

TIANGONG, IL “PALAZZO CELESTE” ANDRÀ IN FRANTUMI

► WALTER RIVA



Alberto Buzzoni



Astronomo Associato dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) presso l'Osservatorio Astronomico di Bologna ha lavorato molti anni all'estero, in Spagna e in gran parte del Sud America. Oltre a studiare le galassie lontane e le loro implicazioni cosmologiche, si dedica da molti anni anche allo studio dinamico dei satelliti artificiali e al problema dei detriti spaziali. È inoltre coordinatore scientifico del progetto italiano PRISMA per lo studio delle meteore e Rappresentante Nazionale dell'INAF in OCIS, l'organismo per il coordinamento delle attività di Sorveglianza Spaziale e Difesa in Italia (assieme ai colleghi dell'ASI e dello Stato Maggiore della Difesa).

Anche i cinesi hanno una stazione spaziale. Anzi, ne hanno addirittura due. Si chiamano entrambe *Tiangong* (che potremmo tradurre con “palazzo del cielo”) e anche loro, come la più celebre - e più grande - Stazione Spaziale Internazionale (ISS), orbitano incessantemente intorno al nostro pianeta. La prima di esse, la *Tiangong-1*, è però andata fuori controllo almeno dalla primavera del 2016 e sta inesorabilmente perdendo quota e assetto. Insomma, in parole povere il suo destino è segnato. Dopo un lustro di onorato servizio (venne lanciata a settembre del 2011), tre attracchi con le navicelle *Shenzhou*, e dopo aver ospitato a bordo anche sei “ticonauti” - così vengono chiamati gli astronauti in Cina - fra cui Lyu Yang e Wang Yaping, le prime donne cinesi nello spazio, la *Tiangong-1* cadrà sul nostro pianeta nelle prossime settimane. Forse già a fine febbraio o, più probabilmente, a marzo. Per evitare, anzi per prevenire, per quel poco che ci è possibile, gli annunci allarmistici e le *fake news* che potrebbero scatenarsi su Internet nei giorni a ridosso della caduta, abbiamo chiesto a un esperto di aiutarci a fare il punto *reale* della situazione. Senza nasconderci nulla. Ma tenendo comunque presente che la Terra, oltre a essere coperta d'acqua per oltre il 70% della sua superficie ed essere in gran parte disabitata (anche se magari a noi non sembra, specie in centro all'ora di punta...), è molto grande in confronto a un oggetto lungo circa 10 metri, che per la maggior parte dovrebbe disintegrarsi al rientro in atmosfera. Il nostro esperto è Alberto Buzzoni dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), da anni studioso delle tematiche attinenti ai satelliti artificiali e al problema dei detriti spaziali e membro per INAF di OCIS, l'organismo per il coordinamento delle attività di

Sorveglianza Spaziale e Difesa in Italia. Insomma, la persona giusta per tutto ciò che può cadere sulla Terra dal di sopra delle nuvole. Lo abbiamo incontrato piacevolmente e questo è il riassunto della nostra conversazione.

Alberto pare che la *Tiangong-1* sia andata fuori controllo da qualche mese, è proprio così? Come è stato possibile?

Sì, in effetti è da maggio dello scorso anno (2017) che l'Agenzia Spaziale Cinese CNSA ha dato notizia ufficiale alla comunità internazionale (attraverso l'Ufficio per gli Affari Spaziali delle Nazioni Unite, UNOOSA) che la stazione “ha cessato di funzionare”. Questa informazione, in verità, lascia non poche perplessità poiché risulta che il “problema” con la *Tiangong* risulterebbe a oltre un anno prima (nel documento all'UNOOSA si riporta la data del 16 marzo 2016). Inoltre, in nessun momento è stata chiarita la natura del “problema” (se di problema si tratta). Secondo i piani, infatti, la stazione cinese avrebbe *già* dovuto concludere la sua missione ufficiale (con un rientro controllato in atmosfera) alla fine del 2013, dopo che nel giugno di quell'anno l'equipaggio dei tre ticonauti della navetta *Shenzhou 10* vi fece visita per quasi due settimane. Vista la piena funzionalità dell'astronave, a quel momento, è però possibile che la CNSA abbia deciso di estenderne ulteriormente la missione per verificare il grado di affidabilità delle apparecchiature elettroniche di bordo in caso di prolungata esposizione alle condizioni estreme dell'ambiente spaziale. Alla fine, forse “tirando troppo la corda”, i sistemi di controllo della stazione hanno ceduto e sono andati probabilmente in avaria, interrompendo (in tutto o in parte, questo non lo sappiamo con certezza) la trasmissione dei dati diagnostici di bordo (la cosiddetta “telemetria”), necessari per il suo controllo da terra.



▼ La *Tiangong* in fase di preparazione. La stazione è stata lanciata il 29 settembre 2011. Le sue dimensioni sono di 10,4x17x3,3 metri.



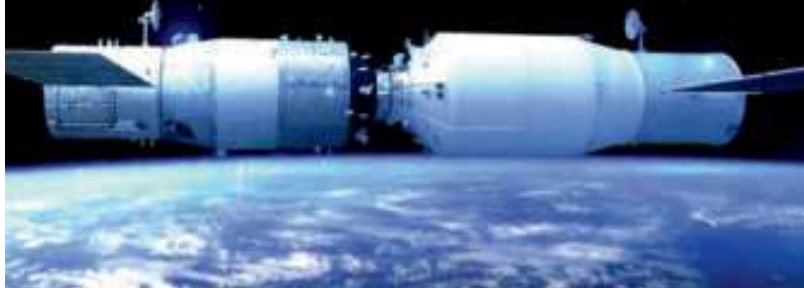
▲ Lyu Yang, la prima donna astronauta cinese, è stata a bordo della *Tiangong-1* per quasi una settimana nel giugno del 2012 (Di Tksteven - Opera propria, CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20681590>)

Si possono fare previsioni, al momento in cui te lo chiedo (i primissimi giorni del 2018), su una sua caduta? Quando è più probabile che avvenga?

Il problema della esatta predizione dei rientri in atmosfera di satelliti “dismessi”, e più in generale dei detriti spaziali, è estremamente complesso. La teoria fisica e matematica naturalmente è ben compresa ma il calcolo preciso del momento di caduta rimane a tutt'oggi molto incerto a causa dell'aleatorietà dei fenomeni fisici in gioco. La forza di “frenamento” atmosferica dipende infatti dalla resistenza “aerodinamica” offerta dall'astronave, un parametro difficilmente controllabile nel caso l'oggetto stia “ruzzolando” fuori controllo. L'altra grossa incognita riguarda poi la densità negli strati alti della nostra atmosfera (al di sopra dei 100 km di quota, la cosiddetta *ionosfera*), fortemente influenzata dal flusso di particelle che ci arrivano dal Sole (il “vento solare”), il quale può variare in maniera erratica nel giro di ore, in corrispondenza delle tempeste magnetiche che possono svilupparsi sulla nostra stella.

Tenendo conto di tutte queste incertezze, i calcoli ci dicono comunque che la caduta della stazione avverrà a brevissimo, in una finestra al momento localizzabile fra la seconda quindicina di febbraio e la prima di marzo. Va da sé che durante il rientro una gran parte della struttura in alluminio della *Tiangong* verrà letteralmente evaporata attorno ai 60-80 km di altezza a causa dell'attrito con l'atmosfera terrestre, per cui solo una piccola frazione della massa totale (quella in particolare in ma-

▼ Un rendering dell'attracco fra la navetta di rifornimento *Tianzhou-1* e la nuova stazione spaziale cinese *Tiangong-2* che è stata lanciata a settembre del 2016 (*China Manned Space Engineering*).



teriale a più alto punto di fusione, come il titanio e l'acciaio) cadrà fisicamente al suolo sottoforma di detriti di diverse dimensioni. Possiamo attenderci quindi pezzi di alcuni centimetri ma, anche sulla base di analoghe esperienze passate, non possiamo escludere la possibilità che alcune parti di dimensioni maggiori (come ad esempio alcuni dei serbatoi di propellente) possano sopravvivere quasi integre fino al suolo.

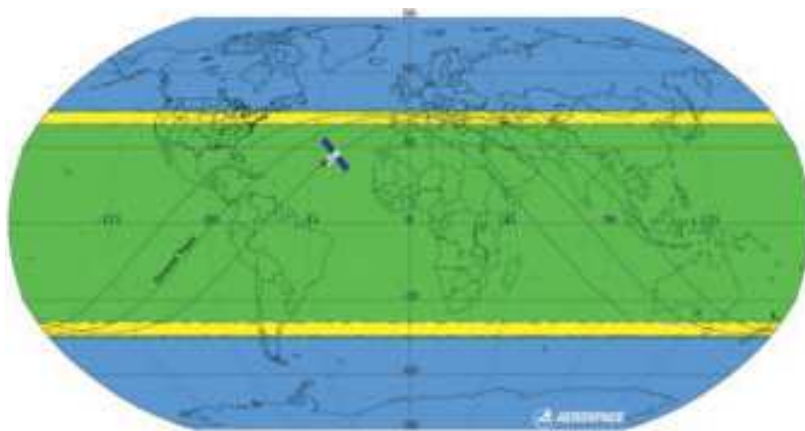
Dopo averci chiarito il “quando” e anche il “perché” passiamo al “dove”. La Terra è molto grande in confronto alla navicella ed è costituita al 70% da mari e oceani. Inoltre, le parti abitate della terraferma, per quanto a noi sembri il contrario, sono la minoranza. Ciò detto, si può fare una previsione, immagino sulla base dell'orbita della navicella, su dove potrà cadere? Ci sono rischi, anche se minimi, per i centri abitati? Per qualcuno in particolare?

Purtroppo, le incertezze sul “quando” si riverberano fatalmente anche sul “dove”. Dobbiamo tenere conto, infatti, che la stazione fa letteralmente un giro della pianeta in circa 90 minuti, viaggiando alla formidabile velocità di circa 8 km al secondo. Il meglio che possiamo fare, con i nostri calcoli, è di arrivare a identificare l'orbita “finale” solo con alcune ore di anticipo sull'evento, e con una precisione di circa 8-10 minuti sul momento esatto del rientro. Per un oggetto che viaggia a quelle velocità, questo vuol dire che la zona interessata dall'eventuale caduta di detriti potrebbe essere una “striscia” relativamente stretta (circa 100 km di ampiezza) ma lunga quasi 4000 km (!) lungo la proiezione a terra del percorso orbitale. Come conseguenza dell'inclinazione del piano d'orbita della *Tiangong*, la cosa certa sin d'ora è che comunque la superficie del pianeta potenzialmente interessata dalla caduta della stazione sarà *solo* quella compresa nella fascia di

latitudine fra 42,8° Nord e 42,8° Sud. La buona notizia è dunque che tutta l'Italia settentrionale (a Nord dell'Isola d'Elba, all'incirca) è assolutamente fuori da qualsiasi pericolo, mentre rimangono potenzialmente interessate le regioni centrali e meridionali (Sicilia compresa). Detto questo, **va chiarito assolutamente che il rischio connesso all'evento è bassissimo**. Possiamo anzi divertirci a fare un semplice calcolo per valutarlo, molto simile del resto a quanto viene fatto davvero in questi casi dalle agenzie spaziali. Tenuto conto dei limiti in latitudine di cui sopra, la fascia terrestre interessata dall'evento di caduta copre circa 300 milioni di km² (gran parte dei quali, conviene ribadirlo ancora, è in realtà rappresentata dagli oceani). Di tutta questa superficie, l'Italia è una piccolissima frazione, pari a circa lo 0,06%. Dunque la probabilità che la *Tiangong* cada sul nostro Paese è appunto inferiore all'uno per mille. A questo punto, dobbiamo anche ricordare che la densità media della popolazione in Italia è di circa 200 abitanti per km². Siccome un individuo (visto dall'alto) sottende un'area circa pari

al prodotto dell'ampiezza delle spalle (diciamo 70 cm) per il diametro della testa (circa 20 cm), ovvero $70 \times 20 = 0,14$ m², abbiamo che le persone in un km quadro sottendono fisicamente (in media) un'area totale di circa 28 m², ovvero circa lo 0,003% della superficie fisica del nostro Paese. Dunque, è facile concludere che la probabilità totale che un frammento della *Tiangong* colpisca un individuo in Italia è dell'ordine di $0,0006 \times 0,00003 = 0,0000002$, ovvero all'incirca una *chance* su 50 milioni. Giusto come riferimento, stiamo parlando di un rischio di incidente che è circa dieci volte minore di quello di un viaggio in aereo.

Come si sta seguendo a livello delle istituzioni internazionali l'evoluzione della sorte della *Tiangong-1*? E l'Italia partecipa al monitoraggio della situazione? In che modo? Per la rilevanza dell'evento (non succede tutti i giorni di avere un oggetto di oltre 8 tonnellate che cade dal cielo!) praticamente tutte le agenzie spaziali del mondo hanno in programma osservazioni continuative della *Tiangong*. Queste iniziative sono inoltre coordinate a livello internazionale dall'*Inter-Agency Space Debris Coordination Committee* (IACD), che raggruppa, fra le altre, l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), l'ESA, la NASA, la ROSCOMOS russa e la stessa CNSA cinese. Una campagna intensiva di osservazione, utilizzando telescopi, radar e sensori laser alle varie latitudini è prevista in particolare nelle ultime due settimane prima della caduta. Lo scopo è naturalmente quello di determinare con la maggiore precisione (e anticipo) possibili il punto di caduta della stazione, in modo da poter efficacemente mitigare gli eventuali fat-



▲ L'orbita della *Tiangong-1* attorno alla Terra in proiezione pseudocilindrica. Le zone in blu, al di fuori della fascia orizzontale, sono quelle in cui la *Tiangong* non ha nessuna probabilità di cadere. Anche nelle zone gialle e verdi la probabilità di venire colpiti da un residuo della stazione che non si disintegrasse in atmosfera sono davvero bassissime (*Aerospace*).

▼ Un'immagine di fantasia che evoca il problema reale costituito dagli *space debris* attorno al nostro pianeta.



tori di rischio per la popolazione e le infrastrutture al suolo. L'Italia sta partecipando attivamente in questo contesto internazionale, mettendo a disposizione i risultati di diverse stazioni osservative radio e ottiche già attive dell'ASI, dell'INAF e dell'Aeronautica Militare (AM). "L'Operazione TianGong" (come ormai tutti la chiamano) sta rappresentando anzi una opportunità straordinaria per verificare, in via sperimentale, le procedure operative e consolidare quei meccanismi di collaborazione a livello nazionale fra i vari attori istituzionali dedicati all'attività di Sorveglianza e Difesa Spaziale (il cosiddetto lavoro di "Space Surveillance and Tracking", SST). Vale la pena di ricordare, a questo riguardo, che, recependo le direttive della Commissione Europea, da alcuni anni ASI, INAF e AM lavorano congiuntamente in un organismo nazionale chiamato OCIS, proprio con il fine di strutturare e coordinare l'attività di SST in Italia. È infatti sempre più urgente poter dotare anche il nostro Paese (così come gli altri partners europei) di un efficiente sistema di monitoraggio del traffico spaziale, anche a fronte della imponente rivoluzione in atto nell'utilizzo commerciale e nello sfruttamento dello spazio extra-atmosferico e dei rischi connessi all'aumento dei detriti spaziali in orbita (la cosiddetta *Sindrome di Kessler*, cioè lo scenario in cui i detriti spaziali in orbita bassa sono in numero così elevato da scontrarsi ripetutamente fra loro impedendo l'utilizzo dei satelliti artificiali).

Non credi che ci sia più che altro il rischio che si scatenino una miriade di fake news nelle prossime settimane, in particolare sul web e sui social media, nei giorni a ridosso della caduta? Cioè che il vero pericolo sia quello di

scatenare del panico ingiustificato? In questo senso, questa vicenda può essere vista come un banco di prova della capacità degli istituti scientifici di dimostrare la propria credibilità presso il pubblico?

Sono assolutamente d'accordo. L'esperienza dimostra che oggi, forse più ancora che in passato, complice anche il meccanismo "risonante" dei *social networks*, c'è la tendenza ad indulgere nell'allarmismo e nell'eccessiva foga sensazionalistica a fronte di questo genere di eventi eccezionali. Per questo è importante dare una informazione chiara e univoca sui termini reali della questione, quantificando rischi e pericoli. Come è prassi consolidata in analoghe situazioni passate, il nostro Dipartimento della Protezione Civile si è già attivato anche nel caso della *Tiangong* e ha in carico al momento i contatti con gli organismi nazionali preposti alla sorveglianza spaziale in modo da trasmettere gli opportuni aggiornamenti e indicazioni all'opinione pubblica e ai media nazionali, durante le 2-3 settimane precedenti il rientro della stazione cinese.

Ci sono altri satelliti a rischio di caduta imminente? E fra i vari progetti che dovrebbero limitare il rischio della proliferazione e della pericolosità degli *space debris* quale ti sembra il più promettente?

Il rientro della *Tiangong-1* è senz'altro l'evento più rilevante di questo tipo, in anni recenti. Con le sue 8,5 tonnellate, la stazione cinese è infatti solo comparabile con il caso del satellite UARS (6 tonnellate), caduto nel 2011, o con le 13,5 tonnellate della sonda russa *Phobos-Grunt*, caduta nel gennaio 2012 dopo il fallimento della sua missione a Marte. Naturalmente assai più frequenti (circa una trentina di casi all'anno) sono i rientri di oggetti rela-

tivamente più "innocui", di alcune tonnellate o giù di lì, mentre circa 400 detriti o satelliti più piccoli rientrano, in media, ogni anno, bruciando quasi integralmente in atmosfera. Allo stato attuale della situazione, nei prossimi 3-4 anni non sono previsti eventi di rientro di particolare rilevanza, anche se certamente un caso da seguire sarà quello del satellite dell'ESA ENVISAT, andato fuori controllo nel 2012 e tuttora in orbita a circa 770 km di quota. A quell'altezza, in verità, non

esiste un pericolo concreto di caduta (non prima di un secolo almeno!) ma paradossalmente questo è proprio il problema. Il satellite, infatti, ha un peso e una dimensione comparabili a quelli della *Tiangong* per cui offre un bersaglio temibilissimo per possibili collisioni con altri detriti spaziali più piccoli. Se questo avvenisse, ENVISAT sarebbe letteralmente sbriciolato in migliaia di pezzi e contribuirebbe ad aggravare in maniera sensibile la *Sindrome di Kessler*. Si porrà molto presto, quindi, il problema di come far rientrare (in maniera sicura) questo satellite inattivo. Il caso di ENVISAT è certamente emblematico, in questo senso, del problema che stiamo affrontando in relazione alla crescita dei detriti spaziali. Va detto che non è stata ancora trovata una soluzione di consenso generale al problema e moltissimo resta da fare. È importante, però, che sia in atto una presa di coscienza da parte delle diverse agenzie spaziali a livello planetario. La stessa ESA, ad esempio, ha da poco inaugurato un suo progetto di ricerca sulle tematiche di "ecologia spaziale", chiamato *CleanSat*, con il compito appunto di studiare nuovi metodi per mitigare il problema dei detriti. In attesa che si sviluppino soluzioni "attive" (per andare fisicamente a "far pulizia" in orbita) è però urgente, per intanto, adottare tutte quelle modalità "passive" di sorveglianza e censimento del traffico in cielo, dando maggiore impulso appunto alle attività di SST, come sta ora facendo con crescente successo OCIS in Italia. ●

Seguiremo l'evoluzione della vicenda Tiangong pubblicando gli aggiornamenti che si renderanno via via disponibili sul sito www.astronomianews.it. Non mancheremo di tornare a parlare dell'argomento anche sui prossimi numeri della rivista.