

# **Le nuove Costellazioni Satellitari sono un pericolo per tutti noi (non solo per gli astronomi)**

*Stefano Gallozzi, INAF & SAS Foundation*

Mi piacerebbe contribuire a questa discussione riportando alcuni punti di vista personali, in modo da dare possibili spunti di riflessione e, soprattutto, far ragionare il maggior numero di persone possibili, non solamente astronomi, sui reali rischi ai quali andremo incontro, se non fermeremo sul nascere questa corsa al monopolio dell'orbita bassa terrestre. Sebbene abbia in mente un'ordine di priorità ben preciso, li elencherò in ordine sparso, lasciando al lettore il compito di individuare quali, tra queste motivazioni, risultino più valide e quali meno.

## Ragioni di ordine morale:

Indifferentemente dalle motivazioni (economiche), che possano spingere uno o più privati a cercare di accaparrarsi un monopolio di questo tipo, non sta a noi ragionare se le intenzioni possano essere nobili o ignobili: quello su cui dovremmo ragionare è la compromissione di un asset strategico e fondamentale per tutti noi, quindi da intendersi come un diritto umano inalienabile. Le culture di tutto il mondo si sono evolute ed hanno proliferato sotto un cielo buio, si tratta di un bene intangibile, anche da significati teologico/esistenziali, che viene annoverato quindi come World Heritage, proprio perché è nostro compito e dovere lasciarlo il più possibile inalterato per permetterne il godimento alle generazioni future (eredità per le generazioni future). Il più possibile inalterato non significa impedire la possibilità di fornire servizi tecnici/tecnologici e scientifici dallo spazio, ma significa farlo nel rispetto di questo bene e farlo fare in modo da non comprometterlo per noi e per le generazioni future.

## Ragioni di ordine legale:

Indifferentemente che ci piaccia o no che dei privati per ragioni di business decidano (avendone la possibilità) di spedire in orbita delle costellazioni satellitari per fornire un servizio, tale immissione in orbita non può essere autorizzata dal singolo paese, ma deve sottostare ai trattati internazionali sull'utilizzo pacifico dello spazio esterno. Questo poiché un satellite in LEO (Low Earth Orbit) a causa del drag atmosferico non potrà rimanere geostazionario e quindi dovrà orbitare velocemente intorno a tutto il globo. Quindi una nazione ad esempio gli USA, che decida tramite una sua agenzia, di autorizzare ad un privato l'immissione in orbita di tanti satelliti di questo tipo, finirebbe per autorizzare il privato stesso a passare anche sopra lo spazio aereo di altre nazioni, che magari quel tipo di consenso non lo vorrebbero concedere. Men che meno se poi le costellazioni, come dichiarato dalla stessa società, verranno utilizzate per fini militari/strategici dal ministero della difesa americana. A quel punto permettere agli USA di inviare queste flotte di satelliti significherebbe, implicitamente autorizzare e quindi aspettarsi che anche russi, cinesi, coreani ecc... spediscono parimenti le loro flotte.

## Ragioni di ordine tecnologico:

Pensare che sia necessaria una costellazione, come la Gelly cinese in orbita bassa per un GPS globale di posizionamento avanzato, in modo da permettere la localizzazione degli oggetti con una risoluzione del millimetro, forse non è un motivo abbastanza valido per tappezzare con 10-13mila satelliti la bassa orbita terrestre; basterebbe potenziare e sostituire gli attuali satelliti GPS, che sono in MEO (orbita intermedia e meno dannosa/visibile da terra). Se come motivazione “nobile” tale da sacrificare il cielo stellato, si annovera la necessità di portare la connessione lì dove le reti terrestri sono carenti, faccio presente che esistono da anni parecchi satelliti GSO (geostazionari ad orbite superiori ai 20mila km di quota), che permettono un accesso ubiquitario ad internet anche in pieno deserto. L’accesso e la connessione avviene a banda larga ed essendo molto lontani sono poco luminosi ed interferiscono di meno con la radioastronomia da terra. L’unico problema di questa connessione è la latenza del segnale (ovvero il tempo di risposta) per i quali non sarebbe possibile, ad esempio, usare la connessione satellitare GSO per applicazioni tecnologiche real time come la guida autonoma delle auto, ma per quella si stanno già attrezzando le smart roads e più in generale le smart cities, che tramite la rete terrestre (portata da lampioncini led, ripetitori 5G, tombini e la strada stessa) permette una latenza tale da garantire la connessione e la risposta real time. Anche con satelliti in LEO (ad orbita bassa sotto i 2000Km di quota) applicazioni realtime come la guida autonoma risultano al limite impossibili.

### Ragioni di ordine ambientale:

Se non fossero bastate le orde di ragazzi e cittadini nelle piazze di tutto il mondo (friday for the future) per denunciare e reclamare un futuro migliore (e sostenibile), l’impatto dei cambiamenti climatici non si esaurirà con qualche protesta e, oltre agli agenti atmosferici sempre più estremi ed in mancanza di un vero controllo climatico umano (ancora assente), dovremo necessariamente fare i conti con le nostre azioni oggi in termini consapevoli circa le conseguenze future delle nostre azioni. In termini futuri perché in questo caso l’eredità, che lasceremo ai nostri figli e nipoti potrebbe essere un mondo inabitabile. In questo contesto le costellazioni satellitari sono il non plus ultra dell’impatto ambientale sulla nostra biosfera, già martoriata. In media una connessione wireless consuma 10 volte più energia di una connessione cablata ed il fatto che si voglia abbattere ubiquitariamente il digital divide utilizzando il wireless fa sì che da recenti stime si è previsto un aumento enorme di energia irradiata nella nostra biosfera tramite potenza elettromagnetica. Senza dilungarmi troppo faccio presente che recenti stime prevedono nei prossimi 5 anni, in particolare con l’avvento delle costellazioni satellitari e delle conseguenti stazioni trasmettenti terrestri, prevedono sotto forma di potenza elettromagnetica irradiata, un raddoppio netto di tutta l’energia solare attualmente assorbita dalla biosfera (che rappresenta circa l’1% della costante solare ovvero  $13\text{Watt/m}^2/\text{sec}$ ).

N.B. la Federal Communication Commission americana a fronte di 42mila satelliti autorizzati per il progetto STARLINK@SpaceX ha conseguentemente autorizzato il posizionamento di 6milioni di stazioni radio base solo negli USA per permettere la diffusione del segnale satellitare all’utente/utilizzatore finale, chiaramente in wireless utilizzando frequenze 5/6G.

Immettere una siffatta quantità di energia tramite campi elettromagnetici nella nostra biosfera, oltre ad alterare e creare potenziali problemi sulla salute di piante, animali ed esseri umani, di cui non è il caso di parlare qui, finiranno comunque per aumentare gli effetti del global warming, che tanto mette a rischio le generazioni future. Che ci piaccia o no questa componente di “calore elettromagnetico” nella nostra biosfera sta esplodendo a ritmi esponenziali e si tratta comunque di una quantità di energia, che

da qualche parte dovrà essere presa / prodotta ed in questo momento le fonti fossili e nucleari sono le uniche in grado di sopporre all'aumento di demand energetico globale connesso con l'uso (e l'abuso) di queste tecnologie wireless.

Spedire in orbita bassa decine di migliaia di satelliti (se tutti i progetti venissero autorizzati potrebbero fluttuare sopra la nostra testa più di 100 mila satelliti in orbita bassa) presuppone un tasso di sostituzione altissimo ovvero dai 5 mila ai 10 mila satelliti / anno, con tutto ciò che ne consegue in merito al deorbiting mirato e programmato di altrettanti satelliti ogni anno (che si disintegreranno e spargeranno i loro frammenti e metalli pesanti nella alta atmosfera). Per non parlare del costo in termini di immissione di gas clima-alteranti per i continui lanci di vettori non solo per il deployment iniziale, ma anche per la sostituzione a regime dei danneggiati e deorbitati.

#### Ragioni in merito al collision hazard:

Avere 100 mila e più satelliti a contendersi poche shell orbitali produrrà un aumento considerevole della probabilità di impatto e della formazione di frammenti e spazzatura orbitante. Purtroppo non si tratterebbe di semplici urti e danneggiamenti circoscritti, ma in caso di collisione la probabilità di innescare una reazione a catena, nota come Sindrome di Kessler, è tutt'altro che remota. Differenti centri di controllo spaziale ormai da un anno sono in "modalità Kessler" nel tentativo continuo di evitare collisioni. La situazione potenziale di un siffatto evento catastrofico potrebbe essere la creazione di un guscio di detriti impenetrabile, che orbiterebbe per un paio di secoli intorno alla Terra precludendo ogni futuro accesso allo spazio ed azzerando in un sol colpo tutte le telecomunicazioni satellitari alle quali siamo oggi abituati e per certi versi dipendenti. Un rischio possibile, che forse varrebbe la pena evitare proprio di correre immettendo solo un numero minimo di satelliti.

#### Ragioni di carattere meteorologico:

Le megacostellazioni utilizzano per le connessioni con la Terra alcune frequenze radio (dai 6 GHz in su), che sono comunemente utilizzate dai satelliti e dalle stazioni meteorologiche per intercettare la frequenza di risonanza del vapore acqueo e permettere di fare previsioni meteorologiche accurate. La presenza di una coltre di satelliti, oltre a danneggiare materialmente i satelliti e le stazioni meteorologiche, grazie alle loro interferenze con le rilevazioni del vapore acqueo compromette le capacità di effettuare previsioni meteo accurate, cosa deprecabile in un periodo critico come quello odierno a causa dei cambiamenti climatici, che sono già stati accennati in precedenza.

#### Ragioni di carattere astronomico:

E' vero che ogni oggetto orbitante (anche quelli naturali) produce una scia nei detector astronomici, che può essere facilmente rimossa, con un minimo di lavoro cosmetico e si tratta di tecniche collaudate nel tempo, ma quando il campo di vista è medio/grande o grande e, soprattutto, quando il numero di satelliti cresce a dismisura, rischieremo di dover spendere più tempo a rimuovere queste strisciate del tempo speso ad analizzare le immagini. Inoltre troppe strisciate compromettono irrimediabilmente la fotometria delle osservazioni astronomiche anche quando le strisciate vengono mascherate poiché le mappe di esposizione/rms fanno aumentare l'errore statistico di rivelazione del flusso delle sorgenti/ fotoni/ conteggi sul singolo pixel affetto da strisciata (in soldoni si misurano le magnitudini peggio e con errori maggiori). Inoltre se i satelliti sono posizionati in orbita bassa saranno maggiormente visibili

nelle prime ore dopo il tramonto, tempestando il cielo di strisciate e, per gli astronomi non dilettanti questo sarà il vero danno poiché le calibrazioni note come flatfields saranno inutilizzabili per calibrare le immagini prese durante la notte (anche qualora queste siano state corrette per togliere le strisciate).

La cosa grave è che l'astronomia ottica da Terra con strumenti professionali, potrebbe essere compromessa irrimediabilmente e solo gli strumenti a piccolo campo verosimilmente non risentirebbero troppo del problema, tutti gli altri nella migliore delle ipotesi dovranno lavorare ordini di grandezza in più per cavare informazioni scientifiche valide da immagini rovinare. Il tutto ovviamente dipenderà sempre dal numero di satelliti orbitanti: a poche migliaia di satelliti corrisponderanno in media pochi danni, mentre a molte migliaia i danni saranno irreversibili.

Anche qualora si riuscisse con tecniche avanzate di mitigazione/riduzione a ridurre il danno e continuare a lavorare, la domanda che ogni astronomo dovrebbe porsi è: “ma chi è che da il permesso ad un privato per un suo mero business di costringermi a lavorare in queste condizioni?”.

I radiotelescopi ed array da Terra in parecchie bande di sovrapposizione potrebbero diventare totalmente ciechi a causa delle interferenze (RFI). Anche SKA si è pronunciato in merito. Anche qui: una interferenza si mitiga facilmente, due-tre anche, ma se in una immagine vi sono centinaia di sorgenti radio, che interferiscono l'analisi diventa proibitiva od impossibile. Anche qui il numero totale di satelliti diventa il discriminante fondamentale tra la capacità di usare a terra questi osservatori e radiotelescopi.

Non si può ragionare come se l'astrofisica da Terra sia destinata all'estinzione poiché il “bene supremo” (di chi poi?) prevede che la vista debba essere celata da oggetti artificiali orbitanti (definiti più utili dei nostri apparecchi terrestri!). Non possiamo come professionisti ed amatori di una professione prostraci a pseudo mecenati, che promettono (in cambio del sacrificio di interi settori della nostra professione) qualche telescopietto orbitante o un radio telescopio sulla parte nascosta della Luna o ancora la nuclearizzazione di Marte per fare terraforming!

Dobbiamo essere consapevoli che non possiamo essere noi (nel più totale e colpevole immobilismo) a decretare la fine di una professione millenaria, soprattutto perché in discussione non è la possibilità di incrementare l'astrofisica da Spazio (possibilità garantita comunque), ma di mantenere la validità delle ricerche da Terra negli anni futuri. Come spiegato più e più volte l'astrofisica da Terra e quella da Spazio non sono in competizione, ma risultano tra loro complementari, se non altro a livello tecnologico l'impossibilità di testare le nuove tecnologie a Terra precluderebbe lo sviluppo di quelle (di alcuni anni più obsolete) da Spazio.

#### Ragioni di sicurezza umana:

Celando lo sguardo da Terra molte survey a largo campo utilizzate per la detezione di NEOs (Near Earth Objects) e possibili oggetti da impatto (asteroidi, comete ecc), potrebbe costituire un gravissimo problema a livello di sicurezza globale poiché non avremmo il tempo di pensare ad eventuali missioni per deviare, far esplodere, o anche solo per evacuare la popolazione in rifugi in modo da salvaguardare la nostra specie in caso di cataclisma da impatto. Perdere alcune settimane significherebbe di fatto perdere innumerevoli vite.

#### Ragioni di carattere finanziario:

Per l'astrofisica da Terra sono stati spesi dalle nazioni fior fior di soldi pubblici, che nel giro di pochi anni qualche privato potrebbe decidere di rendere infruttuosi e/o comunque farne diminuire il valore. Si tratta di una perdita di valore insostenibile e, soprattutto, va giustificata con i contribuenti, soprattutto a fronte di un totale immobilismo di questi governi ed istituzioni nel far finta che tutto vada bene, permettendo di fatto il proliferare di questi progetti.

### Ragioni di cooperazione tra i popoli:

Possiamo assodare che alcuni servizi di natura satellitare siano in questa era storica indispensabili e si necessiti di renderli fruibili in tutto il globo. In questo caso l'infrastruttura non dovrebbe mai e poi mai essere in mano ad un privato, ma dovrebbe essere gestita come una cooperativa internazionale, visto che gli stakeholders dovrebbero essere le nazioni (tutte) che ne usufruirebbero. In questo modo si eviterebbero non solo i problemi legati al monopolio ed all'utilizzo improprio dell'infrastruttura (vedi uso militare/spia) e potrebbe essere un buon volano per una regolamentazione, che parta dalle Nazioni Unite (UNOOSA/COPUOS) per fissare un tetto massimo di satelliti e delle quote di partecipazione per ogni eventuale servizio globale da condividere.

-----

Le ragioni appena elencate possono singolarmente essere espanse a piacere e comunque non vogliono essere conclusive, ma solo dare spunto di riflessione e valutare mettendo in maniera abbastanza realistica sul piatto della bilancia alcuni pro ed i molti contro.

Dal mio punto di vista basta una sola di queste ragioni per far comprendere come non si dovrebbe alimentare questi progetti che di "progresso" non hanno proprio nulla!

Per questo è stato creato un Appello Internazionale degli Astronomi (firmato da più di 2000 colleghi in più di 50 nazioni) e per dare rappresentanza giuridica a questo appello è stata creata una Fondazione per la Salvaguardia del Cielo Astronomico, che porterà avanti le criticità astronomiche alle corti di giustizia statunitensi per cercare di mettere un freno al proliferare di queste mega-costellazioni.

L'impresa è ardua, ma il fatto che le probabilità di successo siano poche non significa che non sia comunque una battaglia da combattere per l'astronomia e per il bene delle future generazioni!

Monte Porzio Catone, 7 marzo 2021

Stefano Gallozzi