



...Così infinitamente rendo grazie a Dio, che si sia compiaciuto di far me solo primo osservatore di cosa ammiranda et tenuta a tutti i secoli occulta.

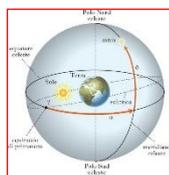
Galileo Galilei

Venezia, 30 gennaio 1610



SOMMARIO

Lettera del Presidente.....	1
Calendario delle Serate Pubbliche.....	2
I vantaggi del Socio GAP.....	2



Osservare il Cielo
di *Alessandro Bisello*
pag. 3



Il Mistero di Tunguska
di *Nicola Signore*
pag. 4



I Telescopi Spaziali: Hubble e James Webb
di *Giorgio Schileo*
pag. 6

ASSEMBLEA ORDINARIA

Sabato 23 novembre 2019

ore 15:30 prima convocazione

ore 16:00 seconda convocazione

ORDINE DEL GIORNO

- 1 - Parola al Presidente
Relazione di un anno di attività
- 2 - Parola al segretario e cassiere
Resoconto economico
- 3 - Parola ai soci
Domande e richieste

LETTERA DEL PRESIDENTE

Carissimi soci e amici astrofili,

la stagione estiva si è conclusa da poco e il GAP, dopo un mese di ferie, ha già ripreso la propria attività il 14 settembre tenendo contemporaneamente due serate osservative: una a Veggiano e l'altra presso l'Orto Botanico di Padova, in occasione del CICAP-Fest 2019. Ringrazio sia la proloco di Veggiano che l'astronomo Luca Nobili per averci ingaggiato; il pubblico è rimasto estasiato e abbiamo ricevuto personalmente i complimenti da parte del segretario nazionale del CICAP Massimo Polidoro.

Prima delle ferie, il nostro gruppo è stato coinvolto in numerose serate dedicate alla divulgazione dell'Astronomia e all'osservazione telescopica del cielo tenute a Polverara, Candiana, Selvazzano, Planetario di Padova, Prato della Valle, Borgo Veneto, villa Alessi e villa Papafava; il pubblico ha sempre risposto con entusiasmo grazie all'impegno e alla bravura dei nostri "telescopisti" e relatori che ringrazio di cuore. Ora la stagione autunnale ci vede impegnati con la partenza del ventiduesimo ciclo delle Serate Pubbliche presso la nostra sede; trovate il calendario all'interno di questo Bollettino a pag. 2, sul nostro sito www.astrofilipadova.it e sulla nostra pagina Facebook.

Domenica 13 ottobre, dalle ore 9.30 alle ore 18:00, il GAP parteciperà con materiale proprio all'iniziativa "La Giornata per la Luce" che si terrà all'interno del salone del Palazzo della Ragione di Padova; si tratta di un'importante vetrina alla quale chiunque può portare il proprio contributo e partecipazione.

Vi segnalo inoltre che sabato 23 novembre avrà luogo l'Assemblea Ordinaria del GAP; è molto importante la vostra presenza per migliorare e far crescere sempre di più il nostro gruppo che anche quest'anno, grazie a idee e proposte dei nuovi soci, ha visto un notevole balzo in avanti del GAP.

Concludo con un galattico ringraziamento a cui tengo particolarmente: voglio esprimere la mia profonda gratitudine al consigliere Giacomo Maltese, che per oltre nove anni ha curato la redazione del Bollettino GAP in modo esemplare e impeccabile.

Lunga Vita e Prosperità a tutti Voi,

Fabio Borella

NOTA DEL CURATORE

Da questo numero è con grande onore e senso di responsabilità che prendo in carica la redazione del Bollettino. Come tutti abbiamo avuto modo di apprezzare, la qualità tipografica di queste pagine è immensamente aumentata grazie al minuzioso ed elegante lavoro di Giacomo nei nove anni in cui ne ha curato l'organizzazione e la veste grafica.

Mi associo al nostro Presidente nel ringraziare Giacomo personalmente e a nome di tutto il GAP per il suo costante impegno, invitandolo a continuare ad essere una delle colonne portanti del nostro Gruppo Astrofili.

Giorgio Schileo

Gruppo Astrofili di Padova

Osservatorio e Sede: via A. Cornaro, 1b - 35128 Padova - tel. 377 4532162 - 348 2511670 - 334 3968941

www.astrofilipadova.it

CALENDARIO DELLE SERATE PUBBLICHE 2019-2020 (XXII ciclo)

Conferenze e osservazioni guidate del cielo con i telescopi del GAP



Data e ora	Luogo	Argomento
04/10/2019 Ore 21:00	Sede GAP	“L’Avventura Umana Più Entusiasmante” Il Presidente del GAP Fabio Borella ci racconterà l’impresa di pace più strepitosa mai realizzata dall’Uomo: la missione Apollo 11.
18/10/2019 Ore 21:00	Sede GAP	“La Luna” Patrizia Bussatori, laureanda in Astronomia, ci spiegherà le caratteristiche fisiche e orbitali del nostro satellite naturale.
15/11/2019 Ore 21:00	Sede GAP	“La Relatività Ristretta” Il Dott. Giuseppe Guercio spiegherà in modo chiaro e divulgativo come e perché lo spazio e il tempo non siano immutabili ma dinamici.
06/12/2019 Ore 21:00	Sede GAP	“L’Universo a Bassa Frequenza” Il consigliere GAP Alessandro Bisello ci mostrerà l’Universo nello spettro delle onde radio e delle microonde.
20/12/2019 Ore 21:00	Sede GAP	“Dall’Archeoastronomia all’Astronomia” Il Prof. Umberto Balugani ci guiderà lungo un percorso millenario che ha portato la specie umana alla scienza dell’Astronomia.

Ingresso € 3,00 (*gratis per i soci GAP*); per informazioni e prenotazioni: 377 4532162 - 348 2511670 - 334 3968941
Le conferenze iniziano alle ore 21:00. Non sarà possibile l’ingresso a conferenza iniziata, si raccomanda pertanto la puntualità. L’osservazione ai telescopi inizierà, tempo permettendo, alle ore 22:15 circa, al termine della conferenza. Consigliamo di consultare il nostro sito (www.astrofilipadova.it) per restare aggiornati su possibili variazioni al programma.



MODALITA' PER DIVENTARE SOCIO DEL GAP

È sufficiente effettuare il pagamento della quota sociale di €25,00 da versare al tesoriere entro il 31 marzo presso la Sede oppure con Bonifico sul libretto Cassa di Risparmio (codice IBAN: IT59 A030 6912 1370 4120 0001 061) intestato a Intesa SanPaolo.

I VANTAGGI DEL SOCIO GAP

- Riceve il Bollettino GAP che contiene la sintesi delle nostre iniziative e articoli di carattere scientifico-divulgativo.
- Ha accesso libero e gratuito ai nostri Corsi di Astronomia e alle Serate Pubbliche.
- Può accedere gratuitamente all’Osservatorio previo accordo telefonico con il Responsabile.
- Può entrare al nuovo Planetario al prezzo di € 6,00 (invece che € 8,00) mostrando la tessera del GAP valida.
- Può prendere in prestito gratuitamente riviste e libri della nostra biblioteca.
- Può ottenere sconti presso il negozio Foto Ottica Deganello, via Beato Pellegrino 51, Padova.
- Tutti i soci che lo desiderano possono ricevere il Bollettino al proprio indirizzo email in formato **PDF a colori** (fare la richiesta alla segreteria del GAP comunicando l’indirizzo email). Il formato **cartaceo in bianco e nero** sarà comunque sempre a disposizione dei soci presso la nostra Sede di via Cornaro e, per chi lo desidera, può riceverlo a mezzo posta all’indirizzo che ci verrà comunicato.

SI RICORDA A TUTTI I SOCI CHE
IL TERMINE PER EFFETTUARE
IL PAGAMENTO DELLA QUOTA
SOCIALE È SCADUTO IL
31/03/2019.
CHI NON L’AVESSE FATTO PUÒ
EFFETTUARE IL PAGAMENTO
IL SABATO IN SEDE DALLE ORE
16 ALLE ORE 18



GRUPPO ASTROFILI DI PADOVA

Osservatorio e Sede: via Alvise Cornaro, 1b - 35128 Padova; tel. 377 4532162 - 348 2511670 - 334 3968941

Presidente: Fabio Borella

Consiglieri: Alessandro Bisello, Roberto Cariolato, Ivan Codato, Nicola Grandis, Giacomo Maltese, Rino Mazzucato.

Comitato di redazione del Bollettino: Consiglio di Gruppo GAP

Il Bollettino del GAP è un periodico curato e realizzato interamente da volontari. Nessuna persona è retribuita per collaborare. Lo spirito è quindi quello che porta avanti le attività del GAP. È per questo che **ogni collaborazione è bene accetta**. Tutto il materiale esposto è pubblicato sotto la totale ed esclusiva responsabilità degli autori.

OSSERVARE IL CIELO

di *Alessandro Bisello*

Per millenni la posizione delle stelle ha indicato il trascorrere del tempo, la giusta direzione, la posizione della Terra, un indizio per eventi futuri. Oggi l'osservazione della volta celeste è fonte di gioia e stimolo per ulteriori ricerche.

Le stelle possono essere osservate ovunque: per riconoscere facilmente le costellazioni principali, i pianeti e le stelle più luminose, e per osservare la Luna o il tramonto, si può sfruttare anche la luminosità diffusa ai limiti delle città. Per vedere bene i corpi celesti bisogna invece trovarsi in un luogo dove la luce e lo smog siano limitati al minimo: in aperta campagna o in posizioni elevate, comunque lontani dal chiarore delle luci di città. Le stelle si distinguono facilmente dai pianeti: le stelle sono puntiformi in quanto enormemente lontane e ci appaiono tremolanti a causa della turbolenza atmosferica; i pianeti invece si presentano come un piccolo puntino la cui luce invece è stabile.

A causa della rotazione terrestre le stelle sorgono a Est e tramontano a Ovest, e l'aspetto della volta stellata cambia lentamente con l'ora, con la latitudine, con la stagione. Essendo la Terra una grande sfera, a seconda di dove ci troviamo per l'osservazione (equatore o un parallelo verso Nord o verso Sud) cambia l'area celeste osservata. Le carte celesti riproducenti le costellazioni vengono disegnate tenendo in evidenza la latitudine, il mese o la stagione (per questo si parla di cielo primaverile, estivo, autunnale, invernale).

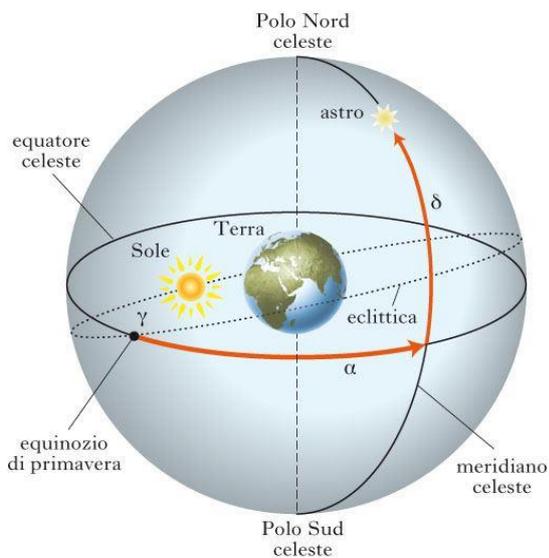


Figura 1. I principali riferimenti del sistema di coordinate equatoriali: l'eclittica, l'equatore celeste, i punti equinoziali.

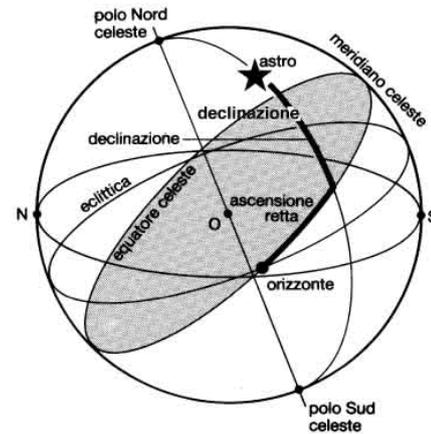


Figura 2. Le coordinate celesti (sistema equatoriale).

Le coordinate celesti (nel sistema equatoriale) sono:

- **Ascensione retta (A.R., o α)**, che corrisponde alla longitudine terrestre sulla sfera celeste: mentre la longitudine è la distanza angolare (verso Est o verso Ovest) rispetto al Meridiano di Greenwich, l'ascensione retta è la distanza in ore, minuti e secondi tra l'oggetto celeste e il meridiano Zero, un circolo immaginario che passa per i poli celesti e per il punto equinoziale, cioè il punto in cui si trova il Sole all'Equinozio di Primavera, chiamato Primo Punto d'Ariete (anche se - a causa della precessione degli equinozi - ora tale punto si trova nei Pesci).
- **Declinazione (δ)**, che corrisponde alla latitudine terrestre: in Astronomia è invece la distanza angolare (misurata quindi in gradi) dall'Equatore Celeste all'oggetto in questione, lungo il meridiano passante per l'oggetto stesso (Fig. 1 e 2).

E' molto utile a ogni osservatore del cielo stellato premunirsi delle informazioni di una mappa celeste, che faciliterà molto il riconoscimento delle costellazioni e delle singole stelle.

Le mappe stellari chiamate astrolabi (Fig. 3) sono le più usate e rappresentano la volta stellata come se osservassimo una cupola dal basso (vanno tenuti infatti sopra la testa e orientati verso i punti cardinali). Rappresentano il cielo come lo vede un osservatore a una certa data, in un certo luogo e a una data ora. Poiché il moto di rivoluzione è molto più lento di quello di rotazione, lo stesso cielo può essere osservato nello stesso luogo in date diverse. Sull'astrolabio sono riportati i quattro punti cardinali, l'equatore celeste e a volte l'eclittica. Tali indicazioni sono utilissime per orientarsi bene e riconoscere gli oggetti celesti.

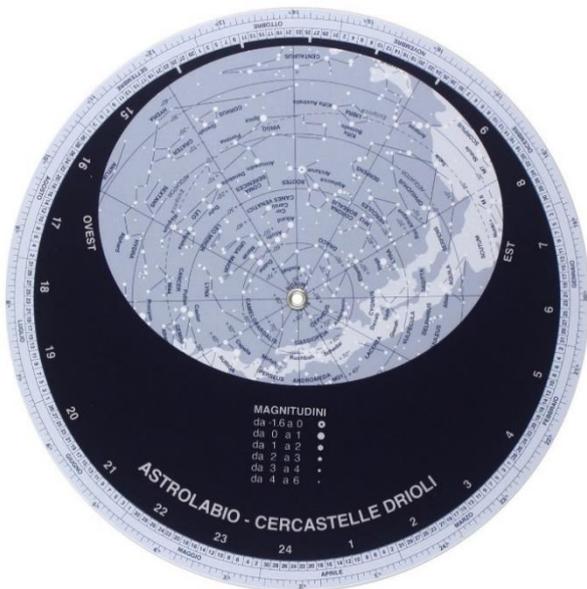


Figura 3. Una mappa stellare circolare, detta anche astrolabio. Facendo corrispondere l'ora al giorno e mese di osservazione e orientandolo opportunamente, sarà facile individuare le costellazioni principali.

Le stelle sono raggruppate in costellazioni solo in base alla loro posizione apparente nel cielo, e molto spesso non c'è nessun legame fisico tra loro. I nomi delle costellazioni sono presi dalla mitologia greca, poiché furono proprio i Greci i primi a vedere nel cielo disegni di stelle. Altri nomi sono arabi, molti nomi di stelle brillanti come Betelgeuse, Aldebaran, Rigel e Altair testimoniano il contributo arabo all'Astronomia. Altri nomi di costellazioni e stelle si riallacciano alla tradizione contadina (Vergine, Bovaro), altre ancora (nell'emisfero Sud) rappresentano strumenti scientifici o animali esotici. Dopo alcune ripetute osservazioni si arriva a conoscere e riconoscere diverse stelle e costellazioni al primo colpo d'occhio, e tale dimestichezza riempie di gioia e soddisfazione. Riconoscere il modo di trovare subito il polo nord e la Stella Polare, l'Orsa Maggiore, Cassiopea, la Giraffa, il Cigno, l'Aquila in estate, oppure durante la primavera il Leone, la Vergine e il Boote, in inverno la grande costellazione di Orione (Fig. 4), del Toro, dei Gemelli, dell'Auriga, in autunno il Perseo, Andromeda, il Pegaso, e le loro stelle più brillanti, riconoscere lungo l'eclittica i pianeti visibili di sera da quelli visibili al mattino è un appagamento personale di grossa soddisfazione.

Certamente il passaggio successivo è osservare il cielo stellato con strumenti (il binocolo o un telescopio dedicato *munito di inseguimento motorizzato*): ciò comporta maggiore interesse e dedizione e in questa fase il Gruppo Astrofili è ben lieto di dare tutta l'assistenza possibile.

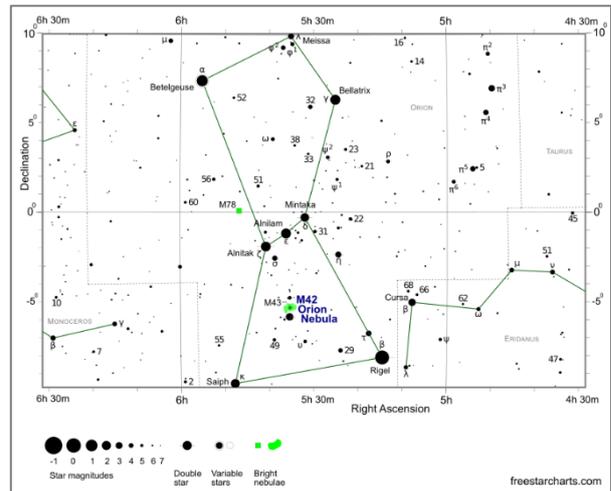


Figura 2. Mappa stellare della costellazione di Orione. Sono indicati la magnitudine delle stelle e gli oggetti celesti alla portata di telescopi amatoriali come la Grande Nebulosa di Orione (M42), nonché la declinazione e l'ascensione retta.

Viaggiare tra le stelle e i pianeti alla scoperta dell'Universo è un'esperienza piena di soddisfazioni e culturalmente di grande livello.

IL MISTERO DI TUNGUSKA

di Nicola Signore

Il mattino del 30 giugno 1908, alle ore 7 e 17 minuti (ora locale), gli abitanti del bacino del fiume Tunguska, a circa 800 km dalla città di Krasnoyarsk, Siberia Centrale (Fig. 1), videro un improvviso lampo di luce accecante e, subito dopo, una tremenda onda d'urto scoperchiò le case, scardinò le porte e le finestre del villaggio di Vanavara e spazzò via le tende dei cacciatori nomadi che vivevano nei dintorni.



Figura 1. L'area di Tunguska.

Furono abbattuti 60-80 milioni di alberi su una superficie di oltre 2000 km². Un forte bagliore di luce fu visibile fino a 700 km di distanza. Le onde sismiche e di pressione furono registrate dai sismografi e dai

barografi gestiti dai laboratori di registrazione della lontana Washington.

Tuttavia, nonostante tutte queste evidenze, l'evento fu sottovalutato e le autorità di Mosca ritennero che fossero esagerazioni popolari e che, con tutta probabilità, doveva trattarsi della caduta di una comune meteorite.

Per questo motivo non fu disposta alcuna indagine per chiarire l'avvenimento.

Ma quale poteva essere l'oggetto che aveva provocato un evento così importante, era stato un meteorite o una cometa? Da questo interrogativo nacque il cosiddetto "mistero di Tunguska".

L'ipotesi meteoritica

Solo nel 1921, dopo gli eventi della Rivoluzione russa che determinarono la caduta dell'Impero zarista e la nascita dell'Unione Sovietica, si cominciò a raccogliere e vagliare alcune testimonianze.



Figura 2. Leonid Kulik, che guidò la prima spedizione scientifica nell'area.

Nel 1927, diciannove anni dopo l'evento, l'Accademia Sovietica delle Scienze inviò nella zona una spedizione scientifica guidata dal mineralogista russo Leonid Kulik (1883 – 1942, **Fig. 2**). I membri di questa spedizione si resero subito subito conto che era del tutto vero il racconto dei nomadi che parlavano di

una foresta completamente spianata. Lo scenario che la spedizione ebbe modo di constatare era alquanto sconcertante: tutti gli alberi, intorno a quello che fu ritenuto come epicentro, erano abbattuti e disposti in direzione radiale (**Fig. 3**). Oltre le colline circostanti, gli alberi di alto fusto erano sradicati; inoltre le conifere che non erano state abbattute si presentavano bruciacchiate e defogliate (**Fig. 4**). Lo scenario era drammatico, ma i componenti della spedizione furono sorpresi



Figura 3. Alberi abbattuti in direzione radiale.



Figura 4. I tronchi bruciati delle conifere.

soprattutto dal fatto che non c'era alcun cratere, e ciò faceva presupporre che l'ipotetico oggetto cosmico non era precipitato al suolo, ma doveva essere esploso ad una certa altezza sulla verticale della palude di Tunguska.

Kulik, fra il 1927 e il 1939, ebbe l'opportunità di organizzare altre spedizioni nella stessa zona di Tunguska. In queste circostanze egli acquisì dati molto importanti, come: la vastità dell'area interessata dal fenomeno (più di 2.000 km²); la forma ellittica dell'area; la direzione dell'asse principale dell'ellisse (SE-NW); la sua lunghezza (40 km), e tanti altri elementi.

Inoltre Kulik, utilizzando nuove tecnologie che a quell'epoca erano disponibili, e interpretando meglio i dati in suo possesso, si convinse che l'oggetto che provocò questo grave disastro doveva essere un meteorite delle dimensioni di 30-60 metri di diametro; che stava viaggiando ad una velocità di almeno 15 km al secondo (pari a 54.000 km/h); che sarebbe esploso ad un'altezza di 8,5 km, e che la potenza espressa doveva essere di 10-15 milioni di tonnellate di dinamite, pari a 500-750 bombe atomiche come quella di



Figura 5. Il lago Cheko.

Hiroshima. Tuttavia l'ipotesi meteoritica di Kulik presentava diverse incongruenze. Innanzitutto, data la grande potenza distruttiva, il meteorite avrebbe dovuto essere di grande dimensione e, in questo caso, non avrebbe potuto esplodere per il solo effetto dell'attrito con l'aria. Inoltre la sua spedizione, oltre alla mancata individuazione del cratere, non riuscì ad individuare alcun frammento dell'ipotetico meteorite, e tutto ciò contrastava con l'ipotesi meteoritica dell'evento di Tunguska.

A partire dal 1991 il dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna intraprese una serie di spedizioni in Siberia allo scopo di studiare in loco l'evento di Tunguska. Nel 1999 questa spedizione si occupò in modo particolare della ricerca del cratere del meteorite e se questo poteva essere il lago Cheko che si trovava a poca distanza dall'epicentro (**Fig. 5**).

Lo studio di questo piccolo lago fu condotto utilizzando le tecnologie più avanzate e tutti i migliori strumenti tecnici disponibili all'epoca. Gli scienziati di questa spedizione, dopo studi approfonditi, decisero che il lago Cheko doveva essere stato originato proprio dal cratere del meteorite.

L'ipotesi cometaria

Gli studiosi che non condividevano l'ipotesi meteoritica di Kulik sostenevano che il corpo cosmico che colpì Tunguska doveva essere una cometa di un centinaio di metri di diametro. Questa ipotesi apparve più convincente allorché, negli anni Cinquanta del secolo scorso, si affermò il modello di cometa "a palla di neve sporca", in quanto era composta principalmente da ghiaccio e polvere. Questo tipo di cometa risultava essere più facilmente compatibile con l'evento di Tunguska. Infatti, in base a questo modello, l'evaporazione dei ghiacci contenuta nella cometa è in grado di ridurre la coesione del nucleo ed esplodere con la totale vaporizzazione della materia.

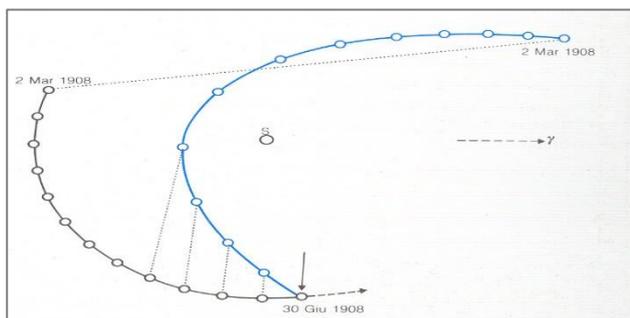


Figura 6. Parte dell'orbita della cometa Encke e del frammento forse all'origine dell'evento di Tunguska.

Fin dal 1960 l'ipotesi della cometa ha ottenuto un consenso generale soprattutto tra i ricercatori sovietici.

In particolare, l'astronomo slovacco **Lubor Krusaák** (1927-1994) sosteneva che il corpo cosmico di Tunguska doveva essere un frammento della cometa Encke (quella che produce lo sciame di meteore noto col nome di Beta Tauridi) che era stata catturata gravitazionalmente dalla Terra (**Fig. 6**).

I TELESCOPI SPAZIALI: HUBBLE E JAMES WEBB

di *Giorgio Schileo*

È di pochi giorni fa l'annuncio che il nuovo telescopio spaziale James Webb (JWST) sarà lanciato il 30 marzo 2021, salvo ulteriori rinvii. Il progetto è infatti in ritardo di diversi anni e il suo costo nel frattempo è raddoppiato, da 5 a 9,7 miliardi di dollari. I costi iniziali erano di gran lunga sottostimati, e le varie agenzie

spaziali coinvolte non vogliono ripetere gli errori commessi nel progetto Hubble. Ma ricapitoliamo la storia del primo grande telescopio spaziale, intitolato allo scienziato che scoprì l'espansione dell'Universo.

Già Hermann Oberth, il mentore di Wernher von Braun e uno dei padri della missilistica, aveva suggerito l'idea di portare in orbita un telescopio, ma fu l'astrofisico **Lyman Spitzer Jr.** (1914 – 1997) che presentò per primo un piano completo e dettagliato per un telescopio spaziale alla RAND Corporation nel 1946. A lui verrà dedicato il telescopio spaziale Spitzer, in orbita dal 2003.

La risoluzione di un telescopio dipende dal diametro dell'obiettivo, cosa nota dai primi studi di ottica. Tuttavia era già noto da tempo anche che oltre i 300 mm di diametro la risoluzione era comunque limitata a 0,4 secondi d'arco dalla turbolenza atmosferica, e questo solo nelle migliori condizioni possibili, come alle Hawaii o alle Canarie. Specchi più grandi raccolgono più luce, ma la risoluzione non aumenta (a meno di non utilizzare ottiche adattive). Ecco quindi l'idea di Oberth e Spitzer di posizionare un telescopio *al di fuori* dell'atmosfera terrestre, così da evitare non solo la turbolenza, ma anche tutti quegli assorbimenti (UV, raggi X, infrarosso, etc.) che ci proteggono da effetti nocivi ma che ci impediscono anche di vedere in quelle lunghezze d'onda.

Nei primi anni '70 la NASA incluse il progetto nel programma generale che includeva la Stazione Spaziale e lo Shuttle, chiamandolo Large Orbital Telescope e poi Large Space Telescope. Vista l'intensità del dibattito politico (il progetto era estremamente costoso), l'astronomo Fred Whipple scherzando disse che si sarebbe dovuto chiamare Great Optical Device, che gli avrebbe conferito l'acronimo di GOD ("Dio" in inglese). Dopo altri vent'anni, nel 1983, fu chiamato definitivamente Hubble Space Telescope (HST), in onore di **Edwin Hubble** (1889 – 1953), che aveva provato come tutte le galassie si allontanano da noi con velocità proporzionali alla loro distanza e mettendo le basi per la teoria del Big Bang.

La storia di HST fu segnata sin dall'inizio da problemi, con battaglie tra la NASA e il Congresso per i fondi, lotte intestine alla NASA stessa per chi dovesse dirigere il progetto, e con il Dipartimento della Difesa, che non voleva condividere tecnologie satellitari come ottiche e pannelli solari con i civili. Diatriba inutile, se pensiamo che il telescopio fu costruito dalla Lockheed Missiles and Space Company (oggi Lockheed Martin) nello stesso sito in California dove veniva assemblato il

satellite spia KH-9, con simili dimensioni e la stessa configurazione ottica.

Ma la NASA commise un errore progettuale dopo l'altro. Innanzi tutto pretese che HST venisse lanciato e revisionato dagli Shuttle: questo non solo lo legò ad un sistema fragile e inaffidabile (il lancio di HST venne ritardato di quattro anni a causa del disastro del *Challenger*), ma costrinse il telescopio in un'orbita relativamente bassa di 540 km perché questa era raggiungibile dagli Shuttle. Un'orbita più alta avrebbe raddoppiato il tempo utile di osservazione. Il costo del progetto fra il 1977 e il 1986 fu di 1,54 miliardi di dollari, tre volte la stima iniziale. Di questi, 70 milioni andarono alla Perkin Elmer per costruire lo specchio primario da 2,4 m di diametro.

HST fu finalmente lanciato il 24 aprile 1990. Un mese dopo, gli astronomi si resero conto, inorriditi, che lo specchio primario era stato fabbricato con una curvatura sbagliata, creando una aberrazione sferica che distribuiva la luce delle stelle su più di 1 secondo d'arco, non 0.1 come specificato nel progetto (**Fig. 1**). Questo rendeva il telescopio pressoché inutilizzabile, e il danno di immagine per la NASA fu immenso. Come fu possibile commettere un errore così madornale e che nessuno se ne fosse accorto prima del lancio?

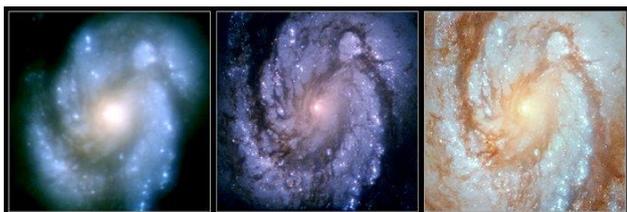


Figura 1. La galassia M100 (a) prima dell'installazione delle ottiche correttive (COSTAR); (b) la stessa galassia fotografata con la nuova WFPC-2 e (c) con la WFPC-3, installata nel 2009.

La fabbricazione dello specchio iniziò nel 1979 e fu completata nel 1981. Per testare la forma dello specchio la Perkin Elmer utilizzò un Reflective Null Corrector (RNC), uno strumento - costruito appositamente dalla stessa azienda - costituito da lenti e specchi che produce bande di interferenza se la superficie non è levigata correttamente. La posizione delle lenti era determinata da una barra di Invar®, una lega di ferro e nickel dal bassissimo coefficiente di espansione termica, in modo che la sua lunghezza fosse pressoché costante a qualsiasi temperatura. Per "mettere a fuoco" il complesso di lenti, un raggio di luce veniva focalizzato all'estremità della barra, chiusa da un "tappo" con un piccolo foro al centro, in modo che il raggio di luce colpisse esattamente e solo il centro della barra. Il tappo era rivestito di materiale antiriflesso, ma una piccola area

intorno al foro centrale era scheggiata, cosicché rifletteva la luce e ai tecnici apparve come se la barra fosse più corta di 1,3 mm. Invece di investigare la ragione di questa discrepanza, *i tecnici aggiunsero tre rondelle metalliche alla sistema che supportava le lenti*, mettendo a fuoco lo strumento. Il risultato di questa bella pensata fu che lo specchio venne levigato con un errore *dieci volte* superiore alle specifiche. Una volta terminato, lo specchio venne testato con un Refractive Null Corrector, che mostrò l'errore di curvatura, ma il risultato fu ignorato perché si riteneva che il primo strumento fosse più preciso. Anche questa discrepanza non venne investigata. Per quattro anni prima del lancio diverse università chiesero di poter testare lo specchio primario, ma Perkin Elmer si rifiutò, certa di aver prodotto uno specchio perfetto.

Ma purtroppo avevano torto, e quando la causa fu trovata accettarono di pagare una multa da 15 milioni di dollari per evitare ulteriori azioni legali da parte del governo. La Kodak aveva prodotto uno specchio identico (con la giusta curvatura), ma era impossibile sostituirlo in orbita e troppo costoso riportare il telescopio a terra. Nel dicembre 1993 la prima missione di servizio installò un sistema ottico aggiuntivo che introduceva un errore uguale e contrario a quello del primario: con un costo di 151 milioni di dollari per il sistema correttivo COSTAR e per una nuova Wide Field Planetary Camera (WFPC-2), e di 664 milioni per la missione intera, si trattò del paio di occhiali più costosi della Storia!

Da allora però HST ha prodotto le immagini più spettacolari che gli astronomi avessero mai visto, e il suo contributo alla scienza è stato enorme, forse più dell'intero programma Apollo. Hubble ci ha regalato immagini iconiche come I Pilastri della Creazione (un particolare della nebulosa M16 nell'Aquila), dettagliatissime immagini di galassie, nebulose e ammassi globulari, grazie alla sua posizione privilegiata al di fuori dell'atmosfera terrestre.

Ma forse la foto che ha cambiato per sempre la nostra concezione dell'Universo è stata Hubble Deep Field (**Fig. 2**): per dieci giorni consecutivi (~240 ore di esposizione) nel

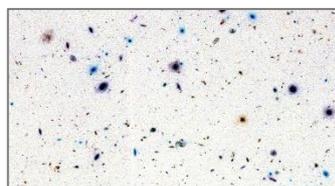


Figura 2. Una piccola parte dell'Hubble Deep Field. Quasi tutte le sorgenti luminose sono galassie (colori invertiti).

dicembre 1995 Hubble registrò i fotoni provenienti da una piccola area di cielo nell'Orsa Maggiore, pressoché priva di stelle, delle dimensioni angolari di una palla da

tennis vista da 100 m di distanza. Ebbene, in un'area di cielo così piccola fu possibile contare circa 3000 galassie, alcune vecchie quasi quanto l'Universo. Altre lunghe esposizioni furono registrate in altri punti apparentemente “vuoti” del cielo, dando lo stesso sorprendente risultato.

Dal suo lancio ad oggi ci sono state 5 missioni di manutenzione, e alla fine di ognuna di esse HST è stato riportato nell'orbita originaria, infatti a fino a 600 km di altezza l'attrito dell'aria è minimo ma comunque presente. Purtroppo ora non abbiamo più lo Space Shuttle per mantenere HST a 540 km di altezza: anche se tutti i sistemi continuassero a funzionare, Hubble precipiterebbe sulla Terra tra il 2028 e il 2040 (l'ampio intervallo di tempo deriva dal fatto che l'espansione dell'atmosfera dipende dall'attività solare). Forse in futuro qualche compagnia privata lo recupererà o lo stabilizzerà in un'orbita più alta, ma al momento non abbiamo un veicolo per fare ciò. Per questo già pochi anni dopo il lancio di Hubble la NASA cominciò a pensare al suo successore: il James Webb Space Telescope (JWST, **Fig. 3**), in onore di **James Webb** (1906 - 1992), amministratore della NASA dal 1961 al 1968.

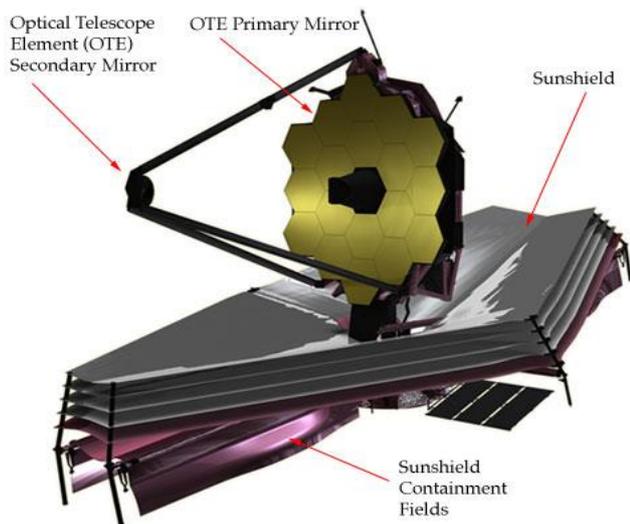


Figura 3. Il James Webb Space Telescope.

Presentato per la prima volta al Congresso nel 1996, il budget del JWST era di 1 miliardo di dollari (ampiamente sottostimato, come da tradizione NASA, per non spaventare troppo i politici) con il lancio previsto per il 2007. Siamo ora arrivati a 10 miliardi di dollari e un ritardo di 12 anni, ma ormai l'investimento è tale per cui il progetto non può più essere annullato. Se pensate che 10 miliardi di dollari siano tanti, sappiate che lo sviluppo del caccia F35 è costato 400 miliardi di dollari!

JWST viene sottoposto a numerosissimi test per evitare di ripetere l'imbarazzante svariazione di Hubble, ma soprattutto perché questa volta non sarà possibile correggere nulla una volta lanciato: infatti il telescopio verrà posto in orbita intorno *al Sole* nel punto lagrangiano L2, a 1,5 milioni di km dalla Terra, quattro volte la distanza Terra-Luna. Lo specchio primario ha



Figura 4. Lo specchio primario a celle esagonali aperto (a sinistra) e piegato (a destra). È visibile anche il secondario supportato da una struttura estensibile.

un diametro di 6,5 m, troppo per il vano di carico di qualsiasi razzo: pertanto è formato da 18 specchi esagonali in berillio ricoperti da un sottile strato d'oro, supportati da una struttura in grado di piegarsi (**Fig. 4**) per riuscire ad essere lanciato dal razzo Ariane 5 (**Fig. 5**). A differenza di Hubble, che osserva nell'UV, visibile e vicino infrarosso (IR), JWST osserverà primariamente nell'IR, per riuscire a vedere oggetti il cui red-shift è talmente pronunciato da cadere - appunto - oltre il rosso: si tratta di galassie formatesi quasi all'inizio dell'Universo. JWST sarà inoltre in grado di fornirci immagini dirette di supernovæ, di pianeti extrasolari in formazione e di analizzare l'atmosfera di quelli già formati. Per osservare nell'IR il telescopio non deve emettere esso stesso alcuna radiazione infrarossa (calore): per questo JWST è schermato dalla radiazione solare da una enorme “scudo solare” (*sunshield*) grande quanto un campo da tennis, che manterrà le ottiche e gli strumenti a $-220\text{ }^{\circ}\text{C}$ (mentre la parte rivolta verso il Sole si troverà a $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$).



Figura 5. JWST stipato all'interno del razzo Ariane 5.

L'attesa è grande per le straordinarie immagini che il James Webb Space Telescope saprà regalarci. Fra queste, forse, l'immagine di una nuova Terra.