

GRUPPO ASTRONOMICO TRADATESE

LETTERA N. 166

47° anno

Ottobre-Dicembre 2021

<http://www.gruppoastronomicotradatese.it>

A tutti i soci

Non c'è alcun dubbio sul fenomeno astronomico che ha caratterizzato l'estate 2021: si tratta di una serie ripetitiva, sia serale che mattutina, di spettacolari **NUBI NOTTILUCENTI** (vedi inserto sul tema di Paolo Bardelli), che tutti hanno potuto fotografare in Giugno-Luglio, nonostante l'enorme aumento di inquinamento luminoso indotto a Tradate dalla nuova illuminazione. Più recente e spettacolare il grosso impatto di una cometa con Giove, rilevata alle 0,40 del 14 Settembre dall'astrofilo brasiliano Luis Pereira. Giove è stato protagonista anche il 7 Giugno 2021, per merito della sonda orbitale JUNO, che è riuscita a riprendere bellissime immagini di Ganimede, la sua luna principale, da soli 1038 km, a distanza di 20 anni dalla sonda Galileo.

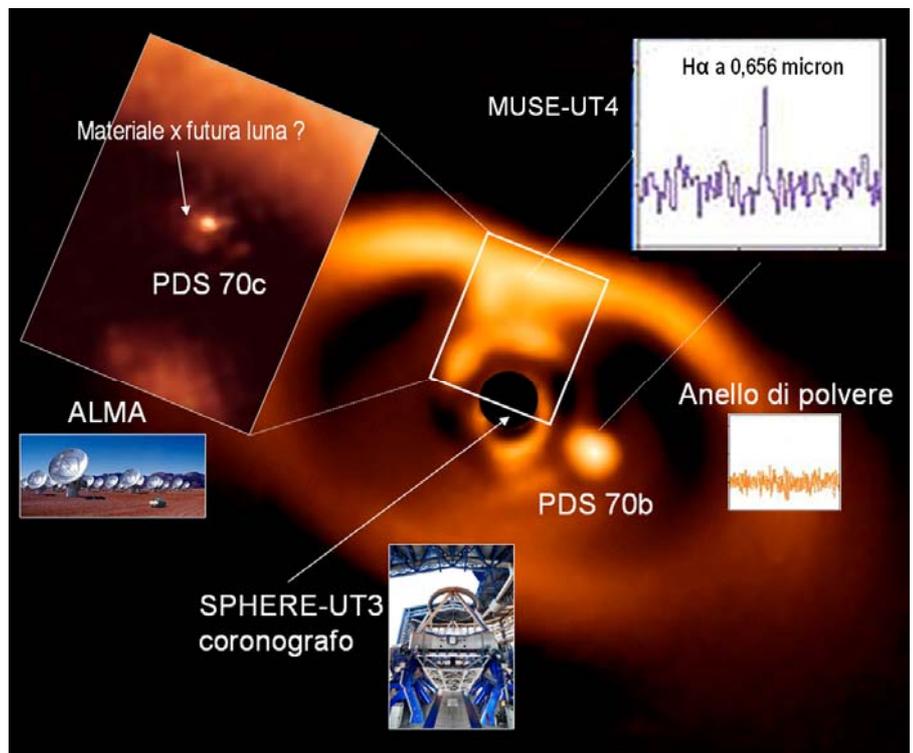
Per quanto riguarda la ricerca astronomica vera e propria, il tema dominante dell'estate 2021 è stato senz'altro quello dei pianeti extrasolari, in particolare per i **risultati dei primi tre anni del satellite TESS**, presentati in una importante conferenza internazionale, che (causa pandemia) è stata organizzata dal MIT (Cambridge, USA) solo online dal 2 al 6 Agosto 2021, col vantaggio che tutti hanno potuto seguirla facilmente anche dall'Europa: inevitabile che vi dedicassimo questa lettera ed anche una apposita serata il 13 Dicembre prossimo. Anche perché (vedi immagine qui a fianco) studi da Terra hanno addirittura scoperto la nascita di eso-lune! Intanto, per l'autunno sono previste alcune importantissime iniziative spaziali. Una su tutte: **il lancio, deciso per il 13 Dicembre del JWST**, il James Web Space Telescope da 6,5 metri e quasi 10 miliardi di \$ che sarà il successore del Telescopio Spaziale Hubble. Il JWST, dopo innumerevoli rinvii sia per ragioni tecniche che economiche, verrà collocato nel punto lagrangiano L2, a 1,5 milioni di km dalla Terra: da qui rivoluzionerà per sempre la scienza astronomica e -detto tra di noi- dobbiamo ritenere curiosi e fortunati di vivere questo fantastico momento per tutta l'Umanità!

Altre due missioni riguardano lo studio ravvicinato di asteroidi.

Il **16 Ottobre verrà lanciata LUCY** (non è un acronimo ma la reminiscenza del famoso scheletro umano più antico) che in 12 anni di viaggio esplorerà la bellezza di 8 asteroidi Troiani (un gruppo di oggetti antichissimi che si spostano sull'orbita di Giove in una regione di elevata stabilità gravitazionale a 60° dal pianeta).

A Novembre (con finestra fino a Febbraio 2022) verrà lanciata DART (Double Asteroid Redirection Test) che nel Settembre 2022 si lancerà contro il satellite di 150 m dell'asteroide DIDIMO, impatto che verrà ripreso in diretta dalla mini-sonda italiana Luvy-cube.

Per quanto riguarda l'astronautica vera e propria, ricordiamo che si è ormai aperta l'epoca dei voli di (ricchi) clienti privati a pagamento con la missione **Inspiration4**: il 16 Settembre 2021 un missile Falcon 9 della Space X ha infatti portato in orbita per quattro giorni, a 575 km di altezza, J. Isaacman (quello che ha pagato per tutti), H. Arceneaux, S. Proctor, C. Sembroski. Poche ore dopo sono tornati a Terra i tre astronauti cinesi rimasti tre mesi sulla stazione spaziale Shenzhou-12. In attesa del primo volo orbitale di 90 minuti di Starship della Space X (Novembre?).



La figura qui sopra mostra la **PRIMA IMMAGINE DIRETTA DI UNA ESO-LUNA IN FORMAZIONE**. Ecco la spiegazione. Il 31 Luglio 2017 lo spettrografo SPHERE applicato al telescopio UT3 di Paranal, riprese un anello di polvere e due pianeti gioviani (PDSb e PDSc di 2-4 volte la massa di Giove) a 22 u.a. e 34 u.a. dalla giovane stella PDS 70 di 0,76 masse solari, situata a 370 a.l. nella costellazione del Centauro (A&A, 617, A44, 2018). Che si trattasse di pianeti gassosi venne dimostrato il 20 Giugno 2018, sempre a Paranal, dallo spettrometro MUSE-UT4, che individuò su entrambi i pianeti la riga H α dell'idrogeno a 0,656 micron (NATURE-Astronomy, 3, 749-54, 2019), riga peraltro assente sull'anello di polvere. La vicinanza di PDS 70c al disco planetario rendeva però difficile, pur con gli strumenti di ultima generazione utilizzati, definirne i dintorni. Per questo si è deciso di far ricorso al radiointerferometro cileno ALMA che il 30 Luglio 2019, lavorando a 855 micron, ha individuato attorno a PDS 70c un disco di materiale del diametro medio di 1 u.a. (150 milioni di km), con una massa circa uguale a tre volte quella della nostra Luna (ApJL, 916 L2, 2021): in sostanza, attorno a quel lontano pianeta gassoso sta nascendo un sistema di satelliti simile al nostro sistema gioviano!

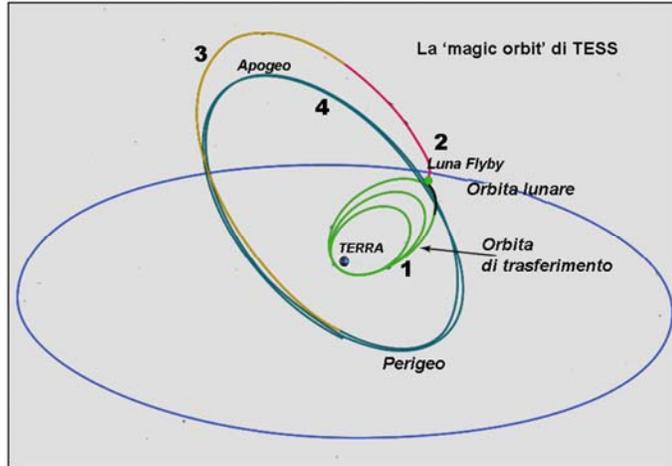
I nostri prossimi appuntamenti autunnali, saranno ancora tutti ONLINE. Il Comune infatti ha posto un limite massimo di persone in presenza (con Green Pass e pre-iscrizione) improponibile per il GAT: 70 persone al Cine GRASSI e 40 a Villa Truffini.

Lunedì 11 Ottobre 2021 h 21 Sito GAT- online	Conferenza del dott. George VAGO, ExoMars Project Scientist (da Noordwijk, Olanda), sul tema CERCARE LA VITA SU MARTE CON ROSALIND FRANKLIN . Fra un anno l'ESA lancerà verso la pianura marziana di Oxia il Rover dotato degli strumenti analitici più raffinati di sempre per cercare forme di vita. Il relatore è il principale coordinatore di questi strumenti.
Lunedì 25 Ottobre 2021 h 21 Sito GAT- online	Conferenza del dott. Marco RESTANO (Università di Roma) sul tema INDAGINI RADAR NEL SOTTOSUOLO DI MARTE E DELLA TERRA . Il relatore, che ha gestito i dati dei radar MARSIS (Mars Express) e SHARAD (MRO) (scoperti laghi di acqua liquida sotto il polo Sud di Marte?), sta ora applicando la stessa tecnica al suolo terrestre.
Lunedì 8 Novembre 2021 h 21 Sito GAT- online	Conferenza della dott.ssa Roberta PALLADINI (CalTech da Pasadena) sul tema DALLE POLVERI INTERSTELLARI AI PIANETI EXTRASOLARI . La relatrice, scienziata dell'IPAC (Infrared Processing and Analysis Center) ha studiato la nascita e l'evoluzione delle polveri interstellari con i principali satelliti infrarossi dedicati, da IRAS a Spitzer.
Lunedì 22 Novembre 2021 h 21 Sito GAT- online	Conferenza del Prof. Piero BENVENUTI (Università di Padova) sul tema INQUINAMENTO LUMINOSO: IL DRAMMA DELLE COSTELLAZIONI SATELLITARI . Il lancio, da parte di società private, di decine di migliaia di satelliti commerciali sta aggravando il già nefasto inquinamento luminoso terrestre. Difendersi è possibile ma molto difficile.
Lunedì 13 Dicembre 2021 h 21 Sito GAT- online	Conferenza del dott. Cesare GUAITA sul tema I PIANETI EXTRASOLARI DI TESS . Una serata dedicata agli straordinari risultati dei primi tre anni di lavoro del Transiting Exoplanet Survey Satellite, comunicati in Agosto 2021 nel corso di una grande conferenza mondiale.

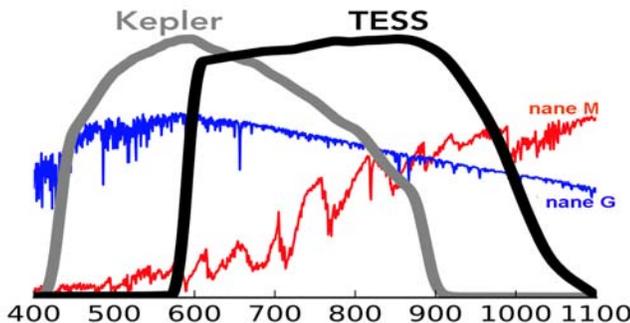
La Segreteria del G.A.T.

1) DA KEPLER A TESS.

Il 18 Aprile 2018 un missile Falcon 9 della Space X, lanciava da Capo Canaveral la missione TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) con il compito di cercare esopianeti di piccola taglia nei 'dintorni' del Sole, ossia nel raggio di circa 200 anni luce, quindi preferibilmente attorno a nane rosse e, comunque a stelle sufficientemente luminose per permettere anche studi da Terra. TESS era la naturale continuazione di Kepler, che, lanciata il 7 marzo 2009, dietro la Terra sulla stessa orbita eliocentrica, ha cercato pianeti col metodo dei transiti attorno a 250.000 stelle della costellazione del Cigno fino alla distanza di 3000 anni luce. Kepler ha lavorato ottimamente fino al 19 Agosto 2013, quando la rottura di due dei quattro giroscopi di bordo ne compromise la capacità di puntamento. Durante questo periodo vennero individuati 4780 KOI (Kepler Object of Interest), tutti possibili esopianeti, 2402 dei quali sono poi stati finora confermati come tali (soprattutto con metodi terrestri di oscillazione radiale): 361 di questi esopianeti si trovano nella fascia di abitabilità della loro stella (ossia ad una distanza tale da mantenere liquida l'acqua eventualmente presente). Dal 4 Febbraio 2014 al 9 Settembre 2018, la missione Kepler è stata in parte 'risuscitata' come K2, grazie ad un nuovo metodo di puntamento che gli ha permesso di esplorare 20 riquadri di 80° quadrati lungo l'eclittica per 80 giorni ciascuna: in questo modo sono state scrutate oltre 500.000 stelle, con la scoperta di 889 KOI, dei quali 463 poi confermati come pianeti. TESS, dunque, è stato lanciato quasi in coincidenza con la fine della missione Kepler su un'orbita però completamente differente da quella di Kepler. L'orbita iniziale, durante un periodo di 42 giorni, è stata infatti progressivamente allungata fino a fargli sfiorare da 8000 km la Luna il 17 Maggio 2018 in modo che il piano orbitale si è inclinasse di 40° rispetto a quello lunare. Subito dopo l'orbita di TESS è stata ridotta ad un'ellisse di 373.000 x 107.800 km, stabilizzata (contro l'influsso gravitazionale della Luna) grazie ad un periodo doppio di quello lunare. In questa situazione TESS invia dati a Terra per 3 h ogni 13 giorni, quando transita al perigeo:

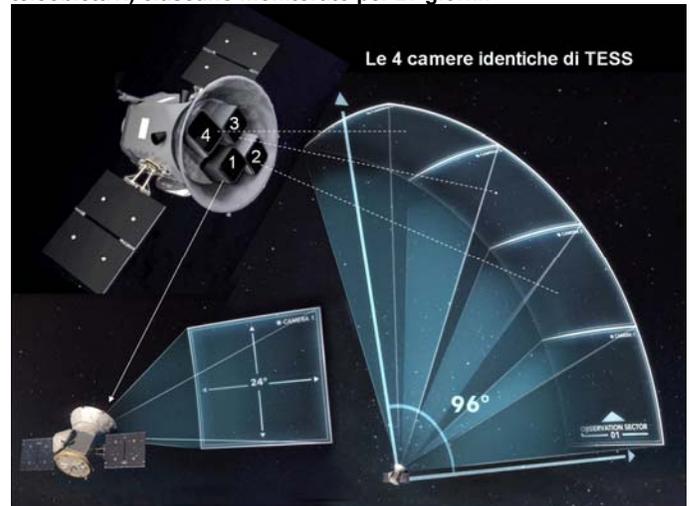


L'occhio di TESS è costituito da 4 teleobiettivi identici da 10,5 cm (f/1,4) ciascuno con un campo visuale di 24°x24° e ciascuno dotato di un sensore CCD da 16,8 megapixel e di un filtro con banda passante da 600 a 1000 nm (centrata a 786,5 nm), che conferisce la massima sensibilità verso le nane rosse, le stelle più 'papabili' per TESS:

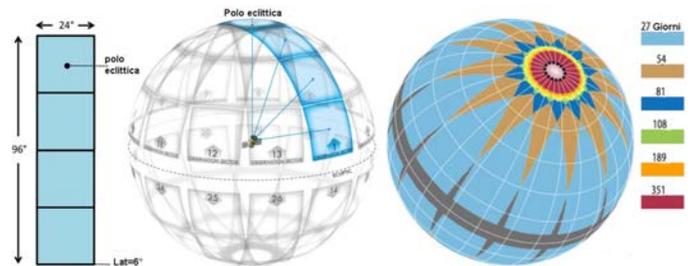


Il progetto prevedeva di scansionare tutto il cielo (escludendo la fascia eclittica di Lat=±6°), dividendo ogni emisfero in 13 settori di

24°x96° (striscia coperta dall'accostamento in verticale dei 4 teleobiettivi) ciascuno monitorato per 27 giorni:



La missione PRIMARIA è durata due anni: il primo anno (luglio 2018-luglio 2019) è stato dedicato all'emisfero Sud (striscia 1-13), mentre il secondo anno (Luglio 2019-Luglio 2020) è stato dedicato all'emisfero Nord (striscia 14-26), per un totale dell'85% dell'intero cielo. Ogni striscia veniva scansionata per 30 minuti. La sovrapposizione delle varie strisce fa sì che, aumentando la latitudine, la copertura in giorni aumenti progressivamente fino a diventare continua nelle regioni polari:



E' seguita una PRIMA ESTENSIONE di altri due anni della missione dedicata nuovamente prima all'emisfero Sud (striscia 27-39 da Luglio 2020 a Luglio 2021) e poi all'emisfero Nord (striscia 40-55 da Luglio 2021 a Luglio 2022), con l'aggiunta della fascia eclittica di 12° trascurata in precedenza e scansionata in maniera disomogenea dalla missione K2. Le varie fasce venivano questa volta scansionate ogni 10 minuti, per riuscire a cogliere periodi di rivoluzione anche molto brevi, come quelli di eventuali eso-terre nella fascia di abitabilità di nane rosse. La scansione breve era anche utile per cogliere qualcuno degli improvvisi outburst, tipici delle nane rosse.

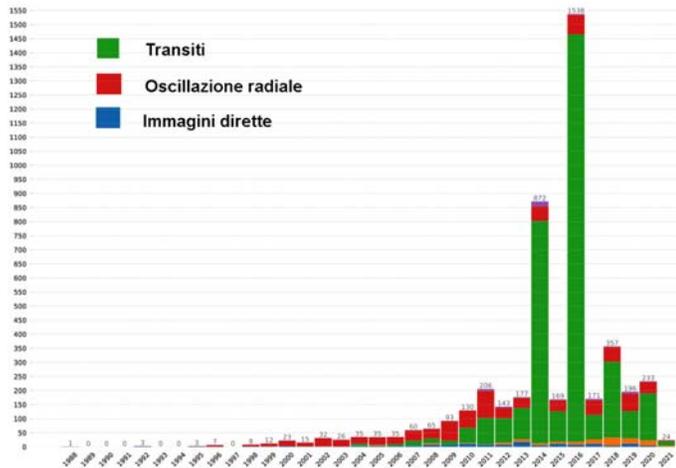
E già si pensa ad una SECONDA estensione fino al 2025.

Una grande conferenza organizzata online dal MIT dal 2 al 6 Agosto 2021 (<https://tsc.mit.edu/>) ha fatto il punto sui primi tre anni di TESS sia in campo esoplanetario che astrofisico.

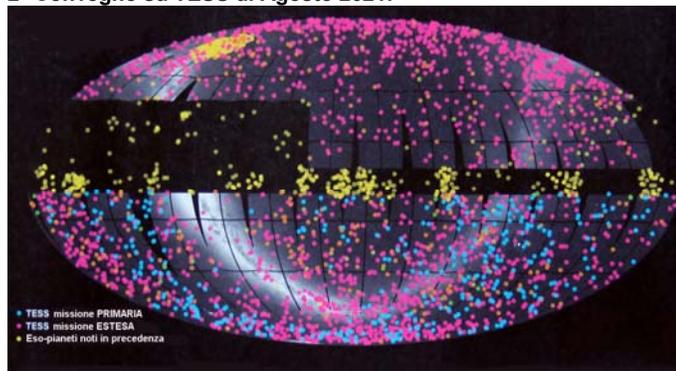
I risultati 'esoplanetari' dei primi due anni di TESS, ossia della missione primaria, sono stati riassunti in un lungo articolo di 30 pagine, pubblicato in Giugno 2021 su Astrophysical Journal Supplement Series, Volume 254, Issue 2, col titolo *The TESS Objects of Interest Catalog from the TESS Prime Mission* (<https://arxiv.org/abs/2103.12538>).

Durante la missione primaria sono stati individuati 2241 possibili esopianeti (TOI, TESS Objects of Interest) che sono saliti a 3062 nell'anno successivo (con 80 casi di sistemi multipli), durante il primo anno della prima estensione. Al momento (settembre 2021), sono stati confermati (da misure terrestri) 155 nuovi esopianeti. La situazione generale di tutti gli esopianeti (a Settembre 2021) si può quindi così riassumere: in totale sono noti 4516 esopianeti, per la maggior parte individuati col metodo dei transiti (3412), col metodo delle velocità radiali al secondo posto (878), e col metodo delle immagini dirette al terzo posto (54). La maggior parte degli esopianeti attualmente noti sono di taglia nettuniana (1531), seguono poi i giganti gassosi (1431), le super-terre (1383 con

masse di 3-4 volte quelle della Terra), mentre sono 'solo' 166 i pianeti di taglia terrestre:



TESS ha confermato che la collocazione dei vari eso-pianeti è assolutamente statistica, ossia distribuita in tutto il cielo, come dimostrato da questa bella mappa presentata durante l' accennato 2° Convegno su TESS di Agosto 2021:

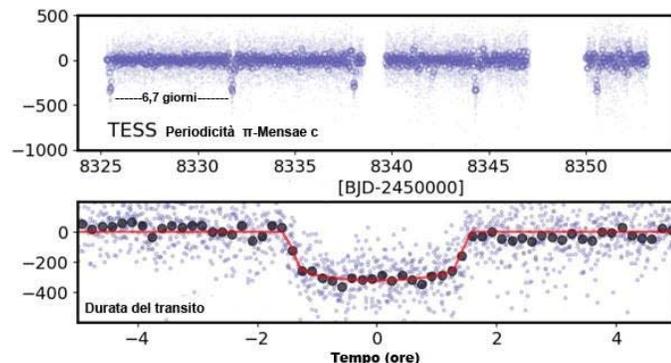


2) GLI ESOPIANETI 'SPECIALI' DI TESS.

E' ovviamente impossibile fare una rassegna completa di tutti gli eso-pianeti di TESS (sia quelli nuovi sia di quelli confermati) (https://tess.mit.edu/publications/#list_of_tess_planets)

Ci limiteremo quindi ad una rassegna dei casi più interessanti. Il 16 Settembre 2018, ossia dopo che TESS aveva scansionato per la prima volta tutto il cielo meridionale, è stata annunciata la scoperta del **primo nuovo esopianeta**.

La stella interessata è la π Mensae, (ovvero HD 39091, con massa=1,1 masse solari e magnitudine=5,7). (ApJL, 868, Issue 2, L39, dicembre 2018). Si sapeva già che questa stella possedeva un pianeta di 10 masse gioviane (π Mensae b) in un'orbita molto ellittica ($e=0,6$) percorsa in 5,7 anni. Adesso TESS ha scoperto un secondo pianeta transitante (π Mensae c) in orbita circolare percorsa in 6,7 giorni, a 10 milioni di km di distanza. Dalla diminuzione di luce dei transiti si è dedotto un diametro di 2,15 diametri terrestri:

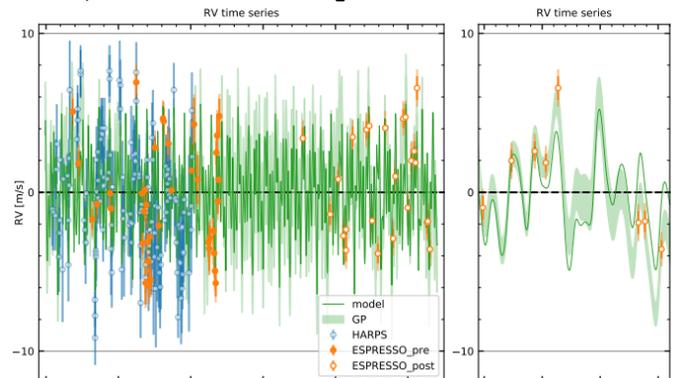


Da misure di oscillazione radiale effettuate dallo strumento HRPS sul telescopio da 3,6 metri di La Silla si è dedotta una massa=4,82

masse terrestri, da cui una densità=2,97. Si tratta in definitiva di un pianeta torrido (Temperatura stimata di circa 900°C) probabilmente costituito da una forte percentuale di acqua ed altri componenti gassosi. Il giorno dopo è stato annunciato un possibile SECONDO pianeta scoperto da TESS attorno alla nana rossa LHS3844 (0,15 masse solari) distante 49 anni luce. (ApJL, 871, L24, Gennaio 2019) Si tratta di un pianeta 'terrestre' (diametro=1,3 volte quello terrestre) che rivoluziona velocissimo (col periodo record di 11 ore!) a meno di 1 milione di km di distanza (quindi $T \approx 770^\circ\text{C}$).

Nel Luglio 2019 venne annunciata la scoperta di un primo bizzarro sistema planetario attorno alla stella L 98-59b (TOI 175) (ApJ, 158(1),32, Luglio 2019). La stella è una nana rossa di 0,3 masse solari situata a 35 anni luce nella costellazione del Volano.

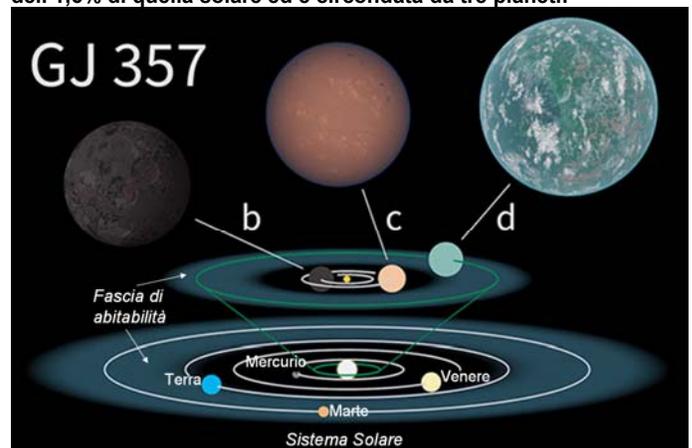
Attorno a TOI 175 TESS ha scoperto tre pianeti terrestri transitanti: b di 0,4 masse terrestri (riv =2,2 giorni da 3 milioni di km, 22 volte più energia di quella solare sulla Terra), c di 2,2 masse terrestri (riv= 3,7 giorni da 4,5 milioni di km, 11 volte più energia), d di 1,9 masse terrestri (riv=7,4 giorni da 7,5 milioni di km, 4 volte più energia). Pianeti a dir poco 'torridi' che nel Giugno 2021 vennero confermati, con misure RV di oscillazione radiale, dallo spettrometro HARPS di La Silla e dallo spettrografo ESPRESSO (Echelle Spectrograph for Rocky Exoplanet and Stable Spectroscopic Observations) di Paranal, applicato ad uno solo dei 4 telescopi VLT (anche se Espresso potrebbe raccogliere e miscelare la luce di più telescopi) (A&A 653, A41, 2021). Nel contempo, però, oltre a confermare i tre pianeti di TESS, le misure di oscillazione radiale, ne hanno evidenziato altri due non transitanti, di circa 3 masse terrestri, in rivoluzione a 13 e 23 giorni da 10 e 15 milioni di km:



Un sistema davvero bizzarro quello di L98-59, con ben 5 pianeti di taglia terrestre, tra cui un paio (quelli intermedi) in situazione analoga a quella di Venere.

Nell' Agosto 2019 è stata pubblicata la prima scoperta, con il contributo di TESS, di un pianeta in fascia di abitabilità, attorno alla stella GJ357 (A&A 628, A39, Agosto 2019).

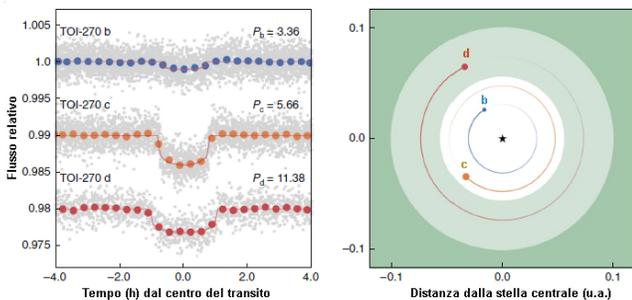
La stella GJ 357 (TOI 562) è una nana rossa di classe M 2.5, a 31 anni luce di distanza nella costellazione dell' Idra. E' tre volte più piccola e meno massiccia del Sole, ha una luminosità che è solo dell'1,6% di quella solare ed è circondata da tre pianeti:



Nell'Aprile 2019 TESS ha scoperto un pianeta roccioso (densità=5,6) due volte più massiccio della Terra (GJ357b), che gli rivoluziona attorno da 5 milioni di km in circa 4 giorni: si tratta di una cosiddetta "Terra calda", con temperature superficiali di oltre 250 gradi °C. Misure terrestri di velocità radiale (HARPS, HiRES,

UVES) per la conferma di questo pianeta hanno scoperto altri due pianeti NON transitanti: GJ 357 c (3 masse terrestri e rivoluzione in 9 giorni da 10 milioni di km) e GJ 357 d (6 masse terrestri e rivoluzione in 55,6 giorni a 30 milioni di km), ai margini della fascia di abitabilità (con temperatura che potrebbe essere $>0^{\circ}\text{C}$ in presenza di una densa atmosfera). Incredibilmente questi due pianeti più esterni non sono transitanti, quindi dovrebbero avere dei piani orbitali inclinati di qualche grado rispetto al pianeta b.

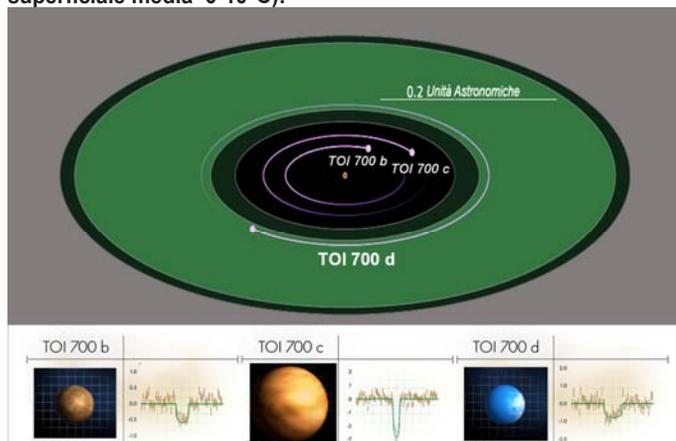
Nel Dicembre 2019 un folto gruppo di ricercatori tra cui anche due astrofili dell'Osservatorio amatoriale di Campo Catino (Giovanni Isopi e Franco Malli) hanno pubblicato (NATURE-Astronomy, **3**, 1099-1108, Dicembre 2019) la scoperta di un bizzarro mini-sistema planetario attorno ad una nana rossa M di 0,4 masse solari situata a 73 anni luce da noi (TOI 270): il sistema include un pianeta "b" (TOI 270 b), roccioso di 1,9 masse terrestri e raggio stimato in 1,2 volte quello della Terra, e due fratelli gassosi ("c" e "d"), grandi la metà di Nettuno (6,6 e 5,4 masse terrestri). Le rispettive masse sono state calcolate con precisione a partire dai TTV (Transit Timing Variations), ossia da ritardi indotti sui tempi dei transiti dall'influsso gravitazionale dei vari pianeti. La piccola super-terra (TOI 270 b) orbita a 0,03 unità astronomiche dalla stella, con un periodo di soli 3,36 giorni. I due sub-nettuniani (TOI 270 c e TOI 270 d) orbitano a 0,05 e 0,07 unità astronomiche, con periodi rispettivamente di 5,66 e 11,38 giorni:



La cosa interessante è che il pianeta d si trova all'interno della fascia di abitabilità (nel disegno in verde chiaro) che, dato che la luminosità della stella centrale è meno del 2% di quella solare, va da 0,06 u.a. (9 milioni di km !) a 0,12 u.a. (18 milioni di km).

Nel 2020 sono arrivate altre autentiche 'primizie'.

Risale a **Gennaio 2020** la notizia che TESS (osservando dal 25 Luglio 2018 al 17 luglio 2019), ha scoperto tre pianeti transitanti attorno alla nana rossa TOI 700, situata a 101,5 anni luce nella costellazione del Dorado (40% della massa solare e temperatura di circa 3400°C) (<https://arxiv.org/pdf/2001.00955.pdf>). I primi due sono a dir poco torridi: il più interno (TOI700b, osservato in 25 transiti), grande circa come la Terra, rivoluzione in soli 10 giorni a 10 milioni di km di distanza (Temperatura superficiale media= 144°C), il secondo (TOI700c, osservato in 11 transiti), grande 2,6 volte la Terra rivoluzione in 16 giorni a 14 milioni di km (Temperatura media= 83°C). Il terzo (TOI700d, osservato in 8 transiti), grande 1,2 volte la Terra, è invece molto promettente, in quando rivoluzione in 37 giorni a 25 milioni di km dalla stella, sul bordo interno della fascia di abitabilità, ricevendo poco meno del 90% dell'energia che il Sole manda alla Terra (Temperatura superficiale media= $0-10^{\circ}\text{C}$):



Un'importante conferma e maggior precisione delle proprietà di

TOI700 d venne ottenuta dal Telescopio spaziale Spitzer, che ha effettuato 9 ore di osservazione a 4,5 micron il 22 ottobre 2019 (<https://arxiv.org/pdf/2001.00954.pdf>). L' 1 Novembre 2019 uno dei riflettori Cumbras da 1 m in Sud Africa confermava anche i parametri di TOI 700c. Va ricordato che la fotometria (ossia il calo di luminosità della stella al momento del transito) dà le dimensioni del pianeta ma NON la massa, determinabile solo da misure Doppler di oscillazioni radiali delle righe spettrali della stella centrale. Se, una volta determinata la massa, ne uscisse una densità di 4-5, TOI 700d sarebbe un'ottima controfigura del nostro pianeta. Tutti e tre i pianeti di TOI 700, essendo molto vicini alla stella centrale, ne sono così legati gravitazionalmente da mostrargli sempre la stessa faccia. Una situazione piuttosto 'scomoda' cui però, nel caso di TOI 700d si contrappongono due fatti interessanti. Intanto la nana rossa centrale NON è molto 'cattiva' nel senso che in 11 mesi continuativi di osservazione (per la sua posizione la stella è rimasta visibile in 11 dei 13 campi stellari controllati da TESS nel primo anno di lavoro) non ha mai mostrato qualcuno dei violenti brillamenti tipici di queste stelle. Inoltre certe simulazioni (<https://arxiv.org/pdf/2001.00955.pdf>) indicherebbero per TOI 700d una superficie ricoperta dall'acqua avvolta da una densa atmosfera di CO_2 , in grado di modulare, con una opportuna circolazione atmosferica, il violento squilibrio termico innescato dal sincronismo rotazione-rivoluzione. Saranno però le future (ma difficili !) misure spettroscopiche a dimostrare o meno la presenza di una simile atmosfera.

In **Giugno 2020** è stata divulgata la scoperta di un pianeta di circa 7 masse terrestri (TOI 1338 b) in orbita circolare attorno alla stella DOPPIA TOI 1338, situata a 1300 anni luce nella costellazione del Pittore (ApJ, **159**, 253, Giugno 2020). Le due stelle del sistema TOI 1838 sono rispettivamente di 1,1 ($T=5700^{\circ}\text{C}$) e 0,3 ($T=3480^{\circ}\text{C}$) masse solari e si orbitano reciprocamente in un'orbita piuttosto eccentrica ($e=0,16$) in 14,6 giorni. Che qualcosa di 'strano' fosse presente in quel sistema venne individuato dal **progetto Planet-Hunters-TESS**, lanciato tra citizen scientists quando venne lanciato TESS (30.000 volontari non professionisti che hanno scoperto visualmente più di 100 esopianeti !). A questo punto entra in gioco Wolf Cukier, uno studente liceale che chiese di passare l'estate come volontario presso il Goddard Space Flight Center di Greenbelt (Maryland) a riesaminare VISUALMENTE i tracciati fotometrici di TESS; un sistema, quello visuale, più lento ma MOLTO più efficiente dei metodi automatici. Ben presto Cukier si accorse che quella che sembrava inizialmente una variazione fotometrica dovuta al movimento della stella più debole attorno alla principale, NON era perfettamente ripetitiva, ma variava con in periodo da 93 a 95 giorni. Queste irregolarità di comportamento sono in realtà tipiche di un pianeta in rivoluzione attorno ad una stella binaria, quindi soggetto all'influsso gravitazionale di entrambi le due stelle del sistema. Le stesse irregolarità vennero riscontrate in altri 12 pianeti circum-binari in passato scoperti dalla missione Kepler. Qui, in genere, ogni pianeta mostrava due cali di luce, uno per ognuna delle due stelle del sistema. Nel caso invece di TOI 1338, TESS ha riscontrato un solo calo di luce (dello 0,2%), quello del transito sulla stella principale, essendo troppo debole (quindi non percepibile), il transito sulla debolissima stella secondaria. Va anche aggiunto che, per la dinamica particolare del sistema, TOI 1338 b mostrerà transiti fino al Novembre 2023, poi i transiti spariranno per otto anni, per riprendere nel 2031.

In **Settembre 2020** è stato riportato (NATURE, **585**, 363, 17 Settembre 2020) l'incredibile caso (TOI 1690 b) di un pianeta gioviano orbitante in 1,4 giorni attorno alla nana bianca WD 1856+534, a dimostrazione che un pianeta si può 'salvare' anche dopo la trasformazione in nana bianca della sua stella (via gigante rossa).

Non bisogna comunque dimenticare che TESS ha analizzato molti altri fenomeni transienti, differenti dai transiti planetari. Per esempio TESS ha catturato ben 200 Supernovae (le prime 6 dopo già nel primo mese di lavoro !) e più di 40 mila asteroidi. Ha colto un periodico aumento di luminosità di 114 giorni nel nucleo della galassia ESO 253-G003, attribuibile al ripetitivo passaggio ravvicinato di una stella al buco nero che risiede nel nucleo. Ha scoperto in Eridano, a 1900 a.l. di distanza, un sistema di sei stelle composto da tre binarie ad eclisse, tutte visibili da Terra ! Ha fatto studi di asterosismologia sulla stella Nu Indi, che hanno permesso di capire che la stella apparteneva ad una galassia satellite che si scontrata e mescolata con la Via Lattea 11 miliardi di anni fa. Ha seguito l'outburst di gas e polvere della cometa 46P/Wirtanen in occasione del suo passaggio al perielio di metà Dicembre 2018.

2021: L'ANNO DELLE NUBI NOTTILUCENTI

A cura di Paolo BARDELLI

Un grandioso spettacolo celeste si è materializzato nel cielo di Nord-Ovest per alcune ore a partire da 30 minuti dopo il tramonto di Venerdì 25 Giugno 2021: dall'orizzonte fino allo zenit il cielo, reso limpidissimo dal forte vento del pomeriggio si è tingeggiato da meravigliose NLC ('nubi nottilucenti', NoctiLucent Clouds) azzurre, aggrovigliate in sottilissimi filamenti che hanno mantenuto l'iniziale configurazione fin quasi mezzanotte, per ricomparire di prima mattina:

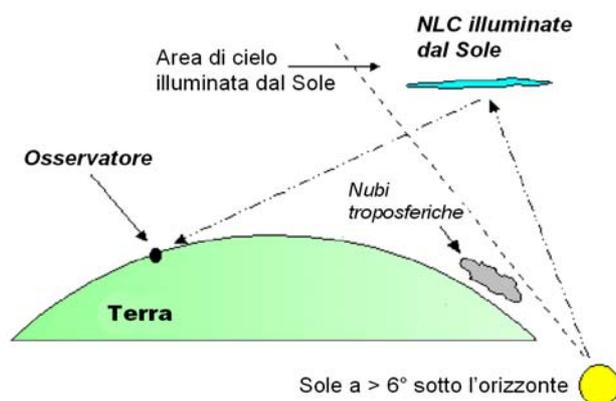


26 Giugno 2021, h 04

Copyright Paolo BARDELLI

Queste immagini di Paolo BARDELLI sono state pubblicate sulla prima pagina del famoso sito della NASA Spacewether.com, che ha voluto accompagnarle con questo incredibile commento: *'Essendo il 26 Giugno 2021 anche il giorno del suo 50esimo compleanno, Paolo Bardelli ha ricevuto dal cielo il miglior regalo che un astrofilo si potesse immaginare per questa importante tappa della sua vita !'*

I primi indizi dello spettacolo erano iniziati, sull'orizzonte Nord, a partire dalla sera del 18 Giugno poi, dopo lo show del 25 Giugno, le NLC sono tornate anche nelle sere del 3 e 4 Luglio. Il fenomeno è rarissimo alle nostre latitudini (45°). Normalmente le NLC sono infatti confinate molto più a Nord, al di sopra delle regioni artiche. Ma quest'anno, grazie a condizioni climatiche eccezionali, si sono rese visibili addirittura fino alla latitudine di 34°N, a Sud della Spagna. Fotografarle era facilissimo non solo con le normali macchine digitali ma, addirittura con i telefonini ! Le nuvole 'normali', ossia quelle che si sviluppano nella Troposfera tra 12 e 15 Km di altezza, di notte appaiono scure, in quanto NON possono essere raggiunte dal Sole situato molto sotto l'orizzonte. Le "nubi nottilucenti" (NLC) sono luminose perché si formano invece, oltre la Stratosfera, nella Mesosfera tra 70 e 100 km di altezza, laddove i raggi del Sole riescono ancora ad arrivare, quando la nostra stella si trova ad almeno 6° sotto l'orizzonte, quindi circa mezz'ora dopo il tramonto e mezz'ora prima dell'alba. Sono inoltre STATICHE e persistenti, perché a quell'altezza i moti atmosferici sono quasi assenti. Va aggiunto che il periodo tipico delle NLC è quello estivo a cavallo del solstizio per una ragione che possiamo così sintetizzare: quando fa molto caldo nella Troposfera il vapor d'acqua acquisisce maggior tendenza a salire oltre la stratosfera (la Mesosfera appunto): siccome qui fa molto freddo, il vapor



d'acqua in salita tende a condensare in ghiaccio e in NLC, favorito dai nuclei di condensazione prodotti dalla presenza di sottilissimo pulviscolo meteorico. Il fatto poi che nell'anno 2021 le NLC siano state così vistose anche a basse latitudini è probabilmente legato al riscaldamento globale. Sì, perché se la Troposfera, ossia la bassa atmosfera, si scalda molto (a causa dell'effetto serra indotto dall'eccesso di CO₂) il vapor d'acqua tende più facilmente a salire verso l'alto. Nel contempo la fisica impone che se più si scalda la Troposfera, più si raffredda la Mesosfera.

Bentornati dalle vacanze ! Molte sono le novità che ci hanno accompagnato in queste ultime settimane. Il **James Web Space Telescope** potrebbe essere lanciato il prossimo 18 dicembre e diventare l'osservatorio principale del cielo profondo per le decadi a venire. Ma in verità, sono rimasto molto colpito dall'improvvisa accelerazione che ho visto in questa estate anche per quanto riguarda l'attività spaziale dei privati ed i notevoli risultati raggiunti. Non vi nascondo, e l'ho scritto in passato, la mia perplessità nell'affidare al privato un'attività così delicata; pensavo facendo queste considerazioni alla necessità del profitto, ma ho sottovalutato l'aspetto legato ai carrozzoni governativi che portano a tempi lunghi e costi esagerati. Il privato ci ha invece dimostrato che si può andare nello spazio con costi molto più ragionevoli. **11 luglio 2021** la navicella spaziale V.S.S. Unity con a bordo l'imprenditore britannico **Richard Branson** è decollata, con un ritardo di 90 minuti dovuto al maltempo, dalla base **Spaceport America** situata nel deserto *Jornada del Muerto*, in New Messico(USA), spaziorporto dichiarato ufficialmente operativo il 18 ottobre 2011 ed espressamente costruito per scopi commerciali. A bordo della navicella della **Virgin Galactic** insieme a Branson vi erano altre 5 persone. **V.S.S. Unity** ha viaggiato agganciata alla nave madre, la **WhiteKnightTwo** che l'ha portata da un'altezza di circa 12000 m, poi, una volta sganciata, la navicella ha attivato i motori a razzo per raggiungere il limite dello spazio esterno, per poi rientrare in sicurezza con un volo praticamente da manuale. Questa missione è da primato ! Il fondatore del gruppo Virgin è così riuscito nell'impresa di essere il primo turista spaziale della storia ed ha potuto guardare la Terra dallo spazio. Questa missione ha anticipato di 9 giorni quella programmata da **Jeff Bezos** che dopo aver lasciato la guida di *Amazon* ha deciso di dedicarsi ad altri progetti tra cui quello di portare facoltosi passeggeri a galleggiare per pochi minuti nello spazio in assenza di gravità. La **Virgin Galactic** dal canto suo ha annunciato due nuovi voli di prova prima di passare alla fase dell'offerta commerciale e sono già stati venduti circa 600 biglietti ad un prezzo compreso tra i 200 e i 250000 dollari a clienti provenienti da una sessantina di paesi. Se escludiamo qualche volo realizzato dalla Russia negli anni scorsi, la missione V.S.S. Unit ha inaugurato una stagione di turismo spaziale e, per aggiudicarsi il business, si è avviata una vera e propria competizione tra R.Branson (*Virgin*), E.Musk (*SpaceX*) e J.Bezos (*Blue Origin*). Vediamo in breve come è stato possibile raggiungere un tale traguardo. La storia comincia con la **SpaceShipOne** ovvero uno spaziorpiano sub-orbitale sperimentale dotato di un motore razzo a propellenti ibridi, sviluppato senza fondi governativi dalla **Scaled Composites** (la compagnia aeronautica di *Burt Rutan*) e registrato come aliante alla Federal Aviation Administration (FAA), poiché la maggior parte del volo è ottenuto senza spinta da parte del motore con la sigla **N328KF** dove: N è il prefisso per aeromobile registrato negli Stati Uniti; **328KF** è stato scelto dalla Scaled Composites per indicare i 328 000 (k) piedi (approssimativamente 100 km, la famosa **linea di Karman**, il confine riconosciuto a livello internazionale dello spazio). Tutti i voli dello SpaceShipOne hanno avuto base presso il *Mojave Airport Civilian Flight Test Center*. La SpaceShipOne ha compiuto il suo primo volo senza equipaggio il 20 maggio 2003; poi ne seguirono altri fino al primo volo a motore effettuato il 17 dicembre 2003, in occasione del 100° anniversario del volo del primo aeroplano dei *fratelli Wright*. Il 1° aprile 2004 la Scaled Composites ricevette il permesso per condurre voli sub-orbitali pilotati e la missione del 21 giugno 2004 fu il primo volo spaziale della SpaceShipOne e il primo in assoluto ottenuto grazie a fondi esclusivamente privati. Quello successivo del 4 ottobre 2004 vinse il premio Ansari X da 10 milioni di dollari, per aver raggiunto l'altitudine di 100 km. L'impegno di *Burt Rutan* e la sua esperienza nella progettazione di velivoli con l'aiuto finanziario di *Paul Allen* (fondatore *Microsoft*) hanno permesso di raggiungere questo notevole traguardo, attirando l'attenzione di un altro importante giocatore della partita: *Richard Branson* che nel 1999 aveva fondato *Virgin Galactic*. Branson si aggregò e ne realizzò una versione più grande, materializzando così **SpaceShipTwo**: uno spaziorpiano sub-orbitale sperimentale dotato di un motore a razzo ibrido, sviluppato da **The Spaceship Company**, una joint venture fra la *Scaled Composites* e la *Virgin Galactic*. Destinato ad essere usato come vettore per il turismo spaziale, il primo prototipo venne perso durante il volo del 31 ottobre 2014 a seguito di un comando attivato in una fase non prevista del volo, con conseguente cedimento strutturale del velivolo. Nell'incidente rimase ucciso un pilota, mentre l'altro riportò gravi ferite. Per il lancio della SpaceShipTwo si usa un quadrimotore turbogetto chiamato **WhiteKnightTwo** che è stato progettato da Robert Morgan e James Tighe per conto della *Scaled Composites* prendendo spunto dal White Knight e dal Proteus, due aerei sperimentali precedentemente progettati da Burt Rutan, il fondatore di Scaled Composites nel 1982. L'aereo è stato progettato dal 2007 al 2010 per essere usato come primo stadio in un sistema di lancio suborbitale a due stadi. Oltre che fungere da nave madre per la SpaceShipTwo, il WhiteKnightTwo è stato appositamente progettato con una cosiddetta "architettura aperta", che gli permette di adattarsi a molteplici utilizzi, tra cui ad esempio, quello di operare come velivolo da assenza di gravità. Il XXIII volo dello SpazioPiano VSS Unity (unity 23), porterà anche tre italiani grazie all'iniziativa dell'AMI e del CNR, nella prima missione di questo tipo in ambito europeo denominata **Virtute1** (volo italiano per la ricerca e la tecnologia suborbitale). Per la Virgin Galactic si tratta del primo volo che ospita esperimenti e progetti di ricerca operati e controllati direttamente da personale a bordo: così il colonnello *Walter Villadei*, il tenente

colonnello *Angelo Landolfi* entrambi dell'aeronautica militare e l'ingegner *Pantaleone Carlucci* del consiglio nazionale delle ricerche saranno i primi italiani ad affrontare un volo suborbitale a bordo dello spaziorpiano della Virgin Galactic, porteranno a bordo 12 esperimenti scientifici (4 medici e 8 tecnologici) con le relative apparecchiature: si andrà dallo studio delle capacità cognitive dei passeggeri, al monitoraggio della pressione arteriosa, dagli effetti biologici della fase di transizione tra gravità e microgravità sul corpo umano, agli effetti della microgravità sulle proprietà fisiche e chimiche dei materiali, dai fenomeni di combustione al comportamento dei fluidi. Al momento il volo è previsto verso la metà di ottobre a seguito dell'inchiesta relativa allo sconfinamento dalla traiettoria di volo consentita e ad un problema tecnico legato ad alcuni attuatori impiegati nel sistema di controllo del volo. Così a 60 anni dal primo volo suborbitale della capsula **Mercury**, si sperimenta un nuovo modo per spingere la ricerca e l'innovazione tecnologica, come testimoniato anche dal motto che accompagnerà l'impresa "*fatti non foste a viver come bruti, ma per seguir virtute e conoscenza*" *D.Alighieri*. L'obiettivo è quello di acquisire il background necessario a sviluppare questa capacità di volo anche in Italia, un primo importante passo nella direzione di sfruttare una risorsa del paese come lo spazio aereo. A tal proposito bisogna ricordare anche il progetto di **spaziorpiano** presso lo scalo di *Grottaglie a Taranto*. L'impegno italiano non si ferma qui. Infatti il volo VV19 del nostro vettore **Vega** (realizzato presso gli stabilimenti Avio di Colleferro) è stato un successo. Partito dalla base di Kourou nella Guyana francese, ha messo in orbita un satellite di nuova generazione chiamato Pleiades neo 4A costruito in Francia per l'osservazione della terra e altri quattro microsattelliti. Uno è il LEDSAT (La Sapienza con la collaborazione dell'ASI) realizzato per scopi educativi per testare una tecnologia a diodi emettitori di luce per il tracciamento ottico indipendente dei satelliti in orbita terrestre bassa, altri due sono il RadCube e il Sunstorm per applicazioni astronomiche, il questo, BRO, è adibito ad applicazioni di sicurezza. Il successo della missione ha evidenziato il grande lavoro svolto da *Avio* ed *Arianspace* per rendere Vega un sistema di lancio affidabile e competitivo. Il Vettore viene utilizzato per trasportare in orbita gruppi di satelliti in *rideshare* insieme ad un payload principale, grazie anche all'utilizzo del nuovo adattatore di carico SSMS. Attendiamo il volo VV20 per la fine di quest'anno e poi il debutto del **Vega-C** nel 2022. Lo scorso luglio **Blue Origin** ha completato con successo il primo volo umano di **New Shepard** con quattro privati cittadini a bordo, *Jeff Bezos*, *Mark Bezos*, *Wally Funk* e *Oliver Daemen*, che hanno superato la linea di Karman. Il quartetto è stato lanciato dalla base nel deserto Texano. La navicella ha raggiunto un'altezza di quasi 100 km (62 miglia) sopra la superficie terrestre. La capsula è poi tornata sulla Terra usando i paracadute in un viaggio durato poco più di 10 minuti. "Non pensavo che sarei mai riuscita a salire" ha detto la signora Funk, che ha trascorso gli ultimi sei decenni cercando di raggiungere lo spazio. Nata nel New Mexico nel 1939, **Wally Funk** afferma che l'aviazione è sempre stata la passione della sua vita: prese infatti la sua prima lezione di volo all'età di nove anni. Nel 1961 fu la prima della sua classe nel programma "*Mercury 13*" *Woman in Space*. Nonostante avessero completato l'addestramento con risultati migliori degli uomini, il programma fu cancellato e nessuno di loro volò (uno dei requisiti era essere pilota militare). Lo scorso 15 settembre quattro persone a bordo della capsula **SpaceX Crew Dragon** sono state lanciate nello spazio con la missione **Inspiration4**, la prima missione interamente civile posta in orbita attorno al pianeta. I quattro astronauti in partenza con SpaceX sulla missione Inspiration4 dopo aver completato il loro addestramento presso la sede di SpaceX a Hawthorne, in California, si sono trasferiti presso il Kennedy Space Center in Florida per i preparativi finali e il lancio. L'equipaggio è tornato sulla Terra il 18 settembre, atterrando al largo della costa della Florida alle 23:06 GMT. Dopo un riuscito atterraggio con paracadute nell'Oceano Atlantico, l'equipaggio si è affrettato a condividere le proprie emozioni online. Mentre era in orbita, nessuno dell'equipaggio ha pilotato direttamente la navicella, controllata da Terra e con sistemi automatici. Per contro gli astronauti hanno eseguito una serie di esperimenti medici, raccogliendo campioni e dati che aiuteranno i ricercatori a capire meglio come la microgravità influisce sul corpo umano. Secondo SpaceX, durante il volo, l'equipaggio ha viaggiato fino a un'altitudine di 367 miglia (590 km) sopra la Terra, superiore sia alla Stazione Spaziale Internazionale che al telescopio spaziale Hubble. Si spera con ciò di contribuire a fornire maggiori informazioni sulle radiazioni spaziali e sugli effetti che ha per gli esseri umani. Di sicuro abbiamo raggiunto un altro importante traguardo nell'aprire l'ultima frontiera. In un mese che ha visto un nuovo record di permanenza nello spazio: erano infatti ben 14 le persone in orbita contemporaneamente, non poteva mancare la Cina con la sua stazione spaziale. Il successo della missione è un'altra dimostrazione della crescente fiducia e capacità della Cina nel settore spaziale. *Nie Haisheng*, *Liu Boming* e *Tang Honbo* sono rientrati nella navicella spaziale **Shenzhou-12** per sganciarsi dalla stazione spaziale per poi atterrare nel deserto del Gobi, nella Mongolia interna, intorno alle 13:35 ora locale (05:35 GMT) del 17 Settembre. Erano partiti per lo spazio il 17 giugno e mentre erano nello spazio, hanno completato vari compiti, tra cui la trasmissione dei dati degli esperimenti sulla Terra e una serie di uscite extraveicolari di lunga durata, trascorrendo ben 90 giorni nel modulo **Tianhe** della stazione spaziale cinese, a circa 380 km (240 miglia) sopra la Terra.