razzo verso gli spazi interplanetari, in cui descrive minuziosamente, sulla scia dei suoi colleghi Goddard e Ziolkovskij, il comportamento di un razzo nel vuoto, con particolare riferimento ad un

Razzo che è stato l'elemento ispiratore dei progetti sviluppati in seguito in collaborazione di altri ingegneri suoi colleghi.

E nel '29 pubblica la sua opera fondamentale: *La strada al Viaggio Spaziale*.

In questo testo, basilare per lo sviluppo dell'astronautica, Oberth prevede lo sviluppo di un motore a propulsione solida. L'idea gli vale, da parte del francese R. Esnault-Pelterie, un cospicuo riconoscimento in denaro, che lo scienziato utilizza per ulteriori esperimenti sui suoi adorati missili. Ed è proprio in questi anni, caratterizzati nella Germania pre-hitleriana da uno sviluppo delle attività belliche e industriali, che le prime idee degli esploratori della tecnologia spaziale e missilistica trovano terreno fertile tra privati civili che ne favoriscono lo sviluppo.

Si costituiscono in tal modo i primi veri e propri team di progettisti e ricercatori che credono di poter fare a meno del mondo militare per la realizzazione delle proprie idee.

In Europa occidentale, precisamente in Germania, operava un altro grande genio: **Hermann Julius Oberth** (1894-1989). Oberth nacque a Sibiu, cittadina oggi in Transilvania (Romania), ma allora nell'Impero Austrungarico ed era quindi un tedesco-rumeno. Oberth fu, con il russo Tsiolkovsky, con l'americano Goddard e con il tedesco von Braun, di cui parleremo tra breve, nella quaterna dei pionieri e padri della missilistica e dell'astronautica. I primi tre non collaborarono mai insieme e i loro progetti si svilupparono tutti indipendentemente gli uni dagli altri. Solo Oberth ebbe saltuari rapporti di lavoro con von Braun. Hermann Oberth fu uno spirito libero ed aperto e i suoi interessi nacquero dal fascino esercitato su di lui dalle opere di *Jules Verne*, in particolare dai due volumi *Dalla terra alla Luna* e *Intorno alla luna*, libri che conosceva a memoria. Oberth costruì il suo primo modello di razzo a 14 anni, intuendo la possibilità di costruire razzi a più stadi. Nel 1912, Oberth si iscrive a medicina all'Università di Monaco di Baviera, e dopo la guerra decise di proseguire gli studi in Fisica. Tuttavia nel 1922, la sua tesi di laurea sui razzi venne rifiutata e definita del tutto utopica. Pubblicò allora a sue spese il suo lavoro di 92 pagine dal titolo *Sui razzi nello spazio interplanetario*, operetta questa che nel 1929, trasformò in una sorta di trattato di ben 429 pagine dal titolo *Verso i voli spaziali*. Diventò membro della *Verein für Raumschiffahrt*, società fondata da un gruppo di amatori di razzi. Tra il 1928 e il 1929, Oberth diede ulteriore prova del suo eclettismo, lavorando perfino a Berlino sul set del primo film, del tempo del muto, ambientato nello spazio dal titolo: *La donna sulla Luna*. Il regista di questo film fu il grande Fritz Lang, che era stato anche il regista del grandioso *Metropolis*, del 1926, primo reale dibattito sull'intelligenza artificiale. Le pellicole di Lang, di scenografie magistrali, crearono grande interesse della popolazione verso l'innovazione tecnologica e verso l'astronautica in particolare. Oberth durante le riprese di *La donna sulla Luna*, per un incidente perse l'uso dell'occhio sinistro. Dopo la sua esperienza cinematografica Oberth si sposò nel 1929, all'età di 35 anni, con Tilli dalla quale ebbe quattro figli, dei quali uno ne perse nella Seconda Guerra mentre una figlia, morì in un incidente, nell'immediato dopoguerra. Sempre sulla fine del 1929, lanciò il suo primo razzo alimentato con combustibile liquido, chiamato *Kegeldüse*. Fu aiutato in questo test dai suoi studenti dell'Università di Berlino, tra cui c'era anche un rampante Wernher von Braun. Negli anni che seguirono Hermann Oberth manifestò sempre più la sua insofferenza all'immobilismo in un luogo preciso e in una attività ripetitiva. Così si trasferì, come docente, al Technische Hochschule di Vienna, ma subito poi andò a trascorrere un periodo a Peenemunde, dove von Braun lavorava sulle V2 e successivamente andò, ancora come docente, al Technische Hochschule di Dresda. Ma non era sua caratteristica fermarsi in questa carriera, che abbandonò subito dopo per dedicarsi allo studio ed alla progettazione di razzi anti aereo a combustibile solido, che studiò presso il complesso WASAG di Wittenberg. Nel 1948, alla fine della guerra si trasferì per un paio d'anni, in Svizzera, dove lavorò sia come consulente che come scrittore. Nel 1950 arrivò in Italia dove, per la Marina Militare Italiana, completò il lavoro iniziato al WASAG sui razzi anti aereo. Nel 1953 lavorò a Feucht per pubblicare il suo libro *Uomo nello spazio*, vero capolavoro del futuribile. Nel libro Oberth descrisse le sue idee riguardanti una tuta d'astronauta per muoversi nello spazio tra navicelle spaziali e stazioni spaziali, indicando anche la possibilità di realizzare un telescopio spaziale riflettore. Ancora tre anni dopo Hermann Oberth andò a lavorare con il suo più giovane

collega Werner von Braun, vche dopo la caduta del Reich si era trasferito nella sede a Huntsville (Alabama-USA), sede ove si costruivano razzi spaziali. Ancora nel 1958 l'inquieto Hermann Oberth tornò nuovamente alla sua amata città Feucht, dove si dedicò al suo progetto relativo ad un veicolo di esplorazione lunare, detto "*catapulta lunare*" ed all'ao studio di sistemi di silenziatori per aeroplani. Nel 1960, nuovamente negli Stati Uniti, lavorò per la Convair come consulente tecnico dei razzi Atlas. Hermann Oberth si ritirò nel 1962 all'età di 68 anni. La crisi energetica del 1973 gli consigliò di guardare verso altre fonti di energia, compreso un programma per una centrale elettrica a vento che utilizzi il flusso del getto. Oberth morì a Feucht, nel 1989.

Oberth è ricordato dal museo che porta il suo nome, l'*Hermann Oberth Space Museum* a Feucht, e dalla *Hermann Oberth Society*, i cui soci sono scienziati ed astronauti di tutto il mondo che hanno dato lustro al lavoro sul campo per l'esplorazione dello spazio.

Presentiamo ora quella che può considerarsi la figura che giocò, a cavallo della seconda guerra, un ruolo fondamentale nello sviluppo della missilistica, campo in cui ottenne successi enormi e senza precedenti, prima in Germania, durante la Seconda guerra mondiale, a favore del Reich di Hitler per la costruzione di missili bellici e subito dopo, quale cervello importato, negli Stati Uniti, dove è ritenuto il padre e nume tutelare del programma spaziale americano. Parliamo di **Wernher Magnus Maximilian Freiherr von Braun** (1912-1977), scienziato e ingegnere tedesco successivamente naturalizzato statunitense. Wernher von Braun era prussiano, essendo nato a Wirsitz in Prussia (attuale Polonia). Fin da bambino ebbe a servirsi di un telescopio e il suo interesse per l'astronomia e per lo spazio fu permanente in tutta la sua vita. Nel 1920 la sua famiglia si trasferisce a Berlino e il giovane Wernher che inizialmente non era uno studente modello, dopo aver letto il libro di Oberth dal titolo "*Il missile nello spazio interplanetario*" divenne uno studente di eccellenza sia nella matematica che nella fisica. Nel 1930 iniziò a frequentare l'Istituto di Tecnologia di Berlino e successivamente entrò nel *Verein für Raumschiffahrt* (Società dei voli spaziali) dove assistette Hermann Oberth nei test sui razzi a motore con combustibile liquido. Dopo la laurea iniziò a lavorare sotto il capitano Walter Dornberger, e venne impegnato in una ricerca presso il reparto di artiglieria dove si stavano sviluppando le ricerche per razzi a combustibile solido. Conseguito il dottorato in fisica, alla fine del 1934 l'equipe di von Braun ebbe i primi successi per il lancio dei primi missili. I militari del regime nazista monopolizzarono lo sviluppo e la ricerca missilistica costruendo una speciale base vicino al villaggio di Peenemünde nel nord-est della Germania, sul Mar Baltico, base che ebbe il capitano Walter Dornberger come comandante. Dorneberg fece nominare Wernher von Braun direttore tecnico del centro. Wernher von Braun, era un vero scienziato e non aveva grandi interessi di carriera militare, tuttavia fu costretto nel 1937 ad aderire al Nazismo e nel 1940 ad entrare nelle SS come ufficiale. Himmler lo promosse rapidamente, per i suoi meriti scientifici, da sottotenente a maggiore ma in realtà non fu mai un vero militare.

Il gruppo di Peenemuende sviluppò i propulsori a combustibile liquido, i missili balistici di lungo raggio denominati A-4 e poi V2, i missili supersonici anti-aereo e quando nel 1942 Hitler approvò la produzione degli A-4 per bombardare Londra con esplosivi, in ventidue mesi misero a punto i primi A-4, denominato V2, e uno di questi venne lanciato verso l'Europa occidentale il 7 settembre 1944. Queste armi furono per la maggior parte fabbricati in circostanze speciali e in situazioni di massima segretezza, in quanto la produzione ebbe luogo nei sotterranei, scavati nella dura roccia della montagna di Harz, nella quale si era installato un campo di concentramento nel quale erano stati ridotti in schiavitù molti prigionieri in genere francesi e europei dell'est. lavoratori. La fabbrica era diretta dalle SS, e il massacrante lavoro del campo provocò, si presume, la perdita di circa 20.000 operai-schiavi. Non ci sono prove certe che von Braun abbia protestato per tali morti, anche se successivamente apparve molto critico sui metodi usati dalle SS. A favore del suo non perfetto allineamento con il Nazismo ricordiamo che, nel 1944, la Gestapo lo arrestò per crimini contro lo stato a causa della sua costante pubblicità sulla possibilità di costruire missili per andare nello spazio. Le accuse caddero per diretto intervento di Walter Dornberger e del Ministro degli Armamenti Albert Speer che convinsero Hitler sulla indispensabile presenza di von Braun nel progetto di produzione delle V-2.

Nella primavera del 1945, i Russi giunsero nei pressi di Peenemunde e von Braun e i suoi collaboratori decisero di consegnarsi agli Stati Uniti. Con un treno e muniti di documenti falsi, von Braun condusse ben 500 persone attraverso la Germania distrutta dalla guerra per consegnarsi con loro agli americani e nonostante le SS avessero avuto l'ordine perentorio di far fuori tutti i cervelli tedeschi in fuga. Gli americani, appena capirono di avere di fronte degli ingegneri di primissimo piano, tentarono subito di requisire il materiale che rimaneva a Peenemunde riempiendo circa 300 treni di materiali, tuttavia gran parte del materiale era stato requisito in precedenza dall'armata russa. Nel 1945 il trasferimento sul suolo americano degli ingegneri venne effettuato e il gruppo di von Braun ebbe il compito di classificare i documenti di Peenemunde e continuare gli esperimenti missilistici. Furono per questo condotti a Fort Bliss, nel Texas, e sottoposti a condizioni molto dure. Le famiglie rimasero in Germania e gli scienziati furono confinati in baracche sotto costante sorveglianza. A Fort Bliss, lo staff di von Braun addestrò il personale militare, industriale e universitario americano sulla complessità della missilistica, lanciando nel New Mexico alcune delle V-2 arrivate integre dalla Germania proseguendo gli studi sulle future applicazioni dei razzi militari. Nel 1947 von Braun rientra in Germania per sposare una sua prima cugina Maria von Quistorp e dopo le nozze si sistemano a Fort Bliss, dove nasce la sua prima figlia.

Nel '50 tutto il gruppo von Braun, sotto la sua direzione, viene trasferito in Alabama, a Huntsville, per gestire la Divisione di Sviluppo dell'*Army Ballistic Missile Agency* (ABMA). Il gruppo von Braun era pronto fin dal '54 a inviare un satellite in orbita nello spazio e nel '56 avevano costruito il razzo *Readstone*, tuttavia dai vertici americani, ovvero dalla Casa Bianca, non venne il permesso. Si sarebbe infatti preferito un primo successo del *progetto Vanguard* che era tutto americano e condotto dalla Marina militare, che tuttavia era di livello inferiore a quello di von Braun. Infatti, alle prove sperimentali, von Braun fu costretto a zavorrare il *Readstone* per non farlo entrare in orbita. Ma i Russi nel frattempo, che avevano ben utilizzato la loro parte di bottino di Peenemunde e l'avevano integrata con le loro conoscenze e la loro ricerca stupirono il mondo e colsero di sorpresa la Casa Bianca e il mondo astronautico americano in quanto il 4 ottobre 1957 diedero la notizia bomba dell'avvenuto *primo lancio di un satellite sovietico*, precisamente lo **Sputnik 1**.

Gli americani tentarono di correre ai ripari, anticipando forse di un anno il lancio del *Vanguard* al dicembre 1957. Il lancio fallì e il razzo che sosteneva il satellite ricadde a terra e si incendiò. Non rimaneva che dare spazio a von Braun che in circa tre mesi mise in orbita il primo satellite artificiale classificato USA. Modificando parzialmente il *Readstone* crearono il nuovo razzo *Jupiter-C* per sostenere il satellite denominato *Explorer 1*. Il lancio riuscì felicemente e *l'Explorer 1*, entrò in orbita il 31 Gennaio del 1958 dando inizio al programma spaziale americano.

Il resto fu tutto un crescendo:

- nel 1952 von Braun presentò un progetto per l'esplorazione di Marte assieme ad un progetto per una stazione spaziale orbitante, entrambi pubblicati sulla rivista *Collier's*. Nell'articolo dedicato alla stazione spaziale si leggeva che aveva un diametro di 75 m, la sua orbita era ad una altezza di 1700 Km e girava su se stessa per creare una gravità artificiale.

Dagli articoli di *Collier's* nacque anche una versione televisiva sull'esplorazione dello spazio, prodotta da Walt Disney, che andò in onda in tre puntate: *L'uomo nello spazio*, *L'uomo e la luna* e *Marte ed oltre*. Von Braun fece da direttore tecnico; inoltre apparve sullo schermo in tutte e tre le puntate. La collaborazione con Disney continuò negli anni seguenti: Disney aveva in mente di costruire un enorme parco di divertimenti, Disneyland. Von Braun aiutò la progettazione della sezione dedicata al futuro, Tomorrowland, la cui attrazione maggiore era il viaggio verso Marte.

Foto tratte dalla serie televisiva

- La NASA fu costituita con una legge del 29 luglio 1958. Il giorno dopo, il cinquantesimo razzo *Redstone* fu lanciato con successo da un'isola del Sud Pacifico. Due anni più tardi la NASA aprì un

nuovo centro spaziale, il Marshall Space Flight Center, in Alabama e trasferì von Braun e il suo staff dall'ABMA alla NASA. Von Braun fu il primo direttore del centro, dal 1960 al febbraio del 1970.

- Il primo importante progetto al Marshall Center fu lo sviluppo del Saturn, un razzo in grado di portare astronauti sulla Luna. Il sogno di von Braun di vedere un uomo sulla Luna, si concretizzò il 16 luglio 1969, quando il razzo Saturn V, sviluppato al Marshall, portò l'equipaggio dell'Apollo 11 sulla Luna. Durante il corso del Programma Apollo, sei team di astronauti esplorarono la superficie lunare.

- Nel 1970, von Braun venne nominato delegato al *NASA's Deputy Associate Administrator for Planning*, trasferendosi con la sua famiglia a Washington. Con l'interruzione del programma Apollo, von Braun si accorse di avere una visione del futuro della corsa allo spazio profondamente diversa da quella della NASA, quindi nel giugno 1972 rassegnò le sue dimissioni.

- Dopo aver lasciato la NASA divenne vice-presidente delle industrie Fairchild a Germantown, nel Maryland, dove fu attivo nella promozione del *National Space Institute*. Conobbe Carol Rosin, responsabile corporativa delle industrie Fairchild, nel 1974. Von Braun la rese consapevole del pericolo della proliferazione delle armi spaziali e del perché dovevano essere bandite. La Rosin continuò l'azione di von Braun nella promozione del divieto delle armi spaziali e nella trasformazione del complesso industriale militare in un'industria pacifica di esplorazione dello spazio, co-fondando "l'Institute for Cooperation in Space" (Istituto per la Cooperazione nello Spazio).

- Nel 1976 divenne membro del consiglio di amministrazione della Daimler-Benz nonché consulente scientifico di Lutz Kayser, CEO della tedesca OTRAG (*Orbital Transport und Raketen*), la prima compagnia privata ad occuparsi della produzione di veicoli di lancio.

- von Braun si dimette dalla Fairchild alla fine del 1976 causa un tumore che lo porterà a morire all'età di 65 anni, ad Alexandria, in Virginia, il 16 giugno 1977. E' sepolto all'Ivy Hillside Cemetery.

7. La conquista dello spazio in epoche più recenti

Dal libro di Wernher Von Braun: *Space Frontier* del '63 riportiamo: “*ben pochi profani conoscono lo scopo reale del conto alla rovescia o anche solo come venga eseguito. In realtà un conto alla rovescia è un procedimento accuratamente studiato per la preparazione del lancio*”. Era iniziata l'epoca dello spazio come spettacolo. Riviste, libri e dirette televisive parlano dell'argomento, la politica pone subito l'attenzione ed il programma spaziale diventa argomento elettorale.

Siamo alla fine degli anni cinquanta, dopo un ventennio di ricerca missilistica, con l'avvento del boom economico, si iniziarono a concepire missioni spaziali civili.

I sovietici lanciano con successo il primo missile balistico intercontinentale **R7** in agosto del 1957. Molti scienziati di Mosca, tra questi Korolev⁶ dettero l'avvio per realizzare un programma ambizioso: lanciare in orbita un satellite artificiale.

Lo **Sputnik 1** il 4 ottobre 1957 è in orbita quale primo satellite artificiale della storia cogliendo obiettivi scientifici mentre viaggiava su un'orbita variabile da 227 a 941 chilometri.

In America, Presidente Eisenhower, poco sostenitore della corsa allo spazio, riscosse forti critiche per la sua scelta mentre prevalse definitivamente l'opinione: “Primi nello Spazio significa primi in tutto.

I sovietici il 3 novembre del 1957 lanciano lo **Sputnik 2** con a bordo la cagnetta Laika al fine di eseguire analisi sul comportamento di un essere animale in assenza di gravità e in presenza di radiazioni non trascurabili.

⁶ Sergej Pablovic Korolev (1906-1966), ingegnere russo che lanciò il primo razzo a propellente liquido nel 1933.

In USA, Presidente Lyndon Johnson, nel 1958 nasce la **NASA**, (National Aeronautics and Space Administration) Agenzia Spaziale Americana con il compito di coordinare le ricerche spaziali e aeronautiche per fini non militari.

Gli americani cominciarono a “mirare” alla luna.

A metà dell'anno 1958 fu da questi avviato il programma spaziale Pioneer che portò alla missione **Pioneer 1** (l'11 ottobre 1958) lancio fallito per un guasto durante il raggiungimento della velocità di fuga e alla successiva missione che portò in orbita la sonda **Pioneer 3** (6 dicembre 1958) la quale non raggiunse la luna ma arrivò a 102.300 chilometri dalla terra.

I sovietici, con **Luna 1** riuscirono a raggiungere il nostro satellite passandogli ad una distanza di 5955 chilometri per poi posizionarsi in orbita solare. La nuova sonda americana il **Pioneer 4** (3 marzo 59) rappresentò una sonda spaziale che passò a 5,9 chilometri dalla luna ed è ancora in orbita solare.

Luna 2, (12 settembre 1959) , sonda URSS, impatta la superficie della luna il 14 settembre 1959. **Luna 3** incontra la luna il 7 ottobre del 1959 e fotografa il nostro satellite per poi porsi in orbita ora decadente verso la terra.

Proseguono gli studi sovietici sull'adattamento degli esseri viventi alle condizioni ambientali che caratterizzano lo spazio e nell'agosto del 1960 lanciarono lo **Sputnik 5 con a bordo due cagnette: Belka e Strelka**. I due animali tornarono sulla terra sani e salvi dopo 18 orbite.

Segue l'invio delle sonde: **Pioneer 5** degli USA (11 marzo 1960) poi, Mars 1960A dell'URSS (10 ottobre 1960) e Mars 1960B dell'URSS (14 ottobre 1960).

Le predette missioni sono da considerare come precorritrici al primo volo umano della storia dell'astronautica. L'ultima sonda Sputnik dell'URSS aveva in sé la **Vostok** embrione delle navicelle con cui sarebbero stati spediti i primi aeronautici in orbita terrestre.

Seguono dal 1961 al 1965 sonde spaziali automatiche.

Sei furono le missioni dell'URSS **Vostok** (1961 – 1963) che si conclusero con due primati sovietici:

- primo astronauta in volo orbitale;
- prima donna astronauta Valentina Tereshkova⁷.

L'**SS-6** missile di 34,4 metri di altezza il 12 aprile 1961 si sollevò dalla rampa portando in testa una capsula sferica di 2,3 metri di diametro all'interno della quale viaggiava Yuri A. Gagarin primo uomo nello spazio. Gagarin atterrò protetto dallo scudo termico della Vostok dopo aver effettuato un'intera orbita terrestre e con una missione che durò 108 minuti.

Il nuovo Presidente degli Stati Uniti John F. Kennedy cercò di ridare prestigio alla nazione e a nemmeno quattro settimane di distanza dall'impresa di Gagarin avviò il programma Mercury.

Con la missione **Mercury 3** (5 maggio 1961) si effettuò un volo che portò ad un'altezza di 186 chilometri Alan B. Shepard che è da considerare il primo astronauta americano nello spazio in quanto aveva superato gli 80 chilometri che indicano simbolicamente il confine tra cielo e Spazio. La capsula americana predisposta per due posti è di forma tronco conica con all'apice una struttura che la connetteva ad un razzo di salvataggio.

Si affrontò il problema della sicurezza ed in merito Von Braun scrisse: “A causa dell'ampio campo di condizioni di volo incontrate durante una tipica missione orbitale, i progettisti della capsula Mercury, il nostro primo veicolo spaziale con uomini a bordo, hanno deciso di adeguarsi alla regola terrestre che l'astronauta resterà con la nave, qualunque cosa accada. Attivato dall'astronauta, il razzo di emergenza lancerebbe il veicolo spaziale e gli occupanti lontano dal razzo vettore in caso di pericolo.”

⁷ Valentina Tereshkova, nata nel 1937, è la prima donna di un viaggio, dichiarato trionfale nello spazio. A 70 anni appena compiuti Valentina Tereshkova ha deciso di raccontare la verità su quel viaggio che si inquadra nella lotta senza quartiere che le due superpotenze avevano ingaggiato anche fuori dall'atmosfera terrestre. In suo viaggio per poco non si trasformò in un'odissea tragica, con la navicella sparata verso l'infinito. Il ritorno a terra poi fu particolarmente brusco tanto che si rese necessario «girarlo» di nuovo per i cinegiornali, dopo un soggiorno della protagonista in ospedale.

In caso di anomalie ci si preoccupava di allontanare gli astronauta dai serbatoi che costituiscono un serio pericolo.

Virgil I. Grissom con la **Mercury 4** (21 luglio 1961) ripeteva il volo eseguito da Shepard con successo, solo l'ammarraggio presentò delle difficoltà nell'apertura del portellone d'uscita.

Le missioni Mercury fecero riconquistare fiducia all'America poiché la NASA aveva mantenuto le promesse di poter inviare un uomo nello spazio entro il termine ragionevole di meno di tre anni.

8. L'America prepara una rivincita

Il Presidente degli Stati Uniti John F. Kennedy in una famosa conferenza preannuncia le sue decisioni di politica spaziale:

“Io credo che questa nazione dovrebbe impegnarsi per raggiungere l'obiettivo, prima della fine di questo decennio, di far atterrare un uomo sulla Luna e di farlo ritornare sano e salvo sulla terra”.

Gli studi furono intensificati, si fece ricerca sul comportamento dell'uomo in assenza di gravità, sulle tecnologie in grado di portare l'uomo sulla Luna, sui razzi vettori e sulle procedure di aggancio/ sgancio in orbita.

Von Braun curò lo sviluppo del razzo Saturno e gli fu affidata la direzione del centro NASA Marshall di Huntsville, Alabama.

Ci si orientò su una nuova metodologia per lo sviluppo della missione lunare e si optò su una procedura basata sull'assemblaggio di più elementi leggeri in grado di soddisfare le varie necessità della missione in fasi diverse. Si studiò la possibilità del lancio costituito non più da un unico “pezzo” tutt'uno con il lanciatore ma, di più segmenti a funzionalità differenziata.

Il progetto Gemini è il secondo programma americano con a bordo della navetta astronauti. Il suo nome deriva dalla terza costellazione dello Zodiaco, dove risplendono due stelle gemelle chiamate Castore e Polluce, due come due erano gli astronauti a bordo delle missioni Gemini.

Il programma prevedeva importanti obiettivi come:

- Esporre l'uomo e le apparecchiature al volo spaziale per una durata di due settimane, (quante ne necessitavano per andare sulla luna) e di capire gli effetti dell'assenza di gravità in un periodo più prolungato rispetto alla durata delle missioni Mercury;
- Testare le operazioni di rendezvous e di aggancio con veicoli orbitanti usando il sistema di propulsione del veicolo;
- Perfezionare il metodo di entrata nell'atmosfera e atterraggio in un punto predefinito.

La Gemini era abbastanza simile per configurazione esterna alla precedente Mercury, solo un poco più grande, grande attenzione era stata riservata alla manovrabilità e a facilitare la manutenzione.

Il lanciatore “Redstone” della Mercury fu sostituito nel progetto Gemini con il “Titan II.

Enorme successo fu colto dal programma Gemini che raggiunse tutti gli obiettivi.

Tra i voli abitati della missione Gemini è da ricordare Gemini III, (3 marzo 1965) che fu la prima Gemini con equipaggio umano a compiere in tutto tre orbite.

Le missioni furono un successo.

La Gemini III (23 marzo 1965), capsula con due piloti a bordo che riescono a compiere manovre di cambiamento orbitale che risultò una strategia significativa per le successive missioni. Il 3 giugno 1965 avvenne il lancio della sonda **Gemini IV** e durante questa missione gli astronauti americani, in tuta pressurizzata, compirono la prima uscita dalla navicella nello spazio. L'astronauta Edward H. White II, pilota della navicella, “galleggiò” e provò a muoversi nello spazio utilizzando come propulsore una pistola a gas compresso. Un guasto al computer di bordo che avvenne durante la 62^a orbita costrinse i due piloti a manovra di rientro manuale e nonostante ciò l'atterraggio avvenne a solo ottanta chilometri dal punto previsto. **La Gemini V** (21 agosto 1965) tentò, per la prima volta un aggancio tra due capsule nello spazio, questa procedura, indispensabile per qualsiasi futura

missione, fu indicata come *docking* ma, non si concluse con successo. La **Gemini VI** (15 dicembre 1965) fu utilizzata per testare la navigazione finalizzata ai *rendezvous* e compì complessivamente ben 120 orbite. La **Gemini VII** (4 dicembre 1965) eseguì con successo il *rendezvous* con la **Gemini VI** restando ad una distanza tra le navicelle compresa tra i trenta centimetri e i novanta metri per oltre cinque ore. La **Gemini VIII** (16 marzo 1966), durante le fasi di *docking* con uno stadio di un missile Agena, iniziò a ruotare su se stessa velocemente per il malfunzionamento di un razzo, l'equipaggio riuscì a sganciare le navicelle ed effettuò il primo atterraggio americano d'emergenza della storia del volo umano. **Gemini IV** (3 giugno 1966) fu segnata da insuccesso nell'esercizio del *docking* ma, furono completati tre diversi tipi di *rendezvous* e 44 orbite. La **Gemini X** (18 luglio 1966) in orbita si avvicinò al razzo Agena rimasto in orbita dalla missione Gemini VIII fino a tre metri di distanza e *Collins* uscì dalla navicella agganciato al cavo di sicurezza e prelevò dall'Agena un pezzo metallico per verificarne gli impatti dei meteoriti. La missione si concluse con il record dell'altezza dell'orbita di ben 1189,3 chilometri ottenuto dopo un *docking*. L'ultima missione, la **Gemini XII** eseguì *Rendezvous* e *docking* con Agena ed un'attività di EVA. Si eseguirono passeggiate spaziali di ben 5 ore e mezzo.

Le missioni Gemini affermarono il successo di poter far vivere e lavorare uomini nello Spazio per lunghi periodi costituiva la struttura della futura missione americana: il programma Apollo.

Von Braun, in un commento, sottolineò che nelle missioni Gemini si era sempre più tenuto conto del problema dell'abitabilità delle navicelle e che sarebbe stato opportuno, in seguito, mettere in orbita una stanza di soggiorno, un ambiente per il turno di riposo e inoltre doveva essere assegnato uno spazio per le altre funzioni del corpo umano in privato. Von Braun espresse importanti intuizioni sulle necessità psicologiche degli astronauti, sulla necessità di *privacy* di movimento e di tempo libero.

Segue il programma **Apollo**, avviato dalla NASA dopo le missioni Gemini che è il programma che avrebbe portato l'umanità sulla luna. L'inizio del programma non ebbe inizialmente risultati positivi infatti l'**Apollo 1** (27 gennaio 1967), con vettore Saturno IB e navetta con tre astronauti a bordo riportò un incendio proprio all'interno della cabina e, purtroppo, gli astronauti morirono per asfissia. Le successive missioni **Apollo 2** (5 luglio 1967), missione per il collaudo degli stadi del razzo vettore Saturno IB e **Apollo 3** (25 agosto 1967) sempre con vettore Saturno IB, derivato dagli A-4 tedeschi conclusero con perfezione le missioni di collaudo nello spazio del (CM) Command Module senza uomini a bordo. La capsula **Apollo 5** (22 gennaio 1968) posta sul missile **Saturno V** segnò il riavvio del successo del programma spaziale americano e si concluse con il collaudo in orbita dei motori del (LM) Lunar Module. Gli stadi del grosso missile si staccarono uno dopo l'altro come da progetto e l'Apollo 5 raggiunse un'orbita di 18.072 chilometri e poi, con i suoi motori, rientrò in atmosfera terrestre. Il sistema Saturno-Apollo si dimostrò affidabile per le future missioni, il missile Saturno V è uno dei più potenti della storia dell'astronautica, alto 110 metri e con un peso al decollo di 2.913 tonnellate, al vertice era il *Command Module* (CM) con un volume abitabile di 5,94 metri cubi, fornito di 12 razzi direzionali per l'assetto della capsula e con tutti i sistemi di generazione di energia elettrica e di controllo ambientale per la vita all'interno della capsula: pressione dell'aria, la composizione, la temperatura ed il livello di umidità.

La missione **Apollo 6** (4 aprile 1968), con razzo vettore Saturno V, costituì una ulteriore prova e collaudo in orbita del sistema sempre senza astronauti a bordo.

L'**Apollo 7** (11 ottobre 1968) portò con successo in orbita terrestre, con razzo vettore Saturno 1B, per 11 giorni tre uomini con il collaudo del mezzo, studio e prove delle manovre della capsula, prove del cambiamento delle orbite in volo.

Anche i russi si dimostrano interessati a mandare degli uomini sulla luna e a conquistarne il primato essi utilizzano due missioni: **Zond 5** e **6** con capsule **Sojuz** che effettuarono dei transiti in orbita lunare.

La NASA organizzò la nuova missione **Apollo 8** (21 dicembre 1968) con vettore Saturno V che portò in orbita lunare tre astronauti e consentì il loro ritorno sulla terra. Con questa missione si effettuarono prove di volo orbitale intorno alla luna e prove sul cambiamento delle orbite

circumlunari. Successivamente fu inviato in orbita dalla NASA l' **Apollo 9** (03 marzo 1969) che effettuò intorno alla terra prove di sgancio e riaggancio del LM (Lunar Module) con prove di manovre e di passaggi da parte degli astronauta fra i vari settori della capsula. Con l' **Apollo 10** (18 maggio 1969) con successo furono effettuate prove di sgancio e di aggancio del LM (Lunar Module) in orbita lunare e avvicinamento a 15.000 metri dalla superficie della luna.

Con le precedenti missioni erano stati individuati luoghi possibili per l'atterraggio e con la missione **Apollo 11** (16 luglio 1969) *si effettuò il primo sbarco umano sulla luna* scegliendo il mare della tranquillità per l'atterraggio e il ritorno fu previsto con un margine di tempo tale da consentire l'ammarraggio di giorno. Gli astronauti Armstrong e Aldrin effettuarono la fase più entusiasmante della missione: l'uscita dalla navicella. Dopo sei ore e mezzo dall'atterraggio Armstrong per primo uscì dal boccaporto del Lem, e utilizzando una piccola piattaforma si portò alla scaletta e contemporaneamente una preziosissima telecamera fu pronta a filmarono dei momenti storici della conquista dello spazio. Armstrong scese dalla scaletta, si fermò un momento sull'ultimo gradino per testare la superficie della luna che toccò con un piede incerto prima di effettuare il primo passo. Balzando poi dalla scaletta sulla superficie della luna esclamò: "Questo è un piccolo passo per un uomo, un balzo gigantesco per l'umanità". Il suolo lunare era composto di polvere fine che sotto il peso di Armstrong si compattò formando un'impronta netta del suo scarpone poi. provò a camminare superando qualche difficoltà iniziale dovuta alla gravità parziale della luna (1/6 g). Aldrin raggiunse Armstrong dopo 15 minuti per rimanere "fuori" e come ebbe a dire in quella "magnifica desolazione". Rientrati a bordo lasciarono la luna il 21 luglio.

Le promesse di Kennedy erano state mantenute e gli Stati Uniti avevano battuto qualsiasi primato precedente; la Conquista della luna e dello Spazio era americana. La missione **Apollo 12** (14 novembre 1969) fu caratterizzata da un *secondo sbarco sulla luna* con l'uscita degli astronauti C. Conrad ed A. Bean e prelievo di campioni di materiale lunare ed effettuarono la prima "passeggiata" lunare. L'**Apollo 13** (11 aprile 1970) è una missione priva di successo per danni negli apparati del SM (Service Module) . Con l'**Apollo 14** (31 gennaio 1971) si affrontò un *terzo sbarco sulla luna* e fu utilizzato per la prima volta un mezzo per il trasporto dei materiali raccolti e si effettuarono rilievi diretti della conformazione del suolo lunare. L'**Apollo 15** (26 luglio 1971), con vettore Saturno V, è una nuova missione con il *quarto sbarco sulla luna* e sosta di 67 ore con 19 ore di attività; missione di esplorazione con veicolo a ruote: il Luna Rover studiato per rilevamenti diretti e prelievo di campioni del suolo lunare. Il veicolo Rover aveva un peso di 209 chilogrammi ed una configurazione tale da essere ripiegato durante il volo; sulla luna la Rover era una macchina lunga tre metri e larga poco più di un metro e la sua velocità poteva raggiungere . David Scott della NASA parlò di "impacchettamento" della Rover: "il volume dentro cui essa può essere richiusa è uno dei contenuti più interessanti," di tutta la missione Apollo. L'allunaggio dell'Apollo 15 avvenne in un luogo particolarmente affascinante e scientificamente interessante; una piccola insenatura pianeggiante completamente circondata da montagne in mezzo alle quali spiccava il monte Hadley. Il *quinto allunaggio* si ottenne con la missione **Apollo 16** (16 aprile 1972), sempre su vettore Saturno, avvenne sugli altopiani lunari e si effettuarono rilevamenti diretti ed esperimenti biomedici. L'**Apollo 17**, (07 dicembre 1972), realizza un *sesto allunaggio* con la prima navicella della storia dell'astronautica *con un civile a bordo*: il dottore in scienze biologiche Harrison Schmitt. Con questa ultima missione Apollo 17 si concluse il programma Apollo che aveva ottenuto numerose scoperte scientifiche. Dopo tale programma nessun essere umano ha più camminato sulla Luna. Gli americani persero interesse, i sovietici continuarono con sonde automatiche (tra cui le Lunakhod), che riportarono anche campioni di suolo sulla Terra. Le altre nazioni non avevano le risorse necessarie, e le due superpotenze non vedevano un vantaggio ulteriore nell'esplorazione da giustificare gli altissimi costi.

Sia gli americani, quanto i russi, parallelamente al programma Apollo avviarono una sistematica esplorazione di Marte che si rivelò poco fortunata; in ogni caso si detengono fotografie del Pianeta Rosso ed i primi dati chimico-fisici dell'atmosfera e del suolo dei marziani.

Gli scienziati fondatori e fautori della NASA e di tutte le attività spaziali americane erano al corrente di una tecnologia aliena, anzi erano direttamente coinvolti nel programma di retro-ingegneria associato ai resti di Roswell. Oltre ai sistemi di propulsione, era stato recuperato a Roswell, intensificatori di immagini che poi divennero dei sistemi di visione notturna, fibre ottiche, fibre ultra resistenti, laser leghe metalliche ad allineamento molecolare, circuiti integrati.

Negli anni settanta la "febbre lunare" cala nell'opinione pubblica in un confronto tra costo e benefici. La NASA tagliò drasticamente le missioni Apollo tanto che i due lanciatori costruiti per le missioni **Apollo 19** e **Apollo 20** finirono per diventare oggetto da museo.

La seconda sfida lanciata da Kennedy alla NASA era la costruzione di un avamposto fisso in orbita terrestre dove poter studiare il comportamento umano in 0-g. Si pensò ad un vero e proprio laboratorio spaziale. Si avvia il programma **Skilab** con un nuovo lanciatore chiamato "**Shuttle**" riconvertito dal Saturno V.

Lo Skilab (26 maggio 1973), fu la prima stazione spaziale americana, fu abitata per 171 giorni da tre equipaggi distinti negli anni '73-'74. La stazione spaziale includeva anche l'Apollo Telescope Mount (ATM), che gli astronauti hanno usato per acquisire moltissime immagini solari. Lo Skilab ha avuto come principale obiettivo la progettazione e la sperimentazione orbitale di un habitat adatti a soddisfare i requisiti correlati ai human factors pertanto la NASA si avvale di un architetto per una progettazione accurata dell'ambiente. Questo importante incarico di progettazione di abitabilità a bordo della prima vera e propria stazione spaziale fu affidato all'architetto Raymond Loewy. L'equipaggio dello Skilab viveva e lavorava in una vera e propria suite spaziale con ben 360 metri cubi di spazio vivibile suddiviso in più livelli. Lo Skilab rientrò in atmosfera terrestre nel 1979.

Alla fine del programma Apollo, con l'annuncio dell'allora Presidente degli Stati Uniti **Nixon**, nacque il programma **Space Shuttle (STS: Space Transportation System)** che per la Nasa costituiva un avveniristico sistema di trasporto spaziale riutilizzabile per svariate missioni nello spazio con rientro sulla terra come un normale aeroplano. Lo Space Shuttle, dal Presidente: "contribuirà a trasformare la frontiera spaziale degli anni settanta in un territorio familiare, agevolmente accessibile alle imprese dell'uomo degli anni Ottanta e Novanta. Il programma Shuttle, nella missione del 1986 shuttle Challenger conobbe uno sfortunato incidente con distruzione tragica anche del proprio equipaggio ma, nonostante gli errori e le sfortune, ha comunque rappresentato e rappresenterà il mezzo di trasporto spaziale fino all'avvento dei nuovi mezzi completamente riutilizzabili. Lo Shuttle è indispensabile per il trasporto in orbita di pezzi delle stazioni spaziali in costruzione.

I Presidenti russo/americani nel settembre del 1993 tracciano un programma di collaborazione per missioni **Shuttle/Mir** che condussero alla cooperazione tra Astronauti di diversa cultura ed abitudini che hanno imparato a lavorare insieme per un comune obiettivo. Anche tenendo presente i momenti negativi, le missioni Shuttle/Mir sono state determinanti per prepararsi alla stazione spaziale internazionale.

Nel 2001 Philippe Lheureux pubblicò un libro che sosteneva che le foto prese dagli astronauti americani sulla Luna erano in realtà dei falsi realizzati sulla Terra (*teoria della cospirazione lunare*). Le sue teorie analizzano alcune supposte anomalie riscontrate sulle foto diffuse dalla NASA. Un libro più volte annunciato dall'ente spaziale per rispondere a questi interrogativi e commissionato a Jim Oberg esperto in questioni aerospaziali non è mai stato pubblicato. Vi sono state comunque numerose altre pubblicazioni che hanno risposto ai dubbi sollevati. Ciò nonostante l'argomento continua a suscitare accese polemiche. Nel 1978 Il regista Peter Hyams ha realizzato il film *Capricorn One* dove la NASA per non perdere i finanziamenti di una missione spaziale realizza un falso allestito in uno studio cinematografico.

La conquista dello spazio è ancora oggi un'ambizione e una questione di grande attualità.

Dal TG5 ore 13 “ Servizio di Lella Gonfalonieri del 6/3/2009”:

*“Sviluppo della vita è tutto pronto in Florida per la missione della NASA. Sentiamo Lella Gonfalonieri: Partirà nella notte della Florida all'alba di domani qui da noi la missione della NASA a caccia di pianeti simili alla terra dove si possono avere condizioni per lo sviluppo della vita. Sarà il **telescopio Keplero** dal nome dell'astronomo che scoprì le leggi del movimento dei pianeti attorno al sole a scandagliare più di 100.000 stelle in quattro anni di missione. Punterà i suoi strumenti in una regione della via lattea tra la Costellazione del Cigno e della Lira e nelle previsioni dovrebbe catalogare alcuni centinaia di pianeti solidi grandi come Giove una cinquantina simili alla terra e qualche altra decina più piccoli come Mercurio. Tutti però devono avere un requisito, ruotare come fa la nostra terra, attorno ad una stella ad una distanza media che permetta appunto lo sviluppo della vita. Sarà proprio la variazione di luce stellare al passaggio del pianeta a stabilire i parametri di grandezza e di orbita e quindi di abitabilità. Keplero, insomma, potrebbe fornire il primo tassello scientifico per capire se la terra è un'eccezione nell'universo o se invece le condizioni per la vita siano possibili altrove. Non siamo a caccia di ET dice il Coordinatore della missione ma, della sua casa.(ET casa telefono)”*.

L'Italia è nello spazio con tecnologie d'avanguardia e talenti che ci invidiano nel mondo. Siamo tra i paesi europei che investono di più nel settore. Numerosi sono gli impegni ed i progetti dell'ASI, l'Agenzia Spaziale Italiana nata nel 1988 che ha la responsabilità, nell'ambito delle competenze del Ministero della Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica ed in coordinamento con numerosi dicasteri e con la Presidenza del Consiglio dei Ministri, di promuovere, coordinare e condurre le attività spaziali nazionali.

Le attività dell'ASI nel campo della navigazione satellitare sono incentrate sul **programma GALILEO**, il sistema satellitare europeo di nuova generazione attualmente in corso di sviluppo grazie a un progetto congiunto della Commissione Europea e dell'Agenzia Spaziale Europea. L'ASI è impegnata a individuare in Italia opportunità applicative di questo programma, a beneficio tanto dei servizi di pubblica utilità quanto del sistema industriale.

RINGRAZIAMENTI. L'Autore tiene in particolare a ringraziare il Prof. Ing. Giovanni Ippoliti che ha contribuito al miglioramento di diverse parti di questo lavoro. Gli ultimi due paragrafi sono stati scritti con la sua collaborazione.