



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

"La Nuova Era Spaziale: Stato o Mercato?"

RELATORE:

CH.MO PROF. Luciano Giovanni Greco

LAUREANDO/A: ALBERTO DONA'

MATRICOLA N. 2007328

ANNO ACCADEMICO 2022 – 2023

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.

Firma (signature) *Dona Alberto*

Indice

Introduzione.....	4
1. Instaurare il mercato spaziale: la “decentralizzazione”	6
Il lento declino della centralizzazione	6
La nascita del “Nuovo Spazio”	8
Il “Commercial Orbital Transportation Service” e la via per la decentralizzazione	10
La commercializzazione della bassa orbita terrestre (LEO).....	13
2. Perfezionare il nuovo settore: I fallimenti di mercato	14
Complementarità e coordinamento.....	14
Sovraffollamento e rifiuti spaziali	16
3. Controllare il mercato: L’inseguimento degli obiettivi sociali	19
Conclusione	22
Riferimenti bibliografici	23

Introduzione

Un anno dopo il lancio del satellite russo Sputnik nel 1957, la NACA (National Advisory Committee for Aeronautics), una piccola agenzia federale che aveva avuto dal 1915 fino a quel momento un ruolo di ricerca base nel campo aeronautico, fu trasformata nella molto più rinomata NASA (National Aeronautics and Space Administration). L'impennata delle spese governative in viaggi spaziali umani attraverso il programma Apollo negli anni 60 ha dato inizio a un modello centralizzato per il settore spaziale americano che durerà per i futuri 50 anni, con la NASA come fulcro per lo sviluppo e l'amministrazione. La NASA settò le strategie per l'esplorazione e l'uso dello spazio, a coordinò l'intera struttura del mercato americano, la quale si basava in gran parte

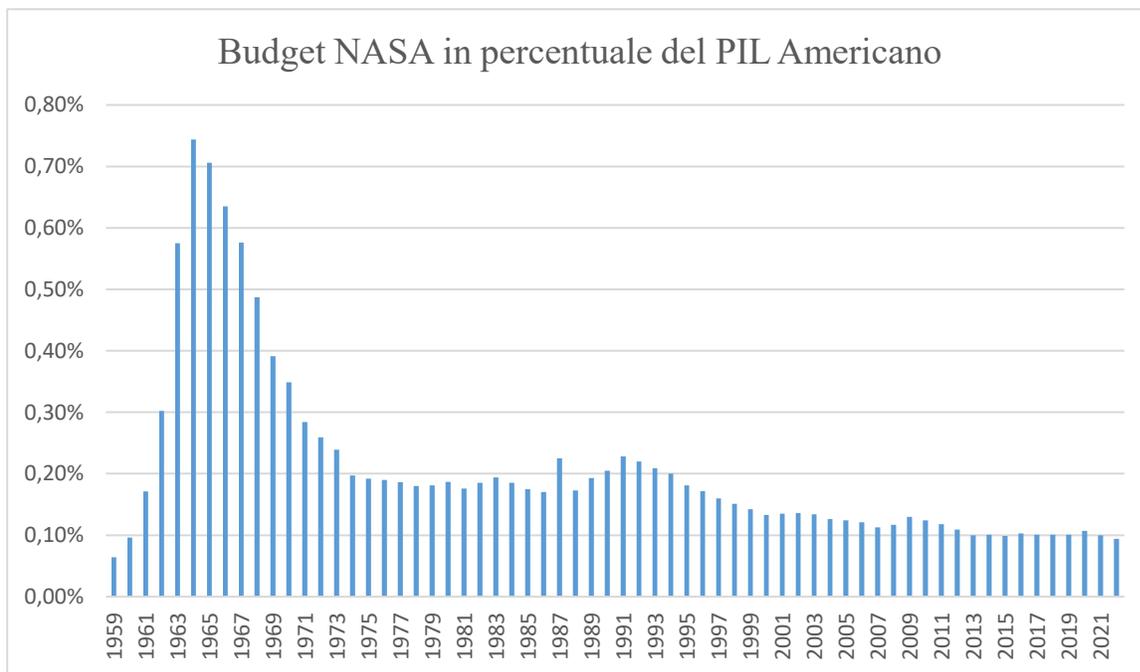


Figura 1: Budget NASA in percentuale del PIL US

Fonte: Statista.com e Macrotrends.net

su acquisti statali da grandi e stabilite aziende aerospaziali. Joan Lisa Bromberg, storica americana, scrisse nel 1999: “[L’amministratore della NASA James L.] Webb credeva che le policy nazionali riguardanti lo spazio non dovrebbero essere passate a aziende private. Era il governo in veste di attore nel bene dei cittadini che doveva determinare cosa andasse fatto, quando andasse fatto, e a che costo”. (Bromberg, 1999) Dopo decenni di questo controllo molto centralizzato dell’attività economica nello spazio, la NASA e i responsabili delle politiche americani hanno iniziato a cedere la gestione delle attività umane nello spazio a agenzie commerciali.

La Figura 1 mostra come la NASA si accaparrò più dello 0,7% del PIL Americano a metà anni 60. Livello che poi scese in fretta alla fine degli stessi anni e rimase attorno allo 0,1% abbastanza persistentemente per i successivi 40 anni. Nel frattempo, il mercato spaziale è cresciuto, arrivando a diventare un business da 300 miliardi di dollari in ricavi annui. Le recenti valutazioni di agenzie spaziali private come SpaceX (\$130 miliardi al 2 Gennaio 2023), la più piccola Rocket Lab (\$3,15 miliardi in capitalizzazione all'8 Agosto 2023) e la crescita esponenziale degli investimenti in start-up per lo spazio (\$15 miliardi nel 2021, a confronto di \$7,7 nel 2020 (Bryce Tech, 2022)), fanno pensare che il mercato sia ottimista riguardo al futuro, grazie anche ai recenti successi di clamore, come il lancio e il ritorno del razzo Falcon Heavy di SpaceX, che stanno generando una nuova ondata di interesse ed entusiasmo da parte del pubblico. Il passaggio dalle priorità pubbliche a quelle private nello spazio è particolarmente significativo perché un obiettivo ampiamente condiviso dai leader dello spazio commerciale è proprio il raggiungimento di un'economia spaziale sviluppata su larga scala e autosufficiente. Jeff Bezos, la cui fortuna con Amazon ha finanziato l'innovativa startup spaziale Blue Origin, ha da tempo dichiarato che la missione della sua azienda è avere "milioni di persone che vivono e lavorano nello spazio", mentre Elon Musk (2017), che ha fondato SpaceX, ha presentato piani per costruire una città di un milione di persone su Marte entro il prossimo secolo. Sia Neil De Grasse Tyson (astrofisico americano noto per aver contribuito a declassare Pluto a pianeta nano), che Peter Diamandis (fisico e imprenditore americano) concordano sull'idea che il primo trilionario della Terra sarà un minatore di asteroidi (come riportato da Kaufman in un'intervista del 2015). È chiaro che queste visioni non diventeranno realtà nel prossimo futuro. Ma si stanno producendo tabelle di marcia dettagliate (National Space Society 2019) e i recenti progressi nelle tecnologie necessarie sono stati notevoli (Ralph J. Cordiner, 1960) e se queste previsioni si realizzeranno anche solo in parte, ci saranno enormi implicazioni per la società e l'economia. Potrebbe trattarsi della prima occasione nella storia dell'umanità per creare e studiare società economiche partendo da una base (quasi) vuota, e nonostante gli economisti debbano trattare la prospettiva di un'economia spaziale sviluppata con moderato scetticismo, sarebbe incauto trattarla come fantascienza.

In questo elaborato cercherò di presentare un quadro analitico del ruolo del governo nello sviluppo del settore spaziale come economia di mercato. Tale quadro si articola in tre componenti: 1) **instaurare** il mercato attraverso il decentramento del processo decisionale e del finanziamento delle attività spaziali umane; 2) **perfezionare** il mercato attraverso politiche che affrontano i fallimenti del mercato e ne assicurino una struttura sana; 3) **controllare** il mercato seguendo

principi in favore di obiettivi sociali. Le prossime tre sezioni si concentreranno su questi temi. Come base utilizzerò il settore spaziale degli Stati Uniti principalmente per abbondanza di documentazioni che si possono trovare, ma il quadro si può applicare più o meno bene agli interventi di qualsiasi nazione impegnata nello sviluppo dello stesso settore.

1. Instaurare il mercato spaziale: la “decentralizzazione”

Il lento declino della centralizzazione

Sin dagli inizi dell’era spaziale, vari leader del settore privato hanno messo in guardia sul fatto che un modello economico centralizzato avrebbe compromesso il progresso delle priorità commerciali nello spazio. Un esempio si ha con Ralph Cordiner (1961), una volta presidente e CEO di General Electric, il quale predette la maggior parte dello sviluppo del settore spaziale diretto dal governo nei decenni successivi, sostenendo con forza che, alla fine, lo sviluppo dello spazio “dovrà avvenire nell’ambito del nostro tradizionale sistema imprenditoriale competitivo”.

La ratio economica dietro al modello centralizzato era chiara, e per alcuni decenni i suoi obiettivi sono stati pure raggiunti: beni pubblici come la sicurezza nazionale e la scienza di base solitamente rimangono da parte se lasciate al mercato e la NASA fu fondata appunto per mantenerle durante la guerra fredda. La sua struttura di controllo diretto delle operazioni crebbe sulla base di questi principi e della necessità di azioni/risposte immediate durante quel periodo. Con questo modello, gli Stati Uniti sono diventati la prima potenza spaziale e la NASA era l’agenzia leader nello sviluppo tecnologico. Il successo delle missioni Apollo (compreso l’allunaggio del 1969) ha ispirato grandi visioni su ciò che sarebbe venuto dopo: all’inizio degli anni Settanta, proliferarono studi sulla colonizzazione dello spazio e su economie spaziali anche nei piani più alti del programma spaziale. Ma dopo l’ultima missione dello stesso programma nel 1972, la NASA, e quindi l’intero settore spaziale statunitense, ha faticato a trovare un secondo atto. Il motivo può essere in parte attribuito allo stretto legame tra il programma Apollo e la competizione con l’Unione Sovietica, che rendeva il budget della NASA vulnerabile alla sensazione che la missione fosse già stata compiuta (Logsdon 2015). Come disse l’astronauta Apollo Buzz Aldrin: "Dopo le missioni lunari Apollo, l’America perse l’amore per lo spazio: non c’era un seguito concentrato e non avevamo obiettivi chiari" (Sunyer 2014).

Quando la NASA poi decise di concentrarsi sullo sviluppo dello “Space Transportation System”, meglio conosciuto come “Space Shuttle”, applicò lo stesso approccio centralizzato utilizzato negli anni 60, con risultati però non convincenti come la prima volta: i costi furono molto più alti del

previsto (l'intero progetto costò circa due terzi del budget NASA per voli spaziali, ovvero circa 281 miliardi di dollari al 2023 (Jenkins, Dennis R. 2016)) e rendimenti altrettanto deludenti (più di metà dei voli annuali programmati furono cancellati, e due gravi fallimenti provocarono la morte di 14 astronauti).

Dopo due incidenti nel 1986 e nel 2003, si iniziò a perdere fiducia nel progetto Space Shuttle e nel modello centralizzato che rappresentava. L'anno successivo, nel 2004, la presidenza americana giunse alla conclusione che il ruolo della NASA deve essere limitato solo a quelle aree dove è dimostrato "inconfutabilmente" che solo il governo possa effettuare l'attività proposta. Nel 2011 il programma Space Shuttle venne cancellato, lasciando gli USA nella posizione di non poter spedire umani nello spazio in suolo domestico.

Le vulnerabilità di un controllo centralizzato sono molteplici: deboli incentivi per l'allocazione efficiente di risorse, scarsa capacità di aggregazione di informazioni disperse e resistenza all'innovazione data dalla scarsa competizione. Oltre a questi problemi di base, i fondi della NASA erano spesso soggetti a revisioni, talvolta anche importanti, da parte dei legislatori, rendendo ancora più complicato per il settore raggiungere anche solo gli obiettivi centrali.

I sostenitori della riforma avevano in precedenza auspicato un decentramento almeno parziale e un ruolo più incisivo del settore privato nello spazio, anticipando queste debolezze. All'inizio dell'era dello Shuttle, il presidente Ronald Reagan firmò il "Commercial Space Launch Act" del 1984, dichiarando: "Uno degli obiettivi importanti della mia amministrazione è stato, e continuerà ad essere, l'incoraggiamento del settore privato nelle imprese spaziali commerciali". Nello stesso anno, la NASA ha istituito l'Ufficio dei programmi commerciali e il Dipartimento dei trasporti ha creato l'Ufficio dei trasporti spaziali commerciali (NASA 2014). Questi primi semi, tuttavia, avrebbero dovuto attendere la conclusione del programma Shuttle per dare i loro frutti.

L'approccio adottato dal governo degli Stati Uniti per la creazione dell'industria satellitare commerciale fornisce un contrasto illuminante. Nel 1962, il Congresso ha istituito COMSAT, un'organizzazione privata a scopo di lucro controllata da azionisti comuni e da un consorzio di imprese di telecomunicazioni (anche se il Presidente degli Stati Uniti doveva nominare tre dei 15 membri del consiglio di amministrazione della società). La NASA è stata formalmente incaricata di fornire una guida tecnica a COMSAT e di controllare le sue missioni. L'obiettivo di questa cooperazione pubblico-privata era quello di utilizzare le conoscenze della NASA per avviare un settore commerciale dei satelliti per le comunicazioni. Si trattava di una "politica industriale con

una vendetta", secondo le parole dello storico della NASA Bromberg (1999), che ha portato al rapido dispiegamento e all'utilizzo della vasta gamma di satelliti che oggi dominano l'industria spaziale, sia per ragioni pubbliche che commerciali.

La nascita del “Nuovo Spazio”

Quando il programma Shuttle è terminato nel 2011, i riformatori orientati alla commercializzazione, sia nell'industria spaziale pubblica che in quella privata, hanno colto l'occasione. Secondo Bretton Alexander, amministratore delegato di Blue Origin ed ex funzionario spaziale della Casa Bianca, "l'incapacità della NASA di sviluppare un sostituto per lo Shuttle per 30 anni ha rovinato l'immagine della NASA che comanda... Quando lo shuttle è stato ritirato, ha lasciato un vuoto che ha permesso alla NASA di guardare al settore commerciale" (citato in Weinzierl e Acocella 2016).

Le nuove aziende private che emersero da questo cambiamento sono note col nome di “New Space” o Nuovo Spazio, e l'aumento di interesse da parte di fondi di ricerca e investimenti suggerisce una certa maturazione del settore, poiché sempre più investitori stanno cercando informazioni e accesso al mercato. Esempi di risalto sono Bryce Technology e una lista di firme da quelle concentrate sullo spazio (come Space Angels) a quelle che stanno allocando parte delle loro enormi risorse allo spazio (ad esempio Bessemer and Draper Fisher Jurvetson).

I finanziamenti per le aziende del “Nuovo Spazio” provengono da una varietà di fonti. Una serie di imprenditori di alto profilo come Elon Musk, Jeff Bezos, Richard Branson, Paul Allen e altri, hanno utilizzato i loro capitali per superare gli altissimi costi fissi che rappresentano una delle elevate barriere di ingresso, lanciando aziende basate su nuovi approcci alla tecnologia e alla gestione dell'accesso allo spazio. Secondo l'analista leader del settore spaziale Bryce Technology (2022), gli investimenti esterni nelle start-up del New Space sono passati da meno di 500 milioni di dollari all'anno dal 2001 al 2008 a 45,7 miliardi di dollari all'anno nel 2021, per poi più che dimezzare l'anno successivo scendendo a un comunque sorprendente 21,9 miliardi di dollari.



Figura 2: Crescita del mercato spaziale dal 2005 al 2020
 Fonte: Database di Space Foundation

Da Figura 2 si vede che, secondo le stime di Space Foundation (Space Foundation, 2023), l'economia spaziale mondiale è cresciuta dell'8% raggiungendo i \$546 miliardi nel 2022, di questi, solo un quinto deriva da spese governative (delle quali il 45% è destinato alla difesa internazionale). Il settore commerciale ha quindi raggiunto i 427,6 miliardi di dollari, con la stragrande maggioranza di tale attività derivante da tecnologia satellitare per le telecomunicazioni e altri servizi. È probabile che questo predominio nei bilanci del business satellitare si mantenga nel prossimo futuro, date anche le proiezioni di crescita del settore dei satelliti per internet a banda larga, che è cresciuto più del 17% nel 2022, trainato anche dall'azienda leader Starlink, la quale ha riportato ricavi per \$607 milioni, e si stima possa avere una crescita enorme, portandola a circa \$16 miliardi di ricavi nel 2027. (Blanco, 2023)

Le stime credibili del potenziale economico dello spazio a lungo termine sono elusive, poiché molti dei suoi piani più ambiziosi hanno prospettive molto incerte. Ad esempio, un rapporto del 2014 di Boston Consulting Group ha stimato la spesa globale per i viaggi di lusso a \$ 460 miliardi e il mercato complessivo delle "esperienze" di lusso a \$ 1,8 trilioni (Abtan 2014). Alcune società New Space come Blue Origin stanno lavorando per rivendicare una fetta di questo vasto mercato per lo spazio, ma c'è un sostanziale scetticismo nei confronti del turismo spaziale tra molti nel settore. I ricavi derivanti dalla produzione spaziale o dall'estrazione di asteroidi saranno trascurabili nel breve termine e forse anche nel medio termine, anche se la ricerca verso entrambe le attività

commerciali sta venendo finanziata a livello commerciale. Ricapitolando, non è chiaro se l'accesso a basso costo e le infrastrutture per lavorare nello spazio genereranno una ragione economica per essere nello spazio, come gli attuali investitori sperano e si aspettano.

A questo punto, il termine "New Space" non rappresenta solo una nuova generazione di aziende (anche aziende consolidate come Boeing e Orbital Sciences sono attori importanti) o una crescita costante dei ricavi del settore spaziale, ma piuttosto un nuovo approccio al mercato aerospaziale. Nel modello centralizzato, le aziende private che lavoravano con la NASA erano in gran parte assicurate contro gli enormi rischi degli investimenti attraverso contratti cost-plus¹, ma avevano poca possibilità di esporsi ai potenziali guadagni dati dalla commercializzazione del mercato spaziale. Nell'approccio "New Space", invece, le imprese private condividono gli enormi rischi e i (potenziali) ritorni degli investimenti nello spazio.

Il “Commercial Orbital Transportation Service” e la via per la decentralizzazione

Al termine del programma Shuttle, il canale principale attraverso il quale la NASA e il nascente settore del New Space si sono uniti per risolvere il problema dell'accesso allo spazio - e quindi fornire un esempio di come un'economia decentralizzata possa funzionare - è stato un insieme di partnership pubblico-privato chiamato Commercial Orbital Transportation Services (COTS). Nel 2005, il Congresso ha finanziato queste partnership con 500 milioni di dollari (meno dell'1% del bilancio quinquennale della NASA), con l'obiettivo di "sfidare l'industria privata a creare capacità e servizi in grado di aprire nuovi mercati spaziali, soddisfacendo al contempo le esigenze logistiche di trasporto della Stazione Spaziale Internazionale" (NASA 2014). Come scrive Lambright (2016) in una storia del programma, "[la visione dell'amministratore NASA Michael Griffin] era quella di costruire una nuova industria spaziale commerciale". In particolare, si sperava che il COTS avrebbe abbassato i costi di trasporto del carico - ed eventualmente dell'equipaggio - contribuendo così ad aprire una serie di opportunità non sfruttate nell'orbita LEO.

L'innovazione chiave del programma è stata quella di rendere la NASA un cliente e un partner dei suoi appaltatori privati e non un supervisore come accadeva in precedenza. In particolare, i contratti COTS hanno sostituito il convenzionale approccio con appalti cost-plus per prodotti personalizzati,

¹ Un contratto cost-plus è un accordo per rimborsare a un'azienda le spese sostenute più un importo specifico di profitto, solitamente indicato come percentuale del prezzo pieno del contratto. Questi tipi di contratti vengono utilizzati principalmente nella costruzione in cui l'acquirente si assume una parte del rischio, ma fornisce anche un certo grado di flessibilità all'appaltatore. In tal caso, la parte che redige il contratto prevede che l'appaltatore manterrà le sue promesse di consegna e si impegna a pagare un extra in modo che l'appaltatore possa realizzare profitti aggiuntivi al completamento. (KamilTaylan.blog, 2021)

con pagamenti a prezzo fisso con il quale si acquista la “capacità” di consegnare e smaltire o restituire il carico e trasportare l'equipaggio nell'orbita LEO. Questo cambiamento ha spostato il rischio dalla NASA alle aziende private, riducendo la necessità per la NASA di utilizzare una combinazione di monitoraggio intensivo e contratti cost-plus per controllare i costi e incoraggiare l'innovazione.

Le nuove aziende spaziali accolsero con favore il nuovo approccio: i loro investitori si sentivano a proprio agio nell'assumersi il rischio; l'innovazione e l'efficienza erano per loro i principali vantaggi rispetto agli operatori già affermati; e trovavano che il monitoraggio intensivo fosse costoso e invasivo. Alle aziende è stata data la libertà e la responsabilità di progettare e produrre i loro prodotti come meglio credevano, con la NASA che avrebbe fornito una visione piuttosto che una supervisione. Inoltre, le aziende avrebbero mantenuto la proprietà della proprietà intellettuale creata per il COTS, mentre nei contratti precedenti il governo era il detentore di default della proprietà intellettuale perché il lavoro veniva svolto per suo volere e non per il mercato in generale (NASA 2014).

Il programma COTS ha offerto diversi vantaggi alla NASA. In primo luogo, l'agenzia ha potuto sfruttare il capitale privato per acquisire i servizi richiesti a costi più contenuti: La NASA (2014) ha riferito che il COTS ha fornito "servizi di trasporto merci con base negli Stati Uniti a un costo significativamente inferiore rispetto ai precedenti voli dello Space Shuttle". In particolare, la NASA ha fornito una ripartizione dettagliata dei risparmi sui costi del COTS, concludendo che il costo complessivo per consegnare un chilogrammo di carico alla Stazione Spaziale Internazionale è stato di circa 89.000 dollari con SpaceX e 135.000 dollari con Orbital Sciences, un terzo e la metà del costo stimato di 272.000 dollari per chilogrammo che sarebbe stato possibile con lo Space Shuttle. In secondo luogo, e in relazione a ciò, il COTS permetterebbe alla NASA di reindirizzare il suo tempo e il suo budget verso progetti come la scienza di base e la ricerca esplorativa.

Nonostante il suo fascino, il programma Commercial Orbital Transportation Services è stato inizialmente considerato da alcuni operatori del settore spaziale come, nella migliore delle ipotesi, un piano di riserva per l'approccio più convenzionale. La NASA difatti aveva già in atto un programma di esplorazione e accesso allo spazio chiamato “Constellation”, una parte del quale (Ares 1/Orion) era incentrata sull'orbita terrestre bassa, ma dopo aver accumulato ritardi e sfiorato il budget è stato alla fine cancellato dal Presidente Obama. Da lì il COTS è diventato molto più di una riserva.

In effetti, il COTS ha contribuito in modo determinante alla realizzazione delle missioni NASA. Nel 2008, due aziende, SpaceX e Orbital Sciences, avevano convinto l'agenzia della loro capacità di fornire servizi di rifornimento completi alla Stazione Spaziale Internazionale e gli sono stati assegnati contratti a prezzo fisso per 20 voli del valore di 3,5 miliardi di dollari nell'ambito di un programma successivo: il Commercial Resupply Services (CRS). Questi voli sono ora il modo principale per rifornire la stazione spaziale. Anche i passi falsi del programma sono stati visti come un progresso: ad esempio, quando la NASA ha annullato uno dei contratti iniziali dopo che la società partner, Rocketplane Kistler, non aveva rispettato i parametri di riferimento, l'agenzia ha dimostrato di prendere sul serio il suo ruolo di "cliente" (Lambright 2016). I successi dei programmi cargo hanno portato al programma Commercial Crew Development, un progetto multifase che è culminato nel trasporto di equipaggi verso la stazione spaziale da parte di SpaceX e Boeing nel 2020. In poco più di un decennio, il rapporto tra il programma spaziale statunitense e i fornitori commerciali si è spostato, secondo le parole della NASA (2014), "dalla contingenza alla dipendenza".

Inoltre, questi programmi di partnership pubblico-private hanno stimolato l'attività e l'innovazione nel settore spaziale, facendo presagire un ampliamento dell'economia spaziale. Per citare un esempio particolarmente importante, hanno alimentato una nuova ondata di attività di lancio commerciale privata non legata ai satelliti, come riportato dall'organo americano Federal Aviation Administration, il quale approva i lanci di natura spaziale su suolo americano. Questa nuova ondata ha incluso una spinta verso la "riutilizzabilità", ossia la capacità di impiegare più volte componenti di veicoli di lancio e navicelle spaziali. Molti nel settore spaziale hanno espresso sentimenti in accordo con Elon Musk, SpaceX, che ha detto: "Se si riuscisse a capire come riutilizzare efficacemente i razzi, proprio come gli aerei, il costo dell'accesso allo spazio si ridurrebbe fino a un fattore di cento". Un veicolo completamente riutilizzabile non è mai stato fatto prima. Questa è davvero la svolta fondamentale necessaria per rivoluzionare l'accesso allo spazio" (cit. in Musk E., 2016). Le dimostrazioni di successo della riutilizzabilità da parte di SpaceX per il suo veicolo di lancio (nel 2016), per la sua capsula cargo (nel 2017) e, più recentemente, per il suo veicolo di lancio pesante (nel 2018) sono state quindi viste come momenti di svolta sia nella tecnologia aerospaziale che nella commercializzazione dello spazio. Musk ha chiarito l'importanza della partecipazione alle partnership pubblico-private per il successo della sua azienda: "SpaceX non avrebbe potuto farcela senza la NASA. Non posso esprimere abbastanza apprezzamento", ha twittato nel febbraio 2017.

La commercializzazione della bassa orbita terrestre (LEO)

A marzo del 2017, il settore spaziale americano fece un ulteriore balzo verso la decentralizzazione con il “Transition and Authorization Act” firmato dalla NASA, con il quale i legislatori decisero di cedere tutte quelle missioni che al tempo erano portate avanti dalla NASA, come il trasporto di persone e carichi verso la ISS e le operazioni in orbita LEO, ad aziende commerciali. Qualora questa transizione avesse successo, la NASA andrà a coprire un ruolo più focalizzato sull’esplorazione dello spazio e sullo studio scientifico di base, ovvero quei beni pubblici che dall’inizio sono stati i suoi principali obiettivi, lasciando al settore privato l’incarico di sfruttare economicamente lo spazio. Storici come Launius (2014) suggeriscono che esiste un analogo storico a questo rapporto nell’industria dell’aviazione commerciale, dove il governo degli Stati Uniti svolse un ruolo fondamentale nella ricerca scientifica di base a metà del XX secolo, lasciando poi la gestione del settore dell’aviazione in mani private.

Nonostante il successo avuto dalle partnership pubblico-private nelle missioni di rifornimento alla Stazione Spaziale Internazionale, la commercializzazione porta con sé dei rischi, e l’opportunità di una più ampia commercializzazione dell’orbita LEO è molto dibattuta. I critici spesso sostengono che le aziende New Space stanno marciando sulle spalle della NASA, sfruttando in vari modi sue tecnologie che hanno richiesto decenni per essere sviluppate, e attraverso prezzi marginali per l’uso delle sue strutture (NASA 2014). Una critica correlata è che le partnership pubblico-private che incanalano le risorse lontano da appaltatori già ben consolidati nel settore spaziale, rischiano di compromettere le conoscenze istituzionali e le economie di scala accumulate nel corso di decenni. Infine, non è chiaro se la NASA resterà con le mani in mano mentre la portata delle attività spaziali commerciali si espande sia nell’orbita terrestre bassa che oltre. Gli ancora attuali dibattiti sul percorso verso Marte forniscono un chiaro esempio di queste tensioni e la loro risoluzione ci dirà molto sul futuro del settore spaziale. È chiaro che sulla strada verso un’economia spaziale decentralizzata restano da affrontare diverse questioni. L’approccio delle partnership pubblico-private sarà un modello efficace per incoraggiare un’ulteriore commercializzazione, o sarebbe più efficace una più netta separazione tra settore pubblico e privato? In che modo la struttura industriale dello spazio commerciale dovrebbe essere influenzata dal settore pubblico, compresa la NASA? La decentralizzazione dell’attività economica nello spazio, incentrata su beni privati, può minare o rafforzare il sostegno alla NASA e ai beni pubblici che essa produce?

2. Perfezionare il nuovo settore: I fallimenti di mercato

All'inizio l'esistenza della NASA era fondata sulla sua capacità di fornire beni pubblici come la scienza di base, orgoglio nazionale (Logsdon 2004), e supporto alla sicurezza nazionale, nonostante sia un'agenzia civile. In altre parole, era una risposta a classici fallimenti di mercato, e con l'evolversi dell'economia del settore, che va a creare forze di mercato sempre più grandi, aumenta anche il rischio di nuovi fallimenti di mercato. Esistono già due esempi che ne stanno complicando lo sviluppo: il problema della complementarità e del coordinamento (Jevons, 2017) (che a sua volta è collegato al rischio di competizione insufficiente), e il problema delle esternalità come il rischio causato dai detriti spaziali.

Complementarità e coordinamento

La maggioranza dei modelli di business inseguiti dalle compagnie "New Space" possono funzionare solo se altri modelli, complementari a loro, sono già in funzione. Si pensi ad alcune tecnologie ampiamente ritenute essenziali per la commercializzazione dello spazio: capacità di lanci frequenti e a basso costo; produzione nello spazio; habitat scalabili; estrazione di risorse e accumulo di energia nello spazio; sistemi affidabili di schermatura delle radiazioni e di mitigazione dei detriti. Singolarmente, ognuna di queste tecnologie ha un ritorno limitato. I lanci a basso costo sono comunque costosi se non c'è nulla da fare e nessun posto dove andare nello spazio. Costruire habitat per la produzione o il turismo non serve a nulla se non si riesce a proteggerli dai pericoli dello spazio. E così via. Se queste tecnologie fossero realizzate insieme, tuttavia, formerebbero un sistema autosufficiente con un potenziale di profitto enorme. Nell'economia delle attività spaziali umane, il complesso può essere molto più grande della somma delle parti.

Si può immaginare un processo di sviluppo autonomo che sosterrrebbe l'economia spaziale. Ad esempio, lanci di razzi più economici e frequenti potrebbero facilitare il turismo a breve termine, insieme alla sperimentazione industriale e scientifica su veicoli spaziali suborbitali e orbitanti. Se queste attività diventassero di routine, potrebbe aumentare la domanda di habitat commerciali per supportare voli più lunghi. A loro volta, questi habitat potrebbero generare una domanda di risorse nello spazio, aumentando le opportunità per i lavoratori e i residenti.

Allo stesso modo si può anche ragionevolmente dubitare che un percorso così ideale si realizzi facilmente o senza alcuni aiuti lungo il cammino. I limiti o le asimmetrie informative, l'alto livello di rischio dello spazio e le difficoltà nel catturare il surplus di tali complementarità rendono molto complicato e improbabile avanzare sul percorso più efficiente, o addirittura avanzare del tutto.

Anche se il mercato in qualche modo riuscisse a sfruttare queste complementarità, l'economia del settore porta a pensare che il risultato sarebbe caratterizzato da un alto grado di concentrazione. Dopo tutto, le complementarità portano grandi profitti agli attori che riescono a integrare le varie componenti del settore, e i più importanti imprenditori del New Space (Jeff Bezos, Elon Musk, Richard Branson e altri) sono esperti in questo sulla Terra. Le economie di scala e di scopo hanno da sempre caratterizzato lo spazio commerciale. È per questo che, come sottolineato da Bromberg, uno dei primi obiettivi dell'agenzia era mantenere la concorrenza tra i suoi appaltatori ed evitare la monopolizzazione. (Bromberg, 1999)

Un'organizzazione attenta del settore pubblico può essere d'aiuto: i recenti sforzi della NASA per coordinare la commercializzazione dello spazio hanno ottenuto alcuni successi come, ad esempio, il “Commercial Orbital Transportation Services” e i vari programmi correlati. Non solo hanno sovvenzionato i veicoli di lancio commerciali, ma hanno anche mantenuto un mercato competitivo attraverso veri contratti di assegnazione diversi fra loro. Il programma “Commercial Crew Development” ha assegnato contratti a sei aziende nella prima fase, a quattro aziende (più altre tre senza finanziamenti) nella seconda fase, a tre nella terza fase e a due nella fase finale (NASA 2014). La NASA ha anche cercato di svolgere un ruolo simile nell'incoraggiare lo sviluppo di tecnologie per l'habitat spaziale. In particolare, Bigelow Aerospace è stata autorizzata ad agganciare il suo modulo espandibile gonfiabile alla Stazione Spaziale Internazionale per prepararne l'uso in stazioni commerciali modulari. Ma la NASA ha anche collaborato attivamente con altre cinque aziende per sviluppare tecnologie di habitat per lo spazio profondo attraverso i partenariati pubblico-privati NextSTEP e NextSTEP-2.

Analogie storiche forniscono insegnamenti su come il settore pubblico può facilitare lo sviluppo. Launius (2014) fornisce un'analisi approfondita di sei eventi storici rilevanti. La costruzione della ferrovia transcontinentale statunitense alla fine del XIX secolo è comunemente citata dalla comunità spaziale come esempio di come il sostegno pubblico, in quel caso molto ingente, possa facilitare lo sviluppo di una nuova frontiera. La storia delle ferrovie mostra anche le varie forme che tale sostegno può assumere: trasferimenti diretti, tasse più basse, contratti garantiti e persino concessioni di proprietà. La storia delle ferrovie, tuttavia, rivela anche i rischi di tali sforzi, in quanto i primi aiuti governativi hanno portato a una concentrazione del potere economico (e politico). Ci sono fattori che però differenziano lo spazio e questa analogia. A differenza delle ferrovie e del West, i razzi sono l'unico mezzo per accedere allo spazio e nessun governo nazionale ha autorità sui diritti di proprietà nello spazio. Inoltre, mentre le ferrovie collegavano comunità di

clienti desiderosi, la domanda di un facile accesso allo spazio è ancora nascente e dipenderà dallo sviluppo di tecnologie complementari. Gli altri cinque casi di studio di Launius sono diversi: la promozione dell'industria aerospaziale, la creazione dell'industria telefonica, il sostegno alla ricerca in Antartide, l'avanzamento dei lavori pubblici e l'accessibilità delle zone di conservazione (paesaggistica e culturale), ognuno dei quali fornisce ulteriori insegnamenti.

Le complementarità alla base dello sviluppo di un settore spaziale commerciale sollevano una serie di questioni politiche. Quale ruolo dovrebbe svolgere il governo nel coordinare e sovvenzionare queste tecnologie interdipendenti? Quali forme di sovvenzione - condivisione dei costi, garanzie sulle entrate, premi - sarebbero più efficaci? Se la fornitura di queste tecnologie fondamentali dovesse avere le caratteristiche di un monopolio naturale, come dovrebbero reagire i politici? Come verrà ripartito tra i partecipanti il surplus di un insieme di fattori produttivi così interdipendenti?

Sovraffollamento e rifiuti spaziali

Lo sviluppo nello spazio sta già generando preoccupazioni per l'uso eccessivo e l'affollamento nelle regioni più utili dell'orbita LEO. Col tempo, tali preoccupazioni sembrano destinate ad estendersi agli asteroidi più ricchi e allo spazio orbitale in generale, il quale è già stato descritto come "congestionato, conteso e competitivo" (Duff-Brown 2015). Per illustrare questo problema in modo più dettagliato, si consideri il caso dei detriti spaziali.

I detriti spaziali, che comprendono satelliti in disuso, parti di veicoli spaziali e pezzi creati dalle collisioni tra di essi, si stanno accumulando, come mostrato nella Figura 3 in basso. Anche i detriti più piccoli possono infliggere danni ingenti: un pezzo di metallo delle dimensioni di una ciliegia orbitante attorno alla Terra ha il potere esplosivo di una granata a causa delle altissime velocità. Secondo le stime attuali, 36.500 oggetti di diametro superiore a 10 centimetri, 1.000.000 di particelle di dimensioni comprese tra 1 e 10 centimetri e oltre 130 milioni di particelle di dimensioni inferiori a 1 centimetro volano nell'orbita terrestre bassa. (ESA Space Debris Office, 2023)

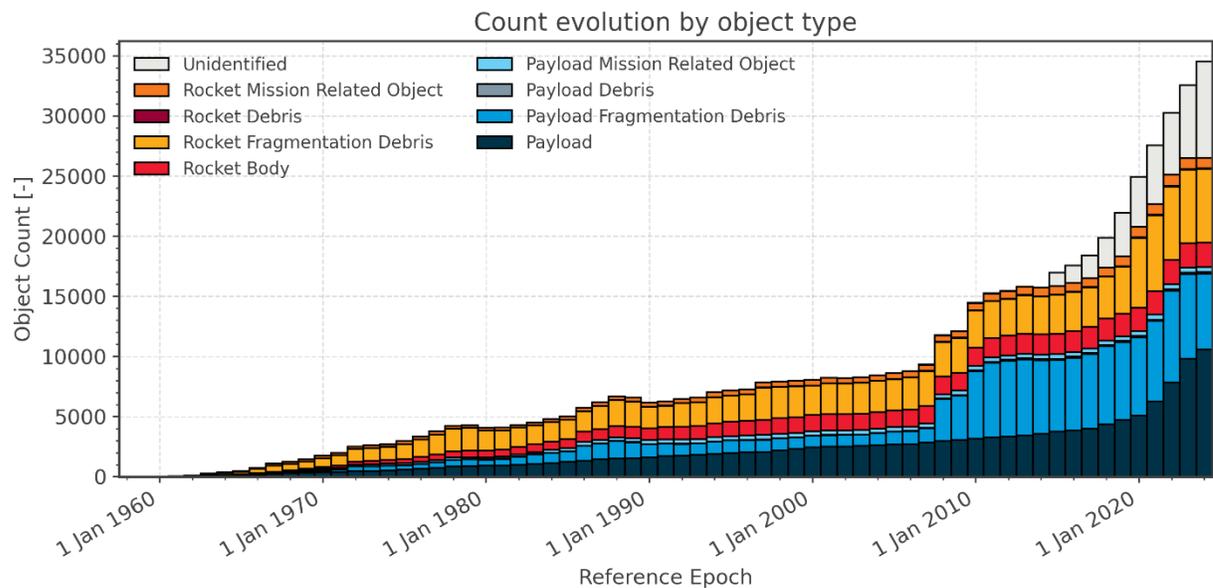


Figure 1: Crescita del numero di oggetti in orbita, payload indica tutti gli oggetti operativi.

Fonte: (ESA Space Debris Office, 2023)

Come mostra la Figura 3, la maggior parte di questi oggetti è stata creata solo negli ultimi dieci anni, in parte a causa di due grandi eventi. Come spiegato in Weinzierl e Acocella (2016), "il 10 febbraio 2009, un satellite per le comunicazioni attivo negli Stati Uniti (Iridium 33) è esploso in seguito all'impatto con un satellite russo in disuso (Kosmos 2251), spargendo nell'orbita terrestre 2.200 oggetti tracciabili e centinaia di migliaia di frammenti più piccoli e non rilevabili. ... Nel 2007, un satellite meteorologico cinese (Fengyun-1C) è stato distrutto da un veicolo cinetico che viaggiava a quasi 18.000 miglia orarie come parte del test di missili balistici anti-satellite della Cina, creando oltre 2.000 pezzi di oggetti tracciabili - quelli più grandi di 10 centimetri di diametro - e una stima di 150.000 frammenti più piccoli". Sebbene le minacce attualmente derivanti dai detriti siano generalmente considerate gestibili grazie a tecnologie di schermatura e a manovre di evitamento in tempo reale, il problema a lungo termine è scoraggiante, soprattutto se si considera l'enorme aumento delle dimensioni e del numero di oggetti orbitanti necessari per un'economia spaziale sviluppata. L'allarme di una reazione a catena incontrollabile di collisioni che generano detriti, in cui i detriti creano collisioni che portano ad altri detriti, è stato lanciato già negli anni '70 da Donald Kessler, scienziato della NASA, e il problema sta diventando sempre più pressante con il passare del tempo. Lo stesso Kessler affermò nel 2009 che sarà probabilmente impossibile avere indietro un ambiente spaziale privo di detriti, dal momento che ne verranno generati più velocemente di quanto l'atmosfera riesca a rimuovere. Un recentissimo episodio sembra dargli

ragione: l'ufficio stampa per la missione ClearSpace-1, frutto di una partnership pubblico-privata tra ESA e la start-up svizzera ClearSpace, mirata alla raccolta di detriti spaziali, ha annunciato che sono presenti altri oggetti nelle vicinanze dell'obbiettivo della missione, probabilmente dovuti a una collisione dello stesso obbiettivo con un mini detrito spaziale. (ESA, 2023)

Il problema dei detriti spaziali è un classico esempio di esternalità negative, applicato però in una situazione dove i classici rimedi proposti dall'economia tradizionale hanno poca efficacia. Ad esempio, Hanson (2016) propose una standard imposta pigouviana sui detriti, con però la nota che il principale ostacolo a ciò è proprio la mancanza di un'autorità spaziale che possa effettivamente applicare queste imposte. Un'altra possibilità invece potrebbe essere una soluzione à la Coase, nella quale le parti affette dal problema trovano un accordo economico in modo da internalizzare queste esternalità. Questo però risulta particolarmente complicato poiché l'approccio richiederebbe dei diritti di proprietà chiaramente delineati; cosa che nello spazio non esiste. Queste difficoltà e impedimenti nell'applicazione di regole sui detriti spaziali potrebbero facilmente portare lo spazio in una situazione descritta come il "problema del free-rider"², in una versione un attimo rivista rispetto a quella tradizionalmente studiata.

Alcuni accordi internazionali hanno fatto piccoli passi avanti sulla questione dei detriti spaziali, richiedendo che gli oggetti inviati nello spazio in futuro siano dotati di sistemi automatici di de-orbitaggio, ma la principale disposizione dei trattati internazionali relativa ai detriti, ovvero l'attribuzione della responsabilità per i detriti alla parte o al Paese da cui sono stati lanciati per la prima volta, è stata di gran lunga insufficiente. D'altronde, l'identificazione dell'origine dei detriti è molto difficile e di conseguenza l'attribuzione della responsabilità per un oggetto che è diventato un detrito (ad esempio, a causa di una collisione con un altro oggetto) è spesso impossibile, oltre al fatto che l'applicazione di obblighi a Paesi minaccia la loro sicurezza nazionale e i loro interessi economici in altri beni. L'analogia con il cambiamento climatico globale, dove uno sforzo decennale per generare un coordinamento internazionale ha già gradualmente affrontato questi ostacoli, è utile e scoraggiante allo stesso tempo. Un'analogia più incoraggiante è quella con gli sforzi internazionali per invertire la tendenza all'esaurimento dello strato dell'ozono, dove nel corso

² Derivante dal termine inglese "tragedy of the commons", è un'espressione metaforica per un concetto ampiamente discusso in economia, ecologia e altre scienze. Secondo questo concetto, se un certo numero di persone gode di un accesso illimitato a una risorsa finita e preziosa, come in questo caso lo spazio orbitale, tenderà a farne un uso eccessivo e potrebbe finire per distruggerne completamente il valore. L'esercizio di una moderazione volontaria non è una scelta razionale per gli individui: se lo facessero, gli altri utenti non farebbero altro che utilizzare ancora più risorse. Si chiama "tragedy of the commons" perché l'outcome previsto è appunto una tragedia per tutti.

di vari decenni diversi cicli di accordi hanno invertito la tendenza. I sostenitori dell'azione sui detriti spaziali spesso sottolineano la necessità di sensibilizzare l'opinione pubblica sul problema, un fattore spesso accreditato per aver incoraggiato una rapida azione sullo strato di ozono.

In questo panorama di grandi complessità, gli economisti hanno gli strumenti per porre e affrontare alcune domande chiave. Gli interessi privati, come quelli dei fornitori di satelliti o dei turisti spaziali, sono in grado di creare una domanda sufficiente per la rimozione dei detriti e una gestione più sistematica dello spazio? In caso contrario, quali politiche possono adottare i governi, o quali mercati possono creare i governi, per dare un prezzo o regolare queste esternalità? Come si possono internalizzare queste esternalità negative senza che ciò vada a discapito delle sovvenzioni meritate dalle esternalità positive discusse in precedenza? Possono avere successo azioni unilaterali o è indispensabile la cooperazione tra Paesi?

3. Controllare il mercato: L'inseguimento degli obiettivi sociali

Anche un mercato spaziale efficiente e consolidato non offre alcuna garanzia che il perseguimento di priorità private nello spazio sia al servizio del pubblico o rispetti i suoi giudizi etici. Alcune questioni esulano dalla portata naturale degli economisti (ad esempio, per quanto riguarda la nostra responsabilità morale di preservare lo spazio esterno così come lo troviamo). Ma se non si riuscirà a esercitare una buona supervisione sull'economia spaziale, la sua legittimità, e quindi il suo successo, saranno a rischio.

Come esempio tangibile delle difficoltà nel proteggere l'interesse pubblico senza ostacolare l'economia spaziale privata, si consideri il caso dell'estrazione di minerali dagli asteroidi. Diverse aziende private sono interessate a estrarre asteroidi per ottenere metalli preziosi, input per la produzione spaziale, materiali per l'habitat e (forse la cosa più probabile) acqua. Le sfide tecnologiche per l'estrazione di asteroidi sono formidabili, ma anche il panorama normativo rappresenta un rischio. Il centro della questione economica è chi ha il diritto di estrarre e trarre profitto dalle risorse che si trovano negli asteroidi. Come avvertono Krolkowski ed Elvis (2017), se l'interesse commerciale per gli asteroidi è in conflitto con l'interesse pubblico per l'esplorazione scientifica o l'insediamento spaziale, ad esempio perché l'estrazione distrugge materiale di interesse per gli scienziati mentre estrae materiale utile per i coloni, come si possono risolvere questi conflitti?

Analoghe difficoltà legali ed etiche riguardano la gestione di due zone terrestri: L'Antartide e gli oceani. In Antartide, i trattati internazionali hanno ridotto al minimo lo sviluppo, almeno per i prossimi decenni. Il sistema dei trattati antartici impegna i firmatari a rispettare una serie di limitazioni volte a lasciare indisturbato l'ecosistema locale, le più importanti delle quali sono i divieti di attività militari e di estrazione di risorse minerarie. La ricerca scientifica e l'esplorazione, compreso il turismo, sono consentite ma gestite con attenzione dagli organismi internazionali. Obiettivi simili sono anche alla base dei trattati che regolano la gestione degli oceani, ovvero la Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare (UNCLOS), ma secoli di attività (e rivendicazioni) militari e commerciali complicano il quadro. Ad esempio, gli Stati Uniti non hanno formalmente ratificato la Convenzione e, a volte, hanno espresso perplessità sulle proposte relative ai diritti di estrazione e alle tasse applicate ai fondali marini internazionali al di là delle zone economiche definite dei Paesi costieri. Negli oceani, la tensione tra spazio, frontiera economica finale e priorità economiche e ambientali è quindi più evidente che in Antartide, forse perché la posta in gioco è più alta.

I trattati spaziali internazionali esistenti non approvano né vietano l'uso privato delle risorse nello spazio. Il Trattato sullo spazio extra-atmosferico del 1967, che continua a essere il principale quadro di riferimento per la cooperazione internazionale, rappresenta una via di mezzo ambigua per quanto riguarda lo sviluppo e l'uso delle risorse nello spazio. Incoraggia, ma non impone, la cooperazione per un uso responsabile, mentre il tentativo di alcune nazioni di mettere in atto un accordo più restrittivo, il Trattato sulla Luna del 1979, non è stato firmato da nessuna importante nazione spaziale. La conseguente ambivalenza sui diritti di proprietà nello spazio non ha avuto effetti concreti per decenni. Ma con l'ascesa dello spazio commerciale, la scelta di un approccio normativo ai diritti di proprietà ha assunto una nuova urgenza.

Gli Stati Uniti hanno sconvolto lo status quo normativo e facilitato la crescita delle compagnie minerarie di asteroidi, approvando nel 2015 il Commercial Space Launch Competitiveness Act, una legge che concede i diritti di proprietà sulle risorse di un corpo planetario (ma non sul corpo stesso) a chi "arriva per primo". Il trattamento dei diritti di proprietà previsto dalla legge riflette il principio secondo cui il primo attore che utilizza una risorsa si guadagna il diritto, come dice la legge, "di possedere, trasportare, utilizzare e vendere". Il compromesso fondamentale radicato in questo approccio è che un diritto di proprietà concesso in questo modo potrebbe essere utilizzato in un modo che è in conflitto con gli interessi della società, ma senza quel diritto si rischia che la risorsa non venga sviluppata del tutto. Una soluzione a questo compromesso offerta da Locke

(1689) e resa famosa da Robert Nozick (1974) è la cosiddetta "riserva lockeana", secondo la quale l'appropriazione di una risorsa è giustificabile se ogni individuo rimane almeno allo stesso livello di benessere di un mondo in cui tutte le risorse fossero rimaste non di proprietà. Questa giustificazione era al centro delle argomentazioni dei sostenitori della legge del 2015.

Mentre alcuni altri Paesi hanno criticato l'audace creazione di diritti di proprietà nello spazio da parte del Commercial Space Launch Competitiveness Act, sostenendo che le risorse spaziali dovrebbero essere proprietà comune, altri si sono affrettati a seguirne l'esempio. Ad esempio, il Lussemburgo, piccolo ma ad alto reddito, ha svolto un ruolo chiave nello spazio commerciale come sede di SES, un importante proprietario e operatore di satelliti. Nel contesto delle risorse spaziali, il vantaggio principale del Lussemburgo è la sua reattività normativa nei confronti delle imprese. Infatti, entrambe le principali società di estrazione di asteroidi - Planetary Resources e Deep Space Industries - hanno aperto uffici in Lussemburgo e hanno elogiato l'ambiente favorevole alle imprese. In altre parole, il Lussemburgo si sta posizionando per essere per le aziende minerarie di asteroidi quello che il Delaware è stato negli ultimi decenni per le grandi aziende americane.

Sembra che il diritto delle aziende private di estrarre e trarre profitto dagli asteroidi sia stato rapidamente formalizzato. Una questione aperta è se, nel caso in cui i minatori di asteroidi trasformeranno mai le loro visioni in realtà, questi impegni legali reggeranno. Le questioni sulla distribuzione che derivano dallo sviluppo dello spazio saranno controverse, e a complicare ulteriormente le cose, alcune delle maggiori disparità nei ritorni dallo spazio potrebbero essere tra paesi o generazioni - o anche tra società terrestri e non - piuttosto che all'interno dei confini tradizionali.

La struttura non coordinata della regolamentazione spaziale solleva una serie di domande a cui gli economisti potrebbero contribuire a dare una risposta. Man mano che si sviluppa l'economia spaziale, come verrà ripartito il valore che essa crea tra i Paesi e le persone, sulla Terra e fuori, ora e nelle generazioni future? La concorrenza tra le nazioni comporta il rischio di una corsa al ribasso normativo nel contesto dell'estrazione di asteroidi? Qual è la struttura migliore dei diritti di proprietà nello spazio e qual è l'opzione (politicamente) migliore?

Conclusione

Ricapitolando, la privatizzazione dell'esplorazione spaziale ha portato molti vantaggi all'industria spaziale del XXI secolo. Le aziende private hanno un maggior grado di autonomia decisionale, che consente loro di intraprendere nuovi progetti rischiosi, mentre le istituzioni finanziate dai contribuenti sono responsabili nei confronti del governo e quindi devono spesso limitarsi nelle ambizioni. Inoltre, nelle aziende private il processo decisionale è rapido, mentre in un'azienda pubblica lo stesso processo dovrebbe passare attraverso iter burocratici che complicano notevolmente le procedure. Questo vantaggio ha permesso ad aziende denominate “New Space”, tra cui le più conosciute sono SpaceX e Blue Origin, di ridurre notevolmente i costi e di effettuare operazioni come il lancio di un razzo verso la ISS a soli 57 milioni di dollari per posto, rispetto agli 80 milioni di dollari per posto di una navetta russa e ai 450 milioni di dollari per ogni missione NASA prima del termine del suo programma di navette spaziali. Inoltre, la realizzazione di razzi riutilizzabili per molteplici missioni, i miglioramenti nelle catene di montaggio e altre idee sviluppate da varie start up garantiscono ulteriormente una riduzione dei costi nell'intera filiera.

Grazie al noto successo delle prime aziende spaziali private, anche molte nuove piccole imprese, come Firefly systems e Vector launch, sono riuscite a raccogliere ingenti capitali privati. La crescita dell'industria spaziale dà inoltre lavoro a milioni di persone in tutto il mondo e l'aumento del numero di aziende spaziali private promuove la concorrenza tra di esse e incoraggia costanti miglioramenti e progressi. Infine, la pubblicità delle loro operazioni, come i lanci in diretta streaming, ha suscitato nel pubblico un interesse diffuso per l'esplorazione spaziale, che può tradursi in una nuova generazione di persone entusiaste e affascinate dallo sviluppo del settore spaziale.

Tuttavia, la privatizzazione potrebbe portare alla polarizzazione dell'accesso allo spazio e alla formazione di un oligopolio nell'industria spaziale, in quanto si tratta di un settore con enormi barriere all'entrata, e al momento le poche aziende che dominano al vertice sono state fondate con capitali giganteschi, non alla portata di normali imprenditori. In secondo luogo, la perdita di controllo sullo sviluppo dello spazio da parte dei governi, i quali sono stati responsabili di dare linee guida corrette durante la crescita di progetti spaziali, potrebbe essere dannosa per il processo, portando a situazioni che potrebbero non essere risolvibili con teorie economiche classiche applicate finora sulla terra.

Riferimenti bibliografici

Blanco, C., 2023. *Dataxis*. [Online]
Available at: <https://dataxis.com/researches-highlights/1056069/by-2027-starlinks-multi-regional-approach-could-generate-16b-annual-revenues/>

[Consultato il giorno 6 August 2023].

Bromberg, J. L., 1999. *NASA and the Space Industry*. Baltimore: Johns Hopkins University.

Bryce Tech, 2022. *Start-Up Space*, Alexandria: Bryce Tech.

ESA Space Debris Office, 2023. *ESA'S ANNUAL SPACE ENVIRONMENT REPORT*, s.l.: ESA.

Hertzfeld, H. R. & Greenberg, J. S., 1992. Economic Issues Facing the United States in International Space Activities. In: *Space Economics*. s.l.:AIAA, pp. 417-435.

Jevons, D., 2017. *Moonshots and market failures: the economics of space*. [Online]
Available at: <https://www.oxera.com/insights/agenda/articles/moonshots-and-market-failures-the-economics-of-space/>

[Consultato il giorno 23 08 2023].

KamilTaylan.blog, 2021. *Contratto Cost-Plus*. [Online]
Available at: https://it.kamiltaylan.blog/cost-plus-contract/#Che_cose_un_contratto_Cost-Plus

[Consultato il giorno 25 Agosto 2023].

Musk, E., 2016. *Making Humans a Multiplanetary Species*. s.l., SpaceX.

National Space Society, 2019. *Roadmap to Space Settlement*, s.l.: space.nss.org.

Ralph J. Cordiner, 1960. Peacetime Uses of Outer Space. In: S. Ramo, a cura di *Competitive Private Enterprise in Space*. s.l.:McGraw-Hill, p. Cap. 10.

Space Foundation, 2023. *The Space Report*, s.l.: Space Foundation.

Logsdon, J.M., 2015. *After Apollo?: Richard Nixon and the American Space Program*. Springer.

Sunyer, J., 2014. The New Market Space: Billionaire Investors Look beyond Earth. *Financial Times*.

Jenkins, Dennis R., 2016. *Space Shuttle: Developing an Icon – 1972–2013*.

NASA. 2014. Commercial Orbital Transportation Services: A New Era in Spaceflight. <https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/SP-2014-617.pdf>.

Weinzierl, M & Acocella, A 2016, Blue Origin, NASA, and New Space (A) & (B). Harvard Business School Publishing. <<http://hbr.org/product/Blue-Origin--NASA--and-Ne/an/716012-PDF-ENG>>

BryceTech LLC [Bryce Tech] (2022) *Start-Up Space 2022: update on investment in commercial space ventures*, Bryce Tech.

Abtan, O., Achille, A., Bellaiche, J.M., Kim, Y., Lui, V., Mall, A., Mei-Pochtler, A. and Willersdorf, S., 2014. Shock of the new chic: Dealing with new complexity in the business of luxury. *Boston Consulting Group Report, January, 30*.

Lambright, W.H., 2016. *Leadership, Change, and Public-private Partnerships: A Case Study of NASA and the Transition from Space Shuttle to Commercial Space Flight*. IBM Center for the Business of Government.

Launius, R.D., 2014. *Historical analogs for the stimulation of space commerce*. National Aeronautics and Space Administration, Office of Communications, Public Outreach Division, History Program Office.

Duff-Brown, B., 2015. The final frontier has become congested and contested. *Stanford Center for International Security and Cooperation, March, 4*.

Hanson, W., 2014. Pricing space debris. *New Space*, pp.143-144.

Krolikowski, A. and Elvis, M., 2019. Marking policy for new asteroid activities: In pursuit of science, settlement, security, or sales?. *Space Policy*, 47, pp.7-17.

Locke, J., 2017. Of property. In *Theoretical and Empirical Studies of Rights* (pp. 13-27). Routledge.

Nozick, R., 1974. *Anarchy, state, and utopia*. John Wiley & Sons.

ESA (2023) *Objects detected in the vicinity of ClearSpace-1 debris removal mission target*.

Available at: https://www.esa.int/Space_Safety/Objects_detected_in_the_vicinity_of_ClearSpace-1_debris_removal_mission_target (Accessed: August 25, 2023).