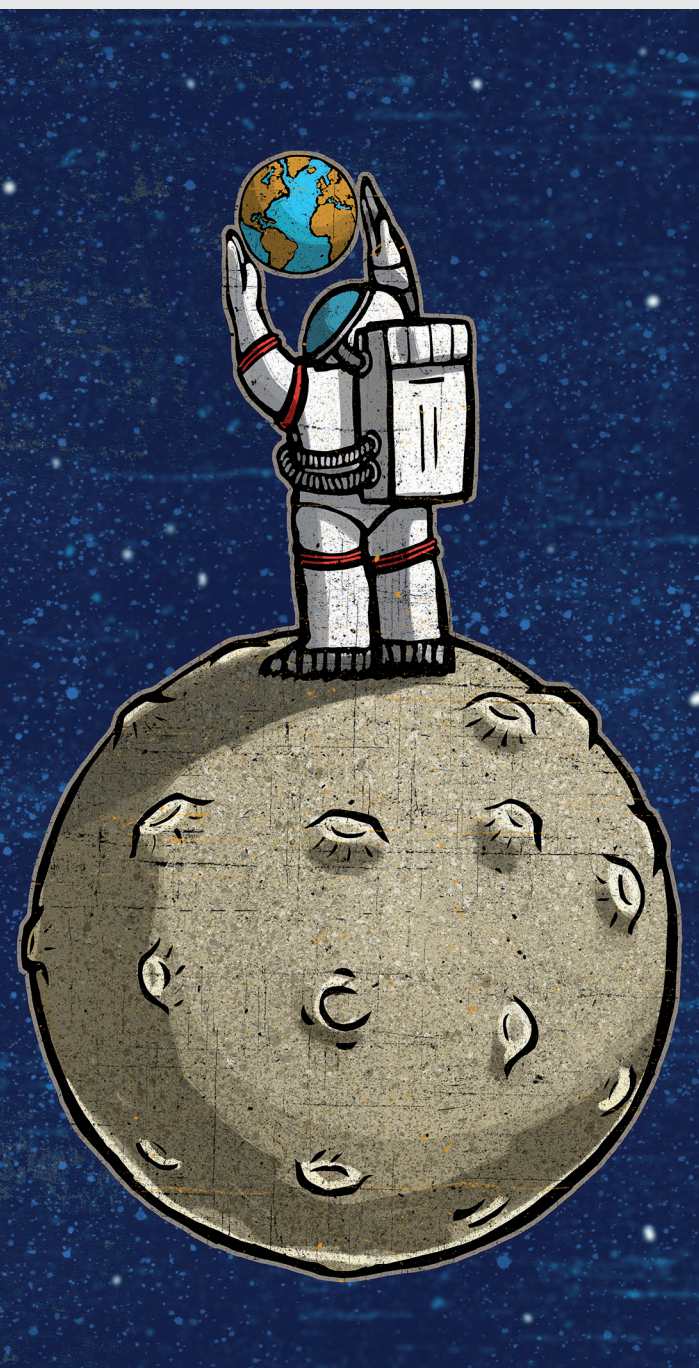


Una sinergia pubblico-privato per esplorare lo spazio

di Andrea Sommariva*

SCIENZA E TECNOLOGIA



Il 1969 rappresenta uno degli anni di maggiore successo per l'esplorazione dello spazio, culminato con l'allunaggio della missione spaziale americana Apollo 11. Il 1969 segna anche il punto di arrivo di un ciclo di attività spaziali, caratterizzato da investimenti prevalentemente pubblici, così come il punto di partenza di un nuovo ciclo, contraddistinto dalla presenza sempre più rilevante di investimenti privati.

GLI ANNI CINQUANTA E SESSANTA

Di fronte alla sfida lanciata dai sovietici, nel maggio 1961 il Presidente Kennedy pronunciò uno dei discorsi più ispirati e visionari nella storia dell'esplorazione spaziale (1). Con grande lungimiranza, annunciò l'inizio di un programma di durata decennale, con cui ci si proponeva di portare l'uomo sulla Luna, di mandare in orbita satelliti per le telecomunicazioni e l'osservazione della Terra, e di esplorare il sistema solare. Alle fine degli anni Sessanta, molti di questi obiettivi erano stati raggiunti.

Il progetto Apollo

Il 20 luglio del 1969, Neil Armstrong e Buzz Aldrin misero piede sulla Luna, facendo poi ritorno sulla Terra quattro giorni dopo. Il programma Apollo continuò fino al 1973 (2). I costi furono elevati. Il programma, inclusi anche i programmi Mercury e Gemini, comportò una spesa di 22 miliardi di dollari (153 miliardi di dollari nel 2018), arrivando a rappresentare nel 1967 circa il 4,5 per cento del totale delle spese del governo federale.

I benefici economici che ne derivarono furono rilevanti. A breve termine, l'effetto moltiplicatore stimolò l'economia degli Stati Uniti: per ogni dollaro speso nel programma Apollo, almeno tre dollari furono immessi nell'economia (3). Molte innovazioni tecnologiche emersero come sottoprodotti delle missioni Apollo,

* *Andrea Sommariva* è Associate Professor of Practice e Direttore dello Space Economy Evolution (SEE) Lab presso SDA Bocconi School of Management.

e gli impatti economici derivanti prevalsero nel medio-lungo termine.

Il sostegno finanziario del governo statunitense al progetto contribuì alla rapida crescita dell'industria dei semiconduttori e dei computer. In quel periodo, l'uso di circuiti integrati da parte della NASA rappresentava oltre il 60 per cento della domanda totale. Sebbene non esista una semplice relazione causa-effetto tra i programmi spaziali e la crescita dell'industria dei computer, la domanda di questi prodotti da parte dei programmi spaziali governativi aiutò sicuramente il rapido progresso del settore. Tali tecnologie hanno poi permesso lo sviluppo dei computer, accessibili a larga parte della popolazione, e della telefonia mobile. Innovazioni che hanno avuto effetti significativi sulla produttività e sulla crescita dell'economia.

Dopo il successo del programma Apollo e nonostante gli evidenti benefici economici, molti membri del congresso e autorevoli opinionisti si chiesero quali fossero le motivazioni per la continuazione dei programmi di esplorazione umana dello spazio profondo. Quel programma era stato motivato da un obiettivo chiaro e di breve termine: vincere la sfida con l'Unione Sovietica. Una volta raggiunto tale obiettivo, non vi erano motivazioni sufficienti per portare avanti le missioni spaziali. Inoltre, il supporto politico e l'interesse dell'opinione pubblica, complice anche la situazione sempre più drammatica in Vietnam, vennero ben presto a mancare.

Questa è la lezione più importante, e sovente ignorata, che si può ricavare dall'esperienza del programma Apollo. Gli elevati costi, l'assenza di obiettivi di lungo termine e l'insufficienza di benefici diretti rendono vulnerabile l'esplorazione umana dello spazio profondo ai cambiamenti politici e di consenso della popolazione e dei decisori.

Gli investimenti militari nello spazio

Dopo la fine della Seconda Guerra Mondiale, lo sviluppo di razzi e missili divenne una priorità nazionale sia per gli Stati Uniti sia per l'Unione Sovietica. Tuttavia, i primi anni furono caratterizzati dal fallimento di numerosi lanci. Con il tempo, i rischi di insuccesso e di perdita dell'hardware furono gradualmente ridotti. L'ingegneria aeronautica progredì in entrambi i Paesi non solo nella progettazione di razzi sempre più potenti, ma anche nella soluzione dei problemi posti dal rientro nell'atmosfera. Alla fine degli anni Sessanta, il tasso di fallimento dei lanci si era ridotto intorno all'1 per cento.

In quegli anni, il Dipartimento della Difesa (DoD) statunitense era interessato ai satelliti per le comunicazioni tra le varie unità dislocate in giro per il mondo. Il successo dell'Unione Sovietica con il lancio dello Sputnik stimolò il DoD a lanciare un programma di ricerca e sviluppo per sistemi satellitari di comunicazione a lunga distanza, con l'assistenza di AT&T,

Space Technology Laboratories e Hughes Aircraft. Il risultato di questa ricerca fu la messa in orbita geostazionaria del satellite INTELSAT 1 nel 1965. Nello stesso periodo, la marina militare americana aveva un forte interesse a determinare esattamente la posizione dei suoi sommergibili, armati di missili Polaris e in continua navigazione negli oceani. Alla fine degli anni Sessanta, cinque satelliti della marina americana furono messi in orbita con questo scopo. Rappresentavano, in sostanza, i precursori del sistema GPS.

È importante sottolineare che, tra la fine degli anni Cinquanta e la fine degli anni Sessanta, il settore privato partecipò a queste attività solo attraverso le commesse statali. Il risultato fu che la spesa pubblica finanziò tutte le attività di ricerca e sviluppo. Le società private che partecipavano ai programmi di ricerca e sviluppo del governo erano quindi in grado di scegliere tecnologie satellitari più promettenti. Inoltre, la messa in orbita dei satelliti militari finì di fatto per ridurre il rischio d'impresa per future attività commerciali. Come risultato, nel 1965, le società che avevano partecipato alle commesse del DoD lanciarono il primo satellite per telecomunicazioni civili a lunga distanza (4).

L'EVOLUZIONE DELL'ECONOMIA DELLO SPAZIO

I programmi governativi degli anni Cinquanta e Sessanta sono stati determinanti nella nascita dell'economia dello spazio, principalmente nell'orbita circumterrestre. Oggi la tecnologia satellitare si è estesa a diversi servizi e applicazioni, includendo prodotti e servizi dell'*information technology*, la televisione, i sistemi GPS e la telefonia cellulare. L'uso della tecnologia satellitare nella navigazione, nella meteorologia e nell'osservazione della Terra ha alimentato lo sviluppo di un numero crescente di applicazioni e servizi, come il controllo del traffico aereo, la gestione delle risorse naturali e dell'agricoltura e il monitoraggio dell'ambiente e dei cambiamenti climatici.

L'economia satellitare a livello globale ammonta a 270 miliardi di dollari. Al contrario, la parte dell'economia dello spazio non satellitare, incluse l'esplorazione robotica del sistema solare e la scienza dello spazio, vale circa 79 miliardi di dollari. L'evidenza empirica suggerisce quindi che il settore dei satelliti costituisce meno dell'1 per cento della maggior parte delle economie, se misurato in base al valore aggiunto, al reddito o all'occupazione.

Tuttavia, i servizi derivati dai satelliti sono diventati determinanti per molte attività e, in effetti, quasi l'intera economia potrebbe essere inclusa nell'economia dello spazio. A questo proposito, l'evidenza empirica è ancora scarsa. Il SEE Lab di SDA Bocconi ha iniziato una ricerca, basata sulle tavole *input-output*, per misurare la penetrazione dei servizi satellitari all'interno dell'economia italiana, che sarà disponibile alle fine del 2019. Questa ricerca servirà da base per ulteriori analisi dirette a misurare i guadagni in termini di efficien-

za e produttività derivanti dall'utilizzo di applicazioni spaziali nei diversi settori dell'economia.

Negli ultimi anni, il ribasso dei prezzi di lancio (5), unito ai progressi ottenuti nella diminuzione dei costi della tecnologia satellitare (6), ha aperto la strada a nuovi servizi e applicazioni. Nel prossimo futuro, costellazioni di satelliti permetteranno di portare Internet ad alta velocità in aree del mondo difficilmente accessibili via cavo. Si stanno sviluppando piattaforme da mettere in orbita bassa terrestre, il cui uso sarà destinato agli esperimenti in microgravità (7) e per la validazione di nuove tecnologie (robotica e intelligenza artificiale) dirette alla soluzione dei *debris* in orbita terrestre, strumentazione per l'osservazione della terra e altre tecnologie.

A livello locale, numerose città stanno raggiungendo nuove frontiere per soluzioni innovative e sostenibili a una vasta gamma di sfide poste dall'urbanizzazione. Molte di esse si stanno rivolgendo allo spazio. Le tecnologie spaziali, in particolare i sistemi satellita-

ri, stanno guidando l'efficienza nelle operazioni delle amministrazioni locali, tra cui l'ottimizzazione della raccolta dei rifiuti, il miglioramento della mobilità urbana, il rafforzamento dell'impegno pubblico e il monitoraggio dell'uso del territorio e delle città tentacolari.

Il bisogno più urgente di risorse dello spazio è quello del propellente

Si prevede che nei prossimi quindici anni l'economia satellitare possa raggiungere oltre un trilione di dollari, mentre l'uso dei servizi satellitari si estenderà a un numero maggiore di attività. Gli investimenti privati favoriranno la commercializzazione delle iniziative spaziali incoraggiando l'emergere di mercati competitivi nell'orbita terrestre. Nel 2018, il capitale azionario investito in società spaziali ha rappresentato 3 miliardi di dollari, per un totale di 18 miliardi di dollari investiti

-
- (1) Si veda www.archive.org/details/jfks19610525.
 - (2) Per un esame dettagliato della storia del programma Apollo si veda il primo capitolo di G. Bignami, A. Sommariva, Oro dagli Asteroidi e Asparagi da Marte, Milano, Mondadori, 2016.
 - (3) Chase Econometric Associates, *The Economic Impact of NASA R&D Spending: Preliminary Executive Summary*, NASA Technical Note 2741, April 1975; H.R. Hertzfeld, «The impact of NASA research and development expenditures on technological innovation and the economy», *API Conference Proceedings* 420-810, 1998.
 - (4) Il 6 aprile 1965, il primo satellite di INTELSAT, soprannominato Early Bird, fu posto in orbita geostazionaria sopra l'Oceano Atlantico. Early Bird è stato il primo satellite commerciale che forniva servizi regolari di telecomunicazioni e trasmissione tra il Nord America e l'Europa.
 - (5) Nuove società, come SpaceX e Blue Origin, hanno fatto interessanti progressi nella progettazione e nello sviluppo di veicoli spaziali efficienti ed economici, riuscendo a dimezzare i costi di accesso allo spazio, non solo all'orbita bassa terrestre ma anche a quelle geostazionarie. I vantaggi non derivano da motori più avanzati, ma da sistemi di progettazione e produzione integrati verticalmente, catene di fornitura ben organizzate ed efficienza nelle operazioni. Inoltre SpaceX ha sviluppato un sistema per riutilizzare efficacemente il primo stadio dei razzi, che serve a dare la spinta iniziale necessaria per superare l'atmosfera terrestre. A seconda della quantità di manutenzione necessaria dopo l'atterraggio del razzo, il costo per chilogrammo di carico utile si può ridurre dal 30 al 40 per cento.
 - (6) Una delle caratteristiche più importanti nel settore è l'aumento del numero di missioni di piccoli satelliti, in particolare a partire dal 2013. Nel giro di pochi anni, i progressi tecnologici hanno permesso lo sviluppo del mercato dei piccoli e nano-satelliti, in un ambito che solo un decennio fa era dominio esclusivo di satelliti molto più grandi. In particolare, questa tendenza si è espansa in costellazioni di piccoli satelliti per telecomunicazioni, un mercato in cui molte società stanno già investendo.
 - (7) Gli esperimenti in un ambiente di microgravità sono diretti a ricerche che possono sia migliorare la vita sulla Terra sia far progredire la nostra comprensione dello spazio. La ricerca e le applicazioni di microgravità si concentrano generalmente sullo studio e la valutazione della fenomenologia biologica, fisica, chimica e di altre questioni correlate. Questi esperimenti hanno l'obiettivo principale di promuovere o migliorare sistemi e processi al fine di sviluppare nuovi materiali, scoprire nuove soluzioni ai problemi di produzione esistenti e approfondire aspetti scientifici specifici, come la scoperta di fenomeni fisici e chimici sconosciuti. Anche la scienza della salute è al centro di questi esperimenti.
 - (8) Questa base spaziale potrebbe anche servire come area di sosta per i lander robotici (e, più avanti, anche per quelli umani) nel loro viaggio di andata e ritorno dalla superficie della Luna e/o dagli asteroidi vicini alla Terra.
 - (9) Si veda il quinto capitolo di A. Sommariva, *The Political Economy of the Space Age: How Science and Technology Change the Evolution of Human Society*, Wilmington (DE), Norton Press, 2018.
-

dal 2009, a livello globale. Questa tendenza evidenzia una deviazione dall'approccio storico all'investimento e al finanziamento dello spazio guidato da iniziative governative e segnala la ricerca e l'utilizzo di nuovi processi di progettazione e sviluppo, nuove tecnologie e competenze, e nuove pratiche commerciali. Gli Stati Uniti continuano a guidare gli investimenti globali nello spazio, avendo attirato oltre 9 miliardi di dollari (57 per cento) di capitale privato dal 2009, mentre in Europa Regno Unito e Francia rappresentano circa 5 miliardi di dollari (28 per cento).

L'ESPLORAZIONE DELLO SPAZIO PROFONDO

Dal 1973 a oggi, la presenza umana nello spazio si è limitata all'orbita bassa terrestre. Tuttavia, in anni recenti, il fascino dello spazio è tornato a catturare le menti e l'immaginazione di una generazione che ritiene possibile l'espansione dell'economia dello spazio oltre l'orbita terrestre. La nuova industria spaziale e le compagnie aerospaziali private hanno infatti lanciato l'idea di cercare minerali nei corpi celesti e farvi partire attività di estrazione.

Il bisogno più urgente di risorse dello spazio è quello del propellente. Trasportare il carico ed esseri umani nello spazio ne richiede una grande quantità. La massa totale di propellente necessario per missioni spaziali lanciate dalla superficie terrestre pone gravi limitazioni a missioni di questo tipo. A causa della bassa gravità della Luna rispetto alla Terra, il propellente prodotto sulla Luna può essere esportato per alimentare nuove opportunità economiche nello spazio.

Le risorse dello spazio servirebbero a garantire carburante per navicelle spaziali dirette all'esplorazione dello spazio profondo, così come ossigeno e acqua per sistemi di supporto alla vita di una futura stazione spaziale in orbita cis/circumlunare (come il progetto Gateway, il cui primo modulo è previsto per il 2023) (8). Pertanto, lo sviluppo di un'architettura per la prospezione, l'estrazione, la lavorazione, lo stoccaggio e il

trasporto di ossigeno e idrogeno nello spazio è il primo passo fondamentale verso la creazione di una strategia di sviluppo spaziale sostenibile. Nel medio-lungo periodo, i minerali raccolti sulla Luna e/o gli asteroidi sarebbero poi usati per costruire infrastrutture spaziali ed eventualmente per commerciare con la Terra (9).

Una serie di domande richiedono una risposta al fine di identificare i modelli di business necessari alla fattibilità economica di questi progetti.

- L'utilizzo delle risorse spaziali è sostenibile solo con i clienti non governativi?
- Qual è il ruolo del governo come acquirente di servizi/prodotti anziché come erogatore di incentivi speciali?
- Che tipo di relazioni di partnership pubblico-privato potrebbero svilupparsi?
- Quali sono i requisiti e le condizioni per realizzare partnership di successo?
- In che modo gli avanzamenti dei cicli di innovazione tecnologica (IT, robotica, intelligenza artificiale, stampa 3D) influenzano e sono influenzati dall'esplorazione umana dello spazio?
- Le incertezze circa i diritti di proprietà e gli usi delle risorse potrebbero ostacolare il finanziamento di queste attività, aumentando il premio al rischio. Come bisognerebbe pertanto allocare oggetti fisici nello spazio ai fini del loro sfruttamento minerario?

Vari centri di ricerca internazionali, incluso il SEE Lab, stanno cercando risposte a questi interrogativi. L'estrazione mineraria della Luna potrebbe quindi passare dai sogni di fantascienza alla realtà più velocemente di quanto si pensi. C'è un fenomeno che sembra ripetersi nel corso della storia: una tendenza a sopravvalutare ciò che accadrà nel prossimo anno, ma a sottovalutare quello che accadrà nei prossimi cinque/dieci anni.

IN SINTESI

La prima fase nella storia dell'esplorazione umana dello spazio, quella degli anni Cinquanta-Sessanta, si contraddistinse per un ruolo preminente degli Stati: gli investimenti pubblici in ambito militare e le missioni lunari innescarono processi di innovazione tecnologica con ricadute assai positive per le economie nel loro complesso, come nel caso dello sviluppo delle tecnologie satellitari.

A partire dagli anni Settanta, le imprese private sono entrate sempre più numerose nell'economia dello spazio. L'economia satellitare a livello globale ammonta oggi a 270 miliardi di dollari. La parte dell'economia dello spazio non satellitare, incluse l'esplorazione robotica del sistema solare e la scienza dello spazio, vale invece circa 79 miliardi di dollari. Si tratta quindi di una frazione minima dell'economia globale; ma in realtà i contributi che ne potrebbero derivare potrebbero essere determinanti per incrementare l'efficienza di una grande varietà di settori, dall'agricoltura all'healthcare e alle smart cities. Per consentire un ulteriore sviluppo dell'economia spaziale, si rende quindi necessario individuare modelli innovativi di business, per esempio stabilendo forme innovative di collaborazione tra settore pubblico e privato.