

La Cultura

1854

Emilio Cozzi

Geopolitica dello Spazio

Storia, economia e futuro
di un nuovo continente

ilSaggiatore

Pubblicato in accordo con Libero Produzioni

© il Saggiatore S.r.l., Milano 2024

Sommario

Introduzione	11
Prologo. Solo Dio sa cosa	15
PARTE PRIMA Agli albori dell'esplorazione spaziale	
1. Alba nuova. <i>Sputnik</i>	29
2. Ottantotto minuti per cambiare il mondo. Jurij Gagarin	37
3. Il primo sognatore. Konstantin Ciolkovskij	44
4. Dom(in)atori del fuoco. Korolëv e Gluško	49
5. Abbaiano fra le stelle. Laika	60
6. Wernher von Braun o il Cristoforo Colombo del cosmo	62
7. Verso la NASA	69
8. Cosmonauti perduti. Ivan Ivanovič	73
9. Come nasce una leggenda. Il progetto Mercury	76
PARTE SECONDA Moneta stellare. <i>Space economy</i>	
10. Spazio, nuovo centro della Terra	89
11. Privato alle origini	94

12. Grande risveglio globale	99
13. I topi nello Spazio	109
14. SpaceX	118
15. La civiltà multiplanetaria	127

PARTE TERZA Verso il condominio stellare

16. Costruire l'equilibrio. Guerra fredda, Europa e primi inquilini spaziali	143
17. Guerre stellari	158
18. Pace di latta: la Stazione Spaziale Internazionale (ISS)	166
19. Come vivremo nello Spazio?	172
20. Quando la Terra non serve più. Medicina spaziale	184
21. <i>Cross fertilization</i> , piante marziane e altre invenzioni	190
22. Per un nuovo Umanesimo	198

PARTE QUARTA Satelliti, pilastri della Terra

23. <i>Deus ex machina</i>	205
24. Vedere la fragilità. <i>Overview effect</i> e <i>nowcasting</i>	220
25. Mappe terrestri e geometria del divenire	225
26. I (micro)guardiani della galassia	231
27. Lussi e minacce della democrazia extraterrestre	234
28. Ecologia orbitale: gli <i>Space debris</i>	243

PARTE QUINTA Astropolitica

29. Due puntini nel cielo	253
30. <i>Masters of the Universe</i>	261
31. La guerra vista dall'alto	266

32. <i>Space power</i> : minacce (d)allo Spazio	272
33. La tana del drago: Pechino	281
34. Sì, ma l'Europa?	291

PARTE SESTA (Extra) Terra promessa. La *new Space economy*

35. La nuova corsa all'oro	301
36. Astroturisti e astronauti privati	313
37. E se Picasso fosse andato sulla Luna? Fare arte tra le stelle	320
38. Camera con vista per gli europei	327

PARTE SETTIMA Dalla Luna a Marte. Oltre ogni illusione

39. Il primo marziano	337
40. Un deserto in più	340
41. Come su <i>Dune</i>	346
42. Colonie extra-mondo	357
43. I futuri signori della Luna. Nuove alleanze e <i>Space law</i>	361

Epilogo. L'altra faccia della Luna	367
------------------------------------	-----

Conclusione	383
-------------	-----

Appendice. <i>Space law</i> . Poche norme e nessuno sceriffo	385
--	-----

<i>Ringraziamenti</i>	409
-----------------------	-----

<i>Note</i>	411
-------------	-----

Geopolitica dello Spazio

Introduzione

«Sei troppo vicino» disse Mercer. «Devi guardare da molto più distante, come fanno gli androidi. Hanno una prospettiva migliore.»

PHILIP K. DICK,
Ma gli androidi sognano pecore elettriche?

Il nostro futuro è scritto nelle stelle. Non nel senso di una qualche astrologia o di una prospettiva fatalistica, beninteso. Il nostro futuro è scritto nelle stelle perché è verso le stelle che l'umanità desidera andare. E, forse, *ha bisogno* di andare.

Se, tempo addietro, qualcuno ci avesse raccontato che un giorno saremmo stati una civiltà spaziale, non è detto che una donna o un uomo sani di mente ci avrebbero creduto. In effetti, tendiamo a concepire la Terra come la nostra unica casa. E non ci accorgiamo di come sia piuttosto la nostra culla, una culla dalla quale fuoriuscire per crescere e diventare adulti, per progredire verso un mondo più vasto e inesplorato. Abituati a occuparci solo di quel che ci sta vicino, non siamo molto propensi a estendere la nostra immaginazione e la nostra progettualità sulle lunghe distanze: ciò che è lontano non è di nostro interesse, o, più semplicemente, non lo è *per ora*. Quel che accadrà tra cento anni e quel che sta accadendo adesso a cinquecento chilometri da noi è troppo «in là» per essere urgente: se ne può sempre parlare dopo, ci diciamo; il tempo non manca, ci diciamo.

Eppure, quanto oggi sta accadendo nello Spazio – massima-

mente lontano, massimamente atemporale – è più urgente e attuale che mai.

Terra promessa, lo Spazio lusinga l'umanità promettendo miti e speranze ben riposte: ci chiediamo se vi si nasconda qualcuno di simile a noi, se vi si trovino risorse che potremmo utilizzare, o ancora se lì, da qualche parte, si celi la nostra prossima Terra, la futura casa dell'umanità. Ben più di una semplice curiosità romantica, lo Spazio è il protagonista di una ricerca operativa, dinamica, pragmatica, che coinvolge attori e soggetti concreti: aziende private e stati, istituzioni e individui affollano il palco dell'esplorazione spaziale in una nuova corsa alla scoperta e alla colonizzazione. Sì, perché si vuole non solo conoscerlo, questo infinito ignoto, ma anche abitarlo, possederlo, sfruttarlo. Si vuole capire come costruirci future dimore e città; come sottrargli energia e materie prime da far confluire quaggiù sulla Terra; come, ancora, spartirsene le zone e piantare le rispettive bandiere. Chi un domani comanderà lo Spazio cammina già ora sul nostro pianeta: a dimostrazione e conferma del fatto che capire questa nuova *astropolitica* è, oggi, più rilevante che mai.

Ciò che sta al di là del cielo e quanto accade al di sotto di esso sono strettamente intrecciati: i fili della Terra sono gli stessi che agitano lo Spazio, e capiremmo poco del nostro futuro se ci mantenessimo ciechi davanti a questa reciprocità, ormai diventata codipendenza. In quest'ottica, allora, il nostro mondo assume connotati inediti: i nuovi minatori d'oro alzano lo sguardo da terra e cercano ricchezze oltre l'atmosfera, in seno al paradigma di una (*new*) *Space economy*; singoli uomini, come Elon Musk e Jeff Bezos, impugnano le scelte di intere nazioni e dettano altre regole dell'esplorazione extraterrestre; più corpus legislativi si mostrano inadatti a regolamentare situazioni

inaspettate e a rispondere a un quesito cruciale: chi comanderà sulla Luna, sugli asteroidi, su Marte? E, di conseguenza, chi comanderà sulla Terra?

Lo Spazio pone domande e chiama risposte. E lo farà sempre più. Possiamo essere certi del fatto che la nostra destinazione ultima si trovi al di là della Terra, al di fuori di casa nostra, lontano dalla culla. Quando vi arriveremo – tra non molto, in verità – sarà necessario, o meglio, vitale, farci trovare pronti. Per avanzare consapevoli, insieme, come la più lucida delle civiltà. Per non essere, ora e mai più, soli.

Prologo

Solo Dio sa cosa

Cosa c'è in te, o Luna, che riesci a muovere con tanta potenza il mio cuore?

JOHN KEATS, «Il primo uomo», in *Endimione*

Solo.

Era quella la prospettiva che lo spaventava di più. Per essere precisi, lo terrorizzava.

Restare solo. Essere costretto a finire il viaggio senza i suoi compagni.

Solo e circondato dal niente.

Proprio com'era lui in quel preciso momento.

Non che lo turbasse la solitudine in sé; a quella era abituato da quando era bambino. D'altronde era figlio di un ufficiale di carriera dell'esercito degli Stati Uniti. Girare il mondo senza rimanere nello stesso posto per più di qualche anno, quattro al massimo, aveva fatto parte del gioco fin dal primo lancio di dadi.

In giro per il mondo, lui, Michael Collins, ci era anche nato: il 31 ottobre 1930, a Roma, in un accogliente appartamento all'ultimo piano del numero 16 di via Tevere, dove i suoi genitori, James Lawton e Virginia Collins, ex signorina Stewart, risiedevano dal 1928, quando il padre era diventato *attaché* all'ambasciata americana. Nemmeno due anni dopo Michael aveva già salutato l'Italia: secondo lancio di dadi e via con

mamma, papà e con il fratello più grande di lui di tredici anni, James Lawton Jr. (le due sorelle, Virginia e Agnes, sarebbero nate più tardi, dimostrando come i Collins scarseggiassero di fantasia, almeno per quanto riguarda i nomi).

Da allora, per lui e la sua famiglia, i dadi non avevano più smesso di girare e la vita era stata un turbinio di città, case e facce sempre diverse, con tanti saluti ai rapporti stabili e alle radici, qualsiasi cosa fossero.

Altro che paura della solitudine.

Dopo un assaggio della campagna infestata dai serpenti dell'Oklahoma, erano arrivati i luccichii di Manhattan intravisti dalla vicina Governors Island, quindi, per un paio d'anni, Casa Blanca. Non in Marocco, ma a Porto Rico, nella «dimora più antica dell'Emisfero occidentale» o, come avrebbe sempre preferito definirla lui, nella «casa più strana di tutte»: non è da escludere che all'epoca Casa Blanca sembrasse a un bambino di dieci anni una fortezza ancora più imponente di quanto non fosse, con i suoi muri esterni larghi oltre due metri e l'affaccio a dominare il porto di San Juan.

Assegnata come abitazione al comandante generale del «dipartimento di Porto Rico» (così lo si chiamava nel 1941), Casa Blanca aveva una gigantesca sala da ballo e, pura estasi per qualsiasi essere umano sotto i quindici anni, un tunnel con un ingresso segreto. Poca cosa, se confrontata con l'immenso giardino e la quantità di piante e animali che custodiva.

Il passatempo preferito di Michael, un hobby che gli occupava ore, pomeriggi e a volte giornate intere, era starsene lì a studiare le lucertole, i paguri, le tartarughe, i minuscoli pesci tropicali. E, perché no, a familiarizzare con «produttori di mal di stomaco, come mango troppo acerbi e noci di cocco troppo mature».¹ So-

litudine? Senza che potesse rendersene conto, a dieci anni o giù di lì, Michael Collins era un eremita in un paradiso terrestre, costretto a godersi qualsiasi meraviglia lo circondasse, senza poterla condividere con uno straccio di amico di lunga data.

Peraltro era stato lì, a Porto Rico, che per la prima volta gli era capitato di salire su un aereo. Meglio, di manovrarlo: era un Grumman Widgeon, un piccolo idrovolante a due motori gemelli. Il pilota gli aveva lasciato i comandi, sotto lo sguardo più divertito che preoccupato di papà, pronto a raccontargli come anni prima, nelle Filippine, avesse rischiato ben di più sorvolando un incendio con Frank Purdy Lahm, il secondo pilota militare addestrato dai fratelli Wright in persona, Wilbur e Orville.

Non che la storia avesse lasciato Michael indifferente, a prescindere da quanto fosse vera: suo padre raccontava di essere stato quasi sbalzato fuori dalla macchina dei Wright a causa della corrente ascensionale liberata dal calore. La sua fantasia fanciullesca non era certo insensibile al fascino di Lahm, fra i primi pionieri del volo. Michael lo avrebbe conosciuto parecchi anni dopo, quando peraltro sarebbe stato Lahm a dirsi onorato dell'incontro.

Il fatto è che, negli anni trascorsi fra quella prima esperienza sul Widgeon e l'appuntamento con Lahm, gli aerei per Michael sarebbero stati una passione fra le tante e di sicuro non la prima in classifica, in particolare se paragonata agli scacchi, al football e alle ragazze. Eppure, quando una decina di anni dopo aveva dovuto scegliere se rimanere nell'esercito o dedicarsi all'avventura del tutto misteriosa rappresentata dall'Air Force, da poco diventata una forza indipendente, l'idea di non essere accompagnato da chicchessia, in una carriera destinata chissà dove, l'aveva portato a riconsiderare il volo come l'unico orizzonte degno di essere esplorato.

Altro che paura della solitudine.

Con un padre generale a due stelle appena andato in pensione, uno zio ancora capo dello staff, un cugino che detiene il grado di maggiore e il fratello promosso colonnello da poco (e tutti, non uno escluso, fieri soldati nell'esercito), il giovane Michael voleva volare, anzitutto, per farlo con le sue ali, senza che nepotismi veri o presunti disturbassero la sua carriera. E poi voleva farlo davvero, cioè staccarsi da terra e partecipare a un'avventura che, in meno di cinquant'anni, si era evoluta dai trabiccoli dei fratelli Wright ai jet a reazione. Soprattutto, però, era la meraviglia di cosa sarebbe potuto succedere nei cinquant'anni successivi ad attrarlo più di qualsiasi altra cosa. In fondo, a quella inaspettata meraviglia era sensibile dal primo tiro di dadi, educato com'era ad accettare di spostarsi oltre, più sopra, più in là, in un turbinio di città, case e facce sempre diverse.

A meno di un mese dalla laurea a West Point si era ritrovato a Columbus, nel Mississippi, ai comandi di un T-6 Texan a motore singolo. Come fosse inciso nel suo patrimonio genetico, ci aveva messo poco a ricordarsi del Widgeon e di Lahm e a scoprire che il volo lo faceva stare bene, lo rilassava, niente a che vedere con la pressione che i compagni di corso gli confessavano di patire. A Michael non sembrava vero di essere pagato per fare una cosa così divertente, così *naturale*.

In sei mesi, le nozioni apprese a Columbus si erano arricchite con le tecniche di volo strumentale e in formazione imparate alla base militare di San Marcos, in Texas. Di qui, giunto a Waco, Michael era stato iniziato ai jet, e al termine del corso era finito fra i pochi destinati alla Nellis Air Force Base di Las Vegas per apprendere i segreti del combattimento avanzato. Era il 1953.

Complice il fatto che alla base di Las Vegas si scegliessero gli aviatori per il conflitto in Corea, l'addestramento non era

stato una passeggiata, nemmeno per lui. E sebbene l'armistizio avesse improvvisamente cancellato la prospettiva di incrociare un MIG nei cieli sopra Seul, nelle undici settimane di addestramento, ventidue compagni di Michael erano rimasti uccisi. Gli altri, lui compreso, erano diventati generosi finanziatori dei casinò locali, nonché abili piloti degli F-86 Sabrejet sempre pronti a un nuovo tiro di dadi. Quello di Michael, di giro, lo aveva portato a Victorville, in California, dove il giovane era stato assegnato a uno dei cacciabombardieri della 21st Fighter Bomber Wing, specializzato in attacchi terrestri e in bombardamenti nucleari. Si era poi spostato in Francia, da dove toccava periodicamente i cieli libici per l'addestramento. Dalle parti di Tripoli, nel 1956, aveva vinto il raduno competitivo dei Fighter Wings, che metteva a confronto i piloti inglesi, quelli francesi e gli statunitensi. Senza dubbio era stato quel trofeo a fargli capire di non essere tanto male alla guida di un oggetto volante. Un uomo proiettato oltre l'orizzonte come lui, a quel punto, poteva ambire a una sola vetta: diventare uno dei piloti migliori di cui gli Stati Uniti potessero disporre. Il che significava entrare alla scuola per collaudatori della base di Edwards, nel deserto californiano del Mojave, dove si formavano gli aviatori deputati a provare qualsiasi macchina volante l'Air Force intendesse usare, per scorgerne vizi e virtù a beneficio dei colleghi.

Questa volta, però, il tiro di dadi era stato meno favorevole: per accumulare le millecinquecento ore di volo necessarie all'ammissione (comunque non scontata) Michael era stato costretto a partire da lontano, con un corso per ufficiali manutentori alla base di Chanute, in Illinois, non proprio il posto ideale per un aspirante asso del volo. Se non altro perché da quelle parti si volava poco. Aveva finito le lezioni con tre mesi di anticipo, diventando uno dei piloti istruttori della base; subito dopo, si era diretto verso Washington per ingraziarsi i favori di qualche

politico che fosse sensibile alla sua causa. Figurarsi: al Pentagono gli avevano detto che a Chanute il suo lavoro era prezioso e che da lì nessuno aveva intenzione di spostarlo. Come ai tempi di Casa Blanca, Michael si era riscoperto un eremita; stavolta, però, senza alcuna meraviglia da condividere.

Da istruttore, almeno, aveva iniziato a volare più spesso, in particolare da quando a Chanute si era deciso di nominarlo comandante di una squadra per l'addestramento itinerante, pronta a istruire i cadetti statunitensi ovunque ce ne fosse bisogno.

In un club dell'Air Force, inoltre, aveva conosciuto la figlia di un senatore del Massachusetts, tale Patricia Finnegan, se ne era innamorato e, nel 1957, le aveva chiesto di sposarlo. Patricia, bontà sua, aveva accettato, nonostante sapesse quanto la testa di quell'uomo fosse fra le nuvole. E, a dirla tutta, non solo la testa.

Alla fine, le millecinquecento ore di volo erano arrivate. Il tempo correva e, nonostante qualche buona referenza, Michael sapeva che c'erano migliaia di candidati simili a lui in fila per un posto alla scuola di Edwards. Non credeva di avere alcunché di eccezionale rispetto ai concorrenti. Non è difficile immaginare la sua sorpresa davanti alla lettera che gli comunicò che, il 29 agosto del 1960, avrebbe iniziato le trentadue settimane di corso alla USAF Experimental Flight Test Pilot School. Più tardi si sarebbe lasciato sfuggire che nemmeno «l'offerta di un volo sulla Luna gli avrebbe fatto lo stesso piacere». ² Profeta inconsapevole.

«Da qui sono passati i migliori piloti del mondo», questo era scritto sull'insegna all'ingresso della base. E diceva il vero. Tredici anni prima, Chuck Yeager era stato il primo uomo al mondo a superare la velocità del suono volando su un Bell X1;

ora, Frank Borman aveva accolto Michael già al suo arrivo in classe, il primo giorno. Fresco del suo corso di termodinamica all'accademia militare – un corso di cui *lui* era l'insegnante – e con un master al California Institute of Technology, Borman passava con disinvoltura dai titoli accademici ai comandi di un caccia. Greg Neubeck preferiva i secondi, come suggerivano le sue tremila ore di volo sul solo T-Bird, cioè il doppio di quanto Michael avesse accumulato su tutti gli aerei usati fino a quel momento. Con un'altra differenza significativa: Neubeck, anch'egli nuovo compagno di corso, aveva due anni meno di lui.

Non che a Edwards la cosa facesse chissà quale differenza; Michael e i suoi pur eccezionali compagni avevano capito in fretta che lì, nella desolazione del deserto del Mojave, le antiche glorie contavano poco. I novellini trascorrevano il tempo piegati sui banchi mentre i *test pilot* operativi, cioè i collaudatori *veri*, sfrecciavano sopra le loro teste con indosso argentee tute pressurizzate a bordo dei nuovi F-104 Starfighter.

Eppure, pian piano, era diventato evidente a tutti che lo sforzo stava dando i suoi frutti: per sua stessa ammissione, Michael riconosceva di stare imparando a fare cose su un aereo che «normalmente non sarebbero state considerate né necessarie né possibili», come «osservare, ricordare e registrare fino all'ultimo movimento di un velivolo che si agita, si solleva e gira su se stesso», oppure a organizzare qualsiasi compito «in modo da non perdere nemmeno un minuto del prezioso tempo di volo». ³ Il timore più grande, a quel punto, era diventato un altro: non poter mettere alla prova quella precisione, quel rigore, quelle abilità così faticosamente apprese. In effetti, per ogni collaudatore degno di essere definito tale, cioè impiegato nelle Fighter Ops, ce n'erano almeno dieci assegnati ad accompagnare qualche ingegnere in volo, per provare un nuovo quadrante o verificare chissà quale minuzia elettronica. Insomma,

la prospettiva più probabile per la maggior parte degli studenti di Edwards era di diventare «quasi *test pilot*»: tassisti dell'aria, solo un po' più esclusivi.

Alla fine, con la sua tipica e insensibile puntualità, l'Air Force aveva confermato ogni loro preoccupazione: concluso il corso, Jim Irwin, che una dozzina di anni dopo avrebbe camminato sulla Luna (dopodiché, tornato a casa, avrebbe iniziato a predicare la Bibbia), era stato uno dei delusi, cioè di quelli indirizzati a un radioso futuro di aerotassista quasi *test pilot*. Lo stesso destino sarebbe toccato a Harley Johnson, se non fosse morto pochi anni dopo precipitando sul lago Primrose, e alla maggior parte dei suoi compagni di corso. A Frank Borman e Francis G. Neubeck – altri futuri astronauti – era stato chiesto di rimanere alla base in qualità di istruttori. Un onore, certo, ma di poco conto se paragonato all'unica assegnazione alle operazioni di combattimento dell'Air Force, un incarico che era andato a lui: Michael Collins. Da lì in poi, nella definizione del suo nuovo ruolo, non ci sarebbe stato alcun «quasi» davanti alla dicitura «*test pilot*».

«Pianifica, coordina e conduce test di volo su aerei di tipo sperimentale e in produzione per valutare e segnalare le caratteristiche, le prestazioni, la stabilità e l'utilità funzionale come sistema di arma militare. [...] Valuta e segnala l'idoneità, la facilità di manutenzione e il funzionamento delle apparecchiature e dei componenti installati. Conduce voli di supporto ai test come richiesto nella realizzazione dei programmi di volo militare e per gli appaltatori. [...] Rappresenta l'Air Force Flight Test Center in conferenze e riunioni che riguardano le missioni di test di volo.» Questi erano i doveri di un pilota collaudatore secondo l'Air Force Regulations del 1962, in aggiunta alla disponibilità di sottoporsi con una certa frequenza, soprattutto

se novelli, alle cure della «barriera», ossia a un pesante cavo metallico, a una catena o a qualsiasi sistema frenante ci fosse da testare lanciandovisi contro a velocità variabile, accomodati su uno dei più disastrosi residuati bellici dell'Air Force. Nonché, ovvio, pronti a ripetere la corsa e il relativo stop (si spera) a seconda delle necessità tecniche dell'ingegnere di turno.

Eppure non era stato il «lavoro più indesiderabile di tutti» a proiettare, ancora una volta, gli occhi e i desideri di Michael verso orizzonti più lontani. Altro tiro di dadi: complice l'adozione per pressoché qualsiasi tipo di missione del nuovo cacciabombardiere multiruolo F-111, imposta dal segretario della Difesa, Robert S. McNamara, a Edwards il lavoro cominciava a scarseggiare. Inoltre, per la prima volta, la base più prestigiosa dei migliori piloti statunitensi aveva un concorrente all'altezza: l'Ente Nazionale per l'Amministrazione Aeronautica e Spaziale. Per gli amici, NASA.

La sua priorità – lo aveva detto al Congresso il 25 maggio del 1961 il nuovo e più giovane presidente che gli Stati Uniti avessero mai avuto, John Fitzgerald Kennedy – era quella di far camminare un americano sulla Luna entro la fine del decennio, quindi di riportarlo a casa sano e salvo. Il che, al di là dei proclami e dei traguardi tecnico-scientifici, significava dimostrare all'Unione Sovietica di essere ancora a capo del mondo libero. Per questo motivo, contrariamente a Edwards, alla NASA lavoro e soldi arrivavano come se piovevano.

Ecco perché, riferendosi a quel periodo, decenni dopo qualcuno avrebbe scritto che «mai ci fu momento storico più propizio per convincere un pilota ad abbandonare un aereo per salire su un velivolo spaziale».⁴ Era vero: e Michael da quel momento avrebbe provato con tutto se stesso a entrare nel nuovo, difficile e promettente programma spaziale. Anche perché,

nell'aprile del 1962, la NASA aveva annunciato la selezione di nuovi astronauti, da affiancare ai primi del programma Mercury, gli immortali Original Seven.

Solo.

Che ricordi! Quanto tempo era passato da allora? Nemmeno dieci anni, anche se a lui, adesso, quel lasso di tempo pareva una vita intera. In quel momento, solo e lontano da tutti, ripensava al primo «no» della NASA, recapitatogli a Edwards nel settembre del 1962. «No» aveva risposto il neonato ente spaziale alla sua candidatura, sebbene lasciandogli qualche speranza, visto che, gli scrivevano, aveva fatto «un'impressione favorevole» alla Commissione selettiva.

Per uno abituato a un continuo tiro di dadi, quello «stop» era risuonato come un altro «start». In quel momento, nei quarantasette minuti di silenziosa solitudine imposta da ognuna delle rivoluzioni del *Columbia* attorno alla Luna, quando qualsiasi comunicazione con il centro di controllo a Houston era impossibile, Michael aveva ripensato a quel «no».

Insieme con quella battuta di arresto, però, la memoria gli aveva fatto rivedere il volto dei suoi due attuali compagni di viaggio. Gli aveva ricordato le parole non così nobili che aveva dedicato a Neil Armstrong proprio nel 1962, in una lettera che Michael aveva spedito a suo padre pochi giorni prima di ricevere il rifiuto della NASA. A proposito della selezione che l'avrebbe escluso, al padre Michael confidava di avere «il forte sospetto che almeno un civile sarà incluso, per motivi propagandistici se non altro, e che Neil Armstrong sarà sulla lista, a meno di qualche problema di salute importante. Lo dico perché ha di gran lunga il miglior background dei sei candidati civili ed è già impiegato alla NASA».

Sebbene sull'inserimento nel corpo astronautico e sulla preparazione di Armstrong ci avesse preso in pieno – come dimostrato da due pericolosi incidenti che Neil aveva evitato grazie alla sua eccezionale abilità, incluso uno a bordo della *Gemini 8* –, lo sciovinismo militare delle sue stesse righe oggi sorprende Michael. Ma ci sarebbe tornato un'altra volta. Perché adesso era a Edwin Eugene Aldrin che stava pensando: chissà se Buzz stava già aiutando Neil a prepararsi per uscire dalla *Eagle*.

Armstrong e Aldrin. Neil ed Eugene, detto Buzz. Erano loro che da un momento all'altro, da qualche parte sotto di lui, avrebbero messo piede su un mondo diverso da quello da cui erano partiti meno di una settimana prima.

I primi esseri umani a camminare su un suolo extraterrestre.
I primi sulla Luna.

«Il mio terrore segreto negli ultimi sei mesi» avrebbe scritto Michael in una nota qualche anno più tardi «era di lasciarli sulla Luna e tornare sulla Terra da solo; ora sono a pochi minuti dallo scoprire la verità sulla questione. [...] Se non riescono a risalire dalla superficie, o vi si schiantano contro, non mi suiciderò; tornerò a casa, immediatamente, ma sarò un uomo segnato per tutta la vita e lo so.»⁵

In tanti, a Michael, avevano e avrebbero chiesto quanto gli pesasse prendere parte al viaggio più importante mai intrapreso dall'umanità, la missione Apollo 11, senza scendere sulla superficie lunare. In molti avevano o avrebbero provato a mettersi nei suoi panni domandandosi come avrebbero reagito se, spinti verso la destinazione più ambita della Storia, fossero stati costretti a fermarsi appena prima di raggiungerla. Per di più lasciando, oltre all'esperienza inenarrabile, onori e gloria ad altri.

Erano questioni che potevano tormentare un'esistenza fino

a farla deragliare, che potevano, come avrebbero fatto, consegnarti ai posteri come l'«astronauta dimenticato». Questioni a cui, tuttavia, Michael non dava, né avrebbe dato mai, alcun peso. Men che meno in quel momento, quando, a 400mila chilometri di distanza dalla Terra e senza che alcuna voce potesse raggiungerlo, un'unica preoccupazione riusciva a tormentarlo: non rimanere solo. Non tornare a casa senza i suoi compagni.

Di getto, lì, nello Spazio, aveva impresso i suoi pensieri su un foglio:

So che sarei un bugiardo o uno sciocco se dicessi di avere avuto il migliore dei tre posti sull'*Apollo 11*, ma posso dire con onestà ed equanimità che sono perfettamente soddisfatto di quello che ho. Questa impresa è stata strutturata per tre uomini, e considero il mio terzo necessario quanto uno degli altri due.

Non intendo negare una sensazione di solitudine. È lì, rafforzata dal fatto che il contatto radio con la Terra si interrompe bruscamente nell'istante in cui scompaio dietro la Luna.

Ora sono solo, veramente solo e assolutamente isolato da qualsiasi vita conosciuta. Lo sono. Se si facesse un conto, il punteggio sarebbe di tre miliardi più due dall'altra parte della Luna, e Dio solo sa cosa da questa parte.⁶

Avrebbe sopportato tutto, anche di passare alla Storia come l'astronauta dimenticato, ma non di tornare sulla Terra senza i suoi due compagni. «Solo come nessun altro dai tempi di Adamo», così si sentiva.⁷ Michael Collins aspettava il culmine di un viaggio iniziato ben prima del lancio di Neil, Buzz e suo.

Molti anni prima. Quando la storia aveva cambiato direzione per sempre.

Con un altro tiro di dadi. E con un suono. Uno solo.

PARTE PRIMA

Agli albori dell'esplorazione spaziale

1. Alba nuova. *Sputnik*

Bip... bip... bip.

La nuova età dell'uomo era iniziata così, con un suono puntiforme e un nome: *Sputnik*.

Era il 4 ottobre 1957, un venerdì. In Italia faceva sera, eppure quel rintocco inaugurava una nuova alba. Trasmesso sulle frequenze di 20 e 40 megahertz a brevissimi intervalli regolari, il *bip* era flebile ma costante. Come il vagito di un bimbo.¹

Codificava temperatura e pressione di una sfera in lega di alluminio, magnesio e titanio del diametro di 58 centimetri, il doppio di un pallone da basket. Riempita di azoto a 1,3 atmosfere, aveva un peso complessivo di 83 chili e 600 grammi, comprese le quattro antenne da insetto di cui era dotata, lunghe 2,5 metri ciascuna. In sostanza, lo *Sputnik*, o *PS-1* (acronimo di *Prostreishy Sputnik*, in russo «satellite semplice»), consisteva in due trasmettitori radio protetti da un guscio sferico di materiali isolanti. Insomma, una palla di metallo capace di vagire come un bambino. Sempre non la si sapesse sfrecciare fino a 29mila chilometri orari al di là del cielo, fra i 300 e i 949 chilometri dalla Terra. Cioè quello che stava facendo.

Lanciato dal cosmodromo di Bajkonur, nel mezzo del nulla

kazako, lo *Sputnik* – «compagno di viaggio», come l’avevano chiamato le menti sovietiche che l’avevano costruito – trasmise la sua esistenza per ventuno giorni e si spense il 26 ottobre, limite massimo concesso dalle sue batterie all’ossido d’argento. Poi, il 3 gennaio del 1958, come previsto bruciò nella manovra di rientro. A quel punto aveva orbitato 1440 volte attorno alla Terra, percorrendo in totale 70 milioni di chilometri. Era il primo oggetto costruito dall’uomo ad aver superato l’atmosfera per girare tutt’intorno al suo pianeta.

Dietro le quinte

Destinato a toccare le stelle, lo *Sputnik* era nato in verità per dominare sulla Terra.

«What a beautiful world this will be! What a glorious time to be free!» recita «I.G.Y.» di Donald Fagen, un classico pubblicato nel 1982 come primo estratto da *The Nightfly*, il debutto in studio dell’artista. Il testo di «I.G.Y.» testimonia con una certa leggiadria l’ottimismo che si era diffuso presso la comunità scientifica verso la fine degli anni cinquanta. A poco più di dieci anni dalla fine della guerra, l’energia atomica rappresentava la speranza di una risorsa illimitata e a basso costo, sebbene, a un tempo, incarnasse la più grande minaccia che l’umanità avesse mai dovuto fronteggiare: l’eventualità di un’estinzione immediata alla luce accecante di un nuovo sole artificiale.

Per l’Anno geofisico internazionale, proclamato tra il 1957 e il 1958, era stato auspicato il lancio del primo satellite costruito da mano umana. Un appello al quale, naturalmente, né gli Stati Uniti né l’Unione Sovietica avevano potuto sottrarsi.

A costo di ribadire l’essenza strategico-militare di quelle risposte ammantate di scienza, sarebbe opportuno ricordare un

paio di cose all'epoca non eccessivamente pubblicizzate. Anzi, si dica pure «tenute nascoste»: quando Eisenhower aveva promesso che, per l'Anno geofisico, l'America avrebbe regalato al genere umano un satellite artificiale, aveva ommesso di sottolineare che far viaggiare a 100 chilometri dalla superficie terrestre un piccolo oggetto costruito da mano umana (e statunitense, ovvio) avrebbe risolto un problema di artiglieria ai tempi piuttosto sentito al Pentagono: stabilire la posizione esatta di Mosca.

Era uno dei compiti principali dell'Army Map, un'unità segreta del corpo degli ingegneri dell'esercito che, sotto la supervisione dell'astronomo John O'Keefe, grazie a un preciso riferimento in orbita, avrebbe potuto localizzare il Cremlino con un'accuratezza senza precedenti. Ai tempi, usando come riferimento la Luna, troppo grande, rugosa e lontana, la posizione di Mosca era stimata con un'approssimazione di un miglio. Non un errore trascurabile, soprattutto se si fosse deciso di spedire una testata atomica all'indirizzo di Chruščëv.

Sia chiaro: anche dall'altra parte del mondo l'entusiastica adesione all'invito dell'Anno geofisico nascondeva qualche secondo fine. Lo dichiarava, a chi avesse saputo interpretarla, la sigla stessa che l'Unione Sovietica aveva associato al progetto di un avveniristico satellite di grandi dimensioni, equipaggiato con sensori multibanda e apparati di rilevamento per monitorare la Terra e fornire ai geofisici dati di estremo valore: l'*Oggetto D*. «D» come la quarta lettera dell'alfabeto, in cirillico anticipata da «A», «B» e «V», che per il Progettista Capo del programma spaziale, Sergej Pavlovič Korolëv, e i suoi committenti indicavano invece il carico, cosiddetto «sensibile», che l'R-7 avrebbe dovuto essere in grado di trasportare: le testate nucleari.

Proprio la sfida con gli Stati Uniti, trionfante lanciata dalla velenosa promessa di Eisenhower, aveva imposto però una scelta: qualità o primato? Per vincerla, l'*Oggetto D* avrebbe

dovuto essere più leggero di quanto ipotizzato. In caso contrario, non si sarebbe riusciti a modificare l'R-7 per aumentarne il carico utile. L'Unione Sovietica aveva scelto il primato: l'*Oggetto D* si sarebbe ridotto a una sfera di 83 chilogrammi distribuiti per 58 centimetri di diametro e con una strumentazione essenziale, costituita da un trasmettitore radio e da una batteria per mantenere il segnale in vita il più a lungo possibile.

L'*Oggetto D* era divenuto così l'*Oggetto PS-1*, dal russo *Prosteishy Sputnik*, «satellite semplice» o, appunto, «semplificato». Come già raccontato, il mondo l'avrebbe conosciuto e ricordato per sempre con un altro nome: *Sputnik*.

Con buona pace del Comitato speciale dell'Anno geofisico internazionale, lo *Sputnik* non era stato concepito per fare scienza o per essere controllato; doveva solo essere visto e sentito. Il suo vagito cosmico poteva essere ricevuto da qualsiasi radio a onde corte e la sua superficie era abbastanza riflettente da permettere a chiunque, al tramonto, di scorgerla guardando in basso sull'orizzonte.

L'effetto dirompente che, dopo il lancio, lo *Sputnik* ebbe dappertutto generò addirittura neologismi, come in inglese quelli con suffisso «nik»: i *beatnik*, i giovani adepti della Beat Generation, così come i *muttnik* (da *mutt*, «bastardino», appiccicato addosso a tutti i cagnolini utilizzati nel programma spaziale sovietico), sono a loro modo figli di quel semplice ma grande primato. Ancora oggi, quando una comunità ha una reazione forte di fronte a un problema grave, si parla di «*Sputnik Moment*».

Il 4 ottobre 1957, mentre lo *Sputnik* vagava nello Spazio, l'umanità scriveva un nuovo capitolo della propria storia, un capitolo in cui si vedeva per la prima volta il nostro pianeta da un'altra prospettiva.

Il Grande Fratello

Il pianeta, nel frattempo, lo *Sputnik* l'aveva fatto impazzire.

In Unione Sovietica furono tronfi della superiorità del proprio sistema e dei propri ideali. Che significava, naturalmente, essere sicuri della preminenza tecnologica e quindi bellica. E non solo: l'aver colmato un ritardo che, dopo la bomba atomica, garantiva agli Stati Uniti un vantaggio apparentemente irrecuperabile significava aver sopravanzato l'avversario anche in senso politico e sociale. Significava averlo battuto sul tempo grazie all'intelligenza, all'organizzazione e ai valori dei propri cittadini. In una parola, era l'indiscussa prova dell'essere dalla parte *giusta* della Storia.

Nell'altro mondo, quello degli Stati Uniti d'America, ci si era d'un tratto accorti di camminare sull'orlo dell'abisso. L'occhio-spia comunista, considerato una barzelletta fino a qualche settimana prima, era stato portato nello Spazio e adesso sorvolava indisturbato tutto e tutti. Con la sua implicita capacità di vedere e *colpire* ogni cosa, minacciava dal cielo il paese intero. Le famiglie, le città, la civiltà del mondo libero. E, fatto ancora più grave, nessuno sapeva come contrapporsi.

Dal punto di vista strategico, che i sovietici disponessero della capacità tecnologica per portare lo *Sputnik* a galleggiare attorno alla Terra implicava che sarebbero stati in grado di lanciare una bomba atomica con un missile balistico intercontinentale. Quasi intravedesse l'apocalisse, Lyndon Johnson, allora a capo della maggioranza al senato, paventò che chi avesse controllato «le alture dello Spazio» avrebbe dominato la Terra: «L'Impero romano» andava sentenziando «controllava il mondo perché costruiva le strade. Più tardi, quando si spinse verso il mare, l'Impero britannico divenne dominante perché possedeva le navi. Nell'era dell'aviazione noi eravamo potenti

perché avevamo gli aeroplani. Ora i comunisti hanno stabilito un punto di appoggio nello Spazio cosmico.»²

Non bastò che ad andargli dietro fosse il *New York Times*, le cui pagine si affrettarono a sottolineare quanto gli Stati Uniti fossero ingaggiati in una «gara per la sopravvivenza»; John McCormack, speaker della Camera fra il 1962 e il 1971, arrivò addirittura a parlare di «estinzione nazionale». Per evitare la fine del «mondo libero», aggiunse, occorreva che l'America recuperasse terreno rispetto al programma spaziale sovietico. E che lo facesse il più in fretta possibile.

Lo shock fu tale che, dopo aver provato ad affibbiare la colpa del trionfo comunista a qualche presunta spia nemica, al presidente Dwight Eisenhower non rimase che mettere in piedi in fretta e furia dapprima la Defense Advanced Research Projects Agency, oggi meglio nota come DARPA; poi, nel luglio del 1958, la National Aeronautics and Space Administration, che il mondo intero imparò ad abbreviare in NASA.

Il successivo presidente americano, il giovane John Fitzgerald Kennedy, il primo a essere nato nel xx secolo, seguì bene le tracce del suo predecessore. In fondo, quando il 12 settembre 1962, davanti allo stadio pieno della Rice University, promise che gli Stati Uniti sarebbero andati e tornati dalla Luna,³ parlava di quello: di scegliere tra la vita e la morte. O, come aveva detto McCormack quando il primo satellite sovietico ancora gironzolava fra le stelle, del fatto che ci fosse in gioco «l'estinzione della specie». Beninteso, della specie a stelle e strisce.

Come avrebbe scritto Tom Wolfe nel suo *La stoffa giusta*, da quel giorno di ottobre in cui lo *Sputnik* vide la luce il mito arcaico del duello fu riproposto nella sua versione tecnologica più avanzata: non erano più i due migliori combattenti a sfidarsi con clava o spadoni per sancire, con la propria sorte in battaglia, quella dei rispettivi eserciti. Era l'apparato tecnologico e

politico a dover dimostrare la capacità di distruggere la patria nemica per difendere la propria.⁴

Questo fu lo *Sputnik*, la «Luna rossa». Questo evocavano i suoi flebili ma costanti *bip*.

Sognare l'infinito: Korolëv, il Progettista Capo

La cosa curiosa è che nessuno, esclusi i suoi collaboratori più stretti, sapeva quanto poco la faccenda interessasse a Sergej Pavlovič Korolëv, il responsabile del programma spaziale sovietico. Una figura tinta di mito, quella di Korolëv: spauracchio di qualsiasi politico a Washington, ai tempi persino il suo nome era tenuto segreto. Per tutti, lui era il Progettista Capo.

Sua era stata la decisione di rendere ricevibili da qualsiasi radio terrestre i *bip, bip* dello *Sputnik*, in modo che tutto il pianeta sussultasse a ogni vagito. Ciononostante, per Korolëv, genio reduce dei gulag e delle torture staliniane, la componente bellico-politica del proprio lavoro era subordinata al suo sogno supremo: quello di portare, finalmente, l'uomo lontano dalla Terra. O via dalla sua «culla», come la chiamava citando il padre della missilistica e suo più venerabile predecessore, Konstantin Ciolkovskij; quella culla da cui si ha la necessità di allontanarsi per diventare adulti.

Questo interessava a Korolëv: inaugurare un'era in cui lo Spazio sarebbe stato accessibile. Avvicinare l'umanità all'infinito. Un desiderio tutt'altro che astratto e che Korolëv perseguì fin dal primo giorno in cui fu nominato capo dell'ufficio di progettazione dell'НИИ-88, istituto di ricerca dedicato allo sviluppo delle armi a razzo e diretto dal ministro agli Armamenti, Dmitrij Ustinov. A proprio rischio e pericolo, Korolëv non rinunciò mai al suo sogno. Nemmeno dopo i primi fallimenti, quando, già

inviso agli alti gradi dell'esercito, il programma spaziale diede l'impressione di essere poco utile agli obiettivi strategici dell'Unione Sovietica. Nemmeno, poi, quando gli si paventò il rischio di tornare in un gulag con l'accusa di distrarre risorse dall'industria militare per chissà quale vezzo pacifista.

Magistrale anche nel mascherare le proprie intenzioni, Korolëv fece proprio quello che i suoi detrattori gli imputavano. Sfruttò a fini scientifici i propulsori progettati da Valentin Petrovič Gluško per sparare una testata nucleare a 12mila chilometri di distanza: l'RD-107 (che mosse il primo missile balistico intercontinentale della Storia, l'R-7, con sopra, per l'appunto, lo *Sputnik*) e l'RD-108, prodigi di ingegneria che anticiparono di oltre dieci anni gli F-1 del Saturn v, quelli dell'Apollo 11 di Armstrong, Aldrin e Collins, e che in una versione migliorata spingono gli attuali lanciatori Sojuz. Questi ultimi, benché potenti, mai permisero a un missile di portare la distruzione altrove.

Non appena seppe dell'immissione in orbita del primo satellite artificiale, Nikita Chruščëv interruppe un'importante riunione a Kiev per informare i presenti del fatto. Pochi giorni dopo volle incontrare Korolëv e il suo staff. Per congratularsi, certo, ma anche per suggerire che venisse effettuato un altro lancio prima del quarantesimo anniversario della Rivoluzione, il 7 novembre. Vista l'eco suscitata dall'impresa spaziale, anche i detrattori si erano infine convinti che le missioni non a carattere bellico potessero essere la migliore pubblicità per il modello comunista. Per questo, però, occorreva che il lancio successivo fosse anche più spettacolare del primo. Korolëv non si scompose. Da anni sapeva già chi spedire fra le stelle di lì a qualche missione.

In fondo, aveva appena dimostrato di avere le chiavi per l'infinito.

2. Ottantotto minuti per cambiare il mondo. Jurij Gagarin

Cari amici, conosciuti e sconosciuti, compatrioti e persone di tutti i paesi e continenti!

In pochi minuti una potente astronave mi porterà
nelle distanti distese dell'universo.

Pajechale!

JURIJ GAGARIN poco prima di partire per lo Spazio,
il 12 aprile 1961, attribuita

Se ne rendeva conto? Impossibile esserne sicuri. Impossibile dire se l'operaio scelto per posizionare i dispositivi pirotecnici di ignizione⁵ sapesse, o almeno immaginasse, che col suo lavoro avrebbe dato il via al pellegrinaggio più ambizioso di tutti: quello dell'umanità sulla *via del cosmo*.⁶

Il tempo di una scintilla – nei dispositivi alloggiati dentro le camere di scoppio del razzo R-7 – e quel mercoledì, mentre a Mosca erano le 9.07 del 12 aprile 1961, Jurij Alekseevič Gagarin venne sparato in cielo. E oltre.

Nome in codice «Kedr» (cedro), tenente pilota delle Forze aeree militari sovietiche, Gagarin aveva ventisette anni ed era il figlio di un carpentiere, Aleksej Ivanovič Gagarin, e di una contadina, Anna Timofeevna.

La cosmonave in cui sedeva era stata chiamata *Vostok*, in russo «oriente», eppure non era chissà quanto imponente. Anzi: era una sfera di metallo poco più grande di Gagarin stesso (così poco da far dire che la *si indossasse*) e con a bordo il necessario per tenerlo in vita, sì e no, dodici giorni. Era spinta dallo stesso tipo di razzo, l'R-7, che quattro anni prima aveva portato in orbita lo *Sputnik*.

Non poteva essere pilotata, la *Vostok*; Gagarin ne era poco più che un passeggero. Tutto era stato calcolato e stabilito dai sistemi a terra: l'uomo sarebbe stato in grado solo di controllarne l'orientamento verso il suolo e poco altro. Ma, per ottantotto minuti di volo, ciò sarebbe stato più che sufficiente.

La *Vostok* non aveva nemmeno un sistema di salvataggio: nei primi cento secondi dal lancio, Gagarin avrebbe potuto solo eiettarsi su un seggiolino simile a quelli dei jet e sperare la sorte gli fosse benevola. Se qualcosa fosse andato storto nei minuti successivi, quelli prima dell'ingresso in orbita, lui non avrebbe avuto scampo; al rientro, poi, una volta raggiunta l'altitudine di 7 chilometri, avrebbe dovuto spararsi fuori dalla *Vostok*. Altrimenti, ecco lo schianto al suolo e tanti saluti a tutti.

Durante le prime fasi di quel volo del 1961, in effetti, Gagarin sperimentò una forza di accelerazione quasi sei volte il suo peso e, per quanto allenato, svenne per pochi secondi a causa dell'accelerazione. Ma *audentes fortuna iuvat*: il giovane rinvenne e si ritrovò in orbita.

In ottantotto minuti (centootto, tra lancio e atterraggio) girò una volta intorno alla Terra.⁷ Partito tenente dal nostro pianeta vi ritornò eroe, appeso a un paracadute e sotto lo sguardo atterrito di due contadine, madre e figlia, in un campo nella regione di Saratov, la stessa dove aveva frequentato la scuola di volo che l'aveva reso un pilota.

La Giovane Aquila, come lo chiamava Korolëv, aveva spiegato le ali per volare nella Storia, maestoso come una nazione intera. Sarebbe stato per sempre il primo cosmonauta, il primo uomo ad aver superato l'atmosfera del mondo per girargli intorno.

In nemmeno un'ora e mezza ogni prospettiva era cambiata per sempre. Per tutti.

Nascita di una stella

Gagarin stesso, una volta rivolto lo sguardo fuori dall'oblò, quel 12 aprile non poté trattenere la commozione. Sebbene il suo viaggio, come tutte le missioni lanciate nei quattro anni precedenti (cinque Sputnik e tre Luna, le prime a lasciare l'orbita terrestre), ribadisse la supremazia spaziale sovietica, al di là dell'oblò la Terra gli parve splendere «azzurra, bellissima, senza frontiere né confini».

Subito dopo l'atterraggio, Gagarin divenne un simbolo per chiunque, accolto come un fratello in ogni angolo del globo. Durante una visita ufficiale a Buckingham Palace, tre mesi dopo il lancio, riuscì addirittura a flettere il rigidissimo protocollo della corte d'Inghilterra: mangiando il limone dopo il tè sotto lo sguardo inorridito dei servitori di corte, fece esclamare a una divertita Elisabetta II, pronta a imitarlo: «Oggi si mangia alla Gagarin!».

Secondo le cronache e la mitologia dell'epoca, di Gagarin impressionavano la semplicità, quel sorriso aperto da «ragazzo solare»⁸ e i suoi modi semplici e genuini. A voler essere precisi, la Giovane Aquila spaziale era tutto questo e molto di più. Era il frutto di anni di sacrificio, impegno e dedizione che lo avevano portato dall'essere un ragazzo di campagna cresciuto fra gli orrori della guerra al diventare un operaio metalmeccanico. Un risultato ottenuto senza mai rinunciare al sogno di volare, perseguito con tanta tenacia da mettersi dei rialzi sotto il sedere per poter vedere, nonostante i suoi 157 centimetri di altezza, la pista di atterraggio. E per poter così superare l'esame e ottenere la licenza di volo.

Era stato notato dal generale ed eroe dell'Unione Sovietica Nikolaj Petrovič Kamanin, in cerca di candidati per la sfida più

avveniristica che Chruščëv e l'URSS avessero lanciato al mondo: portare, per primi, un uomo a oltrepassare le soglie del cosmo.

Reclutato con il primo gruppo di candidati, aveva conteso il titolo di primo cosmonauta a due compagni ben più straordinari di lui: Gherman Stephanovič Titov, ventiquattro anni, fisico atletico e cervello da intellettuale forgiato dalle poesie di Puškin, che recitava a memoria; e poi Grigorji Grigorjevič Njelubov, pilota dalle capacità psicofisiche eccezionali, ma con un carattere fumantino. Lo stesso Gagarin raccontò più volte che fino all'ultimo nessuno dei piloti sapeva chi sarebbe partito. Eppure, un documento ufficiale firmato da Kamanin rivela come la scelta risalisse già al 10 marzo, un mese prima del lancio; ma fu comunicata ai candidati la sera dell'8 aprile, quattro giorni prima della partenza.

Gagarin, in fondo, fu scelto anche per questo: per la sua capacità di comunicare e gestire le luci della ribalta, magari inventandosi una storia per soddisfare la brama sensazionalistica dei media. Kamanin sapeva che il primo cosmonauta, nonostante la relativa «semplicità» della missione, sarebbe diventato celebre ovunque.

Gagarin aveva per di più una caratteristica vincente: era un figlio del popolo. Era in possesso, cioè, del perfetto passaporto per le stelle secondo l'ideologia e la propaganda comuniste. Costretto a condividere una baracca di tre metri per tre durante l'occupazione nazista, aveva visto anche due dei tre fratelli deportati in un campo di lavoro forzato dal 1943 al 1945.

Trasferitosi a Gžatsk dopo la guerra, ancora studente era stato assunto alla fonderia locale, che aveva lasciato per la scuola tecnica di Saratov dopo essersi distinto per competenza e abilità lavorative. A Saratov, durante i fine settimana per il reclutamento volontario dei cadetti, era salito per la prima volta su un aereo, uno Yak-18.

Da allora non aveva più smesso: diplomatosi nel 1955, aveva frequentato la scuola piloti a Orenburg, dove già nel 1957 decollava solitario sui MIG-15. Era diventato tenente dell'Aeronautica militare sovietica il 5 novembre dello stesso anno, quindi era stato promosso tenente maggiore nel 1959. Qualche mese dopo, Korolëv e Kamanin (quest'ultimo era stato nominato responsabile dell'addestramento) lo avevano inserito assieme con altri diciannove fra i primi papabili cosmonauti. Dopo le durissime selezioni del gennaio 1961, Gagarin si era ritrovato fra i sei candidati alla missione inaugurale.

Simbolo della nazione, eroe delle genti

Per tutto questo era e si confermò una delle più efficaci armi della propaganda sovietica, tanto preziosa da dover essere protetta. Per paura che un incidente potesse offuscare il simbolo di una nazione, dopo il rientro gli venne preclusa qualsiasi possibilità di volare e Gagarin venne destinato solo a incarichi di rappresentanza. Non facile, per un'aquila con le ali dispiegate oltre il cielo.

Vero, c'era la famiglia, quella Valentina Goryacheva che aveva conosciuto da giovane cadetto e che avrebbe sempre considerato l'amore della sua vita. Leggenda molto leggendaria vuole che Gagarin le fosse tanto devoto da rifiutare, una volta diventato un'icona, la corte di una delle donne più ambite dell'epoca, Gina Lollobrigida, irrimediabilmente invaghita dell'eroe senza bandiera. A lui la vita aveva regalato Valentina e ogni sera, quando rientrava dal lavoro, a Valentina lui regalava un mazzolino di margherite. Fra le decine di monumenti dedicati al primo cosmonauta subito dopo la sua morte c'è una statua situata proprio davanti a casa sua: lo Jurij di pietra è lì, in

piedi, e guarda dritto davanti a sé. Dietro la schiena nasconde un mazzolino di margherite per la sua Valentina.

E poi c'erano le figlie, Galina ed Elena, che lui, credente, decise di battezzare prima dello storico lancio, a dispetto della frase di Majakovskij che, supponendolo in orbita, gli si volle appiccicare addosso: «Non c'è nessun Dio quassù».

Tornato dall'impresa, lottò con tutte le forze per essere reintegrato fra i cosmonauti e riavere l'idoneità al volo. Anche questa impresa gli riuscì: nel 1964, Gagarin fu riabilitato come pilota da combattimento, pochi mesi dopo essere stato eletto vicedirettore del centro di addestramento cosmonautico.

Stavolta, però, il successo gli fu fatale.

Il 27 marzo del 1968, forse per un errore della torre di controllo della base di Chkalovsky, il MIG-15 UTI numero 625 su cui si stava addestrando finì nella scia di un altro velivolo. Non è certo si trattasse di un identico MIG-15 o di un supersonico Sukhoi SU-11, ma poco importa; l'aereo di Gagarin e del suo istruttore, il colonnello Vladimir Serjogin, si avvìò su se stesso. A causa dell'altitudine scarsa, i due piloti non riuscirono a recuperarlo.⁹ Decenni dopo, un'analisi dell'incidente divulgata da Roscosmos, l'Agenzia Spaziale Russa, dimostrò che, dovendo scegliere tra l'eiettarsi dall'abitacolo e il precipitare su Novoselovo, Gagarin e Serjogin avevano deciso di salvare i cittadini del piccolo centro abitato.

Eroe fra gli eroi, venne tumulato nella necropoli delle mura del Cremlino. Oggi non esiste equipaggio di astronauti, cosmonauti e spazionauti¹⁰ che, partendo con una navicella russa, non passi dalla tomba per renderle omaggio con un fiore. Non c'è un posto nel cosmo in cui soggiorni un cosmonauta che non reca una foto di Jurij Alekseevič Gagarin.

A lui Pablo Picasso ha dedicato una serigrafia; da Jean Michelle Jarre (*Métamorphoses*) a PJ Harvey (*Rid of Me*), passando

anche per Claudio Baglioni (*Solo*), il mondo della musica gli si è inchinato spesso e volentieri. In sua memoria ci sono statue, monumenti, trofei e stadi.

Soprattutto, però, è il primo cosmonauta ad avere intitolati un asteroide, il 1772-Gagarin, e un vasto cratere sul lato nascosto della Luna. Sono lì, nello Spazio. Quell'orizzonte nuovo che per primo permise a lui, anche mentre Kennedy e Chruščëv suggerivano il contrario, di guardare oltre ogni confine. E urlare al mondo *Pajechale!*: «Andiamo».

3. Il primo sognatore. Konstantin Ciolkovskij

La Terra è la culla dell'Umanità, ma non si
può vivere in eterno nella culla.

KONSTANTIN CIOLKOVSKIJ, attribuita

Era nato il 17 settembre del 1857 a Iževskoe, un paesino sperduto dell'Impero russo e, ancora bambino, aveva perso quasi del tutto l'udito a causa della scarlattina.

Un fatto, allora, con conseguenze non troppo difficili da prevedere – anzi, prevedibilissime: scuole dell'obbligo precluse e, in cambio, una corposa dose di lavori di fatica, da aggiungersi a un'altra, anche più forte, di emarginazione.

Eppure, non andò così. Non in quel caso, non per lui. Konstantin Ėduardovič Ciolkovskij sarebbe diventato il padre della cosmonautica e suo principale ispiratore. Senza le sue teorie, Gagarin non avrebbe mai toccato le stelle.

Una partenza difficile

Non ammesso a scuola, il giovane Ciolkovskij iniziò a leggere i numerosi libri del padre, Ėduard, ex forestale, ex insegnante e poi funzionario governativo. Studiò qualsiasi scritto trovasse in casa. Dotato di una naturale predisposizione per la matematica, cominciò a costruire oggetti adatti a replicare gli espe-

rimenti che incontrava tra le pagine. Quando non capiva ciò di cui leggeva (accadeva spesso) non aveva insegnanti pronti a dargli spiegazioni; nemmeno sua madre, Marija Jumaševa, che, deputata alla cura e all'istruzione di quel figlio sventurato, morì prima di portare a termine il suo compito, nel 1870.

Eppure, nonostante le difficoltà già estreme si fossero acuite, con l'ingegno, l'intuito e la creatività – parole sue – Ciolkovskij riuscì a far propri concetti via via più complessi. La sua capacità, così eclatante, fu notata dal padre, che nel 1873 si convinse a metterlo su un treno per spedirlo a Mosca, dove avrebbe potuto studiare sul serio, andasse come doveva andare. Neanche a dirlo, andò malissimo. Almeno all'inizio.

Respinto per la sua disabilità da una scuola superiore tecnica, anche nella capitale Ciolkovskij fu costretto a mantenere le vecchie abitudini: studiare e imparare tutto da solo. Questa volta, però, poté sostituire alla libreria paterna il ben più vasto patrimonio delle biblioteche pubbliche. Fu in quella più prestigiosa della città, al Museo Rumjancev, che gli capitò di conoscere l'illustre bibliotecario, Nikolaj Fëdorovič Fëdorov, considerato il padre del movimento filosofico letterario del cosmismo¹¹ e altrimenti noto come il Socrate di Mosca. Intellettuale fra i più ammirati dai più ammirati intellettuali dell'epoca, Dostoevskij e Tolstoj per primi, Fëdorov non impiegò molto a riconoscere il talento straordinario di Ciolkovskij. Trasformò la biblioteca pubblica nell'accademia privata di quel giovane venuto da chissà dove, incoraggiandolo ad approfondire gli studi di fisica e matematica e diventandone, per stessa ammissione di Ciolkovskij, il mentore e mecenate. «Ti aiuterò a studiare la matematica e tu aiuterai l'umanità a costruire razzi spaziali, così che potremo osservare e studiare la Terra da lassù» si legge in una lettera che un giorno Fëdorov spedì al suo allievo.

La prima fantascienza

Poco più che adolescente, Ciolkovskij sognava già veicoli capaci di sfidare la gravità terrestre per sconfinare oltre i bordi del cielo: missili per lo Spazio cosmico. Meglio, erano *carovane di razzi* quelle che immaginava, e così bene da averle descritte in due racconti: *Sulla Luna*, composto nel 1887 e pubblicato nel 1893, poco dopo essere diventato un insegnante, e *Sogni della terra e del cielo*, di due anni successivo. Qualche tempo dopo si sarebbero potuti spacciare quegli scritti per fantascienza *ante litteram*, rivedendovi una narrativa gonfia di speculazioni chissà quanto plausibili. In effetti, non molto diversamente si considerarono le pagine di Ciolkovskij all'epoca: fantasie. Le sue teorie apparivano irrealistiche e divertenti. Ma avevano ben poco di inverosimile. Sebbene dall'altra parte del mondo i fratelli Wilbur e Orville Wright non avessero neanche iniziato a disegnare il primo aereo a motore, quando scriveva di satelliti artificiali o si dilungava sul concetto di ascensore spaziale Ciolkovskij era tutto fuorché implausibile.

Anzi, al suo sogno di raggiungere il cosmo fornì basi teoriche così solide che più di un secolo dopo sarebbero state ancora considerate il fondamento dell'astronautica. Nel suo *L'esplorazione dello Spazio per mezzo di motori a reazione*, dato alle stampe nel 1903, mentre i fratelli Wright stavano ancora capendo come avvitare un motore su un aliante, Ciolkovskij indicava i calcoli necessari per raggiungere la cosiddetta prima velocità cosmica, necessaria ad affrancarsi dall'attrazione terrestre. Aveva compreso che per viaggiare nello Spazio, sfruttando il principio di azione e reazione, sarebbe stato necessario impiegare motori a razzo in grado di espellere gas ad alta pressione. Quindi, formulata quella che il mondo avrebbe celebrato come l'equazione fondamentale dei razzi (la rela-

zione fra velocità raggiunta e la massa iniziale e quella finale di un veicolo) aveva definito con calcoli esatti il concetto di vettore multistadio, qualche anno dopo testato dai prototipi di Hermann Oberth, in Germania, e Robert Goddard, negli Stati Uniti. All'idea che un veicolo possa liberarsi della massa in eccesso durante l'ascesa, Ciolkovskij si riferiva come al «treno di razzi cosmici».

Non pago, dopo aver intuito le complessità della sopravvivenza nello Spazio, si era spinto a immaginare ambienti pressurizzati con un'atmosfera artificiale e apposite tute per consentire capatine extraveicolari.

Eppure, per quanto brillanti e dettagliate, di primo acchito quelle teorie vennero accolte con ciò che si riservava a un bimbo condannato alla sordità: indifferenza. Fatta eccezione per un ristretto numero di accademici che lo seguiva dal 1890, fra cui lo scienziato Nikolaj Žukovskij, padre della moderna aerodinamica e idrodinamica, fino alla Rivoluzione d'ottobre del 1917 Ciolkovskij venne ignorato. O, nel migliore dei casi, considerato un «pazzoide con teorie di scarsa utilità»,¹² come sostenevano gli intellettuali e i vertici delle istituzioni ai tempi dello zar, dimentichi che quel maestro sordo aveva già vinto una borsa di studio all'Accademia russa delle Scienze, tre anni prima.

Dall'indifferenza al fare la differenza

Quando i tempi dello zar terminarono, il comunismo si impose promuovendo la scienza e la tecnologia come strumenti imprescindibili per migliorare le condizioni del popolo. Difficile trovare qualcuno con idee più avveniristiche di quel misconosciuto insegnante in miseria. Motivo per cui, da lì in avanti, fu il governo a promuoverlo e a sostenerne il lavoro.

A partire dal 1920, a soli tre anni dalla Rivoluzione, Ciolkovskij cominciò a essere indicato come l'incarnazione più alta del genio scientifico bolscevico. Nel 1921 il Consiglio dei commissari del popolo riunito al Cremlino gli garantì una pensione, in modo che potesse ritirarsi dall'insegnamento e dedicarsi solo ai suoi studi. Le sue teorie divennero celebri in patria e subito dopo in Europa e negli Stati Uniti, dove furono tradotte e immediatamente riconosciute come seminali. Nel 1932 la sua modesta pensione venne triplicata e lui fu decorato dell'Ordine della Bandiera Rossa del Lavoro da Michail Kalinin, membro del Politbjuro, l'ufficio politico sovietico.

In età avanzata, Ciolkovskij era ormai uno studioso ammirato ovunque e venerato in patria; intorno a lui, una nuova generazione di ingegneri scalpitava per trasformare in realtà il suo sogno di raggiungere lo Spazio. Quando morì, nel settembre 1935, lasciò tutte le sue opere in eredità al popolo sovietico. Iosif Stalin in persona lo celebrò come il padre fondatore della ricerca spaziale. Sei anni prima, il fisico tedesco Hermann Oberth gli aveva scritto in un'epistola: «Voi avete acceso un fuoco e noi non lo lasceremo morire, ma compiremo ogni sforzo per far sì che il più grande sogno dell'umanità si avveri».

4. Dom(in)atori del fuoco. Korolëv e Gluško

Io credo, amici, che carovane di razzi ci spingeranno di stella in stella. Sui polverosi sentieri di pianeti lontani lasceremo le nostre tracce.

Dalla canzone «14 minuti al lancio»,
inno dei cosmonauti sovietici

In quella parte di mondo che nei decenni successivi avremmo imparato a chiamare Ucraina, agli inizi del xx secolo il fuoco acceso da Ciolkovskij scottò due ragazzi. Per tutta la vita avrebbero cercato il modo di domarne le fiamme.¹³

Sergej Pavlovič Korolëv, a quei tempi, studiava da carpentiere a Odessa. Era nato a Žytomyr il 12 gennaio del 1906 e si era accorto in fretta che era al cielo che avrebbe dovuto puntare. Non allo Spazio – non subito, almeno; un po' più sotto, alle nuvole. Ancora giovanissimo, aveva iniziato a dedicarsi alle costruzioni aeronautiche partecipando a gare di volo a vela e costruendo persino un suo aliante, il *Koktebel*, con il quale riuscì a vincere più di una gara. Erano gli aerei, le auto sportive e la violazione di qualsiasi limite di velocità ad attrarlo davvero. Almeno in quel periodo, per lui i razzi erano solo un tipo di propulsore capace di spingere un oggetto volante fino a velocità e quote mai raggiunte. Solo più avanti sarebbero diventati i motori di quel sogno che avrebbe portato lo *Sputnik-1* a guardare la Terra dall'alto.

Iscritto nel 1926 all'Università tecnica statale N.É. Bauman di Mosca, si sarebbe laureato nel 1929 discutendo una tesi con

la supervisione di Andrej Nikolaevič Tupolev, venerato ingegnere aeronautico e capo dell'omonimo ufficio tecnico. Senza sapere che proprio quella tesi e quel docente, pochi anni dopo, gli avrebbero salvato la vita.

C'era un altro giovane, nato giusto un anno dopo Korolëv, ossessionato dallo stesso fuoco. Lo dimostrò il titolo del libro che lui, figlio di un'infermiera, scrisse a quattordici anni: *Sviluppi storici del concetto di viaggi interplanetari e interstellari*.

Si chiamava Valentin Petrovič Gluško, era nato a Odessa e dal 1923, appena quindicenne, aveva cominciato a intrattenere una corrispondenza durata otto anni nientemeno che con Konstantin Ciolkovskij. Nel 1925 si era iscritto alla facoltà di ingegneria dell'Università di Leningrado ma, per motivi non del tutto noti, non era arrivato a discutere la tesi di laurea. Aveva preferito lasciare al mondo, attirando l'attenzione delle autorità militari, il rivoluzionario progetto di un'astronave discoidale a propulsione elettrica e alimentata a energia solare: il *Ghelioraketoplan*, l'aerorazzo solare.

Non è un caso che Korolëv e Gluško fossero finiti, rispettivamente, a Mosca e a Leningrado: il fuoco di Ciolkovskij, nonostante la Grande guerra, non aveva smesso di ardere e li aveva condotti sin lì.

Di lì a poco le due città diventarono l'epicentro di un nuovo e ben più vigoroso falò, dovuto all'unione delle attività dei due istituti creati nel 1931 per studiare la propulsione a razzo: il GIRD di Mosca (Gruppo per lo Studio del Moto reattivo), un'associazione scientifica di volontari amanti della missilistica, e il GDL di Leningrado (Laboratorio di Gasdinamica), un centro per la sperimentazione dei primi motori a razzo per impiego bellico. Fusi assieme, diedero vita all'RNII (Reaktivnyy Nauchno-Issledovatel'skiy Institut), l'istituto per la ricerca sui motori a reazione alla guida scientifica del quale fu posto nien-

temeno che il giovane Korolëv. Nominato vicedirettore, Korolëv raccoglieva l'eredità di Friedrich Zander, altro grande ingegnere e fervente sostenitore di Ciolkovskij nonché fondatore, nel 1924, della prima associazione al mondo dedicata agli studi spaziali. Diventato noto anche per il suo slogan «Avanti verso Marte!», nel 1933 Zander era d'improvviso morto di tifo nella cittadina di Kislovodsk, a soli quarantasei anni.

Anche per questo, pur essendo un'affermazione banale e poco scientifica, si potrebbe dire che la collaborazione fra Korolëv e Gluško, i due dom(in)atori del fuoco, fosse scritta nelle stelle. Quando le loro ossessioni s'incontrarono, diedero avvio alla costruzione del primo aerorazzo sovietico. Si trattava dell'RP-318: cellula di Korolëv, motori di Gluško.

Tradimento e prigione: il periodo in gulag

Fu gelosia? Oppure paura di non sopravvivere al grande terrore delle purghe staliniane? Impossibile saperlo, anche a decenni di distanza.

Di sicuro c'è che nel gennaio del 1937 l'RNII venne coinvolto in un'indagine della polizia segreta, la NKVD,¹⁴ per presunte malversazioni amministrative. Accusati di rallentare volutamente il lavoro e forse con la speranza di deviare o almeno condividere le responsabilità, Gluško e il direttore dell'istituto, l'ingegnere Georgij Ėrichovič Langemak, denunciarono il vicedirettore Korolëv come loro complice. Tanto bastava per fare trasferire tutti e tre in un gulag nell'attesa di un processo che non era affatto certo sarebbe arrivato.

Così fu: arrestato il 23 marzo del 1938, nel luglio dello stesso anno Sergej Pavlovič Korolëv venne condotto, e lì torturato, nella tristemente nota prigione moscovita della Lubjanka,

quindi nella miniera di Kolyma, all'estremo est della Siberia, dove avrebbe dovuto trascorrere i dieci anni successivi. Sempre se fosse riuscito a sopravvivere – un'ipotesi remota, secondo le statistiche dell'epoca.

Non che ai suoi delatori fosse andata meglio. La polizia segreta agiva così: accusato e accusatori venivano egualmente arrestati e costretti, con l'uso di «mezzi fisici di persuasione», a firmare una confessione adeguata e soddisfacente.¹⁵ Già nel gennaio del 1938, Langemak era stato condannato a morte e giustiziato, mentre Gluško era finito assegnato a una *saraška*, un laboratorio di ricerca segreto all'interno dei gulag, una sorta di campo di lavoro coatto per menti e talenti brillanti.

Per vedersi la pena ridotta ed essere trasportato via da Kolyma, dove i militari lo trovarono in fin di vita dopo i cinque mesi di lavoro come minatore, a Korolëv servì invece l'intervento di Lavrentij Pavlovič Berija, uno dei più violenti esecutori (e, secondo qualcuno, suggeritori) delle paranoie staliniane, in quel caso dimostratosi sorprendentemente magnanimo. Riconosciuto in seconda istanza colpevole di sabotaggio, ma non di cospirazione, a Korolëv fu concesso di scontare il resto della pena in un carcere a Mosca.

Fu lì, mentre provava a rimanere vivo fra una cella e l'altra, che il futuro Progettista Capo apprese dell'inizio della Seconda guerra mondiale, o, come la si chiamava in Unione Sovietica, della «Grande guerra patriottica». D'un tratto sconfiggere il nemico era diventata la priorità e tutte le menti del paese, quand'anche rinchiusi in un campo di lavoro, avrebbero dovuto contribuire allo sforzo bellico.

La prospettiva avrebbe permesso all'ex relatore di laurea di Korolëv, l'autorevole Andrej Tupolev, arrestato a sua volta nel 1937 e condannato a quindici anni di reclusione, di dirigere una *saraška* in cui sviluppare aerei da guerra. E di scegliersi

alcuni collaboratori. Inevitabile che il professore volesse al suo fianco uno dei suoi ex studenti più brillanti. Nel 1940 Korolëv lo raggiunse all'OKB-29, noto anche come «*saraška* di Tupolev», e i due lavorarono insieme per due anni. Il periodo permise al giovane progettista anche di conoscere l'uomo che in seguito avrebbe definito il suo maestro, Roberto Oros di Bartini, geniale ingegnere italiano naturalizzato sovietico a sua volta in carcere per colpe che la Storia non sarebbe mai riuscita a dimostrare con esattezza.

Dal canto suo, negli anni di prigionia, Gluško stava invece costruendo l'RD-1, un motore a combustibile solido destinato all'assistenza in fase di decollo dei caccia. Per avere qualcosa di simile, come il sistema ZELL (Zero-Length Launch) per il decollo rapido degli F-100, la NATO avrebbe dovuto aspettare altri vent'anni.

Di nuovo insieme

Non sorprende che, nel 1942, i due dom(in)atori del fuoco, gli eredi più brillanti di Ciolkovskij, loro malgrado sarebbero tornati a lavorare insieme: Korolëv venne destinato alla *saraška* di Gluško, il suo accusatore, e fino al 1944, quando per il suo contributo alla causa bellica riacquisì una parziale libertà, studiò in maniera sempre più approfondita la propulsione a razzo per gli aerei da guerra.

Una competenza presto rivelatasi preziosa: concluso il conflitto, la Germania in ritirata aveva lasciato centinaia di missili v2 a disposizione di chi li avesse trovati. Il loro ideatore, il barone Wernher von Braun (di cui parleremo più avanti), era passato al servizio degli americani portando con sé i progetti e i suoi collaboratori più validi. All'Unione Sovietica erano

rimaste solo figure di secondo piano e un numero consistente di missili, dei quali tuttavia solo pochi erano in grado di capire qualcosa. Nemmeno Gluško, inserito nel gruppo di lavoro deputato allo studio del bottino di guerra e spedito in Germania, riuscì ad afferrare i segreti dei missili nazisti; figurarsi farli funzionare.

Per fare in modo che anche Korolëv venisse autorizzato a metterci mano, ancora una volta fu necessaria l'intercessione di Tupolev, in questa occasione coadiuvata dal parere di Roberto Oros di Bartini. Arrivato finalmente all'attenzione di Stalin, il caso Korolëv venne concluso con la liberazione definitiva. Il futuro leader del programma spaziale venne immediatamente inviato in Germania per studiare i missili tedeschi. Korolëv avrebbe dimostrato molto presto quanto la prigionia l'avesse provato solo nel fisico (e molto, come ricordava il grave scompenso cardiaco da cui non si sarebbe mai ripreso), senza intaccare però il talento tecnico e, soprattutto, il genio manageriale.

Al lavoro sui v2, e non ancora riabilitato del tutto,¹⁶ Korolëv aveva impiegato poco a mettere insieme il progetto del missile balistico a corto raggio R-1, il suo primo successo, quello capace di ripristinare la parità con gli Stati Uniti senza che questi se ne accorgessero.

«R», per *raketa*, cioè razzo: sarebbe diventato il suo marchio di fabbrica e di lì a poco l'avrebbe usato per dare il nome a un altro progetto, così personale da definirlo con un vezzeggiativo: Semjorka, letteralmente «il piccolo settimo», il primo missile balistico intercontinentale (o ICBM)¹⁷ della Storia, avente una portata di 7000 chilometri; cioè quello che il mondo avrebbe chiamato R-7, e di cui, grazie agli Sputnik e all'impresa di Gagarin, presto tutti avrebbero conosciuto capacità e potenza.

RD, *Raketa Dvigatel*, cioè «motore a razzo», sarebbe invece stata la firma di Gluško. Costretto dalla ragion di Stato, avreb-

be fornito al collaboratore rivale Korolëv l'RD-0107 e lo 0108, i propulsori del primo e del secondo stadio dell'R-7. Dominate dal fuoco fino a scottarle, le vite di Korolëv e Gluško avrebbero seguito un percorso a tratti parallelo ma in fondo convergente, fino a farli diventare uno l'erede dell'altro. «E la ricompensa per i nostri sforzi, avendo trionfato su oppressione e oscurità, fu questa. Abbiamo forgiato ali di fuoco per il nostro paese e il nostro secolo». Queste parole, incise alla base del monumento a Ciolkovskij, a Mosca, non potrebbero rappresentare meglio l'eredità dei due scienziati: geniali nemici, obbligati a lavorare l'uno accanto all'altro, avrebbero donato ali fiammanti alla loro nazione.

Capo chino, sguardo all'insù

Non sono molte le parole in grado di indurre chiunque, anche i meno avvezzi, a pensare allo Spazio. «Sputnik» è una di queste. Korolëv voleva a tutti i costi realizzare ciò che Ciolkovskij aveva immaginato nel suo racconto fantastico *Sogni della terra e del cielo*: un satellite artificiale della Terra. Soprattutto adesso, quando aveva il suo R-7, il mezzo in grado di spedirlo in orbita, uno *sputnik* («satellite semplice»). Per farlo, tuttavia, avrebbe dovuto accettare un compromesso: il suo lanciatore avrebbe prima dovuto accontentare chi ne aveva finanziato la costruzione, cioè il ministero della Difesa.

Non sarebbe stato facile. Uscita vittoriosa dalla guerra, l'Unione Sovietica era in realtà una nazione dilaniata, dove la diffusa devastazione incorniciava gli oltre venti milioni di morti lasciati sui campi di battaglia. Allo stremo, i sopravvissuti erano costretti a campare stipati, due o tre famiglie nello stesso monolocale, e l'industria versava in condizioni di arretratez-

za tecnologica palestinese.¹⁸ Per tenere il passo con le nazioni occidentali sarebbe stato necessario focalizzarsi su pochi e mirati obiettivi strategici, il che in ambito militare significava concentrare le risorse per sviluppare i radar, la bomba atomica e i mezzi per recapitarla il più lontano possibile, per esempio i razzi. Sebbene complessa e dispendiosa, la tecnologia missilistica non sembrava efficace quanto i bombardieri. Questi ultimi, infatti, erano ritenuti più precisi e in grado di rilasciare molteplici testate nucleari in un singolo attacco, a differenza dei razzi che ne trasportavano solo una. L'aviazione, temendo di perdere la propria influenza, sottolineava frequentemente questa differenza ai leader politici. Per questo e per l'indisponibilità di fondi sufficienti a sostenere tutti e tre i campi di ricerca, Stalin stabilì che le priorità nazionali fossero il potenziamento dell'armamentario atomico e della tecnologia radar, con cui contrastare le operazioni degli aerei nemici.

In ambito missilistico fu dato ordine (e non alle istituzioni in cui operavano Korolëv e Gluško) di limitarsi alla replica fedele dei v2 tedeschi, più che altro per ricavarne le tecnologie e i processi di produzione su larga scala. Complice la convinzione che incombesse un attacco aereo su Mosca, le risorse furono quindi destinate al progetto Berkut, un sistema segreto di radar e missili terra-aria a corto raggio.

Questo, almeno, fino al 1949, anno in cui l'Unione Sovietica realizzò la sua prima bomba atomica colmando il ritardo sugli Stati Uniti. Fu un recupero più teorico che pratico: i nuovi ordigni erano più grossi e pesanti di quelli statunitensi. Oltre che tradire una inferiore capacità progettuale e tecnologica, le dimensioni delle bombe costituivano un problema non trascurabile per i bombardieri. Lenti e con un'autonomia limitata, gli aerei sovietici potevano essere intercettati con facilità durante una trasvolata oceanica.

Ironia della sorte, sarebbe stato proprio quello svantaggio a rivelarsi proficuo per l'Unione Sovietica e propizio per le ambizioni spaziali di Korolëv. Mentre gli Stati Uniti, forti di basi in Europa e Turchia, si accontentavano di sviluppare missili con una gittata di 3000 chilometri (i cosiddetti IRBM),¹⁹ le dimensioni più ingombranti degli ordigni sovietici e il fatto di non disporre di basi vicine al territorio americano imponevano un lanciatore più potente. Era il requisito che Korolëv aspettava da una vita: per lui significava poter progettare un razzo in grado di superare i confini dell'atmosfera, pur portando qualcosa con sé. A costo di un'altra condanna – che avrebbe evitato per poco –, il Partito comunista sarebbe stato solo un mezzo per coronare le sue ambizioni spaziali.

Verso lo Sputnik

Stalin morì nel marzo del 1953; l'ottobre successivo, in un Consiglio dei ministri, venne annunciata per la prima volta la volontà di realizzare un missile intercontinentale. Korolëv approfittò dell'occasione: nel marzo del 1954 incontrò i vertici dell'Accademia delle Scienze per capire le esigenze dei ricercatori. Non pago, chiese all'amico Mikhail Tikhonravov, un ingegnere accomunato dalla medesima ossessione spaziale, di presentare una proposta di satellite da far firmare agli scienziati e da inviare ai vertici del Partito. Cominciò così un instancabile lavoro ai fianchi dei generali sovietici: Korolëv avrebbe voluto che uno dei futuri missili dell'esercito fosse destinato a scopi scientifici.

Nemmeno due mesi dopo, il 20 maggio del 1954, venne emanato il decreto per realizzare un missile intercontinentale e affidarne guida e coordinamento alla OKB-1,²⁰ cioè all'Ufficio di

progettazione sperimentale 1. Manco a dirlo, il capo del progetto avrebbe risposto al nome di Korolëv, l'uomo da quel momento incaricato di soddisfare la volontà dell'Unione Sovietica di diventare, a qualsiasi costo, la prima nazione in possesso di un razzo capace di spedire testate nucleari dall'altra parte del mondo.

Per pura coincidenza – ancora, per chi ci creda, la sorte e la sua ironia –, il 4 ottobre del 1954 il Comitato speciale dell'Anno geofisico internazionale decise di fissare la celebrazione fra il luglio del 1957 e il dicembre dell'anno successivo. Per quell'appuntamento, gli organizzatori proposero che i paesi più importanti del mondo organizzassero qualcosa in grado di testimoniare il proprio avanzamento tecnico-scientifico nel campo dello studio del pianeta. Dato l'entusiasmo con cui la delegazione statunitense aderì all'iniziativa, promettendo un ambizioso programma spaziale, l'Unione Sovietica sentì di dovere rispondere in maniera adeguata. L'anno seguente, il presidente Dwight Eisenhower annunciò *urbi et orbi* che l'America avrebbe dimostrato la propria superiorità tecnologica lanciando un satellite artificiale nell'Anno geofisico. Non poteva sapere di avere appena spianato la strada all'intraprendenza di Korolëv, a quel punto pienamente sostenuto dal Partito.

Men che meno sospettava quanto si sarebbe pentito di quell'atto, nemmeno troppo implicito, di sfida. Anche i più riluttanti generali dell'esercito sovietico cominciarono a considerare il peso strategico di una vittoria nella prima corsa allo Spazio della storia dell'umanità.

Che l'R-7 risultasse in verità inutile come arma balistica, per Korolëv sarebbe stato un problema cui pensare più tardi. Ora come ora, l'importante era costruire un missile intercontinentale e farlo prima di chiunque altro.

Era questo il compromesso che egli aveva dovuto accettare per coronare il sogno dello *Sputnik*.

Il 21 agosto 1957, dalla base missilistica segreta a Turyatam, nelle steppe del Kazakistan, Korolëv assistette personalmente al lancio. Quello che si levava verso il cielo era l'R-7 – lo stesso che, leggermente modificato, avrebbe portato tra le stelle lo *Sputnik* qualche mese dopo. Per l'inventore era semplicemente il «piccolo settimo»; per il resto dell'umanità era il primo missile intercontinentale della Storia.

Anche più di mezzo secolo dopo, non è difficile intuire quanto il mondo fu scosso dalla notizia. Sbigottimento cui non mancò di contribuire l'agenzia di stampa ufficiale dell'Unione Sovietica, la TASS,²¹ rapida ad annunciare il trionfo della nuova tecnologia militare e la sua inarrestabile capacità di colpire qualsiasi punto del globo. Da quel momento e per decenni, gli Stati Uniti avrebbero paventato piogge di bombe atomiche sovietiche sulle proprie città senza sapere che, all'epoca, l'Unione Sovietica aveva schierato solo pochi missili e per breve tempo. Anche perché, dettaglio che venne tenuto segreto, l'R-7 si era disintegrato nel rientro in atmosfera venti secondi prima del previsto impatto con il suolo della Kamčatka. Razzi simili sarebbero stati troppo complicati da mettere in posizione, e troppo lunghi sarebbero stati i tempi per rifornirli. Non a caso, subito dopo il primo lancio, in URSS si iniziò a lavorare su altri tipi di lanciatori strategici.

A quel punto, però, cambiava poco, o forse era cambiato tutto. Korolëv aveva accontentato il suo committente e fatto la Storia. In cambio avrebbe avuto la possibilità di dedicarsi al suo vero scopo: lo *Sputnik*.

5. Abbaiano fra le stelle. Laika

Era di taglia piccola. Chi ci aveva avuto a che fare ne aveva subito riconosciuto il carattere docile e mansueto e pare proprio quella caratteristica, povera lei, ne avesse decretato la scelta e quindi la fine. L'avevano chiamata Kudrjavka (Ricciolina), ma la storia l'avrebbe ricordata con il nome della sua razza: una specie di husky nano chiamato Laika.

Complice l'entusiasmo di Chruščëv e il suo desiderio di vedere un lancio più sensazionale di quello dello *Sputnik* prima del quarantesimo anniversario della Rivoluzione di ottobre, Korolëv richiamò il suo staff da quello che aveva promesso sarebbe stato un periodo di vacanza. La pausa poteva aspettare. La Storia no: avuta piena fiducia dal Partito e a meno di un mese dal lancio dello *Sputnik*, il Progettista Capo avrebbe reso quello dello *Sputnik-2* il primo viaggio orbitale deputato a verificare la resistenza di un essere vivente fuori dall'atmosfera terrestre. Un volo crudele dal punto di vista del risultato scientifico, ma dal grande impatto propagandistico.

Il lanciatore R-7 era stato modificato in modo da riuscire a portare in orbita un peso maggiore, sebbene non fosse ancora disponibile una capsula in grado di rientrare a terra dalla velo-

cità orbitale. Il velivolo non aveva razzi di frenata, nessun controllo remoto, né uno scudo termico. Come avrebbe ammesso anche Korolëv anni dopo, era noto a qualsiasi tecnico che Kudrjavka sarebbe stata destinata a morte certa: aveva cibo, aria e acqua per dieci giorni e nessuna possibilità di ritorno. Sarebbe sopravvissuta fino ad allora o fino a quando le batterie dell'R-7 si fossero esaurite. I sensori che la monitoravano, perlomeno, avrebbero potuto rivelare se, e quanto a lungo, un essere vivente sarebbe riuscito a resistere a una permanenza nello Spazio.

Sebbene non ce ne sia certezza, pare che l'inserviente che aveva addestrato la cagnetta al momento di sistemarla nella sua capsula le avesse chiesto scusa. Un fatto strano, visti gli usi e la sensibilità dell'epoca. Prima di quel 3 novembre del 1957, giorno del lancio di Laika, molti altri cani erano stati utilizzati in voli suborbitali per testarne le reazioni in alta atmosfera. L'utilizzo di cavie animali era ampiamente diffuso e accettato, e non solo in Unione Sovietica: gli Stati Uniti preferivano gli scimpanzé, la Francia utilizzava le gatte.

Col senno di poi, è purtroppo indubbio che si trattò di una crudeltà poco utile: lo *Sputnik-2* registrò poco dopo il lancio un guasto al sistema di condizionamento della piccola cabina. La povera Kudrjavka morì dopo sei ore di volo per arresto cardiaco, a causa della temperatura interna diventata insostenibile.

6. Wernher von Braun o il Cristoforo Colombo del cosmo

Non avrei mai pensato che fossimo così malmessi in questo paese da dover importare dei nazisti omicidi per la nostra difesa.

JOHN DINGELL, deputato del Congresso statunitense,
luglio 1947

Capita che i nomi rivelino molto di chi li porta.

Non tanto perché, come si dice, *nomen omen*, con buona pace di Plauto o di chi per lui. È che se nasci il 23 marzo del 1912 a Wyrzysk, allora in Prussia e oggi in Polonia, e vieni battezzato con rito luterano Wernher Magnus Maximilian von Braun, non stupisce che le tue radici arrivino a toccare, da parte di madre, Emmy von Quistorp, nientemeno che Edoardo III d'Inghilterra, Filippo III di Francia, Valdemaro I di Danimarca e Roberto III di Scozia; oppure che tuo padre, Magnus von Braun, diventi ministro dell'Agricoltura nel Gabinetto federale durante la Repubblica di Weimar.

Fedele all'antico lignaggio nobiliare che l'avrebbe designato barone, ancora bambino Wernher (Magnus Maximilian) von Braun sviluppò una passione vigorosa per la musica classica. Studiava violoncello e pianoforte e, sotto la guida del suo maestro, Paul Hindemith, si era specializzato nella composizione. Un giorno, ripeteva a se stesso, sarebbe diventato un autore acclamato in ogni angolo del globo.

Col senno di poi, stupisce che in quel periodo il giovane

Wernher non fosse particolarmente portato per le materie scientifiche. In effetti, anni dopo, il suo ritratto avrebbe ottenuto un posto d'onore tra i corridoi della NASA. Eppure, complice la smisurata dedizione agli studi musicali, nei primi anni di scuola il suo rendimento nelle discipline non umanistiche fu decisamente scarso.

Ma Dante ammonirebbe: «Galeotto fu il libro e chi lo scrisse». Bastò che a tredici anni il giovane rampollo mettesse le mani su un volume, *Il missile nello Spazio interplanetario* di Hermann Oberth,²² perché la sua vita, e con lei la Storia, cambiasse. Se non di fulmine, fu comunque un colpo a spingerlo ad applicarsi alla matematica e alla fisica in maniera tanto maniacale da portarlo, in tempi record, a eccellere: si appassionò così tanto ai razzi, infatti, da causare un mezzo disastro per via di alcuni petardi applicati su un trenino giocattolo.

Nel 1930 si iscrisse all'Università tecnica di Berlino e, dopo aver conosciuto quello che sarebbe diventato il suo mentore, quell'Oberth il cui libro gli aveva cambiato la vita, aveva aderito alla Verein für Raumschiffahrt, la Società per il Volo Spaziale fondata dallo stesso Oberth, e assistito il grande fisico nella costruzione dei suoi primi razzi. Poteva capitare, in quel periodo, che von Braun aiutasse ad allestire le prove di lancio degli sperimentatori tedeschi raccolti attorno al Raketenflugplatz Berlin, il Campo Volo Razzi di Berlino, nome pomposo di quello che in realtà era un ex deposito di munizioni dell'esercito che veniva concesso in affitto gratuito.

Stando al mito, von Braun avrebbe realizzato in quegli anni anche un razzo proprio, utilizzando dei materiali di scarto. Era la dimostrazione di una predisposizione notevole, che, con l'avvento del nazionalsocialismo, divenne tanto più interessante.

Nuova bandiera: dal Terzo Reich al progetto Redstone

In effetti, a partire dagli anni trenta, le forze armate tedesche, proprio come quelle sovietiche, cominciarono a interessarsi alle possibili applicazioni militari della missilistica. Non servì molto tempo per intercettare quella giovane promessa dal sangue nobile: intuirono il talento, il Partito sovvenzionò con una cospicua borsa di studio il suo percorso accademico fino alla laurea e al dottorato in fisica, conseguito nel 1934.

Incoraggiati dal buon investimento, dopo aver costruito l'impianto di ricerca missilistica di Peenemünde, sull'isola di Usedom,²³ i funzionari nazisti nominarono il giovane von Braun a direttore tecnico. Obiettivo? Sviluppare propulsori a razzo a combustibile liquido per l'aviazione militare.²⁴

Prevedibile a quel punto, considerate la delicatezza strategica del compito e l'adesione al Reich del rampollo di casa von Braun, che nel 1940 il barone diventasse un ufficiale delle ss. Per le forze armate del Führer, von Braun costruì il missile balistico Aggregat 4 o A-4, ribattezzato da Joseph Goebbels *Vergeltungswaffe 2* (ossia «seconda arma di rappresaglia») o v2. A partire dal gennaio 1944, la produzione dei v2 fu localizzata presso il campo di concentramento di Mittelbau-Dora, adibito fin da subito alla costruzione e all'assemblamento delle *Wunderwaffe* (le «armi miracolose», a detta di Goebbels). Costretti dalla segretezza dei progetti e dai bombardamenti aerei, i prigionieri lavoravano senza sosta in gallerie sotterranee buie e gigantesche.

Non sappiamo quanto di tutto questo interessasse a von Braun. Anche perché le sue mire, almeno secondo quanto da lui dichiarato in seguito, non coincidevano con quelle di dominazione planetaria del Terzo Reich: come Korolëv, il barone considerava lo Spazio, e non la Terra, il suo obiettivo più im-

portante. Tanto che proprio con un A-4, il 20 giugno 1944, von Braun e il suo staff superarono l'atmosfera per la prima volta nella Storia. Ben prima che lo *Sputnik* vagasse oltre il cielo fu un A-4, ribattezzato *MW-18014*, a saltare verticalmente fino a 176 chilometri di quota e poi ricadere sulla Terra.

Proprio a causa del suo continuo progettare veicoli extraterrestri, il barone venne arrestato dalla Gestapo con l'accusa di attività contro lo Stato. Furono l'intervento diretto dell'architetto Albert Speer e, soprattutto, la crescente richiesta di armamenti pesanti per sostenere lo sforzo bellico a far cadere le accuse a carico del barone. Proprio come era successo a Korolëv, anche nel caso di von Braun le ragioni belliche prevalsero su quelle politiche.

Vista la disfatta imminente della Germania nazista e con l'Armata rossa alle porte, von Braun e il suo staff (i quali probabilmente sarebbero stati uccisi dai tedeschi per scongiurare che cadessero nelle mani nemiche) decisero di arrendersi alle forze statunitensi. Così, il 2 maggio 1945, con una rocambolesca fuga raggiunsero le prime linee alleate e si consegnarono a un soldato semplice di Milwaukee, quindi alla quarantaquattresima divisione di fanteria, settima armata dell'esercito degli Stati Uniti. A seguito degli scienziati c'erano cinquecento persone tra tecnici e relativi famigliari, oltre a 15 tonnellate di modulistica e più di cento razzi v2. Qualche anno dopo un ingegnere tedesco spiegò quanto il gruppo «disprezzasse i francesi. Eravamo mortalmente terrorizzati dai sovietici, dubitavamo che gli inglesi potessero permettersi di finanziarci, restavano solo gli americani».

Un buon numero di persone – in particolare gli inglesi, che avevano visto la propria patria bersagliata dai v2 – avrebbe voluto impiccarli lì sul posto. Alcuni dei generali più lungimiranti, tuttavia, intuirono di trovarsi davanti agli artiglieri del futuro.²⁵

Fatti riparare negli Stati Uniti, dove arrivarono in gran segreto nel settembre del 1945, von Braun e i suoi (cui, nel complesso, ci si riferiva col nome di Rocket Team) non ebbero vita facile, almeno all'inizio. Confinati nella base di Fort Bliss, in Texas, furono tenuti lontani dalle famiglie. Quindi, nell'ambito dell'operazione Paperclip,²⁶ vennero naturalizzati cittadini americani e messi subito a lavorare su una nuova arma, il missile sperimentale *Hermes* (il cui sviluppo sarebbe diventato il *Redstone*).

Trascorsero così quasi cinque anni. Servì che un v2 centrasse in pieno un cimitero messicano a Juárez, allarmando i piani alti del governo, per far sì che la situazione per i tecnici tedeschi migliorasse: la loro conoscenza della tecnologia avversaria diventava ora indispensabile. Trasferiti a Huntsville, in Alabama, nel 1950 von Braun e il suo staff ripresero il lavoro interrotto, dando vita alla ricerca che avrebbe portato alla creazione del razzo *Redstone*.

Dentro il mito

Con Redston, la leggenda del Cristoforo Colombo del cosmo²⁷ pareva essere appena cominciata. Sempre che a miti e leggende si sia disposti a credere. Non mancano infatti i critici di von Braun, i quali ritengono che la Storia gli abbia riconosciuto molti più meriti del dovuto.

Fra questi spicca lo studioso tedesco Christopher Lauer che, in un saggio pubblicato nel 2019,²⁸ ridimensiona non poco il mito del barone, noto anche come Rakete beau, il «bello dei missili»,²⁹ screditandone i meriti scientifici. Laddove von Braun vantava di essere stato chiamato, appena ventenne, al laboratorio di Ernst von Horstig e Karl Emil Becker, due esperti della

Reichswehr che conducevano ricerche sui missili per la Germania nazista, ebbene aveva tralasciato di dire che a motivare la propria assunzione non furono il talento né la competenza. Infatti, come si evince da una nota personale di Horstig, la vera ragione dell'ingaggio di von Braun era la sua relazione con Rudolf Nebel, un ex asso dell'aviazione e ingegnere, che il ministero della Difesa tedesco era ansioso di reclutare.

Ancora più rilevante per l'avvio della carriera di von Braun fu il fatto di essere figlio di un ministro. Era stato a quest'ultimo che Horstig aveva proposto di far lavorare il ragazzo alla ricerca sui razzi nella Reichswehr. Sempre in cerca di finanziamenti per i suoi progetti, lo scienziato aveva colto al balzo l'opportunità di avere un appoggio (e un credito) all'interno del governo.

Da un'altra nota di Horstig pare poi che la realizzazione dei razzi *Max* e *Moritz*, rivendicata come propria da von Braun nella sua autobiografia, sia da ridiscutere. Che von Braun non fosse in grado, da solo, di costruire un razzo, lo prova anche una sentenza del Tribunale di Monaco di Baviera datata 1952. Era stato proprio Nebel, dopo la guerra, a querelare l'ex adepto contestandogli di essersi autodefinito «l'inventore dei v2». I giudici avevano dato parzialmente ragione a von Braun, tranne che su un punto: «È sicuro che egli non sarebbe andato avanti nello sviluppo dei missili se non gli fossero stati dati dei collaboratori». ³⁰ Sentenza corroborata, secondo Lauer, dalla tesi di laurea del barone (*Elementi teorici e pratici per la costruzione di un razzo a propulsione liquida*): approvata nel tempo sorprendentemente breve di tre giorni, era priva di dati concreti e misure sperimentate. E per di più contenente un capitolo copiato, senza attribuzione alcuna, da una rivista dell'Associazione per i viaggi spaziali.

Il vero talento di von Braun, conclude Lauer, andrebbe ri-

cercato nelle sue eccellenti capacità manageriali, una caratteristica capace di spiegarne non solo la fulminante ascesa presso le istituzioni naziste, che gli misero a disposizione centinaia di collaboratori, ingegneri ed esperti per i progetti militari, ma anche la resa di gruppo agli Stati Uniti nel 1945. Su questo aspetto, anche Lauer si limita alle ipotesi: forse von Braun «non era in grado da solo di spiegare il funzionamento dei V2, tantomeno di costruirle senza la sua squadra, i suoi scienziati, ingegneri e specialisti. Che da quel momento gli dovettero gratitudine eterna, avendoli lui salvati dal carcere o da una vita senza qualità nella Germania distrutta».³¹

7. Verso la NASA

Le rivalità possono diventare tossiche. Anche Gluško e Korolëv sarebbero d'accordo. E nemmeno von Braun avrebbe da ridire, pur dall'altra parte del mondo. Contro di lui e i suoi trascorsi nazisti, la lobby della Marina spingeva per un progetto proprio, diretto dall'astronomo John Hagen e meglio finanziato rispetto a quello dell'esercito: si chiamava *Vanguard*, un lanciatore ritenuto più innovativo rispetto al *Redstone* e ben più patriottico di quella deprecabile evoluzione dei missili V2, che avevano onorato la svastica e terrorizzato mezza Europa, Gran Bretagna e Belgio su tutti.

C'era anche un altro pretendente all'ambito titolo di «lanciatore del primo satellite artificiale della Storia» (si dia per scontata la presunzione statunitense di vincere la gara): era l'*Atlas*, il progetto dell'Aeronautica militare, per gli amici USAF, quella che nata nemmeno dieci anni prima aveva già sedotto Michael Collins. Solo che era in uno stadio embrionale, troppo acerbo per essere preso in considerazione da chi se ne intendesse sul serio. Non subito almeno, non adesso.

Adesso, si diceva, era il momento del *Vanguard*.

Eterni secondi

Seppur bello, moderno e patriottico, non c'era verso che il *Vanguard* funzionasse. La sua carriera era stata inaugurata da sette fallimenti sui sette lanci tentati fra il 1956 e il 1958, alcuni dei quali, va ammesso, conclusi con catastrofi spettacolari *stricto sensu*, perché riprese dalle telecamere e mostrate con pochi pudori a tutto il mondo.

Il *Redstone*, di contro, sebbene con qualche inciampo, sarebbe stato pronto a lanciare un satellite già nel 1956. Lo aveva scoperto John O'Keef, l'astronomo incaricato di calcolare la posizione esatta di Mosca, durante un incontro a Huntsville con von Braun in persona: messo di fronte ai dati relativi alla traiettoria di un lancio effettuato due mesi prima, il 20 settembre, con un razzo Jupiter-C, cioè una versione potenziata del *Redstone*, era evidente come il Rocket Team di von Braun fosse già in grado di spedire oggetti nello Spazio. Il barone e il suo teutonico staff avrebbero però dovuto obbedire a un ordine diretto della Casa Bianca e zavorrare il lanciatore per impedirgli di spedire in orbita qualcosa, prima dei ben più patriottici concorrenti della Marina. Solo quando l'Unione Sovietica lanciò lo *Sputnik* ci si rese conto di quanto fosse grave l'errore commesso. Gli statunitensi, per tutta risposta, anticiparono il lancio del satellite *Vanguard 1* al dicembre del 1957, vedendolo però fallire come sempre. La fretta fu un ostacolo, e l'impresa servì solo a far ribattezzare il razzo di Hagen «Flopnik».

Ben oltre l'orlo dell'umiliazione pubblica, fu quasi obbligatorio lasciare a quel punto carta bianca all'esercito – ovvero, ancora una volta, al barone von Braun. In tre mesi quest'ultimo completò il Jupiter-C e lanciò il primo satellite artificiale americano: il 31 gennaio del 1958 anche gli Stati Uniti potevano vantare la loro luna artificiale, l'*Explorer 1*. Contava poco fosse

più vicino dello *Sputnik* agli intenti scientifici che ne avevano animato la realizzazione (in effetti, fu con il suo lancio che si scoprì l'esistenza delle fasce di Van Allen intorno alla Terra): arrivato dopo, sarebbe sempre stato secondo.

Perdere per vincere: la nascita della NASA

Tutta colpa del *Vanguard* e dell'accanimento politico-terapeutico nei suoi confronti. Sarebbe tuttavia ingiusto non riconoscere la proficua eredità. Terminato ufficialmente nel 1959, il programma Vanguard riuscì a portare in orbita tre satelliti le cui innovazioni sarebbero state sfruttate anche decenni dopo. In primo luogo, i pannelli solari usati per alimentare i trasmettitori di bordo: una novità che permise di estendere la vita operativa dei satelliti Vanguard fino a sette anni, ben oltre i venti giorni garantiti dalle batterie, per così dire, tradizionali. Oggi, sebbene inerti, i satelliti sono ancora in orbita e utilizzati per rilevare l'attività del Sole e la sua influenza sugli strati alti dell'atmosfera terrestre.

Non meno innovativo fu il sistema di tracciamento, che aprì la strada alla moderna telemetria spaziale. Gli strumenti scientifici di bordo misurarono la forma della Terra, identificandola come un geoide schiacciato ai poli, più simile a una pera che a una sfera perfetta. Misurarono poi la densità dell'atmosfera a elevate altitudini e l'influenza del vento solare.

(Pochi) meriti a parte, fu però il fallimento rappresentato dal *Vanguard* al cospetto degli straordinari risultati sovietici ad avere una conseguenza rilevante su quanto sarebbe accaduto negli anni successivi: il 25 luglio del 1958 Eisenhower firmò il National Aeronautics and Space Act, un decreto secondo il quale tutta l'attività spaziale nazionale sarebbe confluita in una

nuova agenzia governativa e civile, la NASA. Da quel momento i programmi extra-atmosferici di marina, esercito e aeronautica, insieme con quelli dei laboratori di ricerca delle università specializzate, come il JPL,³² e quelli del NACA³³ passavano sotto il controllo del nuovo ente spaziale. Un ente civile, beninteso. Persa la prima gara, gli Stati Uniti avrebbero puntato sulla NASA per vincere la corsa. Non subito. Non sempre.

8. Cosmonauti perduti. Ivan Ivanovič

Ivan Ivanovič entrò nella Storia suo malgrado e non per il migliore dei motivi: lo si credette schiattato in orbita, prima vittima spaziale dell'umanità.

In Occidente erano in molti a confermare di averlo sentito implorare aiuto mentre, a bordo della sua navicella, vagava perduto chissà dove al di là del cielo. C'erano le intercettazioni: qualcuno aveva registrato un messaggio di sos ripetuto in maniera straziante fino, evidentemente, alla fine.

Aiuto, aiuto, aiuto.

Certo, ripetevano i ben informati e più maliziosi, l'Unione Sovietica faceva e avrebbe fatto di tutto pur di insabbiare il tragico insuccesso e preservare un perfetto ruolino di marcia spaziale. Per questo nessuno lo ammetteva apertamente, men che meno la TASS.

Aiuto, aiuto, aiuto.

Peccato fosse tutto falso. Letteralmente.

Anzitutto perché, a mezzo secolo da allora, non ci sono prove che confermino l'esistenza dei *cosmonauti perduti*,³⁴ vittime cioè dell'oblio propagandistico sovietico, oltre che di presunti incidenti extra-atmosferici.

E poi perché Ivan Ivanovič non esistette mai. Non che nello Spazio non ci fosse andato; anzi, ci era andato eccome, addirittura in due occasioni ed entrambe prima del volo di Jurij Gagarin, il 9 e il 25 marzo 1961. L'avevano accompagnato due cagnette: la prima volta Cjernushka (Nerina), la seconda Zvjozdochka (Stellina), che proprio Gagarin aveva deciso di ribattezzare così, poco convinto del nome originale, Fortuna. Nerina e Stellina a parte, però, sulle navicelle che portarono Ivanovič in orbita – le Vostok-K1, testate con successo nel volo di altri due cani spaziali, Belka (Scoiattolo) e Strelka (Piccola freccia) –, ebbene, canidi a parte, sulle Vostok di Ivanovič nessuno avrebbe potuto respirare o lamentarsi, men che meno chiedere aiuto: lui, Ivan Ivanovič, era un manichino.

Serviva a collaudare il sistema di espulsione, con slitta a razzo, necessario all'atterraggio dei cosmonauti, l'impianto rice-trasmittente di bordo e, non meno importante, la miriade di sensori elettromedicali che nelle missioni successive avrebbe monitorato i parametri vitali dei pellegrini cosmici, quelli veri, quelli fatti di carne e ossa.

L'avevano chiamato così, Ivan Ivanovič, semplicemente accoppiando il nome e il cognome più diffusi in Unione Sovietica. Quindi l'avevano infilato in una tuta SK-1, acronimo di *Skafandr Kosmicheskiy 1*, vale a dire il pigiama spaziale indossato qualche settimana dopo da Gagarin. L'avevano equipaggiato di ricetrasmittente e, per verificare che quest'ultima funzionasse, avevano fatto in modo che durante tutto il volo un nastro ripettesse la ricetta tipica del *bortsch*, uno dei pilastri della tradizione culinaria est-europea. Una volta lanciato in orbita, era però successo che la parola *bortsch*, intercettata fra le interferenze e le tare degli impianti dei radioamatori, venisse scambiata con *pomosh*, cioè, per una coincidenza non proprio felice, «aiuto» in russo.

Lungi dal disperarsi poco prima della fine, la presunta prima vittima dello Spazio stava ripetendo agli ascoltatori cosa servisse per cucinare una perfetta zuppa di barbabietole e panna acida.

I sospetti e i fraintendimenti offuscarono le informazioni reali fornite dai due voli di Ivan Ivanovič: dopo il viaggio in orbita di Belka e Strelka, i primi esseri viventi tornati sani e salvi da un viaggio extra-atmosferico, la buona salute degli animali lanciati con il manichino e il funzionamento dei sensori che lo ricoprivano, confermarono che l'Unione Sovietica sarebbe stata in grado di spedire un uomo nello Spazio.

Era solo questione di tempo. Poco tempo.

9. Come nasce una leggenda. Il progetto Mercury

Sembrava stregoneria.

Mentre gli anni cinquanta si spegnevano, l'Unione Sovietica alimentava il suo falò delle vanità bruciando una tappa spaziale dopo l'altra: primo satellite in orbita, primo essere vivente nello Spazio, prima sonda a colpire la Luna (con schianto, visto l'esito della missione Luna 2, il 13 settembre del 1959), prima sonda a fotografare il lato nascosto della sfera selenica. Ogni successo confermava un inopinato e all'apparenza inarrestabile predominio della tecnologia sovietica sul resto del mondo. Sul resto del «mondo libero», avrebbe aggiunto McCormack.

Per di più, complice la scelta di non diffondere foto, grafici, dati e nemmeno un nome di qualcuno che ne facesse parte, il programma spaziale era circondato da un'aura magica. L'unica notizia diffusa, e a regola d'arte, rivelava l'esistenza di un individuo misterioso, il vero orchestratore di ogni sinfonia extra-atmosferica del popolo sovietico: il Progettista Capo. Un individuo arcano, sfinge e infallibile. Soprattutto nell'anticipare qualsiasi risultato gli Stati Uniti avessero annunciato o annunciassero: quando Washington aveva promesso un satellite artificiale entro l'inizio del 1958, tre mesi prima della

scadenza il Progettista Capo aveva fatto vagire lo *Sputnik*. Gli Stati Uniti avevano replicato con l'impegno solenne di inviare un satellite attorno al Sole nel marzo del 1959. Il Progettista Capo ci riuscì a gennaio.

Il progetto Mercury

A quel punto, dopo il trauma dello *Sputnik*, dopo l'istituzione in fretta e furia della NASA e dopo che la Marina degli Stati Uniti, messo il suo *Vanguard* sulla rampa, l'aveva visto sollevarsi fino a una quota di nemmeno un metro prima di esplodere in diretta tv, Chruščëv non fu più l'unico a deridere l'incompetenza statunitense: con titoli che sbeffeggiavano il *Kaputnik!*, la stampa di tutta l'America si fece portatrice di un'ondata anti-patriottica senza precedenti.

All'improvviso, il tempo per allevare con prudenza e metodo le ambizioni spaziali nazionali era finito. Occorreva, e subito, qualcosa di eclatante, di grosso, come spedire in orbita un fiero cittadino degli Stati Uniti d'America. Qualcuno aveva proposto di mandare in orbita un pilota collaudatore (cioè i colleghi di Chuck Yeager, primo uomo a superare il muro del suono, e Collins, che anni dopo avrebbe pilotato l'*Apollo 11*) su un aerorazzo X-15B o un X-20, in modo da far sfigurare i palloni spaziali comunisti. Il progetto avrebbe però richiesto razzi che sarebbero stati pronti solo tre o quattro anni dopo, una tempistica inaccettabile.

Per evitare l'ennesimo ritardo, Eisenhower e gli Stati Uniti d'America optarono per un approccio «rapido e sporco»: con i razzi già disponibili, come il *Redstone* o l'*Atlas*, si sarebbero spediti in orbita non velivoli, ma gusci. Capsule con dentro qualcuno, e nemmeno troppo specializzato. Non serviva, infatti, che questo qualcuno pilotasse le scatole: sarebbe bastato

tornasse sano e salvo da un salto extra-atmosferico, come se fosse una palla di cannone vivente lanciata sopra il cielo e recuperata, dopo la caduta, ancora in piena forma.

Il progetto, affidato alla NASA, venne battezzato Mercury, come il pianeta più interno del Sistema solare o, secondo la mitologia romana, il messaggero degli dèi, protettore dei mercanti e dei viaggiatori (ma anche dei ladri).

Per concretizzare il programma Mercury erano previste tre fasi. La prima consisteva nella selezione di un gruppo di piloti e nello sviluppo di adeguati sistemi di sicurezza. La seconda imponeva l'adattamento a vettori per i voli umani suborbitali (cioè che non girassero attorno alla Terra) del missile balistico *Redstone*, per lo sviluppo del quale, dopo le prove offerte dalla Marina e dal *Vanguard*, ci si era affidati al Rocket Team di von Braun. La terza fase del Mercury era costituita dall'uso del più potente razzo *Atlas* per il lancio delle capsule abitate, questa volta in orbita attorno alla Terra.

Man in Space Soonest

L'idea della capsula si doveva al generale di brigata aerea Don Flickinger, un ricercatore fisico dell'aeronautica molto stimato nell'ambiente. La sua intuizione era stata presto ribattezzata MISS, da Man in Space Soonest, e a onor del vero, invece di un uomo, prevedeva che a volare oltre i confini del cielo fosse uno scimpanzé. Viste le somiglianze fra il MISS e il Mercury, che ne costituiva una versione di poco migliorata, Flickinger divenne uno dei cinque uomini incaricati di selezionare le prime palle di cannone viventi, ossia i piloti.

Fiero membro dell'aviazione militare, era il primo a consigliare agli amici, soprattutto ai più bravi come Albert Scott

Crossfield, di lasciar perdere: all'inizio i requisiti stilati dalla NASA non prevedevano nemmeno che i futuri pellegrini spaziali sapessero manovrare qualcosa. A patto non superasse il metro e ottanta di altezza, qualsiasi maschio uscito dal college e con una qualche esperienza di lavoro fisico o pericoloso avrebbe potuto cullare l'idea di fare un salto oltre l'atmosfera.

L'annuncio che convocava i volontari si rivolgeva a sommozzatori, paracadutisti, sommergibilisti, veterani dell'addestramento bellico, palombari, scalatori, esploratori, chiunque avesse già fatto da cavia in esperimenti sulla pressione atmosferica e sull'accelerazione. Dalle future palle di cannone ci si aspettava solo rimanessero vive e capaci di sorridere ai fotografi una volta recuperate.

Fu Eisenhower a rendersi conto che un setaccio con maglie così larghe avrebbe attirato una folla non meno ampia, oltre a dei pazzoidi pronti a candidarsi per il bene del paese e ai raccomandati che i membri più intraprendenti del Congresso avrebbero spinto con tutte le forze. La selezione rischiava di essere lenta e laboriosa. Per questo motivo, poche settimane prima che il 1958 finisse in archivio, il presidente ordinò che i futuri pellegrini cosmici venissero scelti tra i 540 piloti collaudatori già in servizio: sebbene sovraqualificati rispetto ai compiti di una palla di cannone in carne e ossa, questi possedevano di certo ogni autorizzazione speciale necessaria e, non meno importante, potevano essere convocati a Washington in qualsiasi momento e senza obiezioni. Occorreva solo non fossero più alti di 183 centimetri e mezzo – la capsula guscio non li avrebbe contenuti, altrimenti –, avessero meno di quarant'anni, una laurea, un brevetto emesso da una scuola collaudatori, millecinquecento ore di volo a corredarlo ed esperienza su aerei a reazione. Il che abbassava il numero dei rispondenti al profilo a centodieci uomini. Consapevoli che, sì e no, uno su dieci avrebbe accettato l'incarico, i padri

di Mercury cominciarono ad ammantarlo di leggenda, rivolgendosi alle palle di cannone come ai futuri viaggiatori astrali degli Stati Uniti: li si cominciò a chiamare «astronauti».

Controvoglia

In fondo tutti, alla NASA e al Congresso, sapevano che la prospettiva di trasformarsi in contenuti viventi di una lattina lanciata oltre il cielo non avrebbe più di tanto allettato uomini abituati, sì, a sfidare la morte, ma coi comandi alla mano. Per di più erano passate poche settimane da quando, nell'autunno del 1958, gli stabilimenti della North American avevano sfoderato il primo X-15, un progetto che avrebbe potuto portare alla prima astronave della Storia, un mezzo capace di violare l'atmosfera terrestre per poi rituffarsi dentro e atterrare come un qualsiasi aereo. Altro che gusci e scatole! E così, i piloti migliori del paese avevano perso molto dell'interesse, di per sé già non abbondante, nei confronti del programma Mercury. Per il collaudo dell'X-15, peraltro, era stata incaricata l'élite di Edwards, della quale facevano parte Albert Scott Crossfield (amico di Don Flickinger, il «papà» delle capsule), Joseph Albert Walker e Iven Kincheloe. Walker era il primo pilota della NASA, mentre di Kincheloe, il primo dell'Air Force ad accomodarsi su un X-15, tutti parlavano come del futuro Yeager. Eroe di guerra, su un X-2 Kincheloe aveva stabilito il record mondiale di altitudine, lambendo i 42mila metri. Chiunque fosse esperto o perlomeno sano di mente avrebbe previsto per lui un futuro radioso nell'aviazione e ben oltre il cielo, se non fosse che in quel periodo, all'apice della carriera, durante un decollo su un F-104, un segnale d'allarme azzittì qualsiasi ottimista: 15 metri sopra la pista, Kincheloe ebbe circa un secondo per decidere se lanciarsi

o no dall'abitacolo, cosa complicata dal sistema di salvataggio dell'F-104, che avrebbe eiettato il sedile sotto la carlinga, verso il basso. Kincheloe provò a capovolgere l'aereo, ma venne espulso di lato e, infine, ucciso. Divenne un'altra delle illustri vittime del cielo ai tempi pionieristici e gloriosi di Edwards, simile ai tanti colleghi di corso di Collins morti durante i voli di addestramento.

L'incidente non minacciò di ritardare il progetto X-15: l'Unione Sovietica e il tempo non l'avrebbero concesso e, oltretutto, ogni pilota aveva per forza una riserva. Quella di Kincheloe, chiamata a sostituirlo subito dopo l'incidente, era il maggiore Robert Michael White. Quella di Joseph Albert Walker – piccola nota di cronaca – era un ex pilota di caccia della Marina militare, tale Neil Armstrong.

Piloti come Crossfield, White, Walker e Armstrong non avrebbero certo avuto voglia di dedicarsi a quella presunta perdita di tempo chiamata programma Mercury. Non aiutavano l'entusiasmo crescente dei media nei confronti dell'X-15, ormai ritenuta la prima vera astronave americana, né che l'ufficiale comandante di Edwards avesse cominciato a dissuadere i suoi migliori uomini dall'aderire al Mercury. Chiunque avesse preso parte al progetto, si era premurato di aggiungere, si sarebbe trasformato in «carne di porco in scatola».³⁵ E non è da escludere che dalla base la voce fosse arrivata anche a tutti gli invitati che, il 2 febbraio del 1959, si incontrarono al Pentagono per un incontro segreto organizzato dalla NASA.

Selezione

Quel lunedì mattina l'ente spaziale aveva convocato i primi trentacinque piloti collaudatori fra le centodieci papabili palle

di cannone viventi. Era previsto che nell'arco di tre settimane Abe Silverstein e George Low, due dei principali ingegneri della NASA, li incontrassero tutti e centodieci per provare a convincerne il più possibile a dirsi disponibili al programma. Un'impresa, vista la percezione diffusa.

Vari piloti di quel primo gruppo avevano solide riserve. Fra tutti e trentacinque, Walter Schirra era quello con i trascorsi più prestigiosi e, non a caso, il meno convinto: trentacinque anni, figlio di un'aviatrice acrobatica e di un asso che durante la Prima guerra mondiale aveva abbattuto cinque aerei tedeschi, a sua volta, da pilota della Marina, Walter aveva partecipato a novanta missioni di guerra in Corea e buttato giù due MIG. Subito dopo l'Accademia navale aveva peraltro sposato Jo, la figliastra dell'ammiraglio James Lemuel Holloway III, altrimenti noto come l'uomo che durante la Seconda guerra mondiale aveva comandato il teatro bellico del Pacifico. Ancora prima di completare l'addestramento al volo di collaudo, era stato scelto per testare il missile aria-aria Sidewinder a China Lake, in California, e aveva verificato che l'F-4H fosse un aereo degno di essere usato dalla Marina degli Stati Uniti.

Per assi come Schirra, destinati di lì a poco a comandare una squadriglia di caccia per poi puntare dritti all'ammiragliato, il rischio di sprecare tempo irretiti da chissà quale miraggio spaziale era concreto. In tre anni si poteva perdere qualsiasi punto accumulato in carriera e uscire dal giro delle promozioni. In tre anni si poteva toccare l'apice, oppure arrivare al fondo.

Era infatti fra tre anni, cioè entro la metà del 1960, che il Mercury avrebbe portato gli astronauti nello Spazio. Silverstein e Low, addetti alla selezione, lo promettevano a tutti i presenti. L'obiettivo aveva la massima priorità nazionale, paragonabile – giuravano i due ingegneri della NASA – a un programma di protezione in tempo di guerra. La NASA cercava volontari per

voli suborbitali e orbitali. Ma, senza che qualcuno si illudesse, l'astronauta non sarebbe stato un pilota: la capsula non avrebbe richiesto al suo occupante alcun contributo in fase di decollo o atterraggio. Certo, aggiunse Low come gli cascasse di bocca, almeno fino a quando si fosse raggiunta l'orbita terrestre e sempre che tutto girasse *per il verso giusto*, perché, in quei casi, il controllo sarebbe diventato manuale. «Fly-by-wire» aveva sputato ancora Low, come per sbaglio.

Quando una capsula si fosse trovata a galleggiare intorno alla Terra, controllarne la quota sarebbe diventato essenziale per riportarla indietro. E qualora un malfunzionamento avesse compromesso il sistema di guida automatico, l'astronauta avrebbe dovuto accendere i retrorazzi per ridurre la velocità e svicolarsi dall'orbita. Solo così avrebbe evitato di diventare un martire dello Spazio. Per questo motivo – e qui era intervenuto Silverstein –, dato che i primi statunitensi a volare oltre il cielo avrebbero corso un rischio considerevole, la loro selezione sarebbe stata su base volontaria.

Impossibile dire se fosse stata più convincente la questione del «fly-by-wire», dei retrorazzi o l'aver equiparato il Mercury a un programma di protezione in tempo di guerra (ogni ufficiale di carriera era chiamato a non rifiutare mai un incarico bellico); o se, ancora, avesse contribuito il clamore mediatico suscitato dall'annuncio, subito dopo l'incontro, che la NASA stesse reclutando volontari disposti a rischiare la vita pur di andare nello Spazio. Per una ragione o per l'altra, dei sessantanove collaudatori incontrati da Silverstein e Low nei primi due lunedì, cinquantasei decisero di partecipare al programma Mercury. Fra loro c'erano Charles Conrad detto Pete, Jim Lovell, il nuovo prodigio del collaudo Alan Shepard, e lui, Walter Schirra. A quel punto divenne addirittura superfluo vedere i quarantuno piloti invitati la settimana successiva. L'entusiasmo era così alto

che, dai dodici volontari auspicati prima degli incontri, la NASA si convinse ne bastassero sette. Era probabile, visto l'andazzo, che qualcuno avrebbe voluto entrare nella scatola guscio addirittura più di una volta.

Infine, l'annuncio che cambiò la Storia

Quando, alle due del pomeriggio del 9 aprile 1959, Walter Bonney, della NASA, diede il benvenuto alla stampa invitata alla conferenza nel salone da ballo della Dolley Madison House, a pochi chilometri dalla Casa Bianca, trovò davanti a sé una folla. Di quelle difficili da tenere calme.

Sembravano centinaia le persone accalcate davanti al lungo tavolo sistemato sul palco, al centro del quale troneggiava, a favore di fotografi, una riproduzione in miniatura del muso ad ago del Launch Escape System, montato sulla sommità di un modellino della capsula Mercury. Qualcuno si era addirittura procurato una scala, l'aveva appoggiata contro il muro sotto uno dei riflettori e ci era salito sopra per ottenere una visuale migliore.

«Entro sessanta secondi circa» spiegò Bonney al pubblico che non smetteva di accalcarsi «vi daremo l'annuncio che voi tutti attendete: i nomi dei sette volontari che diventeranno il team di astronauti Mercury. Dopo la distribuzione delle cartelle stampa, quelli fra voi che hanno problemi di scadenze pomeridiane farebbero meglio a correre ai telefoni. Ci sarà una pausa di dieci, dodici minuti circa, durante la quale i signori saranno disponibili per le fotografie.» A quel punto, selezionati da mesi di test di ogni tipo alla clinica Lovelace di Albuquerque, gli uomini seduti al tavolo furono indicati da Bonney. «Scattate a vostro piacimento» disse lui.

Come fosse un ordine, la folla assiepata nella sala da ballo della Dolley Madison House iniziò a scattare. I nomi dei sette seduti al tavolo non erano neppure stati annunciati. Gli animi sembrarono placarsi solo quando il capo dell'agenzia, Thomas Keith Glennan, prese parola: «Signore e signori, oggi stiamo per presentare a voi e al mondo questi sette uomini che sono stati selezionati per cominciare l'addestramento al volo orbitale nello Spazio. Questi uomini, gli astronauti del progetto nazionale Mercury, sono giunti qui dopo una lunga e forse senza precedenti serie di valutazioni che ha assicurato i nostri specialisti medici e scienziati sulla loro eccellente adattabilità al volo imminente». Che l'accento di Glennan fosse andato sull'*adattabilità* e non sul valore e le competenze del gruppo lo notarono forse solo i sette seduti al tavolo. Perché a quel punto chiunque altro nella sala da ballo, negli Stati Uniti e forse anche altrove, stava aspettando una e una sola cosa, che Glennan annunciò in pompa magna: «Ho il piacere di presentarvi, e lo considero un autentico grande onore, signori... Malcolm S. Carpenter, Leroy G. Cooper, John H. Glenn Jr., Virgil I. Grissom, Walter M. Schirra Jr., Alan B. Shepard Jr. e Donald K. Slayton... Gli astronauti del progetto nazionale Mercury».

L'applauso, esplosivo dopo l'annuncio e dispensato da tutti i giornalisti drizzatisi sull'attenti alla fine dell'appello di Bonney, sarebbe stato solo il prologo dell'ammirazione che qualsiasi cittadino degli Stati Uniti avrebbe tributato ai nuovi eroi nazionali, ai primi viaggiatori astrali pronti a morire pur di superare, anche oltre il cielo, l'avanzata comunista.

In quel momento sarebbe stato impossibile sapere o anche solo credere che l'Unione Sovietica, pur iniziando la selezione dei propri cosmonauti un anno dopo la presentazione alla Dolley Madison House, sarebbe riuscita non solo a mandare un

uomo nello Spazio prima di chiunque altro, ma addirittura a farlo orbitare attorno alla Terra.

In quel pomeriggio del 9 aprile 1959, infatti, una cosa sola contava: che gli Stati Uniti avessero inaugurato una nuova, salvifica leggenda, immediatamente ribattezzata Mercury Seven.³⁶ Belli, sorridenti e senza macchia, sarebbero passati alla storia come «gli immortali Original Seven». Niente avrebbe potuto offuscarne l'istantanea gloria. A patto si ignorasse la cronica mancanza di un razzo capace di condurli alla destinazione per cui erano stati scelti.

PARTE SECONDA

Moneta stellare. *Space economy*

10. Spazio, nuovo centro della Terra

Accadranno cose incredibili, vedrete la creatività. [...] Vedrete imprenditori spaziali avviare un'azienda nella loro stanza del dormitorio al college.

JEFF BEZOS, *Going to Space to benefit Earth*¹

È il 9 maggio 2019, sono passati sessant'anni (quasi) esatti dall'annuncio alla Dolley Madison House. Ed è un'altra sala da ballo, poco distante, a esplodere di entusiasmo. Stavolta, però, non per i Mercury Seven. A incantare la platea del Walter E. Washington Convention Center è Jeff Bezos, miliardario fondatore di Amazon, e con Blue Origin, vero iniziatore dell'imprenditoria spaziale del XXI secolo. Le sue parole aiutano a comprendere una nuova rivoluzione. Una rivoluzione appena cominciata. E in pieno svolgimento.

Lo Spazio è diventato il nuovo centro della Terra, dice.

Non che la cosa fosse o sia estranea all'animo umano: si è già pensato che lo Spazio possa essere sfruttato a beneficio della società, quand'anche privata. Anzi, questa è la realizzazione di una promessa contenuta da millenni nello spirito delle genti, di cui è possibile dare perfino una lettura teologica. Don Gianni Baget Bozzo, raffinata mente di speculazione filosofica e religiosa, parlava del «pensare che la coscienza possa andare oltre il limite nel considerare l'universo come una cosa, cercando quindi di misurarlo, di trattarlo non come un ordine non modificabile, ma come uno spazio operabile».² Anche il

teologo suggerisce che il luogo una volta proibito, intoccabile e sacro – il cielo – grazie alla scienza, ai Galileo e ai Copernico, diventa non solo misurabile, ma anche manipolabile.

La promessa della *new Space economy* è, in estrema sintesi, questa: laddove lo Spazio era il dominio del divino o dell'ignoto prima e «maschera dell'agonismo fra imperi»³ poi, oggi sono i privati a essere pronti a lavorare, a fare impresa, magari dal dormitorio del college, come in ogni leggenda di startupper che si rispetti. Evidente, a questo punto, quale tipo di nuova misurazione l'universo contempli: quella del valore, nel senso del profitto. Anche oltre i confini del mondo, le regole estendono il corrispettivo terrestre.

Space economy

Per comprendere meglio, converrebbe intanto accordarsi su cosa si intenda per *Space economy*, concezione già nel nome legata a una dimensione temporale e quantificabile, alla faccia dell'immortale gloria che ammantò i Mercury Seven. Nel 2007, l'ufficio della NASA responsabile della comunicazione strategica cominciò a definire la *Space economy* come «l'intera gamma di attività, nonché l'uso di risorse, che creano valore e benefici per gli esseri umani nel corso dell'esplorazione, della ricerca, della comprensione, gestione e utilizzo dello Spazio».⁴ Nel 2012, adottata la definizione dell'ente americano, l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE), ne circostanziò meglio i contorni: la *Space economy*

include tutti i soggetti, pubblici e privati, impegnati nello sviluppare, fornire e utilizzare prodotti e servizi legati allo Spazio: ricerca e sviluppo, costruzione e uso delle infrastrutture spaziali

(stazioni a terra, veicoli di lancio, satelliti), applicazioni derivanti dallo Spazio (strumenti di navigazione, telefoni satellitari, servizi meteorologici, eccetera), come pure le conoscenze scientifiche che scaturiscono da tali attività. La *Space economy* va ben oltre il settore spaziale in senso stretto perché si estende agli impatti sempre più pervasivi e mutevoli (in quantità e qualità) dei prodotti, dei servizi e delle conoscenze che dallo Spazio derivano.⁵

Non meno significativa è la definizione che della *Space economy* dà il ministero delle Imprese e del Made in Italy: con «economia spaziale» si intende «la catena del valore che partendo dalla ricerca, sviluppo e realizzazione delle infrastrutture spaziali abilitanti arriva fino alla generazione di prodotti e servizi innovativi “abilitati” (servizi di telecomunicazione, di navigazione e posizionamento, di monitoraggio ambientale previsione meteo, eccetera). Essa rappresenta una delle più promettenti traiettorie di sviluppo dell’economia mondiale dei prossimi decenni».

Questa traiettoria, a onor di cronaca, fu impostata già dopo il primo vagito dello *Sputnik*. Il *bip, bip* del pallone metallico spedito in orbita da Korolëv non segnò solo l’inizio dell’era spaziale, ma inaugurò anche l’enantiodromia⁶ delle superpotenze emerse nel mondo postbellico e il loro reciproco specchiarsi nell’avversario, migliorandolo pur di migliorarsi.

La notizia data da Radio Mosca arrivò a Washington mentre cinquanta scienziati di tredici nazioni, partecipanti a una conferenza di geofisica, si intrattenevano a un cocktail party:

Dopo che la vodka, lo scotch e il bourbon iniziarono a scorrere, il giornalista del *New York Times* Walter Sullivan ricevette una telefonata urgente dal suo giornale, e si affrettò a sussurrare all’orecchio di uno scienziato statunitense. Un attimo dopo,

il fisico Lloyd Berkner bussò sul tavolo degli antipasti finché il brusio non si fu placato. «Desidero fare un annuncio» disse. «Sono stato informato dal *New York Times* che un satellite è in orbita a un'altitudine di 900 chilometri. Desidero congratularmi con i nostri colleghi sovietici per il loro successo.»⁷

Insieme con le tartine, erano appena stati serviti lo «*Sputnik Moment*» e il suo ricco contorno di shock e implicazioni ideologico-politiche. Eppure, quel momento di disfatta *yankee* sarebbe stato lo stimolo più potente alla prima economia extra-atmosferica.

E che stimolo: fra il 1960 (tre anni dopo il lancio dello *Sputnik*) e il 1973, il solo programma Apollo avrebbe attratto 25,8 miliardi di dollari (circa 257 miliardi, adeguati all'inflazione corrente) e coinvolto almeno quattrocentomila persone nell'indotto di una tecnologia nata spaziale sulla Terra. Sommato ai propedeutici programmi Gemini e di esplorazione robotica della Luna, per raggiungere le lande seleniche, gli Stati Uniti avrebbero speso, in tredici anni, più di 28 miliardi di dollari, cioè 280 dei miliardi attuali.

Secondo una stima della Planetary Society, nello stesso periodo la NASA avrebbe attratto complessivamente 49,4 miliardi di dollari (circa 482 miliardi di oggi) e la quota del bilancio federale assegnato all'ente spaziale avrebbe sfiorato il 5% fra il 1965 e il 1967.

Diversi grandi conglomerati dell'industria statunitense sarebbero diventati fornitori fissi della NASA: al richiamo delle stelle, e alle sue ricche commesse contrattuali, avrebbero risposto aziende come Boeing, Lockheed Martin e Aerojet Rocketdyne, così come la Grumman (che realizzò il lander lunare), la ILC Dover (che produsse le prime, suggestive, tute spaziali), la IBM (che forniva computer sia ai veicoli che ai centri

di controllo) e perfino industrie come la Whirlpool, pronta a produrre elettrodomestici per uso spaziale e alimenti liofilizzati per gli astronauti.

Fu l'imprinting della *Space economy*: enormi investimenti pubblici indirizzati a grandi imprese private, per rispondere subito e con efficacia a esigenze strategico militari – prima che scientifiche – individuate dal vertice della piramide sociopolitica. A ben guardarlo, era ed è un modello più affine a John Maynard Keynes o all'economia orientata di Amintore Fanfani⁸ che non al capitalismo nordamericano strettamente inteso. Ma la spinta verso un'economia sempre più privata non si sarebbe fatta attendere troppo.

Anzi.

11. Privato alle origini

Quasi a volerne instradare la crescita, l'appetito dei privati per gli affari extra-atmosferici si concentrò sui satelliti immediatamente successivi al primo *Sputnik*. Ben prima che Neil Armstrong lasciasse la sua prima impronta sulla Luna, il lancio del satellite *Telstar 1*, nel luglio 1962, concretizzò l'intuizione di chi aveva intravisto al di là del cielo un nuovo El Dorado. Non è un caso che il presidente Kennedy fosse stato chiamato, pochi giorni dopo il lancio, a firmare il Communications Satellite Act per disciplinare la commercializzazione delle comunicazioni spaziali. Sfera ricoperta di celle solari e poco più grossa dello *Sputnik* (con un diametro di 86 centimetri, contro i 58 del satellite sovietico), *Telstar 1* aveva ben altre finalità: avrebbe trasmesso ventiquattro canali telefonici, oppure uno televisivo, attraverso l'Oceano Atlantico. Il suo lancio, il primo privato della Storia, era stato interamente finanziato dai giganti americani delle telecomunicazioni AT&T e Bell Telephone Laboratories. Oltre al segnale che univa i continenti con le dirette tv, *Telstar 1* fu il primo satellite a trasmettere, per i circa duecento giorni in cui fu operativo, telefonate, fax e altri tipi di dati.⁹

Tre mesi dopo il suo decollo fu la NASA a spedire in orbita il

suo primo satellite per le telecomunicazioni, il *Relay 1*. I segnali dei due apparati furono ricevuti già nel gennaio del 1963 dalle antenne di Telespazio, un'azienda italiana nata grazie all'iniziativa congiunta della Rai e di Italcable, la concessionaria statale per i servizi internazionali di telecomunicazione. Sistemati nella conca del Fucino, fra gli Appennini, gli apparati di Telespazio fecero dell'Italia il quarto paese, dopo Stati Uniti, Gran Bretagna e Francia, ad aver intercettato – *stricto sensu* – le potenzialità delle telecomunicazioni spaziali.

Poco più di un anno dopo, le Olimpiadi di Tokyo del 1964 furono trasmesse da *Syncom 3*, un satellite costruito dalla Hughes Aircraft Company, l'impresa aerospaziale fondata dall'eclettico miliardario americano Howard Hughes (molto frequentato dal cinema e portato sullo schermo da Martin Scorsese con *The Aviator* nel 2004). *Syncom 3* fu il primo oggetto artificiale lanciato in orbita geostazionaria, a 36mila chilometri di quota attorno all'equatore. A quell'altezza, aveva intuito già nel 1945 lo scienziato britannico e scrittore di fantascienza Arthur C. Clarke (dalle pagine del quale, Stanley Kubrick avrebbe tratto *2001: Odissea nello Spazio*), con tre «stazioni» distanziate di 120 gradi l'una dall'altra si sarebbe potuta ottenere una comunicazione istantanea da un qualsiasi punto della Terra a un altro. Clarke aveva ragione: *Syncom 3* permise di spedire le immagini dei giochi della XVIII Olimpiade dal Giappone all'America.

A conferma dell'intreccio pubblico-privato, già tipico di una *Space economy* primordiale, vi fu la decisione da parte della Hughes Aircraft Company di affittare il *Syncom 3* al dipartimento della Difesa degli Stati Uniti.

L'azienda di Hughes proseguì con *Early Bird* (poi ribattezzato *Intelsat 1*), lanciato in orbita geosincrona sopra l'Atlantico il 6 aprile del 1965. Con duecentoquaranta canali telefonici e uno

televisivo, il nuovo satellite sarebbe diventato il primo capace di garantire la comunicazione diretta fra Stati Uniti ed Europa. E sarebbe stato lui, quattro anni dopo, a trasmettere nel Vecchio Continente le immagini della prima passeggiata lunare di Armstrong e Aldrin.

Era stato costruito per la Communications Satellite Corporation, o COMSAT, fondata pochi mesi prima per concretizzare i servizi commerciali dall'extra-atmosfera. COMSAT avrebbe avuto un ruolo cruciale nell'industria delle telecomunicazioni anche contribuendo, già nel 1964, alla costituzione dell'International Telecommunications Satellite Consortium (INTELSAT), un'organizzazione internazionale con l'obiettivo di garantire una copertura satellitare globale entro tre anni. COMSAT si sarebbe occupata dei progetti, della loro realizzazione e dei lanci, mentre i paesi via via aderenti a INTELSAT, che sarebbero diventati centoquarantatré, avrebbero gestito le stazioni di terra.

Un lustro prima del primo allunaggio umano, il business delle trasmissioni spaziali cullava già una dimensione globale, anche attraverso la European Conference on Satellite (CEST), contraltare alle iniziative statunitensi. E non che il blocco socialista fosse insensibile alle opportunità comunicative dall'extra-atmosfera: nel 1967 venne lanciato *Orbita*, un satellite in grado di distribuire il segnale tv nel gigantesco territorio dell'Unione Sovietica. Permise che si realizzasse, *de facto*, il primo network televisivo satellitare di carattere nazionale. Nel 1972 il Canada fece lo stesso, mettendo in orbita *Anik A*, che consentì alla Canadian Broadcasting Corporation (CBC) di raggiungere le zone più settentrionali del paese, dove nessuna televisione era mai arrivata.

Il settore delle telecomunicazioni non fu l'unico a essere modificato dalla nuova possibilità di accesso allo Spazio ester-

no. Un'altra voce fece immediata comparsa sul libro mastro della *Space economy*: il controllo, dal cielo, di quel che avviene sulla Terra.

Uno sguardo dall'alto

La NASA lanciò i primi satelliti meteorologici, battezzati TIROS (Television InfraRed Observation Satellites), che migliorarono di non poco le capacità previsionali in tutto il mondo. Sebbene non immediatamente traducibili in un ritorno economico cospicuo, si intravide subito la possibilità di combinarle con un business ben più promettente: i servizi di geolocalizzazione per navi, velivoli e, chissà, un domani anche auto. A fine anni novanta, il settore avrebbe mantenuto la promessa di una crescita costante per poi accelerare grazie all'entrata in scena della telefonia satellitare del gruppo Iridium.

Oggi invece, con il *Satellite imagery* – le fotografie satellitari, diventate in pochi decenni parte integrante della quotidianità collettiva, in particolare grazie alla pervasività di dispositivi portatili come telefoni, tablet e orologi – non è impossibile pensare a una visione dallo Spazio accessibile a tutti e in *real time*. Lo conferma il progetto LANCE della NASA (acronimo per Land, Atmosphere Near real-time Capability for Earth observations), un sistema di satelliti in orbita polare e a bassa inclinazione per osservazioni globali a lungo termine della superficie terrestre, della biosfera, dell'atmosfera e degli oceani. LANCE sfrutta i sistemi di elaborazione dei dati per fornire, entro tre ore dall'osservazione satellitare, informazioni e immagini da strumenti selezionati.

È evidente quanto la capacità di rendere sempre più rapidi e precisi il monitoraggio dei rischi naturali, le previsioni del

tempo e del clima, l'agricoltura, i soccorsi in caso di calamità o il controllo dell'aria che respiriamo si traduca in un valore economico *misurabile* e crescente. Lungi dalla fantascienza, immagini *real time* in ultra-alta definizione (UHD) vengono già trasmesse dalla Stazione Spaziale Internazionale e godono di un loro canale televisivo accessibile dagli apparecchi casalinghi.

Sono tutti esempi in grado di confermare due caratteristiche essenziali dell'approccio umano allo Spazio, fin dalle sue origini: da un lato, l'intrinseca natura duale delle attività e delle tecnologie extra-atmosferiche, progettate per servire sia interessi civili sia militari; dall'altro, l'importanza economica crescente di ciò che è realizzabile oltre il cielo.

12. Grande risveglio globale

A sessant'anni dall'epifanica presentazione dei Mercury Seven in una sala da ballo, mentre Jeff Bezos racconta di come stravolgerà, dallo Spazio, il nostro mondo, quello stesso mondo osserva un'espansione delle attività spaziali senza precedenti. Nazioni e imprese commerciali fino a pochi anni prima avulse da qualsiasi prospettiva extra-atmosferica si affacciano al cosmo pronte a investirci per ricavarne prestigio e guadagni.

Di riflesso, l'umanità gode degli effetti di una nuova corsa collettiva oltre il cielo: attività in settori all'apparenza distanti dall'industria spaziale, come l'agricoltura di precisione, la pianificazione assicurativa, la sorveglianza in tempo reale, i calcoli economici e l'*high frequency trading* finanziario, derivano e dipendono in maniera sempre più stretta da segnali e dati satellitari. Nuove attività economiche, non di rado lontane dagli investimenti nelle infrastrutture orbitanti, nascono e proliferano.

Lo scheletro dell'economia spaziale

Lo Spazio è il nuovo centro della Terra.

Lo dimostra quanto abbiamo appena descritto: è il cosiddet-

to *downstream* dell'economia extra-atmosferica, la frazione in cui convergono tutte le applicazioni e i servizi sviluppati a terra partendo dai dati provenienti dai dispositivi in orbita, nonché le risorse prelevate fuori dal nostro pianeta e poi sfruttate a suo beneficio. Insieme all'*upstream*, che invece comprende la progettazione, la costruzione, la messa in opera e la gestione delle infrastrutture orbitanti – dai lanciatori fino alle basi extraterrestri –, è uno scrigno economico che secondo la Satellite Industry Association (SIA) muoveva 384 miliardi di dollari nel 2022, mentre per i rapporti dell'organizzazione senza scopo di lucro Space Foundation nello stesso anno valeva 546 miliardi di dollari.¹⁰ La sensibile differenza tra i dati è imputabile alla mancanza di una definizione condivisa su quale sia il perimetro preciso della *Space economy*. Allo stesso tempo, questa situazione rivela quanto gli aspetti più innovativi della catena del valore ne rendano complessa una stima precisa.

È però unanime il riconoscimento del potenziale di crescita del settore: aumentata di centinaia di miliardi di dollari negli ultimi dieci anni, secondo il World Economic Forum (WEF) la *Space economy* è pronta a sfiorare gli 800 miliardi negli anni imminenti, per poi decollare verso un valore compreso fra i 1800 e i 2300 miliardi entro il 2035 (contro i 630 miliardi del 2023).¹¹ Quand'anche fosse corretta la stima più pessimistica, si tratterebbe comunque di una crescita media del 9% all'anno, superiore a quella del PIL globale.

È la società di consulenza McKinsey & Company a firmare il report intitolato *Space: The \$1.8 Trillion Opportunity for Global Economic Growth*, per il WEF, pubblicato nell'aprile 2024 e redatto con il coinvolgimento di oltre sessanta *opinion leader* del settore pubblico, privato e no profit, in rappresentanza di oltre quindici settori e della maggior parte del mondo. Il dossier distingue due macroaree: la prima è indicata

come la spina dorsale, o *backbone*, e comprende la costruzione dell'hardware, come satelliti e razzi, e i servizi direttamente prodotti dalle infrastrutture orbitanti (come quelli per la difesa, il geoposizionamento, le comunicazioni e il broadcasting). Per quest'area la proiezione parte da 330 miliardi di dollari nel 2023 per raggiungere i 755 miliardi nel 2035.

La seconda macroarea è rappresentata dal *reach*, vale a dire ciò che dalla spina dorsale si ramifica in termini per lo più di sfruttamento dell'informazione, che da poco meno del 50% della *Space economy* del 2023 (300 miliardi) diventerà preponderante con 1035 miliardi nel 2035. Poco di sorprendente, a onor del vero: come racconteranno le pagine seguenti, l'informazione che arriva dallo Spazio costituisce una miniera d'oro già oggi. Centinaia di terabyte quotidiani «piovono» in server e generano ricchezza grazie a software, algoritmi e applicazioni per fornire servizi anche ad aziende storicamente avulse dalle attività extra-atmosferiche; per esempio, quelle che sfruttano i dati di navigazione, come le app di *ride hailing* (tipicamente Uber), oppure la consegna di beni come quelle di corrieri e droni che portano fino alla soglia di casa un pacco o la spesa quotidiana. Sarà soprattutto questo segmento a guidare l'espansione del *reach* nei prossimi lustri.¹²

Sono incrementi confermati già oggi dall'attività globale di lancio, che dal 2021 affastella un record dopo l'altro, e dall'interesse crescente per lo sfruttamento delle risorse minerarie extra-atmosferiche, la più avveniristica e lucrosa delle prospettive astro-economiche, cui saranno dedicate alcune delle prossime pagine. In generale, scrive il World Economic Forum «lo Spazio diventerà sempre più una *connessione tra persone e beni*».¹³ Cinque settori (catena di approvvigionamento e trasporti; alimenti e bevande; difesa finanziata dallo Stato; vendita al dettaglio, beni di consumo e *lifestyle*; comunicazioni digitali) gene-

reranno oltre il 60% dell'aumento dell'economia spaziale entro il 2035. «Ogni industria può essere un motore per l'economia spaziale»; ma sarà anche e sempre di più una connessione tra cose e cose, quel sistema nervoso tecnologico di crescente importanza indicato come l'*Internet of Things*, pronto a collegare in un'unica rete mezzi, dispositivi e macchinari attraverso GPS, telecontrollo e diagnosi. Via via, a prescindere da quanto ne siamo consapevoli, l'influenza dello Spazio nella vita quotidiana di tutti sarà ubiqua e pervasiva.

Cambiare la quotidianità: il GPS

Per questo, lo Spazio è il nuovo centro della Terra.

Anche perché, come giustamente rileva il rapporto, dietro a tutto risuona costante il *trickle-down* di trasferimento tecnologico sulla società diffusa, vale a dire l'effetto per cui l'avanzamento spaziale e militare permette la progressiva democratizzazione o almeno «civilizzazione» della tecnologia, capace di semplificare la vita quotidiana di tutti, ogni giorno. Difficile non menzionare, fra gli esempi di maggiore evidenza, il Global Positioning System, meglio noto come GPS: ennesimo figlio dello «*Sputnik Moment*», il sistema fu progettato per guidare i missili nucleari dei sottomarini americani, ma oggi consente ai ricevitori portatili o addirittura tascabili di determinare con precisione la propria posizione geografica ovunque si trovino.¹⁴ Componente del Global Navigation Satellite System (GNSS), nonostante l'emergente concorrenza, il GPS rimane il più diffuso e sfruttato sistema di radionavigazione disponibile per gli aerei, le navi e qualsiasi altro veicolo a motore del mondo. È significativo costituisca uno degli strumenti fondamentali per la supremazia statunitense, quello sul cui funzionamento si basano le operazioni dei som-

mergibili, dei missili balistici, dei droni, dei mezzi corazzati, dei bombardieri e di ogni soldato dell'esercito. È tuttavia il suo imprescindibile ruolo nell'economia planetaria a essere l'aspetto più rilevante: la logistica, le telecomunicazioni, il traffico aereo e quello navale, il *cloud computing*, le emittenti radiotelevisive, le banche, le borse finanziarie – tutto e tutti usano il GPS per sincronizzare e far funzionare i propri servizi. Tutto e tutti sfruttano cioè ventiquattro satelliti gentilmente concessi dal Pentagono e disposti a raggiera a 20mila chilometri dalla Terra in modo che i segnali di almeno quattro di essi siano captati in continuità, e per un'ora come minimo, da un qualsiasi ricevitore terrestre.

Anche per questo lo Spazio è il nuovo centro della Terra.

Nuova corsa allo Spazio

Non è dunque un caso che il numero di satelliti in orbita (i quali, secondo rilievi OCSE, nel 2019 appartenevano ad almeno ottanta paesi diversi) stia aumentando con una progressione inarrestabile. Secondo uno studio di Edouard Mathieu e Max Roser,¹⁵ confortato dai registri della Union of Concerned Scientists (UCS) e dallo specifico indice redatto dallo United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA), nel gennaio del 2022 sono 4852 i satelliti operativi, di cui 2944 statunitensi. Di questi, 2516 sarebbero commerciali, 230 militari, 168 indicati come «governativi» e 30 come civili. Il fatto più significativo, però, è l'incremento degli apparati registrato in pochi mesi: già nel maggio del 2022, l'Union of Concerned Scientists registra 5465 satelliti attivi in varie orbite terrestri.¹⁶ A maggio del 2023 il numero complessivo dei satelliti operativi ha raggiunto le 7560 unità (5184 sono statunitensi e fra loro 4741 sono commerciali, 167 governativi, 30 civili e 246 militari).

Complementare, e non meno importante, è il numero record di missioni esplorative imminenti. La Luna è la meta di almeno otto agenzie spaziali diverse (con addirittura missioni commerciali pronte a orbitarle attorno); sei missioni punteranno a Marte e due ad altrettanti asteroidi, il tutto in una manciata di anni.¹⁷

Il 2022 è stato un anno record anche per i lanci, con 180 successi complessivi: sul podio gli Stati Uniti con 85, la Cina con 62 e la Russia con 22. È il numero più alto di sempre e supera di 44 quello registrato l'anno precedente. Lo *score* è dominato dai vettori spaziali della società statunitense privata SpaceX, dal governo e dalle imprese cinesi. A tal proposito, SpaceX, la compagnia spaziale dell'imprenditore di origini sudafricane, Elon Musk, nel 2022 ha inviato in orbita un razzo Falcon 9 ogni sei giorni circa, una frequenza addirittura aumentata nel 2023. I suoi 61 successi, che corrispondono ai circa due terzi di quelli statunitensi e a un terzo di quelli globali, eguagliano il record registrato dall'Unione Sovietica nel 1980 con il vettore R-7.¹⁸ Già nel 2018, poi, SpaceX aveva fatto decollare 21 lanciatori: un primato assoluto per un'azienda singola.

Il ritmo dei lanci spaziali, in particolare proprio per l'attività di un'azienda come SpaceX, non dà segni di decrescita. Tutt'altro. Ciononostante, delle circa novanta nazioni che, al 2023, hanno superato la soglia del cosmo, solo undici riescono a farlo utilizzando sistemi di lancio propri e solo tre (Stati Uniti, Russia e Cina) hanno spedito degli esseri umani oltre il cielo.

L'appetito spaziale, in ogni caso, non accenna a diminuire. Basterebbe notare che il numero degli oggetti lanciati dalla Terra dal 1957 (circa 16mila, secondo l'UNOOSA) e tuttora in orbita (più di 11mila) aumenta sensibilmente dal 2021, anno in cui nemmeno gli strascichi di una pandemia capace di bloccare il pianeta hanno impedito che si segnasse il record dai tempi

dello *Sputnik*: mentre i cittadini della Terra contrastavano il Covid-19, 1812 oggetti venivano spediti in orbita. Quel primato, poi, è stato superato due volte in due anni: 2478 gli oggetti lanciati nel 2022, più di 2600 quelli del 2023.

L'interesse per lo Spazio continua a crescere e con esso aumentano anche i budget pubblici per il settore, che fra il 2020 e il 2021 hanno superato i 100 miliardi di dollari – un picco dall'era del programma Apollo. In termini di valore assoluto, gli Stati Uniti vantano il finanziamento più corposo (più della metà di quello mondiale), seguiti (sebbene senza dati e conferme ufficiali) dalla Repubblica Popolare Cinese, dal Giappone e dalla Francia. Nell'arco di tre anni, d'altra parte, il censimento spaziale andrebbe – e andrà – rifatto daccapo, data la rapidità con cui i numeri cambiano.

Ma a che cosa si deve l'incremento di questi budget? Principalmente alla progressiva diminuzione dei costi di lancio che va di pari passo con un'evoluzione tecnologica galoppante; ma anche a una filosofia di gestione dei programmi presa di peso dalla Silicon Valley, filosofia che alla stringente qualifica spaziale delle tecnologie preferisce un loro aggiornamento in corso d'opera; infine, alla miniaturizzazione di ogni componente, il che si traduce nella creazione di satelliti di piccole dimensioni e nella possibilità di condividere tra più partner il medesimo lancio, il cosiddetto *ride share* (una sorta di Uber extraterrestre).

A sua volta il *return of investment*, o ROI, dei capitali immessi nel settore, assume forme diverse: guadagni di efficienza, eliminazione dei costi, ricadute dirette e indirette anche in ambiti all'apparenza separati dalle attività spaziali. Molti si registrano in domini come i servizi governativi, la difesa, i trasporti, il monitoraggio meteorologico e la gestione ambientale. Le attività spaziali, inoltre, sono ormai parte integrante di progetti ODA (Official Development Assistance) negli aiuti ai paesi in via di

sviluppo. Gli Stati Uniti, il Giappone, la Francia, la Norvegia, la Gran Bretagna e il Canada hanno già iniziato a classificare alcuni dei loro investimenti come parte dell'ODA: si stima che l'Africa abbia ricevuto, tra il 2000 e il 2016, più di 200 milioni di dollari per progetti spaziali, allocati in particolare nelle telecomunicazioni e nella gestione ambientale.¹⁹

Piccole e grandi realtà

I fatti fin qui illustrati testimoniano quanto le innovazioni tecnologiche si rincorrono, attraendo via via maggiori capitali pubblici e privati. Satelliti di ogni peso e dimensione (si va dai pochi grammi di un femtosatellite fino ai 180 chili di un minisatellite, con in mezzo le classi in ordine crescente dei pico, nano e microsatelliti), mega-costellazioni, mini-lanciatori, trasmissioni a banda larga e a bassa latenza, *Internet of Things* con connessione satellitare, voli umani commerciali: non si tratta di fenomeni isolati, bensì della punta di un iceberg socioeconomico pronto ad affermare la sua imponenza tra la terra e il cielo. O meglio, dalla Terra allo Spazio.

In questo contesto, si prevede che l'economia spaziale crescerà in parallelo all'espansione dei mercati e che le sue attività diventeranno sempre più interconnesse con i sistemi terrestri, i servizi e i prodotti di consumo. È indicativa la proliferazione di nuove startup spaziali: solo fra il 2015 e il 2019 sono almeno cinquecento quelle fondate tra gli Stati Uniti, l'Europa, il Giappone, la Cina e l'India. Anche se molte non possono ancora contare su un dimostratore, cioè un prototipo funzionante, il loro impatto è ragguardevole e il loro mercato potenzialmente globale. Anzi, extraplanetario.

A testimoniare meglio di altri sono due esempi italiani, an-

cor più incisivi perché lontani dalla culla statunitense dell'innovazione. Fondata nel 2011 a Fino Mornasco, in provincia di Como, con l'idea, allora più fantascientifica che lungimirante, di rispondere al problema degli *Space debris*, i «rifiuti spaziali», in poco più che un decennio D-Orbit arriva a definirsi un'impresa di «logistica spaziale» *tout court*.²⁰ Con più di 260 dipendenti, oggi si prepara all'ingresso nella Borsa dei titoli tecnologici di Wall Street, il NASDAQ. Soprattutto, punta strategicamente alla creazione di un cloud interplanetario in grado di veicolare cose, persone, ma anche informazioni, e all'*orbital manufacturing*, cioè la costruzione di infrastrutture direttamente nello Spazio, magari attingendo a materiali recuperati da stazioni di riciclo in orbita.

Non meno sorprendente, Argotec è l'unica azienda europea ad aver preso parte alla missione inaugurale del nuovo programma lunare statunitense, Artemis I, e al primo test di difesa planetaria attiva della storia, DART, concepito dalla NASA per deviare gli eventuali asteroidi pericolosamente vicini al nostro pianeta. A Torino, dove è stata fondata nel 2008 e ha la sua sede principale, progetta e realizza più di cinquanta satelliti all'anno, avvalendosi anche di una sala controllo per la gestione di alcune fasi operative. Nell'ottobre del 2023 ha investito 25 milioni di dollari nel suo nuovo impianto produttivo a Largo, nel Maryland, per progettare, sviluppare, costruire, testare e operare satelliti negli Stati Uniti.

È l'ennesima testimonianza di come le startup spaziali oggi prosperino grazie alla maggiore accessibilità al settore, al contenimento dei costi e alla digitalizzazione. Ambito, quest'ultimo, in cui l'Italia promette un progresso senza precedenti, anche per via dell'avanguardistica rete di fabbriche spaziali intelligenti del piano Space Factory 4.0: calcoli e simulazioni sono a portata di *click* grazie a software e hardware sempre più

performanti ed economici. La digitalizzazione ha reso possibile inserire anche nelle aziende spaziali i principi della filosofia del *lean manufacturing*, l'integrazione e lo sviluppo verticali di prodotti e di servizi.

Al fianco di queste realtà forti e in via d'espansione ve ne sono tante che, ugualmente virtuose, sono meno strutturate. In virtù della loro dimensione più contenuta, queste aziende risultano piuttosto agili e si contraddistinguono con una ricerca costante del processo più efficace e meno costoso per realizzare i propri obiettivi. L'avanzamento nell'industria delle stampanti 3D, in questi ambiti molto utilizzate, ha favorito la creazione di linee di assemblaggio, per esempio per la produzione in massa di piccoli satelliti. La manifattura additiva, cioè il *3D printing*, va imponendosi anche alle grandi industrie, che spesso si trovano a inseguire modelli aziendali di società minute proprio in virtù del loro spirito pionieristico.

Piccoli o grandi che siano, tutti quanti, dalla Terra, inseguono lo Spazio. Qualcuno riesce anche a raggiungerlo. E a cambiarne le regole.

13. I topi nello Spazio

Fra il 2014 e il 2018 almeno novecento piccoli satelliti sono arrivati nello Spazio: molti di più rispetto agli anni precedenti. Ma niente rispetto ai numeri che, negli anni successivi, sono stati raggiunti da SpaceX, la società di Elon Musk nata per portare dei topi su Marte.²¹

Perché prima di ogni record, prima dei sistemi di lancio riutilizzabili, delle mega-costellazioni orbitanti e dei contratti miliardari con la NASA, per Elon Reeve Musk – l'uomo che più di ogni altro, Bezos compreso, incarna il passaggio alla *new Space economy* – tutto iniziò con i topi.

La nascita del bambino prodigio

È il 28 giugno del 2001 quando Musk subisce quello che per lui è un colpo durissimo: compie trent'anni. A Justine Wilson, scrittrice e sua prima moglie, quel giorno confida di non sentirsi più «un bambino prodigio». Scherza solo a metà, e la sua malinconia è in parte giustificabile. Lo stesso mese, infatti, X.com, il progetto di *online banking* da lui fondato nel marzo

di due anni prima, diventa ufficialmente PayPal, ricordandogli che l'azienda gli è stata strappata di mano da un golpe messo a segno dalla autodefinitasi «PayPal Mafia», un gruppo molto compatto composto, fra gli altri, dagli amici Peter Thiel e Max Levchin. Musk riacquisterà il dominio X.com vent'anni dopo, re-indirizzandone il traffico a Twitter, già di suo possesso.

Era successa la stessa cosa già ai tempi della sua prima impresa, la Global Link, diventata Zip2 nel 1996 per l'investimento di tre milioni di dollari da parte della Mohr Davidow Ventures, che di fatto aveva scalzato Musk dal ruolo di amministratore delegato.

Al suo trentesimo compleanno sono questi i pensieri di Musk: la vita delle startup – «come mangiare vetro e scrutare nell'abisso»²² – comincia a sembrargli insopportabile, così come la Silicon Valley, dove gli imprenditori non fanno che parlare di acquisizioni e guadagni. Appena dopo l'estromissione da PayPal, il ragazzo venuto dal Sudafrica torna a riflettere sulla sua vocazione: è convinto che l'obiettivo di un imprenditore debba andare al di là dei fatturati. Come il giovane Michael Collins decenni prima, Musk si sente destinato a qualcosa «che duri nel tempo», qualcosa di diverso da un semplice servizio internet. Qualcosa di più alto, letteralmente. Qualcosa come lo Spazio, quello che da bambino solcava fantasticando di razzi e astronavi, quello in cui aveva ambientato il suo primo videogame, *Blastar*, programmato su un IBM PC/XT quando aveva tredici anni e venduto per 500 dollari alla rivista *Pc and Office Technology*. Se non fosse che quel tredicenne non c'è più, e per un trentenne con un patrimonio personale di oltre 200 milioni di dollari e la mentalità di Musk un sogno equivale all'azione.

In pochi mesi si trasferisce a Los Angeles, patria dell'aerospaziale americano e arena dei protagonisti del settore, da Lockheed Martin a Boeing, fino alla NASA. Per farsi notare fa un

paio di donazioni alla Mars Society, un gruppo che promuove l'esplorazione e la colonizzazione del Pianeta Rosso. Con 5000 dollari prima e 100mila poco dopo, finanzia la costruzione di un centro di ricerca nel deserto. Conquistata l'altrui fiducia, alza la posta. Sa che la Mars Society vorrebbe spedire in orbita terrestre bassa un gruppo di topi a scopo dimostrativo. Lui, i topi, pensa bisognerebbe spedirli direttamente su Marte.

Le battute sul formaggio spaziale che cominciano a girare sul suo conto non lo toccano. Per Musk l'esplorazione del cosmo è uno dei compiti della nostra specie, cui sarebbe irresponsabile abdicare. Quando scopre che la NASA non ha un piano per raggiungere le lande marziane si convince di trovarsi su questo pianeta per portare l'umanità su un altro.

Da Mars OASIS a SpaceX

Serve, tuttavia, un'idea clamorosa per stupire l'opinione pubblica, un gesto che spinga tutti a pensare di nuovo a Marte e a riflettere sul reale potenziale dell'umanità. È qui che il sogno si evolve nel progetto. Nasce Mars OASIS: con un razzo acquistato dai russi (gli unici ad averne alla portata di un ristretto budget privato), Musk e il suo nuovo team – che comprende Michael Douglas Griffin, futuro amministratore della NASA – puntano a lanciare un laboratorio «vivente», una camera di crescita fitologica in cui coltivare piante sulla superficie marziana.

Quando dopo snervanti appuntamenti con la NPO Lavochkin, un'azienda che aveva già costruito sonde destinate a Marte e Venere per l'agenzia russa Roscosmos, Musk si rende conto che i suoi propositi non sono presi sul serio, decide di stravolgere il settore. Aveva capito che, sprovviste di una vera concorrenza, le industrie aerospaziali costruivano prodotti costosi e dalle pre-

stazioni perfette: ogni lancio era eseguito in Ferrari, quand'anche sarebbe bastata un'utilitaria.

Musk pensa diversamente: avrebbe applicato alla *Space economy* l'approccio al rischio e allo sviluppo dei programmi tipico della Silicon Valley, aggiungendoci gli straordinari progressi in capacità di calcolo dei computer e l'avanguardia della scienza dei materiali. Il suo approccio, presto noto come «Spazio reattivo», avrebbe scardinato un modello industriale immutato dagli anni sessanta: una stasi impensabile per Musk, anzi un peccato originale, capace di bloccare lo sviluppo di un settore, e forse dell'umanità tutta, per quasi mezzo secolo.

Nel giugno del 2002, in un vecchio magazzino in affitto al 1310 di East Grand Avenue a El Segundo, sobborgo di Los Angeles, Musk dà vita alla Space Exploration Technologies. All'inizio la chiama SET, ma impiega poco per passare a un nome più facile da ricordare e, soprattutto, con la sua lettera preferita in risalto: il mondo comincia a sentir parlare di SpaceX. Nelle intenzioni del fondatore, SpaceX avrebbe evitato gli sprechi degli appaltatori governativi, e avrebbe chiamato il suo primo razzo Falcon 1, in omaggio alla celebre astronave di Han Solo della saga di *Star Wars*, portando in orbita, entro la fine dell'anno successivo, un carico di 635 chilogrammi a un prezzo di 6,9 milioni di dollari, in un mercato in cui lanciare 250 chili costava almeno 30 milioni.

Secondo lui basterà mettere in discussione qualsiasi requisito imposto dagli stringenti protocolli della NASA o delle Forze Armate, costruire in proprio anziché comprare da altri e avere fede nel metodo muskiano: fai in fretta, fai esplodere tutto, ricomincia. Quello che al momento di impostare questa scaletta Musk ancora non sa, però, è che nello Spazio nessun obiettivo è facile da raggiungere.

Lo schiaffo della realtà

«SpaceX è impegnata per il lungo periodo e ci riusciremo, accada quel che accada.» Finisce così la lettera pubblica con cui Musk commenta il fallimento del primo lancio del Falcon 1, il 24 marzo 2006. Venticinque secondi dopo essersi staccato dalla rampa sull'isola di Kwajalein, la più grande di un atollo fra Guam e le Hawaii, il motore Merlin del Falcon aveva preso fuoco, facendo precipitare il razzo. Il satellite che trasportava era caduto, più o meno intatto, direttamente dentro il laboratorio di SpaceX, sfondandone il tetto.

Quasi un anno dopo, il 21 marzo 2007, è lo sciabordio del propellente nel secondo stadio – l'undicesimo principale fattore di rischio nella lista dei quindici stilata dai tecnici – a portare il nuovo Falcon 1 fuori traiettoria fino a farlo esplodere solo cinque minuti dopo il decollo. Musk, in risposta, impone che la lista delle criticità sia presa in considerazione fino all'undicesimo punto. Ma ciò non basta a evitare il fallimento del lancio successivo. Il 2 agosto 2008, dopo un decollo inizialmente riuscito, durante la ricaduta verso Terra, un ritorno di fiamma spinge il primo stadio del *Falcon* contro il secondo, facendoli precipitare entrambi con il loro prezioso carico: un satellite dell'Aeronautica militare da 90 chili, due satelliti più piccoli della NASA e le ceneri di James Doohan, l'attore che aveva interpretato Scotty in *Star Trek*. Quanto di lui rimasto sarebbe comunque volato nello Spazio qualche anno dopo, su un Falcon 9.

«Ce la faremo. Andrà tutto bene. Non abbiate paura» rassicura Musk. Le sue parole hanno l'effetto di un tonico, soprattutto perché il suo staff sa quanto possa essere spietato in caso di imprevisti. Era stata questa sua severità ad aver portato, nel 2007, all'abbandono di SpaceX da parte di Jeremy Hollman, luogotenente del progettista capo, Tom Mueller.

Quello che invece lo staff di Musk non sa è che il fondatore è sull'orlo della bancarotta (e del divorzio da Justine Wilson, con cui frattanto ha avuto cinque figli più un altro, Nevada, morto ad appena dieci settimane). In sei anni Musk ha riversato nella sua azienda un centinaio di milioni di dollari ed esaurito i fondi messi da parte, sufficienti per finanziare tre lanci. Come non bastasse, anche l'altra sua società, la Tesla, specializzata nella produzione di automobili elettriche, sta attraversando una grave crisi finanziaria, tenuta a bada non senza operazioni al limite della legalità (all'inizio del 2008, per esempio, Musk copre le spese attingendo agli anticipi versati dai clienti per autovetture Roadster non ancora costruite).

Per qualche ora, il 2 agosto 2008, SpaceX sembra finita. Poi si sparge una voce, confermata con un annuncio ufficiale il giorno dopo, di un finanziamento inaspettato da venti milioni di dollari. I soldi arrivano dal Founders Fund, il gruppo di Peter Thiel, Ken Howery e Luke Nosek, gli stessi che avevano fondato PayPal con Musk e poi, otto anni prima, l'avevano estromesso senza troppi complimenti dal ruolo di amministratore delegato. «Una strana manifestazione del karma» butta lì Musk.

Il quale, tipico del suo stile, mentre alcuni progettisti lavorano al quarto e a quel punto decisivo lancio, incarica un altro gruppo di sviluppare il Falcon 9, un razzo a nove motori che al posto del Falcon 5, secondo lui dovrebbe sostituire lo *Space Shuttle*, in dismissione. SpaceX non ha ancora raggiunto lo Spazio, ma Musk la prepara già a quelli che è convinto un domani saranno i grandi appalti della NASA. Non solo: si rivolge alla Barber-Nichols, un produttore di turbopompe del Colorado, chiedendo supporto nello sviluppo del razzo più grande della storia, il Big Falcon Rocket (o BFR, che dopo numerosi cambi di nome diventerà il *Super Heavy*), quello completamente riutilizzabile che nella sua testa porterà l'umanità, insieme

con la navicella *Starship*, a sbarcare su Marte entro una ventina d'anni, trenta al massimo.

Infine, Falcon 1

Dipende tutto dal quarto e forse ultimo lancio, imposto da Musk (e dai soldi rimasti) entro la scadenza record di sei settimane. Quasi compromesso prima ancora di essere effettuato per un problema di pressurizzazione durante il trasporto del razzo da Los Angeles, il lancio viene fissato il 28 settembre del 2008, una domenica.

Per la tensione, quel giorno Musk va a Disneyland con i figli e il fratello Kimbal, presentandosi in sala controllo solo pochi minuti prima dell'accensione dei motori. Visti i tre fallimenti precedenti, stavolta il Falcon 1 non ha nemmeno un vero carico, ma 163 chili di zavorra.

Le prime urla di gioia nella sede di SpaceX, nel frattempo trasferitasi a Hawthorne in California, si alzano appena il Falcon si stacca dalla rampa. Sono poi fischi di entusiasmo quelli che si sentono in webcast quando, a novanta secondi dal *liftoff*, il secondo stadio del razzo, spinto dal motore Kestrel, si separa con successo. Dopo nove minuti di volo, il Falcon 1 raggiunge l'orbita prevista diventando la prima macchina costruita da un privato a riuscirci. Kimbal Musk scoppia a piangere, in piedi accanto al fratello che ha appena iniziato a urlare, agitando i pugni in aria. Ci sono voluti sei anni per inaugurarlo, cioè quattro e mezzo più di quanto promesso, ma adesso un capitolo nuovo dell'economia spaziale è cominciato.

Da lì in avanti, il Falcon 1 sarebbe stato ricordato come il primo mezzo privato a entrare in orbita partendo da terra. Il team che l'ha progettato, iniziando da zero e costruendone per

proprio conto ogni componente, conta cinquecento dipendenti. La sola divisione aerospaziale di Boeing ne impiega 50mila.

Ad accorgersene prima di tutti, come preconizzato da Musk, è la NASA: con l'imminente chiusura del programma Space Shuttle, l'ente spaziale bandisce un appalto per i cosiddetti Commercial Resupply Services, il trasporto di equipaggi e materiali da, e verso, la Stazione Spaziale Internazionale. È un approccio insolito anche per l'ente spaziale e, a partire dal 2009, sarà fortemente sostenuto da Barack Obama, il neopresidente nato lo stesso anno in cui Kennedy aveva promesso che l'America avrebbe inviato un uomo sulla Luna. D'altronde, già nel settembre del 2008, poco prima che SpaceX effettuasse il suo quarto e forse ultimo tentativo sulla rampa, Obama era stato istruito dalla sua consulente per le questioni spaziali, Lori Garver. Veterana della NASA, Garver aveva suggerito – non senza rischi, visto il poco entusiasmante *score* di SpaceX – di cambiare l'approccio americano allo Spazio e alla costruzione dei razzi. Il previsto programma Constellation, approvato dall'amministrazione di George W. Bush, deputato al completamento della Stazione Spaziale Internazionale e al ritorno sulla Luna «non oltre il 2020», si basava sui contratti a costo variabile affidati alla United Launch Alliance, la joint venture costituita nel 2006 da Lockheed Martin, e a Boeing, incaricate di costruire gran parte dei componenti. In pochi anni i costi erano più che raddoppiati e nulla garantiva che l'emorragia si sarebbe fermata. Garver aveva quindi proposto al futuro inquilino della Casa Bianca di abbandonare il programma Constellation e di lasciare che fossero le aziende private a sviluppare dei mezzi capaci di trasportare gli astronauti oltre l'atmosfera.

Il suggerimento, assecondato da Obama nonostante le tante contrarietà, *in primis* quelle di Neil Armstrong e del comandante dell'*Apollo 17*, Eugene Cernan, «The last man on the

Moon», avrebbe avuto un peso determinante sull'evoluzione del settore, portando peraltro Garver a essere nominata vice amministratrice della NASA solo qualche mese dopo.

Forti del primo, clamoroso, successo, qualche settimana dopo il lancio di agosto, Musk e il suo braccio destro, Gwynne Shotwell, volano a Houston per sostenere la propria candidatura con la NASA. Peraltro, in occasione di questo incontro, Musk, consapevole di quanto il suo barcamenarsi fra Tesla e SpaceX preoccupi l'ente spaziale, decide di affidare a Shotwell la presidenza dell'azienda. La notizia arriva il 22 dicembre del 2008 e pone fine a un anno pieno di tensioni per Musk: SpaceX, ottiene un contratto da 1,6 miliardi di dollari che prevede dodici missioni di andata e ritorno verso la Stazione Spaziale Internazionale (ISS).

All'azienda non rimane che costruire il suo Falcon 9 e l'altro progetto appena approvato, la capsula Dragon, da usare intanto per i rifornimenti della Stazione Spaziale Internazionale e poi, un giorno, anche per il trasporto umano. Sono piani che ovunque costerebbero miliardi. Ma Musk ha un'idea: deve realizzarli simultaneamente e a un prezzo molto, molto più basso.

Dopo sei anni di tentativi, la sua rivoluzione è solo partita. Marte sembra un po' più vicino. E non sono più topi quelli che SpaceX vuole portare fin là.

14. SpaceX

Se si escludono tre esplosioni e un ritardo di un lustro, SpaceX è andata ben oltre quanto si aspettassero tutti (tutti, tranne Musk): oggi la compagnia domina il mercato dei lanciatori. E non solo.

Con una valutazione, nel maggio 2024, di oltre 200 miliardi di dollari, l'azienda vanta investitori di alto profilo come i gruppi statunitensi Fidelity Investments e Alphabet – la holding cui fa capo Google –, Bank of America, il Public Investment Fund (cioè il fondo sovrano dell'Arabia Saudita), l'Abu Dhabi Investment Authority e, dall'ottobre 2023, Intesa San Paolo, il più grande gruppo bancario italiano.

SpaceX è un esempio unico nel suo genere. È in grado di gestire l'intera filiera delle missioni spaziali: dalla manifattura di razzi vettore, di veicoli per il trasporto (con e senza equipaggio) e di satelliti, come quelli della costellazione per la connettività a banda larga Starlink, fino alla rete di supporto a terra, che assicura la regolare erogazione dei servizi. I lanci sono venduti a una clientela vasta, che comprende sia realtà istituzionali come la NASA, il governo statunitense e l'Agenzia Spaziale Europea, sia piccole compagnie, compresi i privati che aspirano a esse-

re astronauti per qualche giorno, come accade nelle missioni in collaborazione con la texana Axiom Space o nel progetto dearMoon, il quale, interamente pagato dall'imprenditore giapponese Yūsaku Maezawa, prometteva di portare, primo nella Storia, un equipaggio di civili attorno alla Luna. Tuttavia il progetto è cancellato agli inizi di giugno 2024.

L'unione vincente di Shotwell e Musk

La posizione dominante di SpaceX è in buona parte da attribuire alla gestione di Gwynne Shotwell, presidentessa dell'azienda, oltre che sua *chief operating officer*. Nata Gwynne Rowley e cresciuta in uno dei sobborghi a nord di Chicago, al liceo era stata giocatrice di pallacanestro e capitana delle cheerleader. Laureata in ingegneria alla Northwestern University – dopo aver rifiutato un invito «per non sembrare troppo nerd» del Massachusetts Institute of Technology –, uno dei suoi primi colloqui di lavoro era stato alla IBM nel gennaio 1986. Era il 28 del mese; lungo il tragitto, si era fermata davanti alla vetrina di un negozio per osservare lo *Space Shuttle Challenger* decollare verso lo Spazio con la prima «persona normale» a bordo, l'insegnante Christa McAuliffe. Quando, settantatré secondi dopo essersi staccato dalla rampa, il *Challenger* si era disintegrato insieme con i sette astronauti del suo equipaggio, Shotwell era rimasta così scossa da compromettere il colloquio e l'eventuale assunzione.

Era finita a Detroit, assunta dalla Chrysler, dove aveva capito che le sfide ingegneristiche più difficili del settore automobilistico erano state già affrontate o appaltate ad aziende estere. Deciso di laurearsi una seconda volta, aveva scelto di farlo in matematica applicata; quindi, nel 1988, aveva lasciato la Chrysler e si era trasferita in California, con l'intenzione di

occuparsi di un ambito che fosse stimolante e ancora trainato dagli Stati Uniti: il volo spaziale.

Trovato lavoro come *thermal analyst* alla Aerospace Corporation di Los Angeles, nel 1991 era finita a lavorare alla missione STS-39 dello Space Shuttle. Quel lavoro le aveva dato la possibilità di collaborare con la NASA, il dipartimento della Difesa e la comunità scientifica internazionale, concedendole di costruire vari rapporti che, col tempo, si sarebbero rivelati strategici. Dopo dieci anni alla Aerospace Corporation era stata assunta come responsabile delle vendite dei sistemi aerospaziali alla Microcosm, una startup specializzata in consulenze. Nei tre anni trascorsi lì era riuscita a espandere lo staff di un'azienda che al suo arrivo minacciava forti tagli del personale.

Gli uffici della Microcosm erano poco distanti da quelli della neonata SpaceX. Aveva incontrato Musk la prima volta grazie a un collega appena assunto in SpaceX come responsabile delle operazioni di lancio, l'ingegnere tedesco Hans Königsmann, ed era rimasta colpita dalle competenze tecniche dell'imprenditore sudafricano – «conosceva tutti i dettagli» avrebbe detto di lui. Il fatto che senza giri di parole avesse confidato a Musk quanto SpaceX le sembrasse non avere idea di come vendere i propri servizi aveva invece impressionato lui: «Il tizio che mandate a parlare con i potenziali clienti è uno sfigato».

Il giorno successivo al primo incontro Musk le aveva proposto di diventare vicepresidente allo sviluppo aziendale, ruolo che Shotwell aveva accettato, non senza esitazioni, nel settembre del 2002, diventando la settima dipendente di SpaceX e realizzando quella che si sarebbe confermata come «l'assunzione più importante della società».²³ Oggi la donna guida la compagnia con una visione strategica che in tanti provano a imitare senza riuscirci, e schermo SpaceX dalle spesso controverse esternazioni pubbliche del suo fondatore, nel frattempo diventato proprie-

tario del social network Twitter, acquistato nell'ottobre del 2022 per 44 miliardi di dollari e ribattezzato X.

Davide contro Golia, Musk contro il sistema

A onor di cronaca, andrebbe precisato che l'audacia di Shotwell, come la saggezza latina prescrive, almeno all'inizio fu aiutata dalla fortuna. O, per meglio dire, da una tragedia fortuita: un anno prima che la donna entrasse in SpaceX, l'ingegnere aerospaziale Steven Walker era seduto alla sua scrivania al Pentagono quando il volo 77 dell'American Airlines si schiantò a poche decine di metri da lui e sfondò le pareti del quartier generale del dipartimento della Difesa degli Stati Uniti. Come su tanti altri, gli attacchi terroristici dell'11 settembre 2001 ebbero un forte impatto sull'ingegnere, in particolare perché testimoniarono quanto la reazione statunitense potesse essere lenta.

Un anno più tardi, mentre Shotwell veniva assunta da Musk, Walker fu trasferito alla Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) per coordinarne un programma deputato a velocizzare la capacità reattiva della Difesa. Per coincidenza, o ironia del destino, il programma si sarebbe chiamato FALCON, acronimo di Force Application and Launch from Continental United States (e no, non aveva alcuna relazione con i razzi di Musk).

Il programma doveva centrare due obiettivi separati: sviluppare un'arma ipersonica e realizzare un lanciatore *low cost* che fosse in grado, con un budget di cinque milioni a lancio, di spedire in orbita un carico di almeno 450 chilogrammi. Il traguardo avrebbe peraltro destato la stagnante industria aerospaziale americana. Per questo la DARPA, nel maggio del 2003, aveva cominciato a sollecitare i suoi fornitori, consolidati o po-

tenziali che fossero. Erano arrivate proposte da ventiquattro aziende e Walker aveva stabilito che nove di loro avrebbero ricevuto mezzo milione di dollari ciascuna per lo studio di progettazione. Due raggiunsero la selezione finale: il progetto per un razzo aviotrasportato di AirLaunch, una piccola compagnia di Kirkland, Washington, che prevedeva lanci da un Boeing C-17; e quello di un razzo di piccole dimensioni, proposto da SpaceX e chiamato Falcon 1.

AirLaunch, lo Spazio, non lo raggiunse mai. L'azienda chiuse i battenti nel novembre del 2008. A vent'anni di distanza, invece, i successi di SpaceX sono incontestabili, sebbene per ottenerli sia servita anche qualche azione legale, come quella intentata e vinta contro la NASA nel 2004. A Washington, davanti a una commissione del Senato e contro il parere di Shotwell, che temeva si sarebbe così preclusa qualsiasi collaborazione con il governo, Musk aveva impugnato un contratto affidato alla rivale Kistler Aerospace ed era riuscito a dimostrare non solo l'irregolarità dell'appalto, ma anche quanto i contratti variabili, cosiddetti *cost plus*, cioè quelli usati in prevalenza dalla Difesa e dalla NASA, ostacolassero l'innovazione: garantendo agli appaltatori un profitto in aggiunta al rimborso delle spese, i *cost plus* non scoraggiavano ritardi di consegna e sforamenti, anche pantagruelici, dei budget. Anzi, come dimostrato dal programma Constellation affidato in buona parte alla United Launch Alliance, i membri dell'esclusivo club degli *Space contractors* non avevano alcun interesse a correre rischi, a sviluppare soluzioni creative e a tagliare tempi e costi. Non a caso, l'élite era perlopiù composta dagli stessi grossi nomi – vedi Boeing e Lockheed Martin – coinvolti nel business spaziale dai tempi dell'Apollo, se non da prima.

«Con questo sistema non si va su Marte. Ti spinge a non concludere alcunché. Se non porti mai a termine un contratto *cost plus*, rimani attaccato alle tette del governo per sempre» rac-

conta Musk, il quale tramite il processo riuscì ad aggiudicare a SpaceX una parte sostanziosa del contratto già affidato a Kistler Aerospace. Non si trattava solo di una bega legale con finale a sorpresa; era il primo scricchiolio di una struttura economico industriale ingessata da sessant'anni, la prima vittoria del rivoluzionario Davide contro gli istituzionalizzati Golia dello Spazio, o, fuor di metafora, l'apertura del pertugio attraverso il quale l'aggettivo *new* si sarebbe accomodato davanti a *Space economy*. «Andarono tutti fuori di testa» dice ancora Musk.

«Fare Spazio» oggi

A ben vedere fu sia questione di forma che di sostanza. Dal 2003 SpaceX è stata sì destinataria di investimenti governativi per quasi 20 miliardi di dollari, motivo per cui è difficile dar torto agli scettici che ravvisino la natura ben poco privata del suo business; cionondimeno, è pagata quando raggiunge i propri obiettivi. Non ci sono *cost plus* né sussidi a garantire la sostenibilità economica dell'azienda sempre e comunque.

Peraltro è molto probabile che a lungo termine SpaceX punti a diventare più un *service provider* che una manifattura di hardware spaziali. Così fosse si svincolerebbe, in tutto o in parte, dai finanziamenti governativi.

Oggi, con 13mila dipendenti,²⁴ l'azienda costruisce quotidianamente diversi Starlink, la costellazione per la connettività internet a banda larga e a bassa latenza che è previsto possa arrivare a contare 12mila satelliti in orbita bassa (e con un'estensione già approvata fino a 42mila). Gli apparati orbitanti sono pronti a erogare i propri servizi a chiunque sia disposto a comprarli e ovunque nel mondo, oceani compresi. Il 2024 per lo scambio di dati e chiamate e il 2025 per la connessione di

dispositivi IoT (che rimandano a quell'*Internet of Things* di cui abbiamo raccontato) saranno ricordati come gli anni inaugurali dei servizi spaziali *direct to cell*, con telefoni e dispositivi portatili direttamente connessi alla nuova versione dei satelliti della costellazione, gli *Starlink v2 Mini*, dotati di un modem avanzato e capaci di garantire l'accessibilità alla rete di SpaceX senza la necessità, per gli utenti, di disporre di un hardware dedicato o *service provider*, come si diceva (i primi test in orbita risalgono al gennaio del 2024).

È da dire che i cinquemila satelliti già in orbita dispensano internet a tre milioni di clienti, molti meno di quei 20 milioni che SpaceX aveva promesso di raggiungere entro il 2022. Secondo alcune indiscrezioni del *Wall Street Journal*,²⁵ il primo attivo dopo due anni di «perdite significative» sarebbe stato registrato solo nel primo trimestre del 2023 (55 milioni di dollari su un fatturato di 1,5 miliardi). Al di là di ciò, quel che conta è che le ambizioni, l'attività e la filosofia del «fare Spazio» di SpaceX hanno cambiato in soli vent'anni l'approccio universale al settore spaziale e la sua percezione.

Nel frattempo, con un Falcon 9 spedito in cielo ogni sei giorni nel 2022, l'azienda mantiene una frequenza di lancio insostenibile per chiunque altro, procedendo a un ritmo, fino a pochi anni fa, neanche immaginabile. Ancora una volta SpaceX giura sia solo l'inizio: l'obiettivo dichiarato per il 2023 di cento lanci in un anno è stato sfiorato quasi senza intoppi – novantotto lanci compresi i due test di Starship – sfruttando le tre rampe della compagnia, sparse tra la California (nella base della Space Force di Vandenberg) e la Florida (a Cape Canaveral, dove SpaceX affitta la piattaforma 39A dalla NASA e la 40 dalla Space Force). Il tutto è regolato dal centro di controllo di Hawthorne che, con due *control room* indipendenti, può gestire decolli in contemporanea.

Forte del suo ruolino di marcia, il 5 ottobre del 2022 SpaceX ha cercato l'ennesimo record: effettuare tre lanci in trentuno ore. Il primo, dalla Florida, è stato quello della missione Crew-5, deputata a portare sulla Stazione Spaziale Internazionale quattro astronauti, un'attività ormai ordinaria per la società. Dal maggio del 2020, infatti, grazie alle capsule Crew Dragon, SpaceX trasporta con regolarità equipaggi verso l'avamposto orbitante. Che cittadini americani raggiungessero lo Spazio a bordo di mezzi americani partendo dagli Stati Uniti non succedeva dall'8 luglio del 2011.

Jeff Bezos, l'altro

Ma si torni al record tentato il 5 ottobre del 2022. Sette ore dopo la partenza di Crew-5, mentre la prima *control room* seguiva l'avvicinamento della capsula *Endurance* alla iss, la seconda gestiva dalla California il lancio di un Falcon 9 con cinquantadue satelliti Starlink a bordo; appena rilasciati gli apparati in orbita, poi, già iniziavano i preparativi per il lancio di due satelliti per collegamenti radiotelevisivi della Intelsat, dall'altra rampa di Cape Canaveral. Trentuno ore dopo la partenza degli astronauti, nel frattempo arrivati sulla iss, il terzo decollo è stato rinviato a causa di una piccola perdita di carburante. Record sfumato (sebbene il lancio sia stato eseguito con successo pochi giorni dopo).

Un'attività simile è resa possibile dal riutilizzo del primo stadio dei razzi, completo dei motori, il vero Santo Graal, se non la chimera, dello Spazio fino al 21 dicembre 2015, quando SpaceX, prima nella Storia a riuscirci, ha riportato a terra un vettore staccatosi pochi minuti prima dalla rampa e in grado di portare in orbita undici satelliti. Una novità destinata a in-

cidere l'evoluzione del settore e forse non solo, promettendo progressive riduzioni dei costi di lancio.

Per questo sarebbe il caso di soffermarsi tornando all'altro *Space billionaire*, quello lasciato a raccogliere entusiasmi in una sala da ballo nel 2019. Quello che, almeno in senso cronistorico, è l'iniziatore della *Space (economy) revolution*. Per questo, insomma, sarebbe il caso di tornare a Jeff Bezos che, il 21 dicembre del 2015, subito dopo l'epocale rientro a terra del Falcon 9, aveva squarciato il radioso cielo di SpaceX con un lampo da centoquaranta caratteri scagliato via Twitter: «Congratulazioni a @SpaceX per aver fatto atterrare il booster suborbitale del Falcon. Benvenuto nel club!» diceva la smilza riga di testo, alludendo a un volo di un mese prima in cui un razzo di Blue Origin, alzatosi fino a 100 chilometri, era tornato a posarsi a terra undici minuti dopo.

In una frazione di secondo, l'estasi gioiosa di Musk era diventata furia. Com'era possibile, si chiedeva, non cogliere la differenza fra un razzo, quello di Blue Origin, che atterra dopo avere sì e no lambito lo Spazio e il Falcon 9, capace di fare lo stesso ma dopo avere spedito un carico in orbita?

Per rispondere sarebbe il caso di tornare a *quell'altro*, a Jeff Bezos.

15. La civiltà multiplanetaria

Le divergenze tra Bezos e Musk hanno radici profonde, ormai lontane nel tempo. Arrivano da una passione comune e bruciante, come quella di Korolëv e Gluško, da un fuoco che porta a percepire lo Spazio come l'unica e inevitabile meta finale dell'evoluzione umana. Più che uno scopo imprenditoriale, l'ambizione dei due *Space billionaires* è una missione salvifica, striata di messianismo. Almeno a giudicare dalle loro esternazioni: «Non credo la stasi sia compatibile con la libertà» usa ripetere Bezos. «Possiamo risolvere il problema in un unico modo: spostandoci fuori dal Sistema solare.» E Musk gli fa eco: «Un razzo pienamente riutilizzabile fa la differenza tra una civiltà monoplanetaria e una multiplanetaria». Si avverte il riverbero della celeberrima frase di Ciolkovskij: «La Terra è la culla dell'umanità, ma non si può vivere in eterno nella culla». Lo spirito, del resto, è lo stesso.

Convinti entrambi che la sostanziale differenza rispetto agli anni sessanta riguardi la capacità tecnologica, fin dall'inizio l'idea comune a Musk e Bezos era e sarebbe stata trasformare l'accesso allo Spazio esterno in una questione via via più facile, meno costosa, ripetibile. Per farlo serviva costruire qualcosa di mai realizzato prima: razzi riutilizzabili.

Sono stati i modi e gli approcci per raggiungere l'obiettivo, oltre ai divergenti interessi economici, ad allontanare i due miliardari. I due si incontrarono per la prima volta nel 2004, quando Bezos accettò l'invito di Musk a visitare una duenne SpaceX. Su sollecitazione, piuttosto piccata, di Musk, Bezos ricambiò la cortesia e poco dopo permise a Musk e alla moglie, allora ancora Justine Wilson, di fare un giro nella fabbrica di Blue Origin a Seattle.

L'aveva fondata quattro anni prima, dopo aver visto con lo scrittore di fantascienza Neal Stephenson *Cielo d'ottobre*, la trasposizione cinematografica dell'autobiografia di Homer Hickam Jr., figlio di un minatore di carbone diventato un ingegnere della NASA specializzato nei sistemi di propulsione dello Space Shuttle. Alla fine del film, il fondatore di Amazon aveva confessato a Stephenson di avere sempre voluto avviare un'azienda spaziale. «Perché non inizi oggi?» gli aveva prontamente risposto l'altro. Detto, fatto: l'8 settembre del 2000, Stephenson divenne il primo dipendente della neonata Blue Origin, insieme con una settantina fra altri pensatori e ingegneri.

Blue Origin

Fin dal primo giorno Bezos ha lasciato che i suoi sogni più ambiziosi confluissero in Blue Origin. Non è perciò da escludere che i consigli dati da Musk all'imprenditore durante quell'incontro del 2004 abbiano infastidito quest'ultimo, in particolare quello di abbandonare una certa architettura dei motori considerata dal patron di SpaceX fallimentare. Ritenendo un po' troppo sicuro di sé l'interlocutore, che in quel momento non era ancora riuscito a lanciare alcunché nello Spazio, Bezos ne ignorò i suggerimenti. Grazie ad Amazon aveva imparato ad avere pazienza

e a percorrere la propria strada con calma e perseveranza, anche a rischio di incontrare ostacoli all'apparenza insormontabili.

Sintetizzò il suo approccio in una lettera che ogni nuovo dipendente si vedeva consegnare all'arrivo in azienda, evidenziando due concetti cardine: il motto di Blue Origin – *Gradatim, ferociter*, che potremmo rendere con «Passo dopo passo, ferocemente» – e uno stemma in cui un paio di tartarughe procedono verso le stelle: l'esatto contrario della rocambolesca corsa verso l'ignoto, un fallimento dopo l'altro, intrapresa da Musk e SpaceX.

Benché nemmeno lui, allora, potesse saperlo, per Bezos la lenta scalata verso le stelle era iniziata già negli anni novanta, quando internet era un UFO (cioè un Unidentified Flying Object o Unknown Flying Object; o, per meglio dire, uno UAP, cioè un Unidentified Anomalous Phenomena o Unidentified Aerial Phenomena), gli avvistamenti entusiastici del quale si moltiplicavano su giornali e televisioni. E questo nonostante la Rete, con la «R» maiuscola, fosse un sistema lento e rumoroso per distribuire qualche immagine e i pensieri dei pochi iniziati all'esoterica programmazione in html.

Con poco meno di trent'anni e una laurea a Princeton in ingegneria elettronica, Jeffrey Preston Bezos, nato Jorgensen il 12 gennaio 1964 ma più noto come Jeff, lavorava a Wall Street nel prestigioso *hedge fund* D.E. Shaw. Non un impiego mal retribuito e per di più l'occasione per fargli incontrare una collega diventata sua moglie nel 1993, MacKenzie Scott, una delle prime persone a dirsi attratta da quella strana, debordante risata (che a onor il vero, YouTube *docet*, terrorizza più d'uno).

Eppure in quel momento Bezos non riusciva a togliersi un'idea dalla testa: quando i nerd ancora filosofeggiavano sul da farsi, nella sua fantasia internet era già commercio fatto in Rete, era la possibilità di ricevere un prodotto senza muoversi

da casa, un modo quasi ovvio di saltare l'intera filiera della distribuzione e della vendita al dettaglio.

Un giorno qualunque, durante una pausa pranzo, propose al capo una passeggiata. Gli raccontò per filo e per segno la sua visione del futuro: immaginava un negozio online che, iniziando col vendere libri (il bene più facilmente commerciabile da un catalogo elettronico), si sarebbe esteso a chissà quanti altri prodotti; forse a tutti, grazie a una logistica via via più avanzata, alla velocità dei pagamenti con carta di credito e alla capacità del servizio digitale di migliorarsi in modo autonomo. «Un'idea eccezionale» osservò il capo «ma detta da uno che non dovrebbe lavorare qui.»

Bezos prese l'osservazione parecchio sul serio. Di lì a poco salutò l'impiego e Wall Street. Con la moglie piantò baracca e burattini, tirò fuori dal garage la Chevy Blazer del 1988 di famiglia e chiese a MacKenzie di guidarla mentre lui, sul sedile accanto, trafficava fra proiezioni finanziarie sul suo laptop. Insieme partirono per Seattle, all'epoca La Mecca degli interessi giovanili (la musica e la moda grunge, i Nirvana, i Pearl Jam e gli Alice in Chains). Trovarono un ufficio, o meglio, un garage annesso a un ranch con tre camere da letto in un sobborgo a est della città, corredato da una vecchia stufa in ferro battuto al centro e due scrivanie realizzate da Bezos stesso con due porte in legno da sessanta dollari, comprate alla catena Home Depot. L'ingresso dell'ufficio era corredato da un unico cartello vergato a mano col pennarello: dopo avere scartato «Cadabra.com» e «Relentless.com», Bezos aveva pensato che il fiume più grande del mondo potesse rappresentare adeguatamente la più vasta selezione di libri esistente. Sul cartello aveva scritto «Amazon.com».

L'impero di Amazon

Finanziò personalmente la sua nuova impresa imprenditoriale, in parte aiutato dai genitori, gli adorati Jackie e Mike, che investirono ben 245mila dollari. Nel 2017, in occasione del ventesimo anniversario del debutto in Borsa di Amazon, Andrew Ross Sorkin – una delle più grandi firme del giornalismo economico statunitense – scrisse di come Bezos potesse legittimamente rivendicare di «aver cambiato il modo in cui viviamo». Piaccia o meno, è difficile non essere d'accordo: pur tra luci e ombre, Amazon ha trasformato la vita quotidiana di miliardi di persone. E, con lei, ha cambiato il mondo.

Nata in un garage di Seattle, come nelle più trite leggende da sogno americano dell'era digitale, da anni Amazon è nel Trillion dollar club, il ristrettissimo gruppo di aziende con una capitalizzazione superiore ai 1000 miliardi di dollari. Già da prima, nelle classifiche stilate dalle riviste del capitalismo, Bezos figurava come l'uomo più ricco di tutte le terre emerse, avendo superato Bill Gates e la ridda di sultani e principi del petrolio (con cui aveva avuto peraltro qualche problema).

Per quanto la sua figura si sia per decenni improntata al basso profilo (stando alla leggenda, durante un consiglio di amministrazione i suoi dirigenti gli domandarono cosa avesse nelle tasche laterali dei pantaloni che portava sempre: ne uscì un coltellino svizzero, con un «Può sempre servire» a giustificarlo), è diventato impossibile ignorare come Bezos punti a un unico scopo: continuare a cambiare la vita della comunità globale su molteplici livelli. Non solo per quanto riguarda quei prodotti che, ordinati la sera, arrivano a casa la mattina successiva, o in qualche minuto grazie alle consegne via drone e ai dirigibili magazzino che presto voleranno sulla testa di mezzo mondo. E non è una scena di *Metropolis* o *Blade Runner*: nel 2014,

Amazon ha davvero depositato un brevetto del genere per il cosiddetto Airborne Fulfillment Center.²⁶

Da un punto di vista della pura informatica, il cloud di Amazon, cioè il sistema di stoccaggio dei dati disponibile online, è la forza maggiore del mercato e sfoggia un'utilità applicativa di cui è complicato tracciare i confini: lo usano le startup più *à la page* quanto i servizi segreti. Nel luglio del 2021, una delle cause più importanti intentate da Amazon è andata a segno: il Pentagono ha ritirato la commessa del suo sistema cloud, ribattezzato JEDI (Joint Enterprise Defense Infrastructure), che sotto la presidenza di Donald Trump era finita a Microsoft.²⁷ Appalto da rifare e dieci miliardi di dollari da rimettere sul tavolo. Non è un caso se oggi il cloud è il ramo di maggior profitto di Amazon.

Stessa musica per quanto concerne la logistica: l'azienda fondata da Bezos ha trasformato la disciplina in modo irreversibile offrendo lo spettacolo, per tanti aspetti inquietante, degli scaffali in grado di muoversi da soli. Qualche anno fa, Bezos comprò la startup di robotica Kiva Systems, oggi attiva come Amazon Robotics, del professore Raffaello D'Andrea dell'ETH di Zurigo, noto per coreografare impressionanti balletti tra automi (alcune delle sue invenzioni sono state usate negli spettacoli del Cirque du Soleil). La lungimiranza di Bezos lo spinse a trasferire quella tecnologia ai suoi magazzini, incrementandone l'operatività in modo massivo. O disumano, se si preferisce.

Come Bezos cambiò il mondo

È inevitabile che il mondo si adatterà a Bezos, lo imiterà; oppure comprerà da lui le tecnologie d'avanguardia. Si pensi, per esempio, ad Amazon Go, un supermercato in cui si preleva

dallo scaffale quel che serve e si va via senza nemmeno metter mano alla carta di credito. Non si eliminano solo i cassieri, di per sé già una questione non marginale: si elimina la cassa.

Già attivo al 2131 della 7th Avenue di Seattle, vicino all'angolo con Blanchard Street, il punto vendita di ultima generazione sbalordisce perfino gli ingegneri elettronici, che lo frequentano nel tentativo di comprenderne la tecnologia. Inevitabile e legittimo che esplodano dubbi e polemiche, peraltro furoreggianti anche quando è il riconoscimento facciale venduto da Amazon a venir scrutato con il microscopio.

L'impatto di Bezos sul vivere quotidiano della nostra specie non si esaurisce qui: l'acquisto nel giugno del 2017 della catena di supermercati Whole Foods per 13,4 miliardi di dollari ha centrato la distribuzione alimentare americana come un treno contro un muro; stesso incidente nel giornalismo, quando Bezos ha acquistato il *Washington Post*, il quotidiano più prestigioso della capitale statunitense, noto per le sue inchieste e dove ora funziona uno dei *paywall* più stringenti della Rete, a dimostrazione di quanto Bezos creda nel lavoro giornalistico vecchio stile.

L'impegno per il *Washington Post* non è stato una passeggiata. Come uomo più ricco del mondo e come editore di una testata così influente, Bezos si è trovato nel vortice di uno strano ciclone geopolitico. All'inizio del 2019 un tabloid americano, il *National Enquirer*, rese pubblico il *sexting* fra lui e la vicina di casa, Lauren Sanchez, all'epoca altrettanto sposata e oggi, dopo il divorzio, sua compagna ufficiale. Bezos si affrettò a dirsi vittima di un tentativo di estorsione, facendo nomi e cognomi.²⁸ Tant'è: nel marzo dello stesso anno il suo principale consulente alla sicurezza, Gavin De Becker, accusò i sauditi di aver hackerato il telefonino di Bezos. Poche settimane prima, il *Washington Post* aveva dato ampia copertura alla fine tragi-

ca di uno dei suoi editorialisti, Jamal Khashoggi, squartato al consolato saudita di Istanbul.

Eppure, sebbene strategica, è lontano da questa spirale che Bezos promette di cambiare il destino dell'umanità: è a quella sala da ballo il 9 maggio del 2019 che si deve tornare per comprendere come e perché è fuori dalla sua atmosfera che il fondatore di Amazon punta a cambiare la Terra.

Blue Moon: portare l'umanità nello Spazio

Nei cinquanta minuti di presentazione fatta in prima persona e culminati nel disvelamento del modulo lunare *Blue Moon*, sessant'anni dopo la presentazione degli immortali Mercury Seven, Bezos tocca vette di industria e filosofia dello Spazio difficili da raggiungere per chiunque altro.

Chi non lo avesse già immaginato scopre qui l'ispirazione alla base del suo Vangelo spaziale: il fisico Gerard Kitchen O'Neill,²⁹ celebre soprattutto per il suo *Colonie umane nello spazio*, un libro scritto nel 1977 mentre lavorava con la NASA alla selezione di alcuni habitat extraterrestri. O'Neill era contrario all'idea – già allora molto in voga, oggi alla base di qualsiasi ambizione extraterrestre di Musk – di un insediamento umano su Marte o su qualsiasi altro pianeta. O'Neill era convinto che, nel migliore dei casi, sforzi del genere avrebbero reso sostenibile un raddoppio della popolazione umana, uno dei problemi più dibattuti sul finire degli anni settanta.

In sostituzione di questa idea, O'Neill proponeva un sistema di colonie spaziali orbitanti, cioè degli enormi cilindri abitabili situati sui punti di Lagrange, dove a causa delle dinamiche gravitazionali del sistema Terra-Luna gli avamposti galleggerebbero stabili. Nelle colonie spaziali immaginate da

O'Neill, dove la gravità verrebbe riprodotta con l'artificio della rotazione, sarebbe possibile creare città a misura d'uomo, parchi, cinema, piscine e ristoranti, complessi abitativi capaci di ospitare miliardi di persone.

Nella sua presentazione del 2019, Bezos ripescava tutte le illustrazioni realizzate ai tempi di O'Neill, che più di trent'anni prima avevano ispirato anche il regista giapponese Yoshiyuki Tomino nella creazione dell'anime di culto *Gundam*. Per quanto roboante (come può essere altrimenti, se di mezzo c'è chi può vantarsi di avere cambiato il mondo?), lo scopo spaziale di Bezos era ed è chiaro: portare nello Spazio l'umanità per «salvare il pianeta», proprio come *Gundam*; fare sì che la nostra *origine* rimanga *blu*. Perché «per la Terra non esiste un piano B» ama ripetere il patron.

Il proposito potrebbe essere considerato di illuminato filantropismo se non fosse corredato da diverse ombre. Così, come teorizzato da O'Neill, sarebbe il caso di riflettere su come, in orbita, l'industria pesante potrebbe diventare di gran lunga più conveniente: si immagina di mettere insieme una petroliera con un saldatore, ma spostando gigantesche lamine di acciaio senza peso. Non è un caso che a Bezos sia capitato di sottolineare che sulla Terra dovrebbero rimanere solo le industrie leggere.

A questo punto non è un azzardo immaginare che la frontiera della commercializzazione delle orbite più prossime alla Terra, uno dei pilastri della *new Space economy*, possa culminare con il cosiddetto *orbital manufacturing*, ossia con delle fabbriche orbitanti. Delocalizzandole nello Spazio, con automazioni sempre più performanti, chi mai potrebbe competere? Quale concorrente potrebbe opporsi alla produzione in assenza di peso di aerei, navi, auto, o anche solo di mobili d'arredamento, realizzati con costi irrisori e nemmeno un briciolo di inquinamento ai danni dell'amato pianeta blu?

Nel 2024 questo scenario rimane un'ipotesi. Sebbene calato, principalmente grazie ai Falcon 9 di SpaceX, dai 18 500 dollari al chilogrammo del 1981 fino a circa 6000, oggi il prezzo di un passaggio extra-atmosferico rimane alla portata di pochi.

Ecco perché l'impegno di Blue Origin, come di SpaceX, è concentrato sui sistemi di lancio completamente riutilizzabili. L'obiettivo consiste nel rendere prassi ordinaria, se non addirittura quotidiana, l'andare e il venire dall'orbita. Bezos sogna un mondo senza soluzione di continuità col vuoto che lo circonda, immagina un'infrastruttura così solida da consentire a uno studente universitario di utilizzarla per fondare una startup («Vedrete imprenditori spaziali avviare un'azienda nella loro stanza del dormitorio al college» aveva detto), proprio come all'inizio degli anni novanta lui sfruttò l'infrastruttura postale, informatica e creditizia per erigere l'impero Amazon.

Potrà somigliarle, ma non è fantascienza. Ancora una volta Bezos sta traducendo la sua visione in realtà, forte di una disponibilità economica comune a pochi, pochissimi altri sulla Terra. Nel 2021 si è dimesso da Amazon, lasciandola nelle mani di Andy Jassy, l'uomo cui in precedenza aveva già affidato il progetto del cloud. Significa che mentre Blue Origin impiega circa undicimila persone³⁰ (in alcuni casi, si mormora, sottratti a SpaceX a suon di stipendi raddoppiati), Bezos avrà sempre più tempo per stare con la nuova compagna, allenarsi in palestra (i muscoli sfoggiati d'improvviso sono stati oggetto di attenzione e di critica) e divertirsi a piacimento. Come quando si fece fotografare mentre pilotava un robot coreano, un'immagine che a qualcuno ricordò i *villains* dei film di James Bond, i quali peraltro dal maggio del 2021 fanno parte delle proprietà di Amazon.

Muscoli e 007 a parte, però, la verità è che, seguendo quanto già diceva da ragazzino, ora il cuore e il tempo di Bezos sono al servizio delle sue ambizioni esoplanetarie. In un articolo

del giornale del liceo, un ancora minorenne Jeffrey scrisse che «la Terra è limitata e, se l'economia e la popolazione mondiale continueranno a espandersi, lo Spazio sarà l'unica via da seguire». Dal giornalino al *Washington Post*, dalle passeggiate con il capo a quelle spaziali in stile Gundam, sono passati sì e no cinque decenni. Nemmeno mezzo secolo per continuare a cambiare il mondo, *passo dopo passo, ferocemente*.

Gradatim, ferociter, la rivoluzione di Bezos potrebbe accelerare in qualsiasi momento e diventare rapida, rapidissima. Quasi come un pacco Amazon.

È già successo nel 2017, mentre Amazon debuttava in Borsa, quando Bezos ha deciso di finanziare Blue Origin con un miliardo di dollari l'anno. Non una scelta casuale: a quel punto era evidente a tutti, e a lui per primo, quanto, sebbene prodigo di consigli poco richiesti e ancor meno ascoltati nel 2004, Musk avesse (avuto) ragione. A poco servivano i tentativi di svilirne i successi via Twitter, come dopo il primo ritorno a terra del Falcon 9, nel dicembre del 2015; i risultati di SpaceX assurgevano alla Storia. E non avrebbero smesso di farlo.

L'incredibile ascesa di SpaceX

Dopo essersi accaparrata, nel 2011, una serie di contratti della NASA per sviluppare razzi capaci di sostituire il dimissionario Space Shuttle nel trasporto di materiale ed esseri umani alla Stazione Spaziale Internazionale, e dopo avere affittato – in seguito a una causa intentata e persa da Bezos – la storica rampa 39A di Cape Canaveral, dalla quale erano partite le missioni Apollo e gli Shuttle, il 25 maggio del 2012 SpaceX era diventata la prima compagnia privata a raggiungere la iss con un mezzo proprio, la capsula Dragon nella versione cargo.

Che la Dragon abbia costituito uno dei risultati virtuosi del Commercial Orbital Transportation Services (COTS) della NASA conferma quanto l'approccio di Musk e SpaceX stesse rivoluzionando il settore. Il COTS era un programma dell'Agenzia Spaziale deputato a coordinare lo sviluppo, da parte di compagnie private, di veicoli capaci di trasportare merci ed equipaggi da e verso la iss. Annunciato nel gennaio del 2006 e grazie a pagamenti basati sul superamento di tappe considerate fondamentali (quindi non contratti *cost plus*) con 800 milioni di dollari in tutto, entro il 2013 COTS avrebbe prodotto due nuovi lanciatori statunitensi di classe media, il Falcon 9 e l'Antares della Orbital Sciences Corporation (in seguito acquisita da Northrop Grumman), e due veicoli cargo automatizzati, Dragon e Cygnus (sempre di Orbital Sciences Corporation). Dura non dare ragione allo scetticismo di Musk nei confronti dei contratti tradizionali quando si considera che l'evoluzione della capsula Orion, basata sul *cost plus*, ha richiesto più di 20 miliardi di dollari fra il 2006 e il primo lancio, avvenuto il 16 novembre del 2022, a bordo della missione lunare Artemis 1.

L'antologia di SpaceX conta numerose pagine significative. L'8 aprile del 2016, dopo aver lanciato una Dragon verso la iss, il primo stadio di un Falcon 9 è andato a posarsi su una chiatta automatizzata in mezzo all'oceano, la Of Course I Still Love You. Il 17 marzo dell'anno successivo, cosa riuscita a nessuno fino ad allora, SpaceX ha spedito nello Spazio un lanciatore di classe orbitale già usato, che per la seconda volta ha onorato le sue consegne extra-atmosferiche ed è quindi tornato a terra. È stato il primo razzo riutilizzato della storia spaziale.

Il 7 febbraio del 2018 s'è verificato il debutto del *Falcon Heavy*, un sistema di lancio pesante parzialmente riutilizzabile costituito da tre Falcon 9 e da un secondo stadio sopra il razzo centrale. Sebbene, grazie ai ventisette motori Merlin in dota-

zione, sia in grado di trasportare fino a 64 tonnellate in orbita bassa, più di 26 in orbita geostazionaria e oltre 16 su Marte, per il suo debutto il *Falcon Heavy* si è limitato a sparare attorno al Sole la Tesla Roadster di Musk in persona, con al volante un manichino in tuta spaziale ribattezzato Starman. Considerata la sua orbita eliocentrica, Starman ha il 6% di possibilità di tornare verso la Terra per schiantarsi contro... entro i prossimi tre milioni di anni. Nell'attesa, il 3 marzo del 2019, la capsula Dragon è diventata il primo veicolo americano ad attraccare autonomamente alla Stazione Spaziale Internazionale. Per quanto significativo, questo primato è stato presto oscurato da quello successivo: il 30 maggio del 2020 la Dragon configurata per il trasporto umano, la Crew Dragon battezzata *Endeavour*, ha trasportato alla iss due astronauti della NASA, Doug Hurley e Robert Behnken. A quasi dieci anni dalla volta precedente, gli americani sono tornati nello Spazio partendo dal suolo statunitense e grazie a una macchina costruita negli Stati Uniti. Non succedeva dall'8 luglio del 2011, cioè da quando la navetta *Atlantis* si era staccata dalla rampa di Cape Canaveral per l'ultima delle centotrentacinque missioni del programma Space Shuttle. Solo che mentre lo Shuttle (sineddoche del più completo Space Transportation System, o sts) rappresentava un approccio «governativo» e tradizionale allo Spazio, la privata *Endeavour* cristallizza una concezione nuova.

Più tardi nel 2020, la Dragon e il Falcon 9 hanno ricevuto la certificazione della NASA come sistema di volo spaziale umano per le missioni con equipaggio da e verso la iss. Nessun mezzo privato ha mai ricevuto la stessa qualifica. E che la sua destinazione sia stata la Stazione Spaziale Internazionale, cioè il laboratorio orbitale, abitato ininterrottamente dal 2 novembre del 2000, con il senno di poi ha simboleggiato l'ultimo capitolo di una fase transitoria dell'evoluzione spaziale dell'umanità.

Quella fase che fu tipica della fine della Guerra fredda, della caduta dell'Unione Sovietica e della riconfigurazione del mondo; quella fase che segnò il passaggio di testimone da Apollo ad Artemide, aprendo a un periodo in cui donne e uomini, non tutti, non ancora, avrebbero imparato ad abitare via dalla Terra per mesi, in alcuni casi più di un anno. Quella fase che proprio nella Stazione Spaziale Internazionale trova la sua sintesi più efficace. Luci e ombre, beninteso.

PARTE TERZA

Verso il condominio stellare

16. Costruire l'equilibrio. Guerra fredda, Europa e primi inquilini spaziali

I primi, piccoli passi lunari di Neil Armstrong ed Eugene Aldrin, compiuti il 20 luglio 1969, furono l'apice della corsa inaugurata dal vagito dello *Sputnik* di dodici anni prima, nonché il più ambito e importante traguardo della *Space race*. Non scrissero, tuttavia, l'epilogo della Guerra fredda, che sarebbe proseguita per altri decenni sulla Terra e oltre l'atmosfera. Semplicemente, l'opinione pubblica globale ne avrebbe percepito la declinazione spaziale come sempre meno rilevante.

A partire dal lancio dello *Sputnik*, avvenuto nel 1957, le attività e i progetti extraplanetari degli Stati Uniti e dell'Unione Sovietica avevano costituito la maschera più presentabile dei programmi di sviluppo per i missili balistici intercontinentali. Sebbene i razzi di von Braun o Korolëv, poi, non avessero mai lanciato alcuna bomba atomica, la loro efficacia dimostrativa era stata pienamente raggiunta. Di conseguenza, l'esigenza di finanziare missioni costose e mai prive di rischi era progressivamente scemata, concludendosi ufficialmente con il rientro dell'*Apollo 17*, avvenuto il 19 dicembre del 1972, col quale l'umanità mise piede sulla Luna per l'ultima volta.

La verità, però, è che già in quegli anni andarono consolidandosi le basi del presidio spaziale dell'umanità, che sarebbe durato molto più a lungo della prima gara lunare e che, ancora oggi, è in fase di ridefinizione continua. Anzi, se si considerano gli investimenti privati, lo sviluppo delle tecnologie spaziali e il coinvolgimento internazionale, è più corretto affermare che gli anni cinquanta e sessanta del Novecento (e con loro l'apice dello sbarco lunare) furono solo uno scatto, uno sprint spettacolare nella nuova età cosmica dell'uomo.

L'epoca d'oro è *adesso*, frutto di una maratona solo principiata da quella partenza fulminea.

Cooperare per comandare

Prima di parlare del presente converrà compiere un passo indietro. La progressiva spinta allo Spazio, infatti, si radica già negli anni in cui Armstrong, Aldrin e Collins, volti ed eroi definitivi della NASA, giravano il mondo per portare testimonianza dello sbarco umano sulla Luna. Mentre gli Stati Uniti concentravano i loro sforzi sulle missioni lunari, l'Unione Sovietica cominciava a disporre satelliti e stazioni abitate dai propri cosmonauti nelle orbite più prossime al nostro pianeta, le cosiddette LEO (Low Earth Orbit), quelle convenzionalmente considerate comprese fra i 300 e i 1000 chilometri di altitudine.

Per realizzare il primo avamposto orbitante della storia Mosca aveva due progetti diversi di altrettanti ОКВ (l'1 e il 52): le stazioni spaziali «civili», cosiddette ДОС, e quelle militari, le ОПС.¹ In Occidente sarebbero state conosciute entrambe come Saljut, nome in realtà riconducibile più propriamente alle ДОС; le altre, infatti, erano le Almaz.² Benché diversi, i progetti rap-

presentavano due filoni dello stesso programma, il cui fine consisteva nel realizzare un habitat pressurizzato adatto a permanenze di lunga durata nell'orbita bassa e capace di soddisfare necessità sia scientifiche che strategiche. Mosca recuperò l'abbondante sezione abitativa del modulo lunare Celomej LK-1 e lo trasformò in un ambiente pressurizzato multiuso, chiamato FGB.³ Tutte le stazioni dei decenni successivi, dalla prima Saljut (lanciata nel 1971) alla Mir (del 1986), dal segmento russo della Stazione Spaziale Internazionale fino alle stazioni cinesi, sarebbero state costruite con moduli derivati dagli FGB.

Paventando nuove minacce dal cielo, gli Stati Uniti reimposero la propria strategia spaziale facendo dell'esplorazione extra-atmosferica non solo uno strumento di difesa, ma anche di politica estera. La distensione con l'Unione Sovietica inaugurò una nuova fase, frutto di un orientamento strategico concretizzato da Richard Nixon con la riattualizzazione, nel febbraio 1969, dello Space Task Group.⁴ Era presieduto dal suo vice, Spiro Theodore Agnew, e deputato a delineare gli sviluppi del programma spaziale a stelle e strisce.

Già nel settembre del 1969, all'indomani della prima camminata lunare di Armstrong e Aldrin, lo Space Task Group descrisse in maniera dettagliata i tanti vantaggi che il programma stava producendo per la nazione, inclusi progressi significativi nella tecnologia informatica, nell'elettronica a stato solido e nello sviluppo di rigorose tecniche di controllo della qualità. In più, poiché i risultati della competizione spaziale avevano consegnato agli Stati Uniti la leadership globale nella tecnologia avanzata, erano impliciti benefici diretti e indiretti per la sicurezza nazionale. «Il raggiungimento dell'obiettivo *Apollo*» si legge nel rapporto consegnato alla Casa Bianca «ha prodotto un nuovo sentimento di "unità" tra gli uomini

di tutto il mondo. [...] Ha ispirato un comune senso di vittoria che può fornire la base per nuove iniziative di cooperazione internazionale.»⁵

Nulla di improvvisato, a onor di cronaca, visto che una embrionale idea di *Space diplomacy* era stata sottoposta all'Assemblea Generale delle Nazioni Unite già da Kennedy e nel pieno della corsa alla Luna. Il 20 settembre del 1963, due mesi prima di venire ucciso a Dallas, Kennedy stupì il mondo con un atto di apertura verso Mosca senza precedenti, rivolgendo a Chruščëv le seguenti parole:

In un settore in cui gli Stati Uniti e l'Unione Sovietica hanno una notevole capacità, ossia il settore spaziale, c'è posto per una nuova cooperazione, per ulteriori sforzi congiunti nella regolamentazione e nell'esplorazione dello Spazio. Tra queste possibilità includo una spedizione congiunta sulla Luna. Lo Spazio non offre problemi di sovranità: con una risoluzione di questa assemblea, i membri delle Nazioni Unite hanno rinunciato a qualsiasi rivendicazione di diritti territoriali nello Spazio cosmico o sui corpi celesti, e hanno dichiarato che si applicheranno il diritto internazionale e la Carta delle Nazioni Unite. Perché, dunque, il primo volo dell'uomo sulla Luna dovrebbe essere una questione di competizione nazionale? Perché gli Stati Uniti e l'Unione Sovietica, nel preparare tali spedizioni, dovrebbero duplicare gli sforzi di ricerca e sviluppo nonché i costi associati? Sicuramente dovremmo valutare se gli scienziati e gli astronauti dei due paesi, anzi di tutto il mondo, non possano lavorare assieme alla conquista dello Spazio, inviando un giorno sulla Luna, in questo decennio, non i rappresentanti di una singola nazione, ma i rappresentanti di tutti i paesi.⁶

Chruščëv respinse la proposta, salvo ripensarci poche settimane dopo.⁷ Sebbene il leader comunista condividesse con i suoi vertici militari la consapevolezza che uno sforzo congiunto avrebbe fornito agli Stati Uniti l'opportunità di scoprire di più sui programmi missilistici sovietici, egli era altrettanto convinto che, viceversa, sarebbe stato possibile carpire alcuni dei segreti della più avanzata tecnologia americana. Ogni ipotesi di collaborazione, però, svanì il 22 novembre successivo insieme con la vita di Kennedy, assassinato dai colpi di fucile esplosi nella Dealey Plaza di Dallas durante la parata presidenziale.

A quel punto, sia il successivo presidente americano, Lyndon Baines Johnson, sia Chruščëv abbandonarono l'idea di sviluppare insieme i propri programmi spaziali, almeno fino al 1972, quando le due superpotenze concordarono una collaborazione per la prima missione Apollo-Sojuz. L'accordo si sarebbe concretizzato il 17 luglio del 1975 con il primo *rendez-vous* orbitale di una navicella del programma Apollo, ufficiosamente ribattezzata Apollo 18, e la capsula *Sojuz 19*, che consentiva ai due equipaggi di potersi trasferire da un mezzo all'altro. Il comandante Tom Stafford e gli astronauti Vance Brand e Donald Slayton furono lanciati da Cape Canaveral da un Saturn IB il 15 luglio, in modo tale da consentire loro di raggiungere il comandante Aleksej Archipovič Leonov e l'ingegnere di volo Valerij Nikolaevič Kubasov, partiti sette ore prima dal cosmodromo di Bajkonur col primo lancio sovietico trasmesso in diretta dalle televisioni internazionali.

Il momento culmine della missione, ufficialmente indicata come Programma Test Apollo-Sojuz (o АСТР), fu la stretta di mano, in orbita, tra la (già) leggenda della cosmonautica Leonov, primo uomo ad aver effettuato, nel 1965, un'attività extraveicolare, e Deke Slayton, uno degli immortali Mercury Seven e primo storico direttore dell'ufficio astronauti per i pro-

grammi Mercury, Gemini e Apollo, fino ad allora mai andato nello Spazio a causa di un problema cardiaco.

Immortalato e subito pubblicizzato ovunque, il *meeting* cosmico fu il punto d'arrivo di un coordinamento tecnico e logistico durato due anni. E, naturalmente, assurse subito a simbolo del processo di pacificazione in corso. A ribadirlo fu la prima collaborazione in ambito lunare, avvenuta nel dicembre dell'anno successivo: Stati Uniti e Unione Sovietica si scambiarono simbolicamente un grammo di polvere selenica riportato sulla Terra dalle rispettive missioni.

Per quanto il nuovo atteggiamento non fosse esente da critiche – in particolare al Congresso degli Stati Uniti dove la strategia di «leadership attraverso la cooperazione» fu osteggiata da più di un rappresentante –, la Casa Bianca si mantenne determinata: diretto dalla ferma mano americana, ma adesso aperto alla collaborazione con altri paesi, il programma spaziale avrebbe dimostrato all'opinione pubblica globale l'illuminata guida statunitense, forte di una preminenza tecnico-scientifica senza pari e, a un tempo, portatrice di una nuova politica di pace e cooperazione.

Questo, almeno, era il messaggio cui Washington puntava. Nemmeno troppo implicito e rispondente a un preciso disegno politico, lo scopo profondo consisteva nel promuovere un programma che, attraverso le attività spaziali, sarebbe stato cruciale nello sviluppo industriale e nella sicurezza nazionale. Non a caso, in quegli stessi anni maturavano le ambizioni spaziali e i primi programmi autonomi di Europa, Canada e Giappone, che gli Stati Uniti intendevano coinvolgere in progetti comuni, ma sotto il proprio controllo.

I primi tentativi di abitare lo Spazio: Dyna Soar e MOL

Fu quest'anima duplice, dedita alla pace ma frutto di obiettivi ed esigenze strategiche, a innervare anche i progetti americani che in qualche decennio avrebbero portato alla Stazione Spaziale Internazionale, ancora oggi la più importante e duratura collaborazione pacifica extraterrestre. Lo Space Task Group aveva infatti proposto che i piani spaziali nazionali contemplassero la realizzazione di stazioni in orbita terrestre bassa da raggiungere attraverso un innovativo sistema di lancio riutilizzabile, lo Space Transportation System o STS. Quest'ultimo, diventato noto come *Space Shuttle*, avrebbe potuto viaggiare avanti e indietro nello Spazio con a bordo cose e persone. Acquisita questa competenza, ci si sarebbe spinti su Marte grazie a lanciatori a propulsione nucleare, che si prevedevano pronti per sbarcare i primi astronauti sul Pianeta rosso entro gli anni ottanta.

Non potendo giustificare ai contribuenti un'impresa da centinaia di miliardi di dollari in un periodo in cui la crisi petrolifera globale contrappuntava i costi della guerra in Vietnam, l'amministrazione Nixon finì però per bocciare qualsiasi velleità marziana confermando il solo progetto STS. In effetti, anche se dopo l'abbuffata dell'era Apollo l'industria spaziale americana stava vivendo una contrazione capace, in dieci anni, di ridurre la forza lavoro da 800mila a 400mila persone e la NASA passasse da 394mila a 144mila impiegati, l'STS sembrava irrinunciabile, anche perché forte di un vigoroso sostegno del Pentagono che da anni auspicava il presidio dell'orbita terrestre con una navetta in grado di servirne gli avamposti abitati.

Già dal 1957 l'Aviazione e grandi fornitori della Difesa avevano elaborato il Boeing X-20 Dynamic Soarer, comunemente indicato come Dyna Soar, e il MOL, ossia il Manned Orbiting Laboratory. Quasi ignoti all'opinione pubblica e mai diventati

realtà, Dyna Soar e MOL furono basilari per l'evoluzione della strategia spaziale nazionale e, con il senno di poi, della storia spaziale *tout court*, visto che è possibile rintracciarne alcune peculiarità progettuali sia nello Space Shuttle che nella Stazione Spaziale Internazionale. Non sarebbe forzato, anzi, considerare i primi due come gli «antenati naturali»⁸ degli altri.

Sparato oltre la linea di Kármán da un lanciatore Titan IIM e ispirato al Silbervogel nazista, un bombardiere suborbitale progettato negli anni trenta ma mai costruito, il Dyna Soar avrebbe dovuto essere uno spaziplano monoposto e multifunzione, pensato per la ricognizione, la riparazione oppure il sabotaggio dei satelliti, e in particolare capace di rientrare nell'atmosfera, planare a velocità ipersonica su Mosca, sganciare un ordigno nucleare e atterrare in California come un qualsiasi aereo.

Le informazioni raccolte durante il suo sviluppo – costato 660 milioni di dollari fra il 1957 e il 1963 – sarebbero servite nella progettazione dello *Space Shuttle*, così come quelle del programma MOL, un cilindro pressurizzato lungo 22 metri per 3 di diametro, dentro il quale gli astronauti militari, con radar e telescopi ottici, avrebbero scrutato la Terra dall'orbita, alla ricerca dei silos di lancio delle testate nucleari sovietiche. Inizialmente il MOL avrebbe dovuto essere abitato da diciassette astronauti già selezionati allo scopo (fra i quali il primo afroamericano, il maggiore Robert Henry Lawrence Jr.), pronti ad avvicinarsi in orbita per missioni di trenta giorni ciascuna e trasportati all'osservatorio da capsule coniche, le Gemini B, un'evoluzione di quelle adottate dalla NASA per l'eponimo programma propedeutico all'Apollo. Era solo un altro dei tanti indizi della contiguità fra gli obiettivi militari e i programmi civili di esplorazione spaziale.

Non è un caso se, scontratosi con l'incremento dei costi bellici in Vietnam e con la realizzazione dei satelliti spia Key Hole,

che di fatto ne resero inutile la realizzazione, il programma MOL venne cancellato nel giugno del 1969, dopo una sola missione dimostrativa senza equipaggio, non prima che il Pentagono avesse imposto al futuro *Space Shuttle* un vano di carico abbastanza grande per trasportare un Key Hole e un braccio meccanico per movimentare il satellite.

La forma stessa della navetta, nonché la fase più delicata delle sue missioni, cioè il rientro in atmosfera, avrebbero rivelato l'influenza degli obiettivi militari sui programmi spaziali civili: visto che l'Air Force voleva che lo Space Transportation System decollasse anche dalla base militare di Vandenberg, in California, per evitare che a causa di qualche problema un satellite della CIA cadesse in territorio straniero, era necessario che lo Shuttle fosse in grado di compiere un'orbita per tornare nei cieli californiani e poi atterrare. Quindi, per controbilanciare la rotazione terrestre che spostava la destinazione di circa 1600 chilometri verso est rispetto alla traiettoria dello Shuttle, si rendeva necessaria una complessa manovra di rientro in atmosfera che avrebbe scaldato fino a 1600 gradi la superficie della navetta. Per questo motivo lo *Space Shuttle* fu protetto da uno scudo termico di speciali piastrelle ceramiche, numerate a una a una, e così importanti da imporre una manutenzione minuziosa dopo ogni lancio.

Un elemento, il delicato scudo termico, che qualche decennio dopo si sarebbe rivelato cruciale nel disastro dello *Space Shuttle Columbia* a conferma del fatto che, come scritto da Marcello Spagnulo, lo Space Shuttle, «l'astronave che ha ispirato i sogni di intere generazioni di persone, fu il risultato di un preciso progetto militare. Il fatto, poi, che le sue missioni per conto del Pentagono siano state pochissime, solo undici, non deve essere considerato un insuccesso, perché dal punto di vista politico e mediatico la navetta si rivelò comunque un'arma vincente».⁹

Sotto l'ombra statunitense: dallo Space Shuttle all'Agenzia Spaziale Europea

Ben oltre il MOL (non meno importante per la sua eredità progettuale, ma semi-segreto e quindi ininfluenza dal punto di vista mediatico), lo Space Shuttle riaccese l'entusiasmo collettivo per lo Spazio, che era scemato velocemente dopo la conquista lunare, e divenne il simbolo delle nuove imprese cosmiche *made in USA*. Dal giorno del suo debutto, il 12 aprile 1981, vent'anni dopo il volo di Jurij Gagarin, quasi incarnasse la strategia di «leadership attraverso la cooperazione», inaugurata un decennio prima, il programma STS permise agli Stati Uniti di ristabilire la propria supremazia sull'Unione Sovietica e i suoi avamposti abitati, a un tempo manifestando l'intenzione di trasformare lo Spazio in un ambito di cooperazioni pacifiche.

Mosca, di contro, allarmata dalla capacità di sabotaggio ai satelliti del braccio robotico sullo Shuttle, aveva provato a rispondere con una navetta almeno morfologicamente simile a quella americana, il *Buran*, che tuttavia avrebbe volato nello Spazio solo una volta e senza persone a bordo, il 15 novembre del 1988. Poi, apice ed epitaffio del programma spaziale sovietico (finanziato con 16 miliardi di rubli, il *Buran* ne era stato il progetto più costoso in assoluto), sarebbe rimasto per sempre a terra. O, per meglio dire, sotto di essa, all'interno di alcuni hangar scavati nella steppa kazaka in cui un prototipo e un *mockup* furono ritrovati nel giugno del 2015, durante un'operazione di *urban exploration* dal fotografo Ralph Mirebs.

Sebbene con qualche (fondata) perplessità anche in Europa, Giappone e Canada, alla fine il programma STS raccolse un'adesione diffusa: lo Space Shuttle avrebbe permesso missioni scientifiche congiunte oltre l'atmosfera, nonché la possibilità di

addestrare e far volare astronaute e astronauti finalmente non più solo americani o sovietici.

Durante lo sviluppo del nuovo sistema di lancio, l'altra finalità degli Stati Uniti era invero stata meno sbandierata e per questo aveva destato reazioni diverse tra i futuri partner: con una pesante quota di partecipazione fissata a un miliardo di dollari, cioè il 10% dei costi allora stimati dell'intero programma STS, l'eventuale coinvolgimento dell'Europa avrebbe impedito a quest'ultima di sviluppare in autonomia un sistema di lancio e un rimorchiatore capace di trasferire un satellite da orbite basse a più alte (lo Space tug), due piani guardati con estrema preoccupazione oltreoceano. Non a caso, nell'autunno del 1969, subito dopo lo sbarco lunare, in Europa arrivò l'amministratore della NASA in persona, Thomas Otten Paine, interessato a promuovere il coinvolgimento nei programmi post-Apollo.

Le pressioni diplomatiche sarebbero continuate,¹⁰ tanto da convincere Germania e Italia a sottoscrivere accordi di collaborazione con la NASA: un fatto, questo, che da un lato permise di consolidare le rispettive industrie di settore e, dall'altro, di emanciparle dall'arrembante influenza francese, cresciuta nei primi anni di vita dell'Agenzia Spaziale Europea, fondata nel 1975.

Già protagonista con l'Inghilterra della costruzione del jet supersonico Concorde, il simbolo di un riscatto nei confronti di Russia e Stati Uniti, la Francia (nazione con un arsenale atomico) nutriva forti interessi per i sistemi di lancio e le tecnologie spaziali. Con la guida del presidente Charles de Gaulle, mirava ad acquisire tecnologie e competenze nell'armamento nucleare e in ambito missilistico già dai tempi del cosiddetto Meyrin Agreement, sottoscritto nel novembre del 1960 da undici paesi europei, con lo scopo di istituire una commissione che valutasse la collaborazione continentale nel campo della ricerca spaziale, il COPERS (European Collaboration in the Field of Space).

L'idea alla base del COPERS, osservata con preoccupazione crescente da Washington, era di strutturare una capacità spaziale indipendente in Europa. Un risultato che si era iniziato a costruire il 30 aprile del 1962, quando Belgio, Francia, Italia, Germania, Paesi Bassi e Regno Unito avevano costituito l'Organizzazione Europea per la Realizzazione di Vettori Spaziali (ELDO) con l'obiettivo di sviluppare un razzo pesante, battezzato Europa 1. Nel giugno successivo, sulla scorta del lavoro preparatorio approntato dal COPERS, le stesse nazioni, insieme con la Danimarca, la Spagna, la Svezia e la Svizzera, avevano fondato anche l'Organizzazione Europea per la Ricerca Spaziale (ESRO) al fine di intraprendere programmi satellitari perlopiù scientifici.

Nel 1975, anche a causa di molte difficoltà dovute all'esistenza di due enti, a Bruxelles fu elaborata una convenzione a livello diplomatico e ministeriale per istituire una Agenzia Spaziale Europea e ampliare la portata del suo mandato fino a includere sistemi di applicazioni spaziali operative, come i satelliti per le telecomunicazioni.

Le operazioni dell'ESRO e dell'ELDO terminarono lì; le attività del primo furono proseguite sotto il nome di Agenzia Spaziale Europea (ESA) e acquisite come nucleo della nuova organizzazione, entrata in vigore il 15 aprile; mentre l'ELDO, che aveva terminato i suoi programmi, fu sciolto.

Il baratto Spacelab

In questo contesto, la collaborazione internazionale proposta dagli Stati Uniti al programma post-Apollo andrebbe intesa come il tentativo di limitare, o almeno orientare, le ambizioni spaziali europee. Ed è significativo che, avendo escluso chiunque dalla progettazione e dalla realizzazione dello Shuttle – data

la sua natura anche militare –, l'idea di un lavoro comune e condiviso avesse cominciato a contemplare un modulo abitato.

Già nel 1972, ancora prima che nascesse l'ESA, lo si era chiamato Spacelab: sarebbe andato in orbita a bordo dello *Space Shuttle* e il suo sviluppo sarebbe stato gestito dalla NASA, cui era riservata l'ultima parola su ogni aspetto. L'Europa si sarebbe invece assunta la responsabilità di produrlo. Per il Vecchio Continente, sarebbe stata la Germania a guidare il progetto, seguita dall'Italia e poi dalla Francia, in realtà molto più interessata (ed economicamente esposta) allo sviluppo di un nuovo vettore spaziale, l'Europa 3, in seguito diventato Ariane.

Lo Spacelab sarebbe stato un modulo cilindrico lungo circa 7 metri e con un diametro di poco più di 4. Al suo interno, in un ambiente pressurizzato con temperatura e umidità controllate in modo da poterci lavorare «in maniche di camicia»,¹¹ armadi metallici noti come *rack* avrebbero ospitato esperimenti diversi a seconda della missione. All'esterno, una piattaforma aggiungibile per necessità specifiche avrebbe permesso altri esperimenti che avessero richiesto il vuoto cosmico. Gli accordi stabilivano che l'ESA avrebbe costruito due unità di volo del laboratorio; la NASA, in cambio, avrebbe fornito le conoscenze e il personale tecnico necessario per realizzarle. L'ente spaziale americano era infatti già forte dell'esperienza accumulata con il programma Skylab, il primo (e unico) laboratorio spaziale del tutto statunitense, rimasto in orbita per 171 giorni, fra il 25 maggio 1973 e l'8 febbraio 1974, e ospite di tre equipaggi diversi.

Il baratto, per così dire, fra NASA ed ESA non fu tuttavia accolto da un entusiasmo unanime, tanto da spingere Wolfgang Finke, segretario di Stato alla ricerca tedesco, a definire lo Spacelab «il regalo più costoso al popolo degli Stati Uniti dopo la Statua della libertà».

D'altra parte, la collaborazione fra Europa e Stati Uniti

avrebbe portato con sé un elemento più eclatante dello scambio tecnologico. L'accordo includeva infatti la possibilità che a lavorare in orbita ci fossero anche astronauti europei, e già a partire dalla prima missione. Per questo motivo, l'Agenzia Spaziale Europea diffuse il suo primo bando fra i paesi membri, raccogliendo in tutto duemila candidature (in Italia furono 248). Ogni nazione avrebbe dovuto scegliere cinque rappresentanti (per l'Italia furono Franco Malerba, Franco Rossitto, Andrea Lorenzoni, Cristiano Batalli Cosmovici e Stefano Santonico) e sottoporli alla valutazione comune che ne avrebbe selezionati dapprima una cinquantina e, poi, la cinquina da proporre alla NASA. L'ESA inizialmente ne individuò solo quattro, fra i quali l'italiano Malerba, che tuttavia sarebbe stato escluso poco dopo per, a suo dire, «una generale assenza di supporto da parte delle autorità [italiane]».¹²

Certo, correvano gli anni di piombo e Roma stava fronteggiando ben altre emergenze. «I pionieri del volo spaziale come me e Rossitto» avrebbe aggiunto poi Malerba, fisico e ingegnere elettronico ai tempi impiegato alla Digital Equipment «dovevano aspettare.» Almeno nel suo caso, la pazienza sarebbe stata ripagata.

Nel frattempo, l'ESA aveva composto il suo primo corpo astronautico: a rappresentare l'Europa oltre l'atmosfera sarebbero stati il tedesco Ulf Merbold, fisico del Max Planck Institute di Stoccarda, lo svizzero Claude Nicollier, astrofisico e pilota di Swissair, e l'olandese Wubbo Ockels, fisico nucleare dell'Università di Groninga. I nomi, da cinque, erano stati ridotti a tre, sostenendo formalmente che, per ragioni economiche e per i compiti previsti, sarebbero stati sufficienti.

D'altronde, negli stessi anni, l'interesse americano era stato ondivago: ridimensionata l'iniziale attenzione per la collaborazione europea ai programmi post-Apollo, Nixon aveva finito

per concentrarsi sulla cooperazione con Mosca, quella che nel 1975 aveva portato, grazie all'accordo con Leonid Brežnev, alla missione congiunta Apollo-Sojuz.

Dopodiché, era cambiato tutto: poco prima che il primo *Space Shuttle*, il *Columbia*, si staccasse da terra la prima volta, alla Casa Bianca arrivò Ronald Reagan, ex commentatore sportivo,¹³ stella di Hollywood e quindi governatore della California. Con lui alla presidenza degli Stati Uniti, l'Unione Sovietica divenne «l'impero del male»: il nuovo Segretario generale del Partito comunista, Jurij Andropov, venne paragonato a Darth Vader.¹⁴

Del resto, in un periodo in cui l'arsenale nucleare sovietico sarebbe cresciuto di 1016 testate (vi fu un incremento del 17% fra il 1981 e il 1983), il rimando a *Guerre stellari* sarebbe stato tutto, fuorché improvvisato e casuale.

17. Guerre stellari

Percepisco i sovietici così sulla difensiva, così paranoici circa l'eventualità di essere attaccati, che, senza essere in alcun modo morbidi con loro, dovremmo garantire che nessuno qui ha alcuna intenzione di fare qualcosa del genere. Che diavolo hanno che qualcuno vorrebbe?

Dal diario personale di Ronald Reagan, 18 novembre 1983, in A. Anderson, M. Anderson, *Reagan's Secret War*

In seguito al fallimento dell'operazione Eagle Claw nell'aprile 1980 e dopo la tragica conclusione della crisi degli ostaggi in Iran, innescata dall'assalto all'ambasciata americana a Teheran nel 1979 e risolta solo grazie alla mediazione del governo algerino il 20 gennaio del 1981,¹⁵ gli Stati Uniti avevano dovuto assistere a una poderosa diffusione di americanofobia e testimoniare, impotenti, all'invasione dell'armata sovietica in Afghanistan. Non ufficiale ma noto, il supporto di Washington alla guerriglia dei *mujahidin* contro l'esercito sovietico – lì per puntellare il governo, ormai fantoccio, della Repubblica Democratica dell'Afghanistan – si sarebbe prolungato per anni, rivelando una crepa profonda nella leadership americana.

Con una campagna presidenziale innervata da un deciso anticomunismo e cristallizzata nello slogan «Make America Great Again» – non a caso riesumato nel 2016 da Donald Trump –, Reagan fu eletto perché promise di restaurare la perduta gloria nazionale e di restituire agli Stati Uniti la guida del mondo. Inevitabile che, per dominare il pianeta, occorresse controllarne anche l'extra-atmosfera.

È significativo che il 4 luglio del 1982, nella direttiva Na-

tional Space Policy, «un quadro politico praticabile per un programma spaziale aggressivo e lungimirante»,¹⁶ siano indicati come obiettivi fondamentali il mantenimento della «leadership spaziale degli Stati Uniti» e la volontà di cooperare con altre nazioni garantendo libertà di manovra «per attività che migliorino la sicurezza e il benessere dell'umanità».

Di fatto, sebbene la stampa sovietica non esitasse a paragonarlo a Adolf Hitler¹⁷ e Reagan avvicinasse Andropov all'oscuro *villain* di *Star Wars*, anche l'annuncio di uno scudo spaziale che avrebbe intercettato i missili sovietici, prima che raggiungessero il territorio americano, andrebbe valutato nell'ottica di un presidio spaziale capace di garantire la sicurezza e, insieme, la convivenza pacifica.

Ancora una volta sarebbe stata questa dualità a dare esiti imprevedibili, portando alla costruzione del primo avamposto orbitale internazionale.

Guerra latente e altri sforzi. La Strategic Defense Initiative di Reagan

Nel maggio del 1981, durante un'importante conferenza del KGB, Leonid Brežnev, già visibilmente malato, denunciò la politica di Reagan come una seria minaccia alla pace globale. Fra lo stupore generale, Andropov, che diciotto mesi dopo avrebbe lasciato il comando del KGB per ereditare la guida del Partito comunista da Brežnev, annunciò che per la prima volta il KGB e il GRU,¹⁸ altrettanto temuto servizio di intelligence militare, avrebbero lavorato insieme nell'operazione RYAN, acronimo di Raketno-Yadernoye Napadenie, cioè «Attacco Missilistico Nucleare». L'operazione avrebbe dovuto raccogliere informazioni sul presunto piano di Reagan di sferrare un attacco atomico

contro l'Unione Sovietica. «La situazione internazionale non è tanto esplosiva dalla Seconda guerra mondiale» chiosò Andropov. Poco contò che a distanza di un anno, quando Andropov divenne il Segretario del Partito, RYAN non avesse trovato prova alcuna dei presunti piani di attacco statunitensi, perché quando il 23 marzo del 1983, durante una cena alla Casa Bianca, Reagan parlò per la prima volta della Strategic Defense Initiative, i sovietici la percepirono come «parte della preparazione psicologica dei cittadini americani a un attacco nucleare».¹⁹ Detto altrimenti, la conferma del loro incubo peggiore.

Frutto, in realtà a lungo coltivato, dell'*establishment* politico e militare americano, la Strategic Defense Initiative avrebbe dovuto impiegare una rete sia terrestre che satellitare per rilevare i missili balistici intercontinentali lanciati da Mosca, così da intercettarli e distruggerli prima di ogni possibile danno. Il sistema, presto soprannominato Star Wars,²⁰ in una sola mossa avrebbe reso obsolete le armi nucleari e inutile la corsa di quanti intendevano accumularne. Un obiettivo, il disarmo, che Martin Anderson, fra i consiglieri più fidati di Reagan, avrebbe garantito essere il supremo desiderio del Presidente.

Approvata dal Congresso nel 1985, quando furono chiare a tutti la lunga gestazione del progetto e il supporto del Pentagono, la Strategic Defense Initiative venne inizialmente finanziata con 26 miliardi di dollari, raggiungendo, in nove anni, un budget complessivo di 253 miliardi.

Le guerre stellari, però, non arrivarono da sole. Per evitare che le proprie attività spaziali venissero percepite solo come declinazione della strategia militare, e in coerenza con quanto espresso dalla National Space Policy, il 25 gennaio 1984, nel suo annuale discorso sullo stato dell'Unione, Reagan annunciò di avere accolto una proposta della NASA: costruire con i paesi alleati una stazione orbitante che celebrasse la fratellanza fra i

popoli e della cui attività beneficiasse l'umanità intera – o, almeno, quella considerata amica degli Stati Uniti. Due scopi ben rappresentati dal nome scelto per l'avamposto: *Freedom*.

Rimane celebre la fotografia dell'incontro di ratifica dell'accordo alla Casa Bianca, con il presidente americano, Margaret Thatcher e il primo ministro giapponese, Yasuhiro Nakasone, in posa attorno al modello della futura stazione.

In breve tempo il Regno Unito avrebbe fatto da traino alla partecipazione dell'ESA, proprio mentre il Cremlino, nel 1985, avrebbe registrato l'ingresso di Michail Gorbačëv, successore di Andropov e chiamato a fronteggiare sfide capaci di sgambettare l'Unione Sovietica. E non senza un ruolo, nel causare la caduta definitiva dell'URSS, da parte dello Spazio, o meglio, della Strategic Defense Initiative.

La realizzazione dello scudo spaziale di Reagan, infatti, prometteva sviluppi in ambito aerospaziale, elettronico e informatico in grado di spingere gli Stati Uniti a un livello tecnologico senza pari. Con una politica economica che la Storia avrebbe ricordato come *Reaganomics*, il presidente americano ridusse le tasse, aumentò il deficit pubblico, deregolamentò il mercato e finanziò più intensamente che mai le industrie più innovative e impegnate nella ricerca. Attività di cui lo scudo spaziale rappresentava la convergenza perfetta.

Non è un caso, in quegli anni, iniziassero a prosperare startup tecnologiche in grado di costruire le basi dei futuri colossi globali dell'informatica e dell'elettronica. Internet stessa, come tante altre tecnologie spaziali entrate nell'uso comune, non fu che un'evoluzione della pionieristica ARPANET, che per connettere i nodi dello scudo spaziale fu implementata con i protocolli TCP/IP e quindi portò al National Science Foundation Network (o NSFNET), genitore diretto della rete informatica che avrebbe sconvolto il mondo.²¹

Shuttle-Mir, modello di Space diplomacy

Già in profonda crisi da anni, l'economia sovietica non poteva reggere la sfida della Strategic Defense Initiative; a Gorbačëv non sarebbe rimasto che accompagnare – o, secondo i detrattori, accelerare – il crollo dell'intero sistema socialista. Prima, però, inaugurò il programma *Glasnost* e la *Perestrojka*, un complesso di drastiche riforme interne di natura politica ed economica accompagnato, all'estero, da un atteggiamento di distensione con cui provare un riavvicinamento all'Occidente che si supponeva definitivo. In uno dei tanti e storici incontri bilaterali con Reagan, con il quale venne anche negoziata la riduzione degli armamenti, Gorbačëv propose addirittura una missione spaziale congiunta per raggiungere Marte, nel tentativo di distogliere l'attenzione americana dalla realizzazione della *Freedom*. Non va dimenticato che, nel frattempo, Mosca gestiva la stazione spaziale Mir, il cui primo modulo era stato lanciato in orbita bassa nel 1986. La Mir avrebbe inciso gli annali come prima stazione modulare della storia, si sarebbe arricchita di diversi elementi nel corso degli anni per aumentare le capacità di ricerca e abitazione della struttura e avrebbe costituito l'apice dell'impareggiabile esperienza russo-sovietica nelle missioni di lunga permanenza in orbita. In effetti, era stata progettata per quello: lanciata il 19 febbraio 1986, grazie alla versatilità dei moduli abitativi FGB, crebbe e si espanse fino a contare sette sezioni, installate fra il 1987 (con il Kvant-1)²² e il 1996 (con il Priroda).²³

L'Unione Sovietica, però, collassò prima che il tentativo di distrarre l'Occidente dalla *Freedom* (nel frattempo modificata e ribattezzata *Alpha*) riuscisse – e, soprattutto, senza che l'erede della Mir, sopravvissuta fino al 2001, avesse fondi sufficienti per andare in orbita. Il 9 novembre del 1989, subito dopo la

caduta del Muro di Berlino, cioè dell'ultimo simbolo della contrapposizione (e della forza) delle due superpotenze rivali, era già chiaro a tutti che la Russia non avrebbe potuto dare corso ai suoi progetti extra-atmosferici più ambiziosi.

Paradossalmente, a risolvere la situazione furono gli Stati Uniti: subito dopo il suo insediamento, nel 1992, e con un invito ufficiale l'anno successivo, il presidente Bill Clinton propose a Mosca di diventare Senior Partner del progetto Alpha (cioè l'ex-Freedom), per sfruttare la solida esperienza russa nella gestione delle stazioni spaziali e nel mantenimento degli equipaggi in orbita. Gli Stati Uniti suggerivano che i moduli previsti per la Mir-2 venissero aggiunti agli elementi statunitensi, europei, giapponesi e canadesi.

A quel punto, prova virtuosa di *Space diplomacy*, a bordo della Mir cominciarono ad avvicinarsi equipaggi internazionali, che avrebbero compreso anche sette astronauti statunitensi portati in orbita dagli Space Shuttle: sfruttando un particolare portello di aggancio progettato per la navetta *Buran*, posizionato nel modulo Kristall,²⁴ la NASA arrivò infatti ad attraccare alla stazione russa la navetta *Atlantis*, dando il via al programma Shuttle-Mir.

In quel periodo la Mir avrebbe fatto anche registrare il record di permanenza per un singolo essere umano in un volo spaziale: 483 giorni ininterrotti del medico Valery Polyakov, che volle dimostrare la possibilità di un trasbordo umano verso Marte. Al suo rientro avrebbe rifiutato di essere scortato a braccia fino alla tenda dei soccorsi, sollevandosi in piedi e percorrendo il breve tratto sulle sue gambe. Rimane nella storia dell'esplorazione spaziale un suo ritratto, mentre, affacciato al finestrino della Mir, osserva la navetta *Atlantis* agganciarsi.

Il progetto Hermes e la nascita della iss

Non che la nuova collaborazione spaziale fosse esente da malumori: i negoziati per giungere a un accordo fra i paesi coinvolti si sarebbero protratti per anni e, anche stavolta, avrebbero registrato lo scetticismo di chi, in particolare a Washington, paventava che il lavoro congiunto avrebbe portato a pericolose ruberie tecnologiche. Per questo e per questioni di budget il progetto sfiorò più volte la cancellazione.

Alla fine, però, a Washington prevalsero quanti pensavano che la collaborazione internazionale avrebbe obbligato i partner degli Stati Uniti a concentrare le risorse sulla stazione comune, lasciandone poche a iniziative nazionali autonome. Pur consapevoli del rischio, i paesi partecipanti accettarono la proposta, ognuno per motivi differenti. Il 29 gennaio 1998, i rappresentanti di Stati Uniti, Russia, Giappone, Canada e i paesi partecipanti all'ESA (Belgio, Danimarca, Francia, Germania, Italia, Paesi Bassi, Norvegia, Spagna, Svezia, Svizzera e Regno Unito) si incontrarono presso il dipartimento di Stato americano a Washington per firmare un accordo intergovernativo deputato a stabilire il quadro generale per la progettazione, lo sviluppo, il funzionamento e l'utilizzo della Stazione Spaziale Internazionale. Così si era deciso, insieme, di chiamarla.

La placca commemorativa riporta le bandiere di quindici paesi, Italia compresa.²⁵ La storia del coinvolgimento italiano si sarebbe rivelata interessante per più motivi – e non tutti positivi, almeno dal punto di vista europeo. Al momento di supportare il progetto iss, l'Italia vantava già competenze uniche che le avrebbero fatto guadagnare un posto di primo piano nella fabbricazione di moduli extraterrestri abitabili. Il *Columbus*, sviluppato da Aeritalia²⁶ e poi diventato uno degli elementi europei della Stazione Spaziale Internazionale, avrebbe dovuto essere

l'ambiente principale di una piccola stazione spaziale europea, il cui progetto prevedeva anche lo sviluppo di uno shuttle, chiamato *Hermes*, che facesse la spola con la Terra trasportando tre astronauti e tre tonnellate di carico. L'idea era quella di piazzare *Hermes* in testa a un razzo *Ariane* e poi farlo rientrare in atmosfera (un concetto che sarebbe stato ripreso decenni dopo per un altro spaziotrattore europeo, lo *Space Rider*).

Il progetto *Hermes*, col senno di poi, avrebbe avuto un percorso con molti intoppi; d'altronde, l'Europa non sarebbe mai più stata così vicina a ottenere l'accesso autonomo allo Spazio anche per il volo umano. Una capacità strategica unica, se valutata nel lungo periodo.²⁷ Questo l'avrebbe resa, negli anni novanta, la seconda o terza potenza mondiale, in uno scenario in cui la Russia, pur autonoma, usciva da uno dei periodi più travagliati della sua storia, mentre Cina e India scontavano un ritardo pesante.

Alla luce degli eventi successivi, fu un'occasione persa. Nessun astronauta avrebbe mai raggiunto lo Spazio partendo dal suolo europeo, nonostante il presidio di uno spaziotrattore continentale in Guyana Francese. Donne e uomini della futura Unione avrebbero sempre dovuto imbarcarsi sulle vecchie ma affidabili *Sojuz*, sugli *Shuttle* e, poi, sulle navette private impiegate per il trasporto di passeggeri (non solo professionisti, dettaglio di non poco conto) per la *NASA* e per attività commerciali autonome: la *Crew Dragon* di *SpaceX*, in particolare, e la *Starliner* di *Boeing*.

Tutto questo, però, si sarebbe capito decenni dopo. Meglio tornare indietro: dieci mesi dopo la firma europea di quel gennaio 1998, dal cosmodromo kazako di *Bajkonur* i russi lanciarono il modulo *Zarya* («Alba»), l'elemento inaugurale del primo condominio spaziale dell'umanità. Secondo il consigliere scientifico della Casa Bianca, *John Gibbons*, questa sarebbe stata la più grande impresa internazionale, dopo la guerra, di tutta la Storia dell'umanità. I posteri gli avrebbero dato ragione.

18. Pace di latta: la Stazione Spaziale Internazionale (ISS)

This is Major Tom to Ground Control
I'm stepping through the door
And I'm floating in a most peculiar way
And the stars look very different today
For here am I sitting in a tin can
Far above the world
Planet Earth is blue
And there's nothing I can do.

DAVID BOWIE, «Space Oddity»

Se si fa eccezione per il Sole e la Luna, l'oggetto più luminoso della volta celeste è la Stazione Spaziale Internazionale, o ISS (dalla denominazione inglese, International Space Station), la cui magnitudo, cioè la luminosità apparente, è diversa a ogni passaggio attorno alla Terra. Mediamente la si può stimare a -2, il che significa che è più brillante di Sirio, la stella più luminosa del cielo. Nelle giuste condizioni, però, la Stazione Spaziale Internazionale può riflettere la luce solare così bene da surclassare anche Venere, superando il valore -4 di magnitudo.

Vederla solcare il firmamento non è difficile. Può capitare anche per caso di sollevare lo sguardo e notarla mentre sfreccia oltre il cielo, in particolare nelle ore che seguono il tramonto o che precedono l'alba. Anche distinguerla non è complesso: la ISS viaggia rapida, molto più veloce di un aereo e la sua luce non lampeggia, perché, come qualsiasi cosa non sia una stella, non brilla di luce propria, ma riflette quella solare. Proprio come Venere.²⁸

Osservarla mentre sorvola il mondo è un'esperienza che andrebbe fatta, almeno le prime volte, con la consapevolezza che lassù ci siano sei, sette, forse anche nove o dieci persone che

girano attorno alla Terra una volta ogni ora e mezzo. Un equipaggio costituito da donne e uomini di nazionalità, età, culture ed esperienze diverse. Da più di due decenni, per la precisione dal 2 novembre del 2000, data di inizio della Expedition 1, lassù, in quella casa che l'umanità ha costruito appena oltre la soglia dello Spazio, c'è qualcuno. E in quegli equipaggi ci sono sempre, senza eccezioni, russi e statunitensi; anche dopo lo scoppio della guerra in Ucraina. Da lassù, i confini, continuano a non vedersi.²⁹

Costruire insieme, quaggiù

Zarya, il functional cargo block cofinanziato da Stati Uniti e Russia e costruito a Mosca, restò poche settimane a orbitare in solitaria. Il 4 dicembre del 1998 decollò il modulo Unity (il Node 1) a bordo dello *Space Shuttle Endeavour*. Due giorni dopo, usando il Canadarm, il braccio meccanico fornito dal Canada, l'equipaggio dello Shuttle catturò *Zarya* e unì i due elementi. Fu un altro momento storico: due spazi progettati agli antipodi del mondo, almeno in senso politico-economico, diventavano una casa unica, l'ideale continuazione del programma Shuttle-Mir concluso solo pochi mesi prima, a giugno. L'11 dicembre 1998 il comandante della missione STS-88, lo statunitense Robert Cabana, e il cosmonauta Sergej Krikalëv, consapevoli della portata di quell'operazione, aprirono insieme il portello dell'Orbital Docking System dello *Space Shuttle*. Un americano e un russo inaugurarono la Stazione Spaziale Internazionale, entrando, uno accanto all'altro, nel modulo chiamato Unità.

Da allora, da quel primo embrione orbitante, la ISS sfreccia nello Spazio a 7,66 chilometri al secondo. È la velocità necessaria affinché sia in permanente «caduta libera» attorno alla

Terra. Non sarebbe possibile scorgerne l'ombra proiettata sul suolo: è troppo veloce. Passata sopra le nostre teste, in pochi minuti potrebbe già essere sopra il Mar Nero, su Kiev, su Ankara, sul Mediterraneo verso l'Egitto.

Sono serviti all'incirca dieci anni e una trentina di missioni dedicate al suo assemblaggio perché la si potesse definire completa. In realtà, come un porto di mare, la Stazione Spaziale Internazionale è un molo, un'infrastruttura che non rimane per troppo tempo uguale a se stessa. Basti pensare che gli ultimi moduli pressurizzati, entrambi russi, il laboratorio Nauka e il nodo Pirs, sono stati aggiunti nel 2021. È del marzo 2001, invece, l'arrivo del modulo logistico Leonardo, con opportune modifiche e ulteriori otto viaggi poi diventato elemento stabile della stazione nel 2011. Fu il primo ambiente realizzato in Italia, a Torino, ad agganciarsi alla stazione, seguito dal laboratorio Columbus, dal Nodo 2 (*Harmony*) e dal Nodo 3 (*Tranquility*), insieme con la Cupola, la finestra con vista sulla Terra resa celebre da migliaia di foto scattate dagli equipaggi. Almeno per ora, circa il 40% del volume abitabile della Stazione è stato realizzato in Italia.³⁰

Aiutarsi per restare vivi, là sopra

Galleggia silente là sopra, rifugio strappato all'infinito, tutto intorno al quale è vuoto. *Stricto sensu*: c'è il nulla. Non c'è ossigeno da respirare oltre i pochi millimetri del suo rivestimento; l'atmosfera è così rarefatta da non avere quasi senso parlare di temperatura. E il vuoto assedia da ogni parte quella *scatola di latta*, come disse Bowie, le pareti sottili della quale dividono l'essere umano da una morte quasi istantanea.

Esistono posti altrettanto pericolosi? No, o perlomeno nes-

suno in cui qualcuno abbia mai deciso di trascorrere sei mesi, o un anno della propria esistenza. Nemmeno il gelo delle stazioni di ricerca in Antartide è così letale.

A ricordarlo – testimoniando quanto, sebbene ordinaria, qualsiasi attività spaziale resti di estrema complessità – è il fatto che là, nel vuoto, qualcuno ha rischiato di morire annegato. Luca Parmitano, il 16 luglio 2013, aveva da poco iniziato l'attività extraveicolare in compagnia del collega americano, Chris Cassidy, quando ha percepito un qualcosa dietro la testa: una perdita di liquido, che si sarebbe scoperto essere dovuta a un malfunzionamento del sistema che separa il flusso d'aria dall'acqua, aveva cominciato a riversarsi nel casco dell'astronauta. La centrifuga continuava a pompare mentre Parmitano provava a riprendere la via della camera stagna, per cercare scampo dentro al rifugio, per tornare nella iss. In condizioni di assenza di peso, però, nessuna forza costringe l'acqua a rimanere dove sarebbe meglio restasse, cioè attorno al collo. Durata mezz'ora, per circa dieci minuti l'avaria diventò grave, tanto da costringere Parmitano all'interruzione dell'attività extraveicolare e al rientro: «In quel frangente ho perso ogni contatto radio oltre che sensoriale. Avevo acqua negli auricolari, nel naso, mi aveva coperto gli occhi. Faticavo a respirare, non potevo sentire né parlare, perché i sistemi di comunicazione, microfoni compresi, si erano bagnati. In più, una volta nell'*airlock* della Stazione, ho dovuto sopportare per quindici minuti la pressurizzazione con il sistema di Val-salva compromesso. È un apparato di compensazione che permette, tappando il naso, di pressurizzare gli orecchi, ma essendo spugnoso e zuppo d'acqua si era strappato. Non una bella sensazione: è come scendere di colpo da 3000 metri al livello del mare senza contrastare la spinta sui timpani. Un dolore lancinante, cui non ci si può opporre».³¹

Luca Parmitano è un colonnello dell'Aeronautica militare,

un pilota collaudatore decorato con medaglia d'argento al valore aeronautico per essere riuscito ad atterrare, l'11 maggio del 2005, dopo che un grosso volatile aveva sfondato l'abitacolo del caccia AXM-I sul quale stava sorvolando la Manica. Anche quella volta l'incidente gli aveva compromesso la visibilità, provocando una «quasi totale avaria radio in ricezione, causata dal rumore in cabina».³² E anche quella volta, come nove anni dopo a 400 chilometri dalla Terra, a salvarlo, a permettere la sopravvivenza del singolo, è stata l'azione di gruppo: «Oltre agli astronauti, un'attività extraveicolare coinvolge numerosi collaboratori a Terra, persone che hanno scelto e curato l'addestramento, selezionato gli strumenti e concordato le procedure. Questo insieme è ciò che ti permette di avere il battito cardiaco invariabile durante un'avaria, ciò che ti concede l'opportunità di pensare. Quel 16 luglio, fuori dalla iss e con un litro e mezzo di acqua nel casco, non ero solo: portavo con me un bagaglio di esperienze costruito, per mesi, da una squadra».³³

Una realtà tradotta in un gesto scambiato con Chris Cassidy, anche lui rientrato prima di avere concluso l'attività esterna alla stazione: «Una semplice stretta di mano, il messaggio vitale tra due esseri umani nell'ambiente più "disumano" che si conosca».³⁴ E un altro esempio di quanto, non solo simbolicamente, la Stazione Spaziale Internazionale dimostri l'interdipendenza collettiva. Un invito, orbitante, alla collaborazione pacifica.

Guardare il futuro da una scatola

La iss è grossa quanto un campo di calcio; contando anche l'apertura delle «ali», cioè i pannelli solari, la sua massa sfiora le 420 tonnellate. Lo spazio pressurizzato, cioè il volume interno

totale dei sedici moduli che la compongono (sei del segmento russo e dieci di quello occidentale) è di 1000 metri cubi, come un Boeing 747. Ma il volume abitabile è poco più di un terzo: 388 metri cubi, su per giù quanto una casa di 140 metri quadri.³⁵ Solo che gli astronauti non sono vincolati a terra e possono sfruttare meglio lo spazio compreso tra il «pavimento» e il «soffitto» (chiamarli così, lassù, è del tutto arbitrario, non essendoci un sopra e un sotto): tutto ciò che serve, «mobili» inclusi, è infatti imbullonato o assicurato alle pareti.

Forse non è all'avanguardia quanto, per esempio, il CERN. Con, però, una differenza non trascurabile: il centro che ospita l'acceleratore di particelle vicino a Ginevra è ben saldo al suolo, dettaglio logistico che fa della stazione il laboratorio scientifico più complesso e costoso mai costruito: con un investimento superiore ai 100 miliardi di euro³⁶ è probabile che oggi, considerandone i costi di mantenimento e manutenzione, la iss abbia assorbito risorse per circa 200 miliardi. Anche tra gli scettici (che alle sue origini non sono mancati, soprattutto in Europa) è oggi parere unanime che ne sia valsa la pena: la Stazione Spaziale Internazionale, come ribadisce la stretta di mano fra Parmitano e Cassidy, è il più grande esempio di collaborazione pacifica che l'umanità abbia mai realizzato.

Da quel novembre di oltre vent'anni fa, con l'ingresso dei cosmonauti Sergej Krikalëv e Jurij Gidzenko, e dell'astronauta Bill Shepherd, la iss è stata abitata da più di 260 persone di una ventina di paesi. Lì, in quell'ambiente unico e appena fuori dal mondo, il genere umano ha imparato (e almeno fino al 2030 continuerà a imparare) quanto nessun'altra esperienza abbia insegnato. Per questo, prima di diventare un monumento all'ingegno e alla cooperazione tra le genti, la Stazione andrebbe considerata il trampolino sul quale salire per spingersi ancora più lontano.

19. Come vivremmo nello Spazio?

Abbiamo già raccontato di Kudrjavka, ossia di Laika, la cagnetta randagia entrata nella storia del programma spaziale sovietico nel novembre 1957. Fu il primo essere vivente a essere inviato nello Spazio, prima del primo volo di Jurij Gagarin, e i sovietici ne rivendicarono orgogliosamente il ruolo di «prima cosmonauta». La verità, ormai nota, è che l'animale fu mandato a morire e spirò tra sofferenze atroci, perché Korolëv dovette soddisfare il desiderio di Chruščëv di celebrare i quarant'anni dalla Rivoluzione d'ottobre con un nuovo, clamoroso successo, ad appena un mese dal glorioso lancio dello *Sputnik 1*.

La capsula nella quale era alloggiata Kudrjavka era stata progettata in fretta, senza un sistema che ne permettesse il rientro e nemmeno gli opportuni collaudi al condizionamento termico. Nello Spazio, la luce solare surriscalda la parte esposta fino a temperature insopportabili per qualsiasi animale. L'addestratrice Adilya Kotovskaya pianse mentre, rivolta alla cagnetta, le chiedeva scusa e l'accarezzava per l'ultima volta.³⁷ Kudrjavka, lei lo sapeva, non era destinata a tornare. Sarebbe dovuta morire qualche giorno dopo, abbandonandosi a un ultimo sonno dopo aver mangiato del cibo opportunamente

avvelenato. Le cose, però, non andarono così: poche ore dopo il lancio, la temperatura superò i 40 gradi e i parametri vitali di Kudryavka divennero sempre più deboli, fino a confondersi con i disturbi radio di fondo.³⁸

I dettagli di questa storia furono tenuti nascosti per decenni. Laika e tutti gli altri animali, molti dei quali ebbero miglior fortuna, furono inviati nello Spazio per dimostrare, o meglio, capire, se un essere vivente potesse sopravvivere in assenza di peso. Nessuno aveva mai sperimentato una permanenza di ore o giorni a quelle condizioni. I voli parabolici le riproducevano per pochi minuti.

Se stiamo nuovamente raccontando di Laika e dei suoi successori è perché anticiparono quanto, un paio di anni più tardi, la missione di Gagarin confermò definitivamente: con i dovuti accorgimenti, il genere umano può sopravvivere nello Spazio.

Ma perché lo Spazio?

Questa constatazione non evita una delle domande più ricorrenti fra gli scettici o, più semplicemente, fra i non addetti ai lavori: perché continuare ad avventurarsi oltre l'atmosfera con tanta regolarità, impegno, insistenza? Perché spendere centinaia di miliardi per vivere nell'ambiente più disumano che si conosca? Non sono in pochi a porsi tali quesiti, i quali frequentemente hanno investito anche l'attività del CERN portando avanti la convinzione secondo cui i tanti investimenti nel settore potrebbero essere destinati a risolvere problemi ben più pressanti sul nostro pianeta. La risposta giusta è che, in effetti, è proprio questo ciò che si sta facendo in orbita: occuparsi degli affari terrestri.

Secondo una definizione sintetica dell'ente spaziale americano «la ISS è un laboratorio orbitante dove la NASA studia

l'esplorazione spaziale mentre gli astronauti vivono e lavorano nello Spazio». L'ESA la definisce «il più grande progetto internazionale di tutti i tempi». Per poter restare in orbita, la ISS e i suoi occupanti devono continuare a viaggiare alla velocità loro impressa durante il lancio. Lo scarsissimo attrito atmosferico a quella quota, di media intorno ai 400 chilometri, permette di continuare il moto di rivoluzione attorno alla Terra, una traiettoria che può essere mantenuta con qualche correzione di tanto in tanto.

Chi la abita prova la stessa sensazione che proverebbe dentro a un ascensore il cavo del quale dovesse spezzarsi all'improvviso: quella di essere in caduta libera, ma, nel caso degli abitanti della ISS, senza alcun impatto contro il piano interrato. In orbita, come in quell'ascensore, si sperimenta l'assenza di peso, quella condizione chiamata, meno correttamente, microgravità. In orbita, difatti, gli effetti dell'accelerazione di gravità si annullano e si finisce per fluttuare.³⁹ È una condizione che, in modo permanente, esiste solo lì, su quell'avamposto che l'umanità ha costruito per esplorare nuovi sentieri di conoscenza della natura, lontano dalle circostanze in cui la vita è nata e ha prosperato, incollata alla superficie terrestre. Per scoprire che in microgravità gli esseri viventi possono vivere, certo, e anche lavorare, studiare, stupirsi, divertirsi; che al corpo umano la permanenza lontano dalla sua «culla» sia poco consona, in effetti, è un altro importante motivo di indagine scientifica.

Il corpo in assenza di peso

Gli effetti fisici dell'assenza di peso sono anzitutto legati alla forza che tende a trascinare tutto verso il centro della Terra (dire «verso il basso» avrebbe poco senso in orbita). È la stessa

forza che ogni donna e ogni uomo devono contrastare per alzarsi dal letto ogni giorno, per camminare, correre, sollevare oggetti, salire e scendere le scale, ma che nello Spazio non c'è. Per questo, dopo permanenze di settimane o mesi oltre l'atmosfera, i muscoli si atrofizzano; la loro massa, senza esercizio, può ridursi del 20% dai cinque agli undici giorni; la struttura scheletrica perde densità a causa dell'inutilizzo e diventa fragile, per via di un processo osteoporotico capace di dissipare dall'1% al 2% di massa ossea ogni mese. Per tutti questi motivi, durante la permanenza sulla iss sono previste almeno due ore di esercizio fisico ogni giorno. Il peso viene ricreato in maniera artificiale con un macchinario per il sollevamento, vincolando con alcuni elastici il corpo a un tapis roulant, oppure producendo resistenza alla pedalata. Queste dosi giornaliere di allenamento aiutano gli equipaggi della iss a recuperare più velocemente le proprie abilità per così dire di terra e, soprattutto, a non correre rischi una volta tornati ad affrontare l'accelerazione di gravità dopo mesi trascorsi in orbita. Il punto è che, come quasi qualsiasi cosa riguardi la iss, non si tratta solo di una questione «terrestre». Come ha sintetizzato bene l'astronauta Randolph Bresnik in un video divulgativo: «Perché ci interessa? Perché quando affronti un viaggio di nove mesi verso Marte, quello che non vuoi succeda è arrivare lì e romperti una gamba al primo passo fuori dalla tua astronave».⁴⁰

Senza l'interazione gravitazionale capace di attrarre tutto in una direzione, i fluidi corporei scorrono lontano dagli arti inferiori per affluire verso la parte superiore del corpo. L'effetto più evidente, a chi osservi astronaute e astronauti, è la loro cosiddetta *moon face*: un volto gonfio, rubicondo, dai connotati trasformati. Alcuni studi effettuati sulla base di risonanze magnetiche dell'encefalo su persone prima della partenza per la iss e in seguito al loro ritorno, dopo sei mesi in orbita, hanno

mostrato un aumento del volume degli spazi perivascolari che contengono il liquido cerebrospinale e una maggiore pressione intracranica, in grado di portare alla modificazione anche della ghiandola pituitaria. Questo induce dei cambiamenti nel cervello e un rigonfiamento del nervo ottico, che può causare alterazioni della vista come l'ipermetropia.⁴¹

Si tratta di effetti a breve termine, che, almeno per le missioni osservate finora, non hanno prodotto danni o modificazioni permanenti. Le indagini però continuano, perché le missioni di lunga durata (sei mesi in media, ma per un pugno di casi fino a un anno) sono pratica abbastanza recente.

Rimane l'imponderabile: le radiazioni. Gli equipaggi sulla Stazione Spaziale Internazionale si trovano, per mesi, al di là dell'atmosfera. Insieme con il campo magnetico terrestre, l'atmosfera è l'altro scudo che ci protegge dalla doccia di raggi cosmici, particelle ad alta energia, protoni e neutroni, nuclei di elio, ma anche fotoni nello spettro dei raggi X e gamma provenienti da ogni dove: dal Sole, soprattutto in occasione delle eruzioni di massa coronale, e dallo Spazio interstellare. Oltre a ciò, la ISS incrocia periodicamente i protoni intrappolati nelle fasce di Van Allen. Queste particelle ionizzanti sono come cannonate per le molecole che compongono il corpo umano, al punto da causare potenziali modificazioni del DNA dagli effetti difficili da prevedere. Secondo la NASA, in una missione di lunga durata gli astronauti possono essere esposti a dosi di radiazioni fino a cento volte maggiori di quelle che sperimenta una persona sulla superficie della Terra. Per fare un paragone, le dosi di radiazioni ionizzanti equivalgono a quelle che deriverebbero da un minimo di centosessanta a un massimo di seimila radiografie.⁴² L'ESA, poi, spiega che un essere umano in viaggio verso Marte – il quale sarebbe costretto a uscire del tutto dallo schermo delle fasce di Van Allen – in pochi gior-

ni sarebbe esposto a una dose di radiazioni ionizzanti pari a quelle che riceverebbe sulla Terra in un anno. Non è un dato rassicurante.

Gemelli diversi? Se e come cambia il DNA

Scott Joseph Kelly è diventato piuttosto celebre tra il 2015 e il 2016. Assieme al russo Michail Kornienko, ha trascorso quasi un anno intero nello Spazio: trecentoquaranta giorni, compresi tra il 27 marzo 2015 al principio del marzo successivo. A differenza del collega, però, Kelly ha un gemello, Mark, anche lui astronauta della NASA. Possiedono lo stesso patrimonio genetico e per l'Agenzia Spaziale Americana questa era un'occasione pressoché unica per studiare gli effetti di una lunga (anzi, lunghissima, il doppio di una missione standard) permanenza in orbita.

Gli studi effettuati prima, durante e dopo la missione hanno constatato quanto sia efficiente il corpo umano nell'adattarsi a condizioni nuove. Una decina di team medico-scientifici ha seguito Scott Kelly e analizzato tutto di lui, dalle capacità motorie al microbioma intestinale, finanche le mutazioni nel DNA. Molte delle modificazioni corporee sono «rientrate» una volta che Kelly è tornato a vivere in condizioni di gravità normale. Tra queste ci sono quelle che hanno interessato i batteri intestinali o il peso, che l'astronauta ha riguadagnato una volta atterrato. Alcuni problemi si sono manifestati dopo il ritorno a terra, come infiammazioni e risposte immunitarie. Altri hanno continuato a persistere, come «l'espressione genica, la dinamica dei telomeri»,⁴³ il danneggiamento del DNA, l'ispessimento dell'arteria carotidea, le alterazioni oculari e alcune funzioni cognitive». ⁴⁴

La notizia dell'alterazione del DNA ha agitato i media nel 2018, i quali si sono spinti a suggerire che Scott e Mark non

siano più gemelli identici. Il secondo ci ha scherzato su con un Tweet («Che cosa? Il mio DNA è cambiato del 7%! Chi l'avrebbe mai detto? L'ho appena saputo da un articolo. Questa potrebbe essere una buona notizia! Non devo più chiamare @ShuttleCDRKelly il mio identico fratello gemello.») e la NASA si è premurata di corredare un suo articolo con una premessa, per sottolineare che «Mark e Scott Kelly sono ancora gemelli identici; il DNA di Scott non è cambiato radicalmente. Quello che i ricercatori hanno osservato sono i cambiamenti nell'espressione genica, che è il modo in cui il tuo corpo reagisce all'ambiente. Questo probabilmente rientra nell'intervallo per gli esseri umani sotto stress, come l'alpinismo o le immersioni subacquee».⁴⁵

Resta d'altronde vero che sono proprio le modificazioni del DNA a costituire la grande incognita su cui indagare. Nessuno è in grado di prevedere che cosa potrebbero innescare e quando. Come nella maggior parte delle situazioni che riguardano l'ambito medico, le conclusioni non sono univoche. La scienza ha dato qualche risposta: l'alterazione del DNA porta a conseguenze spesso mortali, con insorgenze tumorali. L'esposizione a dosi massicce di radiazioni in poco tempo è letale; quantità anche inferiori, ma subite per lunghi periodi, possono a loro volta sortire effetti gravi. Da Gagarin agli ultimi decollati alla volta della ISS sono più di cinquecento le persone ad aver violato lo schermo atmosferico. All'incirca duecento hanno compiuto missioni di lunga durata sulla Stazione Spaziale Internazionale. Di ognuno sono stati studiati i parametri vitali e le condizioni di salute, ma solo una manciata ha volato per più di sei mesi. Troppo pochi e troppo recenti per compilare una statistica e fare previsioni attendibili su cosa succederà al loro corpo nei prossimi decenni.

Oggi Scott Kelly sta bene. Poco dopo aver concluso la sua missione più lunga sulla ISS ha lasciato la NASA, ma il monito-

raggio del suo stato di salute e gli studi su come il suo corpo sia cambiato non si sono interrotti. Sono fondamentali per capire meglio come affrontare missioni lunari e interplanetarie, viaggi che riserveranno molte più insidie di quante se ne possano incontrare nelle orbite più vicine alla Terra.

Anche in questo caso, l'incertezza più grande riguarda la quantità di radiazioni che una persona è in grado di assorbire senza subire danni e le contromisure da adottare. Sulla ISS la dose è significativa, ma non tale da compromettere una missione. Nello Spazio profondo, una volta attraversato lo scudo magnetico che la nostra culla garantisce, le cose saranno diverse.

Alcuni studi su cavie da laboratorio hanno portato alla conclusione che un lungo viaggio nello Spazio profondo, come quello verso Marte, potrebbe anche compromettere la sanità e l'equilibrio mentale dei passeggeri. Nelle ricerche vengono descritti danni alle connessioni neuronali,⁴⁶ capaci di ledere funzioni caratteriali, umorali⁴⁷ e cognitive,⁴⁸ cioè il rapporto che un individuo ha con la realtà esterna. Nelle condizioni di reclusione prolungata e isolamento forzato, tipiche di un habitat o un mezzo spaziale, ci sarebbe uno sbilanciamento capace di produrre conseguenze gravi.

Esperimenti unici

Kelly, Kornienko e molti altri hanno prestato il proprio corpo alla scienza. Al di là di loro, non è necessario ragionarci troppo per capire che è ciò che fa chiunque prenda posto su un razzo capace di sprigionare 40 milioni di cavalli di potenza per spedire il proprio carico a 400 chilometri di quota e fino a una velocità di 28 mila chilometri orari, per poi restare a orbitare mesi dentro una scatola immersa nel vuoto cosmico.

Numerosi astronauti e astronaute, durante la propria permanenza sulla iss, trascorrono parte del tempo a fare esami su di sé, campionando sangue e testando le proprie capacità cognitive per avanzare un poco nella conoscenza del corpo umano e, più in generale, dell'essere umano che sia posto in un ambiente diverso da quello abitato dalla specie intera a partire dall'alba dei tempi.

Più si indagano questi aspetti, più risulta evidente come il nostro corpo sia una sorta di progetto adattatosi a una realtà dominata dall'interazione gravitazionale e protetta dall'abbraccio del campo magnetico. Quando queste condizioni vengono meno, o diminuiscono il loro impatto, come succede nel caso della ridotta gravità lunare o marziana, qualsiasi regola del gioco cambia.

La radicale variazione del contesto promessa dall'esplorazione spaziale ribadisce l'unicità e l'importanza scientifica della Stazione Spaziale Internazionale. La iss è un posto unico, in cui guardare le cose da una prospettiva irriproducibile altrove e mettere alla prova un sistema, in questo caso il corpo umano, per comprenderne i punti deboli e provare a controbilanciarli. O, ancora, per osservare come si comporta la materia e come si organizzano le molecole, le cellule e le proteine una volta liberate dal vincolo del peso. Innumerevoli, le conseguenze e le applicazioni di questi studi sono ben lontane dal vedere una fine. Ed è qui più che altrove che si tocca con mano il nodo in cui gli studi spaziali e quelli terrestri si legano e cooperano, in risposta ai dubbi di quanti sono scettici rispetto all'utilità dell'indagine extraterrestre.

Come ha spiegato la astronauta e medico statunitense Serena Auñón-Chancellor in un'intervista a *Scientific American*, lì, oltre il cielo, «avviene una sorta di invecchiamento rapido. È possibile osservare i marker delle molecole, nonché il modo in

cui le cellule cambiano in orbita. Processi che a terra impiegano anni, come l'osteoporosi, lassù avvengono più velocemente. Quindi gli scienziati lo vedono come un banco di prova». ⁴⁹ Durante la sua missione, Auñón-Chancellor ha coltivato cellule endoteliali, quelle che rivestono l'interno dei vasi sanguigni, linfatici e del cuore, per capire come si sviluppino in assenza di peso. L'assenza di una direzione di crescita, dovuta alla mancanza di una spinta «verso il basso», fa sì che si possano studiare aspetti differenti di interi sistemi. Il motivo lo spiega la stessa Auñón-Chancellor: «Le cellule endoteliali aiutano l'apporto di sangue, e i tumori hanno bisogno di sangue per crescere. Se possiamo fermare quell'apporto, allora possiamo contribuire a sconfiggere il cancro». Un aspetto significativo di questa ricerca è che a finanziarla non sia stato il dipartimento della Salute americano, o una qualche università pubblica, ma Angiex, un'azienda di Cambridge, il cui business principale è trovare la cura al 90% delle tipologie tumorali.

All'archivio della NASA, nell'elenco di tutti gli esperimenti condotti finora sulla Stazione Spaziale Internazionale, sono decine quelli che riguardano la cristallizzazione delle proteine. Lo scopo è indagare come i cristalli si formano nello Spazio per ottenere farmaci di qualità maggiore e quindi replicare, sulla Terra, le condizioni necessarie allo stesso risultato. ⁵⁰ L'azienda farmaceutica americana Merck ⁵¹ ha portato in orbita molecole di anticorpi monoclonali, che servono a trattare alcuni tipi di tumore, per farli crescere in cristalli sfruttando l'assenza di peso, che ne rende più semplice l'ottenimento. Infine, l'Università della California guida un progetto di ricerca che sfrutta la caratteristica evidenziata da Auñón-Chancellor: gli scienziati hanno somministrato a delle cavie un farmaco trattato per essere più efficace nel rallentare l'osteoporosi e al tempo stesso aiutare la formazione delle ossa. Dopo un periodo prolungato

nello Spazio, le cavie avevano subito una progressione accelerata della malattia. Una condizione che sulla Terra (a causa dell'inattività o, nel caso delle donne, della menopausa) impiega molto più tempo per manifestarsi.⁵²

Gli studi sull'Alzheimer guardano lo stesso processo, ma con l'intenzione opposta: osservare come si accumulino in microgravità le proteine amiloidi, le quali, addensandosi in aggregati nel cervello delle persone anziane, sono alla base del danneggiamento dei neuroni e della conseguente insorgenza della malattia neurodegenerativa. A uno studio di questo tipo hanno collaborato la NASA, diversi scienziati e un'azienda privata, la Teledyne Brown Engineering di Huntsville, Alabama.⁵³ A una ricerca simile ha lavorato anche Parmitano durante la sua seconda missione in orbita, *Beyond*, nel 2019.⁵⁴

Nel 2020, in occasione dei vent'anni di occupazione continua della ISS, la NASA ha inserito le indagini sull'osteoporosi, sulle malattie neurodegenerative e sui tumori tra i venti grandi progressi nella ricerca in orbita. Quell'anno, secondo *Nature*, si sono superati i tremila esperimenti a bordo a opera di centoottanta paesi.⁵⁵ E da allora non ci si è fermati.

È interessante notare come la maggior parte delle attività di ricerca riguardi proprio la biologia e la biotecnologia (oltre 1200 esperimenti, in maggioranza da parte dell'Agenzia Spaziale Giapponese, la JAXA), seguite dai test per lo sviluppo tecnologico (oltre cinquecento) e dalle attività educative. La divulgazione, infatti, in particolare rivolta agli alunni delle scuole di tutti i gradi, è considerata una delle occupazioni principali. Nel corso della missione *Minerva*, l'astronauta dell'ESA Samantha Cristoforetti ha rinnovato anche questo aspetto, diventando la prima astronauta a usare TikTok per raccontare il proprio lavoro in orbita con video divulgativi concepiti per spiegare esperimenti, curiosità della vita a bordo e consigli per uno stile

di vita sano. Uno degli esperimenti che ha condotto durante la sua permanenza sulla Stazione, nel 2022, riguardava l'alimentazione per mantenere una composizione corporea ideale ed evitare l'aumento del rapporto massa grassa/magra dovuto all'inattività da assenza di peso. È evidente quanto questo tipo di studi possa aiutare anche chi rimanga con i piedi incollati al suolo.

Le stesse indagini vengono condotte anche a terra, facendo stendere per alcuni mesi delle persone scelte come cavie su dei lettini da ospedale inclinati con la testa in giù e i piedi in su, a simulare le condizioni di microgravità (che prevedono l'afflusso di sangue verso la parte alta del corpo e l'inattività dei muscoli degli arti inferiori). Fra gli specialisti in questo tipo di ricerche, c'è il centro medico Medes di Tolosa. Avvia regolari campagne di reclutamento di volontari che, per sessanta giorni, devono rimanere stesi su un letto inclinato di 6 gradi dalla parte della testa e senza mai potersi muovere. Il tempo di impiego totale, comprese le analisi preliminari e successive, è di ottantotto giorni, per un compenso di 18mila euro (elargito in quattro anni). Chiamata *bed-rest*, questa tipologia di ricerche «permette di simulare gli effetti della microgravità al suolo e di preparare futuri voli spaziali».⁵⁶ Riposo a parte, difficile pensare sia una pacchia. Anche questo dice tanto sugli effetti che il fisico umano deve sopportare durante lunghe permanenze in orbita e, con ciò, del nostro futuro da condomini spaziali.

20. Quando la Terra non serve più. Medicina spaziale

Buona parte della ricerca muove da un presupposto che costituisce l'essenza stessa dell'innovazione: trovare soluzioni a problemi inesistenti che si è volutamente andati a cercare e che, nel futuro, si riveleranno utili per risolvere difficoltà in condizioni più propizie o ambienti meno ostili. Gli inglesi, per esempio, perfezionarono la precisione degli orologi perché avevano la necessità di misurare le distanze percorse in alto mare, dove gli unici punti di riferimento sono il Sole e le stelle. Uno strumento settato sull'ora di Greenwich avrebbe permesso di confrontare l'altezza del Sole e determinare, di conseguenza, la longitudine.

In fondo, tornando ai nostri scopi, andare nello Spazio non è forse come navigare in mare aperto? Quando la terraferma è lontana servono soluzioni a problemi che in porto non esistono.

È un discorso valido anche, se non soprattutto, su altri corpi celesti: nell'eventualità di un'emergenza, è impossibile andarsene dalla Luna o da Marte ed essere a casa poche ore dopo, come invece succede per la iss. Servono giorni, nel caso della Luna. Mesi, se si fosse su Marte, per il quale occorre che la

Terra sia in posizione favorevole per tornare: un allineamento, questo, che si verifica ogni ventisei mesi. «Se parti non puoi tornare indietro: devi fare tutto il giro, fino a Marte e ritorno, e ciò richiede almeno un anno e mezzo. Le prime missioni avranno un equipaggio ridotto, diciamo sei astronauti. E a bordo dovrà esserci anche un medico, quello che chiamiamo un “chirurgo MacGyver”» scrive Tommaso Ghidini, capo del dipartimento di Ingegneria meccanica dell’ESA.⁵⁷

Riparare il corpo umano, in orbita

A luglio 2019, con una navetta cargo di SpaceX, è arrivata sulla ISS una stampante 3D di tessuti biologici, la 3D BioFabrication Facility (BFF). Come per l’organizzazione delle proteine, anche la riproduzione delle cellule e la crescita dei tessuti sono influenzate dalla gravità, in particolare quando si tratta di produrre organi in laboratorio.⁵⁸ L’assenza di peso diventa uno strumento per replicare artificialmente strati di tessuti partendo, per esempio, da cellule staminali. La BFF utilizza proteine derivate da tessuti e cellule umane adulte (staminali o pluripotenti) a mo’ di bioinchiostro per creare tessuto vitale. Le prime sperimentazioni hanno già prodotto tessuti cardiaci e componenti di un menisco umano. Altre stampanti 3D lavorano sulla produzione di retine artificiali, come il progetto di LambdaVision,⁵⁹ o sulla stampa di lembi di pelle per un kit di emergenza in caso di ferite, come quello sviluppato dalla DLR, l’Agenzia Spaziale Tedesca.⁶⁰

Da tempo l’ESA studia come implementare questo tipo di medicina: nel 2019 l’Agenzia, a capo di un consorzio formato da OHB System AG, Blue Horizon e dall’ospedale dell’Università tecnica di Dresda, ha dimostrato di poter stampare in 3D

lembi di pelle e un frammento osseo a partire da cellule staminali e per una specifica applicazione spaziale.⁶¹ Scrive Tommaso Ghidini in *Homo cælestis*:

Le cellule della pelle sono state prodotte utilizzando fibroblasti e plasma, «componenti» facili da reperire tra i membri dell'equipaggio. [...] Per la produzione dell'osso sono state utilizzate cellule staminali umane, la stessa formula sviluppata per la pelle, con l'aggiunta, in questo caso, di fosfato di calcio come materiale di supporto, che l'osso assorbirà completamente e di cui si nutrirà una volta impiantato. [...] Pelle e ossa umane verranno riprodotte, quindi, senza bisogno di prelevarle da altre parti del corpo creando ferite secondarie non necessarie e difficilmente cicatrizzabili in ambiente spaziale e, essendo realizzate con cellule del paziente da curare, non presenteranno alcun rischio di rigetto. [...] Quello appena realizzato rappresenta il primo passo di una attività scientifica che ha l'ambizioso obiettivo di rendere la medicina rigenerativa e la stampa di tessuti umani praticabili nello Spazio e su altri pianeti. La ricerca sta definendo quali equipaggiamenti saranno necessari a bordo, come dovranno essere strutturate le sale operatorie, gli ambienti sterili, l'assistenza robotica e l'intelligenza artificiale, ma anche quali dovranno essere i prossimi tessuti umani da riprodurre, fino alla realizzazione di organi completi. Vogliamo avere una stampante di questo tipo sulla iss, per creare tessuti dalle cellule staminali dei nostri attuali astronauti direttamente nello Spazio, esporli a missioni molto più lunghe di quelle che saranno chiamati a svolgere, osservarne gli effetti e sviluppare medicinali personalizzati per quell'individuo che volerà in quella missione.⁶²

In quest'ottica, se considerassimo il corpo umano come una macchina suscettibile di avarie o guasti, lo Spazio potrebbe inse-

gnare a costruirne i pezzi di ricambio, con ovvie ricadute per la «medicina terrestre». Sostiene ancora Ghidini:

Microprocessori, fotocamere digitali, materiali, strutture: per funzionare nello Spazio, tutto deve essere realizzato con meno e in dimensioni più ridotte, deve resistere alle proibitive condizioni extraterrestri e deve essere facilmente trasportabile, imponendo l'ottimizzazione e miniaturizzazione di ogni elemento. Uno straordinario balzo in avanti tecnologico che, una volta compiuto, diviene globalmente disponibile per l'umanità, riducendo costi e aumentando la sicurezza di strumentazioni sempre più evolute. Anche in questo caso, quindi, ci aspettiamo che stampa biologica e medicina rigenerativa, affinate per lo Spazio, trovino poi ampie possibilità di applicazione terrestre. La posta in gioco è altissima: possibilità di trapianti senza più donatori, liste di attesa o rischio di rigetto, capacità di curare gravi danni senza creare ferite secondarie e facoltà di testare nuovi medicinali direttamente sugli organi da guarire, minimizzando i test animali o umani.⁶³

Sulla iss c'è anche una stampante per materiali plastici, un prototipo che ha su per giù la stessa funzione: produrre pezzi di ricambio o utensili quando servono, così da non dovere farseli spedire da Terra attendendo settimane o mesi né dovere portarli a prescindere, sprecando spazio e denaro.

Il ritorno terrestre

Questi traguardi sono il risultato di ricerche, tecnologie e procedure capaci di promettere, nessuna esclusa, una vita migliore per chiunque, anche qui sulla Terra, tanto più se si pensa

agli scenari in cui manchino organi per il trapianto o in cui ci si trovi dinnanzi a patologie degenerative ancora senza cura, come la retinite pigmentosa.

Immaginando di trasportare tutto su un altro pianeta, le conseguenze diventerebbero anche più interessanti e, alla faccia delle apparenze, più utili: stampare un lembo di pelle come «toppa» per un'ustione o un infortunio, quando ci si trova a centinaia di milioni di chilometri dalla Terra, è una delle prospettive della medicina definita spaziale. Le cui applicazioni, però, non potrebbero essere più terrestri: intervenire in alcuni paesi in via di sviluppo, in villaggi isolati e con ospedali privi di macchinari adeguati, materiali e medici, può somigliare molto a un intervento extraplanetario. Sviluppare e validare scienza, strumenti e protocolli per andare su Marte contribuirà a risolvere le emergenze in un deserto, in una città colpita da un evento meteorologico estremo, da una catastrofe, da una pandemia (come nel 2020 dimostrò il progetto *ICUTrain*, il treno-ospedale equipaggiato con ambulatori e unità di terapia intensiva per integrare tecnologie e competenze spaziali, ferroviarie, di *cyber security* e di intelligenza artificiale).

La medicina non esaurisce di certo le ricerche sviluppate in orbita. La multinazionale statunitense Procter&Gamble, colosso dei beni di largo consumo, ha condotto sperimentazioni sulla *ISS* per monitorare il comportamento delle molecole di alcuni prodotti e quindi migliorarne la qualità. La P&G vanta una fetta di mercato di oltre il 20%; i suoi sono prodotti che si trovano nelle case di quasi cinque miliardi di persone, dagli shampoo ai detersivi, dai dentifrici alla schiuma da barba.

Nella lista degli esperimenti fornita dalla NASA, in aggiornamento continuo, figurano aziende, startup, multinazionali e gruppi farmaceutici che finanziano la ricerca per migliorare formule, materiali ed efficienza. Da anni, ormai, l'occasione di

avere un'infrastruttura orbitale concepita e assemblata dai governi è sfruttata dai privati per innovare e migliorare prodotti e business, fino a inventarne di nuovi: lo Spazio è un moltiplicatore di idee e opportunità. È una storia ricca di capitoli già scritti e pronta a iniziarne di nuovi. Una storia, in verità, appena cominciata.

21. *Cross fertilization*, piante marziane e altre invenzioni

La sentenza latina *mater artium necessitas* si applica bene al settore spaziale: la necessità è madre delle arti, intese come tecnologia, idee, creatività.

Il volume disponibile dentro l'ogiva di un razzo che voglia volare oltre il cielo è limitato: ogni chilo, o meglio, ogni grammo *pesa* anche sul budget, perché l'energia necessaria per superare l'atmosfera e immettersi in orbita, raggiungendo nella fase finale una velocità prossima agli 8 chilometri al secondo, è elevata. In più, oltre l'atmosfera, i materiali esposti al vuoto e alle radiazioni e i dispositivi che devono lavorare in assenza di peso necessitano di test e validazioni preventive. Lo sforzo tecnologico e di ricerca, insomma, è enorme. Allo stesso modo, per vivere fuori dalla nostra «culla» e ricreare le condizioni per le quali il nostro corpo è progettato – aria, acqua, una temperatura costante, cibo ed esigenze igieniche – servono dispositivi autosufficienti e ridondanti. Qualora avarie e problemi fossero davvero seri, capaci di compromettere la vita di un equipaggio, la soluzione estrema sarebbero le scialuppe di salvataggio, proprio come accade in mare. I prossimi insediamenti, attorno e sulla Luna o, più avanti, su Marte, non saranno a portata di

un corriere o di una squadra di rifornimento e manutenzione. Anche se, a giudicare dalla velocità con cui la logistica spaziale attrae interesse e finanziamenti, non si dovrà aspettare molto.

Trovare ossigeno e acqua

Di fatto, anche limitandosi alla sola iss, oggi la stazione possiede impianti di purificazione e ricircolo in grado di ricavare, per esempio, poco meno della metà dell'ossigeno necessario agli astronauti, il quale costituisce la loro primaria fonte di sussistenza. Sono sistemi che utilizzano l'elettrolisi dell'acqua, scindono le molecole in idrogeno e ossigeno. Oppure, nel caso del sistema europeo più avanzato, ottengono ossigeno dall'anidride carbonica. Il resto, purtroppo, deve ancora essere spedito dalla Terra. E, sebbene la iss goda di un servizio di rifornimento ormai collaudato,⁶⁴ è indispensabile incrementare l'efficienza di questi sistemi per pensare a permanenze su altri mondi o a crociere interplanetarie lunghe mesi. Un prototipo interessante si trova nella «pancia» di *Perseverance*, l'ultimo rover americano a essere sbarcato su Marte: si chiama MOXIE (acronimo di Mars Oxygen In-Situ Resource Utilization Experiment) il dispositivo che per la prima volta è riuscito a estrarre ossigeno dall'anidride carbonica, gas che compone il 95% dell'atmosfera marziana.⁶⁵ È un esempio, come attesta il nome, di In-Situ Resource Utilization, di sfruttamento delle risorse disponibili a destinazione, cioè uno dei paradigmi della nuova era spaziale e della *new Space economy*.

Anche l'acqua, sulla iss, viene riciclata «solo» al 74%.⁶⁶ I sistemi di supporto alla vita purificano l'acqua di scarico, la estrarrebbero dall'urina delle persone a bordo e persino dall'aria, e la rendono potabile. Il resto di quella necessaria arriva con i

mezzi di rifornimento. È una quantità, stima la NASA, che per supportare le esplorazioni più remote dovrà crescere fino al 98%. L'unica alternativa sarà sfruttare quella già disponibile a destinazione. Dove cercarla è già noto: al Polo Sud della Luna c'è del ghiaccio d'acqua nascosto sul fondo dei crateri, che non viene mai illuminato dal Sole. Marte pare abbondi di laghi sotterranei, oltre alle calotte polari, visibili anche da Terra.

Dieta extraterrestre e nuove coltivazioni

Anche il cibo è un'avventura di cui l'imminente esplorazione spaziale scriverà capitoli nuovi. Mangiare in orbita oggi dipende dai rifornimenti terrestri. Ciononostante, di passi avanti ne sono stati fatti già parecchi: basti pensare ai concentrati in tubetto da strizzare in bocca o allo *special food* confezionato *ad hoc* per gli equipaggi da chef prestigiosi. Destinazioni ancor più remote, però, imporranno nuovi paradigmi agricoli e alimentari.

Con le opportune condizioni, la spirulina è un batterio che cresce molto velocemente. Con la fotosintesi assorbe anidride carbonica e restituisce ossigeno; è commestibile e, per il suo apporto di proteine, ferro e vitamina A, risulta un'ottima candidata a un posto nel menù di chi abita dove il cibo non è una risorsa di facile reperibilità – per esempio presso i territori dell'Africa subsahariana e, in maniera diversa, le profondità dello Spazio. Per questo i ricercatori del progetto Melissa, che hanno portato la spirulina sulla Stazione Spaziale Internazionale, hanno dato vita a un programma per la coltivazione dell'alga in Congo, dove l'alimento principale è la tapioca, dal basso valore nutritivo. Secondo loro, la spirulina potrebbe contribuire all'arricchimento di una fra le diete più povere del mondo.⁶⁷

Ancora una volta, c'è da scommettere sia solo l'inizio, al-

meno a giudicare da un'altra promessa spaziale. Il 10 agosto 2015, infatti, qualcosa è cambiato. Quel giorno, sospesi a bordo della iss, Scott Kelly, Kjell Lindgren e Kimiya Yui hanno brindato. In mano, però, non avevano calici né l'equivalente di un qualsiasi bicchiere adatto alla microgravità (ce ne sono, anche questi oggetto di esperimenti). Ognuno di loro aveva tra le mani una foglia di lattuga romana, che ha poi masticato con gusto. La particolarità è che quella foglia era il risultato di Veggie, esperimento che ha permesso di coltivare piante in orbita e, infine, di mangiarne il pur misero raccolto. Semi coltivati oltre il cielo avevano già dato i loro frutti: nel 2014 le prime foglie di lattuga dell'orto orbitale furono fatte crescere da Steve Swanson e poi spedite a terra per delle analisi. Ma solo il 10 agosto del 2015 Kelly, Lindgren e Yui, per la prima volta, hanno *mangiato* qualcosa che non è cresciuto sulla Terra.⁶⁸

Facile pensare a Mark Watney, il protagonista del film *Sopravvissuto - The Martian* interpretato da Matt Damon. Per far germogliare e crescere le piante, similmente al film l'esperimento Veggie sfruttava una sorta di cuscino contenente un'argilla e dei fertilizzanti inserito in un dispositivo con luci a led (quindi a basso consumo).⁶⁹ Una modalità simile a Plant Habitat-04, esperimento più recente nel quale sono stati coltivati, raccolti e mangiati i peperoncini (un'altra ricerca dimostra come il palato degli astronauti, parzialmente «anestetizzato» in orbita, prediliga gusti più forti).⁷⁰ Insieme con le colture idroponiche (speciali serre con scaffali su più piani, fuori terreno, che consentono di risparmiare spazio e risorse, con un'irrigazione controllata), secondo molte analisi rappresenteranno almeno una parte del futuro della nutrizione sulla Terra. Non è un'informazione marginale, se si considera che la popolazione mondiale, secondo le stime dell'ONU, potrebbe sfiorare i 10 miliardi nel 2050 e arrivare a 11 entro la fine del secolo.⁷¹

Altrettanto importante sarà perfezionare metodi di coltivazione simili nello Spazio, per esempio sulla Luna, dove non c'è terreno coltivabile. Un insediamento che preveda lunghe permanenze dovrà giocoforza contemplare ambienti dedicati alla produzione alimentare. Ciò vale anche per Marte, dove tuttavia il suolo sembra più promettente: non mancano i ricercatori già alle prese con colture, le radici delle quali possano sopravvivere in un terreno extraterrestre, magari un campo di patate, come l'orto di Mark Watney/Matt Damon. Queste esigenze hanno dato vita a brevetti (*spin-off*) per soluzioni commerciali rivolte a chi, lungi dal trasferirsi su altri pianeti, ha già il suo bel daffare su quello in cui è nato.⁷²

*Cross fertilization. Esplorare l'ignoto
per trasformare il noto*

Arrivati a questo punto, converrà tornare all'inizio del nostro discorso e provare a rispondere alla domanda originale: che cosa resta ai terrestri dello sforzo profuso per presidiare l'orbita, per andare sulla Luna e oltre, per acquisire la capacità di esplorare, insediarsi e vivere al di là del cielo?

Probabilmente, tutto. O quasi.

Per averne l'ennesima conferma, basterebbe tornare anche al solo programma Apollo, capace di generare più di 150mila brevetti (i già citati *spin-off*). Tra loro figura il dispositivo di assistenza ventricolare in grado di fare da ponte per il trapianto cardiaco: pompando sangue in tutto il corpo, mantiene in vita i pazienti critici fino a quando non sia disponibile un donatore. Ma anche i pannelli solari e le celle a combustibile, migliorati durante l'avventura lunare, sono diventati l'emblema delle risorse rinnovabili, tanto da basarci il progetto di centrali solari

da costruire direttamente in orbita per trasferire energia sulla Terra.⁷³

Figlia di Apollo, dio delle arti, è anche la miniaturizzazione delle componenti alla base dei microchip, uno dei pilastri della rivoluzione digitale che ha cambiato il mondo. E che custodisce una storia nella storia: quella di Eric Fossum, l'ingegnere del Jet Propulsion Laboratory della NASA che migliorò una tecnologia già esistente, il sensore a pixel attivo, e il processo CMOS (acronimo di Complementary Metal-Oxide Semiconductor). Chiamato a ridurre consumo, peso e ingombro, Foss doveva anche capire come migliorarne l'agilità nel produrre immagini digitali da spedire a terra: la tecnologia sarebbe infatti stata sfruttata sia per le immagini riprese dalle sonde interplanetarie che dai satelliti di osservazione del nostro pianeta. Foss fece di più: intuì il potenziale, portò il sensore CMOS fuori dai laboratori di ricerca, sul mercato. È il suo dispositivo ad aver reso le fotocamere digitali prodotti di largo consumo. Senza lo Spazio, pertanto, i selfie, le dirette su un social network o il fotoritocco a favor di follower sarebbero oggi impossibili. Un risultato che la NASA non manca di rivendicare: «L'invenzione del sensore di immagine CMOS sarebbe diventata la singola tecnologia derivata più onnipresente dell'Agenzia Spaziale, dominando le industrie dell'*imaging* digitale e rendendo le fotocamere dei telefoni cellulari, i video ad alta definizione e i social media quelli che conosciamo».⁷⁴

Si chiama *cross fertilization* il movimento per cui lo Spazio alimenta il progresso sulla Terra e viceversa. È una pervasività sulla quale evidentemente si riflette poco, proprio perché capillare: così dentro il quotidiano da passare inosservata. Uno degli esempi più importanti e insieme meno noti della *cross fertilization* riguarda il telescopio spaziale Hubble. Diventato un monumento dell'osservazione dell'universo, è un osservatorio

orbitante capace, da oltre trent'anni, di svelare le meraviglie nascoste del cosmo, di raccogliere le stille di luce dalle prime galassie riportandole a noi dai recessi del tempo e dello Spazio dopo un viaggio lungo miliardi di anni. È curioso che tale prodigio della tecnica, che oggi permette di vedere più in là, sia nato in verità miope. Lanciato nell'aprile del 1990, Hubble si rivelò presto difettoso per colpa di un microscopico difetto di fabbricazione del suo specchio primario, levigato 2 millesimi di millimetro di troppo (circa un cinquantesimo dello spessore di un foglio di carta). In attesa che venisse riparato da cinque missioni dello *Space Shuttle* (a differenza del suo successore, il James Webb, Hubble si trova in orbita bassa ed è quindi raggiungibile dagli astronauti per operazioni di manutenzione, il cosiddetto *in orbit servicing*), bisognava tentare di ricavare il massimo dalle sue foto sfuocate, migliorandone la gamma dinamica e la risoluzione spaziale. Le tecniche di processamento dell'immagine inventate allo scopo si sarebbero rivelate efficaci, oltre che per fini spaziali, anche nelle mammografie, per riconoscere le microcalcificazioni più piccole e prima invisibili, uno dei primi segni della possibile comparsa del tumore al seno.⁷⁵

Un discorso simile vale per il defibrillatore portatile, sviluppato per la Stazione Spaziale Internazionale e oggi diffuso in qualsiasi impianto sportivo o sulle ambulanze: è stato inventato a causa della difficoltà di praticare un massaggio cardiocircolatorio in assenza di peso. Osserva ancora Tommaso Ghidini: «Questo stesso strumento, sviluppato per lo Spazio, oggi è presente in tutti i centri sportivi, ma anche nei luoghi pubblici e di ritrovo nelle nostre città, e salva vite in tutto il mondo. Ora questa tecnologia sta compiendo un ulteriore balzo in avanti: il defibrillatore portatile sarà montato su droni». Ciò significa che molto presto chiunque, tramite una semplice app sul telefono, potrà lanciare un allarme e far decollare un

drone dal più vicino ospedale che, guidato dalla localizzazione satellitare, raggiungerà chi l'avrà chiamato. A quel punto, scrive Ghidini, questo drone «atterrerà e si rivolgerà ai passanti dicendo: "Questa persona sta male, mettetemi sul suo petto e al resto penserò io". Immaginare il futuro migliore in cui potremo vivere è il primo passo per costruirlo».⁷⁶

Come suggerito dalla *vulgata* latina, l'ingegno umano ha dato prova di saper trarre, dall'esperienza spaziale, molti buoni consigli. Sia la NASA che l'ESA, per citare gli esempi più accessibili, hanno sezioni dedicate alle innovazioni e agli *spin-off* che, nel corso dei decenni, sono nati dalla ricerca in ambito extra-atmosferico, dal *memory foam* dei materassi e delle sedie ai filtri degli impianti di areazione, dai bracci meccanici delle catene di montaggio automobilistiche alle applicazioni robotiche nella chirurgia da remoto. Le storie sui progressi della medicina – queste pagine dovrebbero averlo reso ormai evidente – sono miriadi, perché quella *necessitas* da cui nasce l'ingegno riguarda degli esploratori in un ambiente ostile, considerato dal corpo umano naturalmente alieno. Ma tutto ciò che viene migliorato è un passo avanti, pronto a rendere la vita per tutti più comoda, efficiente, divertente. Anche più lunga e, in definitiva, più bella.

22. Per un nuovo Umanesimo

Per l'umanità, quella verso lo Spazio è l'ultima migrazione. Il fatto che essa sia potenzialmente infinita non è, tuttavia, secondario. Abbiamo imparato a vivere nello Spazio, insieme. Astronaute e astronauti sono passati da un addestramento che prevedeva una permanenza in orbita di qualche giorno a un periodo di un paio di settimane, quindi anche di un anno. Dal novembre del 2000, quando, guardando verso il cielo, scorgiamo la brillantezza della casa cosmica, possiamo essere certi che qualcuno ci stia osservando dall'alto.

Da quando gli Stati Uniti hanno riacquisito l'indipendenza dell'accesso allo Spazio per i propri astronauti con le capsule Crew Dragon di SpaceX e la Starliner di Boeing, gli equipaggi delle Expedition che si susseguono sulla iss sono cresciuti, passando da tre, sei astronauti finanche a undici.⁷⁷ È una storia, questa, che va oltre l'ingegno umano, il progresso tecnologico e la capacità di adattamento, anche psicologico, a un ambiente ostile e potenzialmente claustrofobico.

È Umanesimo; sono l'intelligenza e la cultura che riescono, nello Spazio, ad annullare le differenze terrestri. Per necessità, prima di tutto, perché andare e operare oltre il cielo implica

investimenti a nove zeri. D'altronde, questo perdurare di una collaborazione capace di non mettere mai (o quasi)⁷⁸ a rischio la vita degli equipaggi è innanzitutto la concretizzazione, manifesta e solida, di un'utopia.

Lungimiranza esemplare

Il 21 luglio del 2022, quando in Italia erano quasi scoccate le cinque del pomeriggio, Samantha Cristoforetti sulla iss attraversava il primo portello del modulo di attracco Poisk insieme con Oleg Artemyev. Era la prima donna europea a eseguire un'attività extraveicolare, la prima astronauta a farlo con addosso la tuta Orlan (che in russo significa «aquila di mare»). Sulla sua spalla spiccava il *patch* con la bandiera russa e il tricolore italiano. Cristoforetti e Artemyev hanno lavorato gomito a gomito per oltre sei ore mentre, 400 chilometri sotto di loro, Mosca perdurava nella sua «operazione militare speciale».

«La collaborazione degli astronauti in orbita, Samantha Cristoforetti compresa, con i cosmonauti russi dimostra una eccezionale professionalità» aveva sottolineato l'amministratore delegato della NASA, Bill Nelson. «Anche quella [collaborazione] fra i centri di controllo della Stazione Spaziale Internazionale, a Houston e a Mosca, non sta subendo alcuna conseguenza, e questo nonostante la drammatica situazione in Ucraina.»⁷⁹ Con l'unica eccezione, bene ribadirlo, di qualche bellicosa esternazione di Dmitrij Rogozin, ex-capo dell'Agenzia Spaziale Russa, Roscosmos, e più o meno velate minacce di abbandonare anzitempo il programma iss. Tutte dichiarazioni, però, più di carattere politico che operativo. L'astronauta Mark Vande Hei era sulla Stazione quando la Russia ha dato avvio alla guerra. La rottura dei rapporti diplomatici con gli

Stati Uniti ha fatto temere per il suo ritorno, che sarebbe dovuto avvenire con una Soyuz. Facile immaginare la sua preoccupazione nel vedere che Rogozin, ancora lui, aveva diffuso un video creato ad arte in cui si suggeriva un «addio» a Vande Hei, immaginando di lasciarlo sulla iss mentre la Soyuz e tutto il segmento russo si staccavano dal resto della struttura. Fortunatamente, niente di tutto questo è avvenuto, anzi: Vande Hei ha toccato terra sorridente. Qualche mese dopo, la cosmonauta Anna Kikina ha raggiunto lo Spazio per la sua prima missione e l'ha fatto a bordo di una Crew Dragon di SpaceX. Francisco Rubio, astronauta della NASA, in orbita ci è arrivato con una Soyuz, la *MS-22*. Il suo rientro, complicato da un danno alla sua capsula, forse colpita da un micrometeorite, ha attivato piani congiunti di NASA e Roscosmos per risolvere la situazione.

Così, in ultimo, si è continuato a operare nello Spazio: con la razionalità e la lungimiranza di chi occupa un'astronave che galleggia nel vuoto.

Sotto lo stesso cielo

All'inizio, gli astronauti avevano solo qualche oblò per scrutare l'esterno. Poi, nel 2012, è arrivata la Cupola: un modulo realizzato negli stabilimenti torinesi di Thales Alenia Space che ha regalato la vista della Terra a chi, per sedici volte al giorno, le ruota attorno a bordo della iss. È stata progettata e realizzata per osservare le operazioni di aggancio delle capsule, le manovre con il braccio robotico e le attività extraveicolari. Ma la maggior parte del tempo che gli astronauti trascorrono tra i sei finestrini sormontati dall'oblò centrale, in verità, trova ragione in un panorama che non ha eguali. È un balcone affacciato sul mondo, su un giardino da ammirare, nelle sfumature screziate

di blu degli oceani e delle barriere coralline, nelle tinte sabbia, ocra e rosso dei deserti caldi, nel bianco dei ghiacciai, nel grigio del manto dei brulicanti deserti urbani. E quando la Stazione si immerge nella notte, l'emisfero si accende e la natura vira al nero, l'impronta dell'uomo infiamma le sue cicatrici di luce, lì, come una macchina nel buio, testimoni di un'energia buttata verso un cielo che non sa che farsene.

Da lassù, in oltre vent'anni, donne e uomini hanno osservato gli uragani aumentare in potenza e frequenza, le coltri di smog soffocare megalopoli e pianure, i ghiacciai ritirarsi e i deserti avanzare insieme con le aree urbane. Hanno visto, come già lo spirito intelligente e poetico di Gagarin gli fece dire, che da lassù i confini non ci sono, non si vedono. E sono tornati per raccontare a tutti un pianeta fragile, protetto da un'atmosfera, all'orizzonte, molto sottile.

Sarebbe logico che chiunque si facesse carico di questa nuova consapevolezza; sarebbe utile che tutti condividessero l'*overview effect* di chi, su un'astronave, ha girato attorno al nostro pianeta per mesi e mesi. E sarebbe giusto percepire la Terra come un'astronave, solo molto più grande e con un equipaggio di gran lunga più numeroso.⁸⁰ Chi la guida non dovrebbe avere la stessa lungimiranza nell'affrontarne i problemi, la convivenza a bordo, il futuro? Non dovrebbe prendersene cura, proprio come avviene sulla Stazione Spaziale Internazionale?

Striando di retorica queste domande, è ancora lo Spazio – proiezione dell'umanità nel cosmo – a rispondere nel suo modo duplice. A ricordare quanto, oltre l'atmosfera, donne e uomini rendano eterno il loro viaggio collettivo, senza però (riuscire a) prescindere da, e per certi versi basandosi su, una altrettanto immarcescibile volontà di potenza.

PARTE QUARTA

Satelliti, pilastri della Terra

23. *Deus ex machina*

Partire per una traversata oceanica o per un viaggio in solitaria nel deserto comporta rischi impossibili da ignorare. Le precauzioni da prendere devono essere commisurate. Tra queste, qualsiasi avventuriero degno di essere chiamato tale deve optare per un dispositivo satellitare e poter trasmettere la sua posizione in caso di emergenza.

È probabile non pensasse a questa eventualità la coppia di ventenni che, un giorno di dicembre del 2022, viaggiando nella contea di Los Angeles, finì fuori strada e precipitò in un canyon. Usciti dall'auto incolumi, i due usarono uno smartphone per chiamare i soccorsi. O, quanto meno, tentarono di farlo. Lo schermo del telefono era perentorio: «No service». In fondo al precipizio, erano finiti in un cono d'ombra elettromagnetico, nascosti dalla vista di qualsiasi antenna cellulare. Sopra di loro, però, avevano il cielo e, lungi dal chiamare in causa qualsivoglia provvidenza celeste, la speranza di essere tratti in salvo dipendeva proprio da quello. Fortuna loro, avevano un iPhone 14, il primo modello in grado di trasmettere via satellite la posizione e i messaggi testuali. Poche ore dopo l'incidente osservavano a testa in su la scaletta calata dall'elicottero delle pattuglie del Montrose Search and Rescue Team.

Una disavventura simile l'ha vissuta anche un uomo in Alaska, sulla costa della penisola di Baldwin, rimasto in panne con la sua motoslitte a scrutare una prateria gelata da un lato e il mare dall'altro. Anche lui è riuscito a farsi soccorrere grazie al servizio di nuova generazione del suo smartphone.

Sono le prime notizie riportate dai media internazionali dopo l'attivazione del servizio da parte di Apple e, dato non marginale, arrivano tutte dagli Stati Uniti. Disponibile da poco anche in Europa, presto il servizio promette di essere decisamente più diffuso, visto che altri, fra produttori e compagnie telefoniche, ne seguiranno l'esempio. Sempre in America, T-Mobile, parte del gruppo Deutsche Telekom, ha stretto un accordo con SpaceX per connettere i propri clienti statunitensi alla costellazione di satelliti Starlink, in maniera tale da coprire quelle zone dove non arriva il segnale delle antenne di terra; è il cosiddetto *satellite-to-cellular service*, o, nel caso di SpaceX, *direct-to-cell*. T-Mobile assicura un servizio compatibile con pressoché tutti gli smartphone in commercio e, data l'estensione della rete Starlink, che ogni anno si arricchisce di centinaia di satelliti, scommette anche sulla costante disponibilità di un apparato che raccolga l'sos.¹

È lo stesso obbiettivo di AST SpaceMobile, che ha deciso di fare le cose anche più in grande – forse troppo, a giudicare dal parere diffuso fra gli astronomi: il prototipo lanciato nel 2022, Bluewalker 1, ha un'antenna la cui superficie è di 64 metri quadrati, come quella di un appartamento. Ancora prima di essere lanciato, è stato indicato come l'oggetto più luminoso del cielo (se si fa eccezione per la Luna e la ISS). Per i successori si parla di misure dieci volte più estese, come quelle di una villa, o anche più, che rifletteranno la luce solare mentre graffiano il cielo notturno e, con lui, le osservazioni dei telescopi di tutto il mondo. Un problema, quello dell'inquinamento luminoso

degli oggetti orbitanti, emerso già con il lancio della costellazione Starlink, che ha scatenato l'unanime ira degli astronomi di ogni terra emersa.²

COSPAS-SARSAT, la divinità che scende dal cielo

Uno dei *deus ex machina* dei giorni nostri risponde al nome di COSPAS-SARSAT. È l'infrastruttura che decine di paesi hanno costruito per soccorrere chiunque si trovi in gravi difficoltà, soprattutto in mare. «COSPAS» proviene dal russo (*Cosmicheskaya Sistema Poiska Avariynyh Sudov*, «Sistema Spaziale per la Ricerca di Navi in Emergenza»); «SARSAT» è la crasi di Search and Rescue, «Ricerca e Soccorso», e si attiva anche nel Mediterraneo sulla rotta dei migranti dal continente africano, così come in caso di naufragi o di gravi difficoltà durante le gare d'altura. «The ocean is a desert with its life underground» cantavano gli America:³ l'oceano è il deserto più grande e difficile da attraversare. In effetti è così.

Come la divinità calata dall'alto con un marchingeo che, nelle tragedie di Euripide, risolveva d'un tratto una situazione intricata o disperata, il ponte con il cielo riceve e inoltra gli sos, a patto che l'utente possieda un *beacon*, ossia un trasmettitore a 406 megahertz. È possibile immaginarlo come fosse un razzo segnalatore che, sparato verso il cielo, riveli la posizione di chi l'ha fatto partire. Il segnale viene ricevuto da un satellite in orbita polare o geostazionaria, quindi inviato a una stazione di terra che lo processa e allerta i soccorsi.

I satelliti di questa rete sono una sessantina, disposti su orbite diverse in modo da coprire il globo in ogni istante. In orbita polare eliosincrona, sorvolano ogni regione del mondo alla stessa ora tutti i giorni, come quelli dell'Amministrazione Na-

zionale per gli Oceani e l'Atmosfera (NOAA), che, per via della loro velocità, non possono tuttavia garantire ci sia un orecchio all'ascolto in ogni momento e in ogni luogo. In orbita geostazionaria – da dove osservano quasi un intero emisfero, ma per ragioni di fisica orbitale devono essere posizionati molto lontani, a 36mila chilometri dalla Terra – non riescono a localizzare un messaggio con precisione. Per questo sono stati aggiunti dei satelliti su orbite cosiddette MEO (Medium Earth Orbit: sostano a una quota di circa 20mila chilometri), come quelli per i servizi di navigazione e geoposizionamento GPS, GLONASS e Galileo, che hanno infittito le maglie della rete per intercettare qualsiasi richiesta di soccorso.

Il salvataggio di Escoffier

È il 30 novembre del 2020, un lunedì, quando lo skipper Kevin Escoffier naviga nell'Atlantico meridionale, a 1000 chilometri dalla costa più vicina, quella di Città del Capo, Sudafrica. Escoffier è impegnato in una delle regate più impegnative al mondo, la Vendée Globe, un giro attorno al globo in solitaria e senza la concessione di un attracco. È una sorta di Michael Collins delle acque. Il mare è in tempesta e onde alte cinque metri schiaffeggiano il suo *Imoca PRB* come fosse la nave di Ulisse in preda alla furia di Poseidone.

Quando arriva la frustata che spezza in due l'imbarcazione, Escoffier si butta sottocoperta. Non può che calare la scialuppa e chiedere soccorso. Alle 13.48 il segnale a 406 megahertz del suo *beacon* viene raccolto dai satelliti europei della costellazione Galileo, che lo rimbalzano attraverso COSPAS-SARSAT⁴ al centro di controllo francese di Tolosa. Viene localizzato nella zona SAR (Search and Rescue) Sudafricana tre minuti dopo la richiesta di

aiuto. Si allertano il centro di controllo australiano, responsabile anche per il Sudafrica, e la direzione di gara della Vendée Globe. Si avvisano anche Jean Le Cam, il concorrente al momento più vicino a Escoffier, e altri tre skipper, chiamati a tentare il salvataggio. Tutti e quattro lasciano la propria rotta e iniziano a convergere sul punto indicato dalle coordinate trasmesse dal cielo. In un mare ancora da incubo, Le Cam avvista il naufrago, poi lo perde tra le onde mentre scende la notte e alla fine, quando Escoffier accende la sua torcia, riesce a trarlo in salvo.⁵

Le Cam ha fatto quello che altri avevano fatto per lui nel 2009, quando il suo yacht era finito sottosopra nelle acque gelide a sud di Capo Horn, durante la stessa regata. Anche quella volta il segnale del *beacon* aveva messo sulla rotta giusta le autorità di soccorso cilene e, soprattutto, il rivale, Vincent Riou, che lo aveva raccolto dal mare. Secondo i dati diffusi dalla NASA, dal 1982, quando è stato attivato, il programma COSPAS-SARSAT ha contribuito a soccorrere più di 50mila persone in oltre 13mila situazioni di emergenza.⁶ Si tratta di numeri non trascurabili e per di più drammatici, almeno quanto quelli di una guerra, di un'occupazione, di un accerchiamento.

La guerra dall'alto

Il 24 giugno 1948 l'Unione Sovietica tagliò fuori Berlino ovest dal suo mondo: le strade e le ferrovie che andavano verso i tre settori occupati dagli alleati furono bloccate. La capitale tedesca si trovava nel territorio controllato dall'URSS e Stalin voleva cacciare inglesi, francesi e americani dalla città. Non si volevano abbandonare i tedeschi: servivano degli aiuti, ma portarli via terra avrebbe significato spingere un esercito nella Germania sovietica tre anni dopo la fine della Seconda guerra

mondiale. Motivo per cui si decise di sorvolare, *stricto sensu*: i berlinesi videro planare pacchi con cibo, carbone e medicinali da aerei statunitensi, francesi e britannici. Il ponte aereo di Berlino rimane una delle più imponenti operazioni umanitarie della storia: si protrasse per 425 giorni e in tutto comportò più di 278mila voli, con picchi di oltre mille al giorno. A mezzanotte del 12 maggio 1949 i sovietici cessarono il blocco.

E la storia si ripete.

Il 24 febbraio 2022 la Russia invadeva l'Ucraina e riportava la guerra in Europa. Due giorni più tardi, il vicepremier ucraino e ministro per la Transizione digitale, Mykhailo Fedorov, pubblicò un tweet diretto a Elon Musk: «Mentre tu cerchi di colonizzare Marte – la Russia cerca di occupare l'Ucraina! Mentre i tuoi razzi atterrano con successo dallo Spazio – i razzi russi attaccano la popolazione civile ucraina! Ti chiediamo di fornire all'Ucraina stazioni Starlink e di invitare i russi sani di mente a opporsi». Il patron di SpaceX impiegò poche ore per rispondere: «Il servizio Starlink ora è attivo in Ucraina, altri terminali sono in arrivo».

Conta poco che già nell'ottobre successivo Musk sarebbe stato accusato da un alto ufficiale della Difesa statunitense di «fare l'eroe mentre gli altri pagano», con un esplicito riferimento a quanti stavano davvero supportando lo sforzo bellico in Ucraina (spoiler: non SpaceX). Ciò che conta è che l'attivazione di Starlink, un servizio venduto da un privato, tradisce un ruolo operativo, tattico e strategico in una guerra. E conta ancora di più, come emerso nel marzo del 2024, che già nel 2021 SpaceX avesse ottenuto con un contratto riservato 1,8 miliardi di dollari per realizzare una costellazione di centinaia di satelliti militari per conto del National Reconnaissance Office (NRO), un'agenzia di intelligence del dipartimento della Difesa statunitense deputata alla realizzazione e alla gestione in orbita degli apparati spia.⁷ Chiamato Starshield e basato sui sa-

telliti Starlink personalizzati per esigenze governative, lo «Spy Network»⁸ dovrebbe operare in orbita bassa con il compito di osservare la Terra e, non si esclude, di monitorare a scopo di intelligence i segnali di telecomunicazione terrestri e spaziali (*Signals Intelligence* o SIGINT).

Quando un esercito invade un paese, non è un caso se fra i suoi primi obiettivi ci sono le infrastrutture, sia energetiche che di trasporto. Se c'è un assedio, come accaduto a Mariupol', Cherson e in molte altre città dal confine con la Russia fino al fiume Dnipro, l'isolamento non può escludere le connessioni «immateriali» e i dispositivi in grado di assicurarle. Per questo, una delle prime richieste da parte del governo di Kiev è stata quella di avere accesso alla rete su una piattaforma rivelatasi difficilmente violabile dalla Russia.⁹ Starlink aveva già in orbita migliaia di satelliti, antenne trasmettenti che viaggiano a oltre 7 chilometri al secondo a circa 1000 chilometri di quota. Troppi, troppo in alto e troppo veloci per abatterli e sperare di comprometterne la rete.

«Aiuto, aiuto»: catastrofi naturali e COSMO-SkyMed

«Lo sapevi che alcuni dei migliori navigatori in solitaria del mondo non sanno nuotare? Non sono capaci. Se finiscono fuori bordo, sono spacciati. Siamo esploratori, Rom. E questa è la nostra barca» dice l'astronauta Joseph Cooper, il protagonista di *Interstellar*, al proprio compagno di viaggio in mezzo all'infinito. Difficile credere (e ancora di più verificare) se sia vero ciò che Cooper, interpretato da Matthew McConaughey, racconta sugli skipper. È però certo la frase distilli in poche parole il senso di una sfida doppia, in cielo come sulla Terra, e racconti del progresso tecnologico al servizio degli esploratori nello Spazio e nell'oceano.

È proprio questo progresso a far sì che sia possibile salvare vite ovunque. E meno male: perché ogni angolo del mondo, soprattutto in caso di catastrofi naturali, chiama aiuto. A rispondere può provvedere COSMO-SkyMed, una costellazione di satelliti con applicazioni duali, cioè sia civili che militari, dell'Agenzia Spaziale Italiana, della Difesa e del ministero dell'Istruzione. Il compito dei satelliti che la compongono non è di scattare fotografie come si è abituati a pensare, ma di mappare il globo terrestre come si fa con un'ecografia. I loro strumenti sono attivi, cioè raccolgono l'eco delle onde radio emesse che, arrivate al suolo, rimbalzano verso lo Spazio; ed essendo microonde, lunghezze d'onda più grandi rispetto alla luce visibile o infrarossa, passano attraverso la copertura nuvolosa.

Il risultato più comprensibile per un osservatore anche inesperto è un'immagine in bianco e nero dei rilievi, degli edifici e delle infrastrutture. Il confronto tra più immagini ottenute in periodi diversi consente di individuare le differenze, gli spostamenti, le deformazioni avvenute nel tempo, con una precisione anche inferiore al centimetro grazie all'interferometria.¹⁰ L'analisi è applicabile anche per l'altezza del suolo e delle acque.

La prima coppia di satelliti radar COSMO-SkyMed è stata lanciata tra il 2007 e il 2008 ed è diventata subito operativa. E per fortuna, diremmo col senno di poi: il 2008 si è distinto per avere portato morte e distruzione, con 137 catastrofi naturali a livello globale. Le vittime sono state circa 250mila in tutto il mondo; il freddo calcolo economico sfiora costi per 270 miliardi di dollari.¹¹

Il 3 maggio 2008 il ciclone Nargis si abbatte sul Myanmar meridionale, con venti che superano i 200 chilometri orari e raffiche fino a 250. Come per il Mississippi in Louisiana, il fiume Irrawaddy è preda del vortice che solleva e inonda; le acque ricoprono più di 5000 chilometri quadrati attorno al delta della regione di Yangon, un'area densamente popolata. I morti sono

oltre 140mila, soprattutto contadini e povera gente. Un milione e mezzo di persone osservano la propria terra soffocare nel fango, le case spazzate via o danneggiate in modo irrimediabile. Venti ore dopo il *landfall*, i satelliti cosmo-SkyMed sorvolano la zona e riprendono le aree inondate al di sotto della spessa coltre di nubi. Le immagini consentono al World Food Programme di creare mappe per la valutazione del danno.¹²

Passano solo pochi giorni, quando il 12 maggio 2008, in Cina, la terra trema. Con epicentro nella provincia dello Sichuan, il sisma, magnitudo 7.9, sbriciola le abitazioni e abbatte i palazzi. Il conteggio finale parlerà di 90mila vittime.¹³ La Cina chiede aiuto all'Italia: dalle immagini raccolte dai due satelliti cosmo-SkyMed, infatti, si notano la distruzione, il collasso degli edifici, la deformazione del terreno e delle strade; ma non solo. Si può monitorare anche lo stato di alcune bombe capaci di esplodere da un momento all'altro: le dighe. Un movimento, una crepa, potrebbero presagire il cedimento e un ulteriore carico di distruzione pronto ad abbattersi su popolazioni già in ginocchio. I quattro satelliti (all'epoca) operativi di cosmo-SkyMed riprendono il globo ogni tre giorni, ma possono attivarsi in condizioni di emergenza per fornire dati in appena diciotto ore e, nel 2008, l'Italia è l'unica a possedere satelliti in grado di monitorare, anche da un cielo coperto, ciò che accade al suolo con la precisione necessaria.¹⁴

La storia si ripete nell'agosto e settembre dello stesso anno. La tempesta tropicale Fay e poi gli uragani Gustav, Hanna e Ike colpiscono Haiti, la nazione più povera delle due in cui è divisa l'isola di Hispaniola. I morti sono circa ottocento, le piogge portano inondazioni e frane, fiumi di fango avanzano in un territorio indebolito dalla deforestazione. Anche in questo caso, oltre al monitoraggio, i dati cosmo-SkyMed sono usati dall'ONU World Food Programme per valutare i danni e i rischi nello Stato più misero delle Americhe.¹⁵

COSMO-SkyMed, a lungo l'unica infrastruttura radar SAR di uso civile per sorvegliare dall'alto ciò che al suolo si muove – ma anche cede, affonda, di notte come di giorno, con il sole o attraverso le nuvole –, è oggi arrivata alla sua seconda generazione. La prima costellazione è stata completata nel 2010, con il quarto dei satelliti previsti. Le sue osservazioni hanno supportato le attività di soccorso e stima dei danni in numerosi scenari di emergenza. Non ultimi, appena dopo i terremoti dell'Aquila, dell'Emilia e del Centro Italia, il terremoto di Haiti nel 2010 e quello del Giappone del 2011, quando al sisma è seguito lo tsunami e questa tecnologia è stata decisiva nel supportare le autorità locali nella comprensione dei danni.

Oggi i COSMO-SkyMed sono sei. I due di seconda generazione sono decollati nel dicembre del 2019 e nel gennaio del 2022; continuano a restituire la «geometria» del suolo e di tutte le sue componenti, compresi edifici e infrastrutture, e, come fosse una pellicola cinematografica, ogni *frame* è un fotogramma del film del nostro pianeta. COSMO-SkyMed rappresenta uno degli esempi più avanzati di costellazioni satellitari che sfruttano radar ad apertura sintetica per fare l'ecografia del suolo, ma non è l'unico: esso viaggia accanto ad altre piattaforme, come le tedesche Terrasar-X e Tandem-X e la spagnola PAZ, tutte nate con capitali pubblici e privati. La finlandese ICEYE, ancora, è la più grande realtà totalmente privata: dal 2018 ha messo in orbita diciannove apparati ad altissima risoluzione.

ICEYE

Al contrario delle costellazioni che l'hanno preceduta, i satelliti delle quali pesano più di una tonnellata, quella di ICEYE è composta da microsattelliti, attorno o anche sotto al quintale.

Ciò fa della compagnia finlandese la prima azienda privata a raggiungere una risoluzione comparabile a quella dei colossi dieci volte più massicci. Disporre di così tanti satelliti che sorvolano la Terra da un polo all'altro, ognuno sempre alla medesima ora del giorno e della notte, significa avere immagini di tutto il globo con un tempo di rivisita (cioè quello intercorso tra due passaggi sullo stesso luogo) di venti ore al massimo.¹⁶ Per questo l'Agenzia Spaziale Europea ha scelto di usare le rilevazioni di ICEYE in tempo quasi reale in supporto al Copernicus Emergency Management Service (CEMS), un progetto finanziato dall'Unione Europea che fornisce mappe sempre aggiornate per monitorare i disastri naturali.

Riuscire a costruire satelliti di piccole dimensioni e con alte prestazioni è parte integrante della nuova rivoluzione dell'industria spaziale. ICEYE è la prima compagnia al mondo a produrre apparati SAR su ordinazione e con tempistiche fino a qualche anno fa incompatibili con lo Spazio. Fra ordine e consegna *ready to launch* l'azienda promette non più di diciotto mesi di attesa. È un approccio molto vicino a quello della catena di montaggio, o, se si preferisce, a quello tradotto in filosofia aziendale da SpaceX. ICEYE utilizza prodotti *off the shelf*, componenti già sviluppati e in commercio, che riducono i costi fino «a un centesimo rispetto ai satelliti tradizionali», come si legge sul sito della Commissione Europea. Oltre all'intervento di emergenza, i prodotti – cioè le immagini ICEYE – sono parte del sistema europeo di osservazione della Terra Copernicus,¹⁷ la più importante rete satellitare che monitora il pianeta, misura la temperatura e le conseguenze del surriscaldamento globale. La vista al radar di questi osservatori celesti è l'ideale, per esempio, per controllare il traffico marino, quello ai Poli (in particolare l'Artico, dove le temperature crescenti aprono nuove vie di comunicazione), il movimento dei ghiacciai e delle foreste.

Come altre istituzioni, governi, amministratori e aziende, l'Europa compra immagini ICEYE per arricchire la disponibilità di osservazione della Terra. È uno dei paradigmi su cui si fonda l'economia del nuovo approccio allo Spazio, il campo da gioco dove, accanto ai soggetti pubblici, le compagnie e gli attori commerciali consolidano la loro importanza. E, a volte, la loro centralità.

Immagini radar come quelle di COSMO-SkyMed e ICEYE sono il primo sguardo che dallo Spazio si può orientare su un'alluvione o un terremoto. Integrano, come già accennato, il programma Copernicus Emergency Management Service (CEMS), il più importante servizio globale di osservazione nell'eventualità in cui l'atmosfera, la Terra o l'attività antropica inneschino il disastro. Il portale, accessibile a chiunque, riporta l'elenco delle attivazioni e le mappe delle conseguenze al suolo. Incendi e sismi, inondazioni ed eruzioni vulcaniche: gli occhi celesti si accendono per vedere cosa succede qualche centinaio di chilometri più sotto.

Gli occhi dell'Europa sul mondo: Copernicus (CEMS)

Nella lista degli interventi del sistema CEMS, l'*annus horribilis* del Mozambico è il 2019. La prima tempesta tropicale, Desmond, si abbatte a gennaio con piogge tanto intense da inondare le città costiere. Ed è solo l'inizio: il 9 marzo un'altra tempesta tropicale preannuncia l'apocalisse. Le strade di Beira e Quelimane, due delle principali città litoranee, sono allagate e si attende in pochi giorni l'arrivo di Eighteen, la terza tempesta. Nemmeno 24 ore dopo, il 10 marzo, Eighteen è ribattezzata Iдай e rinforzata dal mare caldo del canale del Mozambico; il 13 marzo il suo vortice riempie la distanza tra la costa africa-

na e il Madagascar. A quel punto il suo occhio è un ciclone di categoria 4, che il 14 marzo si abbatte sulla costa con venti che superano i 200 chilometri orari. Si lascia alle spalle più di 1500 morti tra Mozambico, Malawi e Zimbabwe.¹⁸

I villaggi e le città spuntano da metri di acqua e fango, che cancellano le strade e trascinano corpi, automobili, mezzi di trasporto e capanne. È il peggior disastro naturale in Africa da due decenni. Una statistica di cui la realtà sembra non curarsi affatto: su quello stesso territorio martoriato sei settimane dopo si abbatte il ciclone Kenneth. Non era mai accaduto, scriverà l'UNICEF «che due cicloni tropicali così violenti abbiano colpito il paese nella stessa stagione».¹⁹ Le conseguenze coinvolgono 3 milioni di persone, di cui quasi la metà costituita da bambini.

A scrutare i disastri dall'alto, fin dall'inizio, sono i satelliti del sistema europeo Copernicus, attivato su richiesta del World Food Programme. Antonio Jose Beleza, vicedirettore del Centro nazionale per le Emergenze, si trova a Beira e con i pochi colleghi a disposizione riesce a far volare un paio di droni per controllare le zone alluvionate. «Non potevamo mappare aree molto grandi, ma siamo stati in grado di coprire quelle critiche e condividere i video in tempo reale» racconterà poi Beleza «per la prima volta anche nel servizio di mappatura del programma di emergenza Copernicus dell'Unione Europea.»²⁰ La mappatura da satellite con sensori ottici e radar e le immagini dal suolo raccolte da Beleza consentono infine di trovare rifugio agli sfollati in zone non alluvionate e meno a rischio.

Non serve aspettare molto prima che un altro disastro e un ulteriore provvidenziale contributo celeste tornino nelle cronache: grazie al satellite, il 15 gennaio del 2022, il mondo si accorge che qualcosa di grave è successa a Tonga, piccolo gruppo di isolette del Pacifico. L'esplosione e l'onda d'urto del vulca-

no sottomarino Hunga Hunga Tonga-Hunga Ha'apai vengono riprese in diretta da due apparati geostazionari che, fissi nel cielo, osservano quella regione.²¹ Nel primo fotogramma della sequenza, dalla superficie dell'oceano emerge la nuvola densa di polveri e cenere che si proietta fino alla stratosfera, mentre la violenza dell'eruzione spinge in ogni direzione onde d'urto concentriche. Secondo la NASA, il vulcano di Tonga ha liberato un'energia pari a quella di centinaia di bombe di Hiroshima²² – un'energia che compromette i cavi sottomarini, genera uno tsunami con onde di 15 metri e isola Tonga dal resto del mondo. L'unica connessione rimasta è quella satellitare, la cui campata sale fino a centinaia o migliaia di chilometri e scende oltre l'orizzonte, dove il grido di aiuto degli abitanti dell'arcipelago viene ascoltato.²³ In quel giorno e nei successivi molti satelliti, compresi quelli del CEMS, si attivano per valutare i danni e la necessità di invio dei soccorsi, per materiali e cibo.

I pilastri della Terra

Gli interventi del programma CEMS sono decine ogni anno, in ogni parte della Terra. Il servizio raccoglie le osservazioni della flotta delle sentinelle europee (i satelliti Sentinel sono sette e ogni sonda, o coppia di satelliti gemelli, monta strumentazioni per studiare fenomeni e caratteristiche differenti) e i dati delle missioni esterne come cosmo-SkyMed e Pléiades, così come le osservazioni delle infrastrutture private Worldview di Maxar, Planet e ICEYE. Solo nel 2022 il portale ha registrato ottantasei attivazioni, ossia quasi cento richieste di monitorare un'area interessata da un disastro naturale. Tra queste figurano le mappe delle alluvioni catastrofiche delle Marche, il 15 settembre, e di Ischia, il 26 novembre.²⁴ Quattro riguardano il monitorag-

gio di regioni colpite da violenti sismi, ma la maggior parte è relativa a vasti incendi (cinquantaquattro richieste), alluvioni e tempeste (venticinque richieste).

Sono cifre che testimoniano quanto la tecnologia spaziale consenta di estendere l'attività umana verso l'alto, di espandere i confini dell'azione antropica. Come s'è spostato il centro della Terra, anche i suoi pilastri oggi sono oltre l'atmosfera. E si fanno più alti e imponenti.

Sulle nostre teste, da oltre un secolo, viaggiano l'elettricità e le comunicazioni telefoniche, per disegnare il percorso più breve da un nodo all'altro della rete. Dalle antenne sulle alture più prossime, le onde radio trasmettono musica, le voci di dj e giornalisti, le immagini delle telecronache sportive, delle sedute del Parlamento e delle proteste di piazza a Teheran. Certo, dall'alto arrivano anche i proiettili delle catapulte, e, almeno dai tempi dell'assedio di Venezia da parte di Radetzky, possono piovere le bombe.

Quella che si estende sopra le teste dell'umanità è la via più breve ma anche la più difficile da percorrere, dal punto di vista tecnologico e culturale. Dallo Spazio l'orizzonte può arrivare ad abbracciare metà del globo terrestre; come intuì per primo, già nel 1945, il già citato scrittore Arthur C. Clarke, sono sufficienti tre satelliti in orbita geostazionaria per mettere in comunicazione, nello stesso momento, tutti gli abitanti della Terra, per trasmettere in diretta mondiale un messaggio di pace o un concerto dei Beatles.

Sui pilastri cosmici che portano a questo punto di vista così vantaggioso, sono nate autostrade virtuali grazie alle quali viaggiano servizi innovativi, nuovi modi di proteggere, migliorare, progredire. Qui, sul nostro pianeta.

24. Vedere la fragilità. *Overview effect* e *nowcasting*

William Shatner è da quasi sessant'anni una delle icone della fantascienza. Per tutti è James Tiberius Kirk, il capitano della *Enterprise* nel telefilm (si sarebbero chiamati «serie» solo dopo) che ha segnato un'era: *Star Trek*.

Era lui a comandare l'accensione dei motori a curvatura, capaci di spiegazzare lo spaziotempo per raggiungere a velocità superluminali pianeti remoti; lui a teletrasportarsi, disfacendosi in un pulviscolo onirico per atterrare su quei mondi.

A novant'anni e sei mesi, Shatner è diventato l'uomo più anziano ad aver mai volato nello Spazio. Sebbene, in fondo, lo Spazio lo avesse visto solo da dentro un set cinematografico, era pur sempre il capitano Kirk; e per questo, chiedergli cos'avesse provato nel raggiungere davvero la soglia per le stelle era la curiosità più diffusa dopo la sua esperienza a bordo del razzo New Shepard di Blue Origin, il 13 ottobre del 2021. La risposta? «Una tristezza soverchiante.»²⁵

Del suo viaggio, durato in tutto una decina di minuti e gentilmente offertogli da Jeff Bezos in persona, ha raccontato lui stesso:

È stato uno dei sentimenti di tristezza più forti che abbia mai provato. Il contrasto tra il freddo feroce dello Spazio e la Terra calda e nutriente sotto di me mi ha riempito di una tristezza soverchiante. Ogni giorno ci confrontiamo con la consapevolezza di un'altra distruzione della Terra per mano nostra: l'estinzione delle specie animali, della flora e della fauna... Cose che hanno impiegato cinque miliardi di anni per svilupparsi e che all'improvviso non vedremo mai più a causa dell'interferenza umana. Mi ha riempito di paura. Il mio viaggio nello Spazio doveva essere una celebrazione. Invece, mi è sembrato un funerale. In seguito ho scoperto di non essere il solo a essersi sentito così: si chiama *overview effect* e non è raro negli astronauti, tra cui Jurij Gagarin, Michael Collins, Sally Ride e molti altri. In sostanza, quando si viaggia nello Spazio e si osserva la Terra dall'orbita, ti si insinua in modo indescrivibile e istintivo un senso di fragilità del nostro pianeta.

Via da cosmici pessimismi, Shatner conclude evocando uno spiraglio di speranza e concentrandosi sulle tante cose che accomunano gli abitanti della Terra. Nelle sue parole riecheggiano quelle del grande divulgatore Carl Sagan, che commentò la storica immagine del nostro pianeta scattata dalla sonda *Voyager* da sei miliardi di chilometri di distanza, il Pale Blue Dot: «La Terra è un piccolissimo palco in una vasta arena cosmica».²⁶

L'*overview effect* è quella sensazione che astronaute e astronauti provano guardando la Terra dall'alto e significa tante cose. Una delle più comuni è, per dirla col capitano Kirk, la consapevolezza della fragilità di questo «minuscolo granello di polvere sospeso in un raggio di sole».

Gli astronauti sono ambasciatori della Madre Terra, della lotta ai cambiamenti climatici. In modo diverso, i satelliti per l'osservazione del pianeta Terra ne restituiscono la fotografia,

i fotogrammi di come cambi. O di come lo stia cambiando il genere umano. È un altro tipo di *overview effect*, è un altro sguardo, con meno poesia e sentimento rispetto a quanto descritto da Shatner o Sagan, ma di pari valore. Anche in senso economico.

Come fotografare la propria casa

È un po' come guardarsi allo specchio: sebbene fu Eratostene di Cirene, 2500 anni fa, a capire che la Terra è un geoide, per vedere il suo aspetto è servito attendere fino al 1930 circa, quando i primi palloni aerostatici inviati nella stratosfera restituirono immagini in cui si poteva apprezzare, senza troppe misurazioni, come l'orizzonte piegasse «lateralmente». Nel 1946 un razzo v2 decollò dal New Mexico e scattò le prime foto della Terra dallo Spazio, restituendo dei piccoli francobolli sgranati in cui era però possibile distinguere una sezione del profilo planetario e la sagoma delle nuvole.

A ottant'anni da allora, i pixel si sono moltiplicati, il mosaico è diventato una tela ad altissima definizione, i dettagli sono così nitidi da esplicitare la targa di un'automobile. È cambiato tutto: la realtà e gli occhi con cui è possibile guardarla.

Sensori a infrarossi, ultravioletti, e onde radio, multispettrali e iperspettrali, per andare oltre l'ottico e arrivare a fiutare l'essenza della materia, compongono i fotogrammi di un film dal finale aperto, in cui la temperatura continua ad aumentare insieme con la concentrazione di anidride carbonica e gas serra. Il calore che surriscalda aria e atmosfera si trasforma in energia che alimenta vortici tropicali con più frequenza e intensità, e riesce ad accenderne di nuovi a latitudini inedite, come nel Mediterraneo. Nel mentre, la siccità ogni anno scri-

ve nuovi record e i fiumi lasciano scoperti letti in secca come bianche ossa di morto.

Lontana dall'invertire questo processo, l'umanità prova a moltiplicare i propri occhi dal cielo, migliorando sistemi che fanno da allarme e angelo custode al tempo stesso.

Uno sguardo al vicino futuro: meteo e nowcasting

Secondo il database dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale,²⁷ nello Spazio operano trecento satelliti per l'osservazione della Terra e del meteo. Oltre duecento sono in orbita polare eliosincrona, quella che permette loro di sorvolare un'area terrestre ogni giorno alla stessa ora solare; circa cinquanta stanno in orbita bassa, ma inclinata rispetto all'asse (quindi non sorvolano i Poli né coprono l'intero pianeta, ed escludono le latitudini più elevate); circa venti, infine, galleggiano in orbita geostazionaria, fissando lo sguardo sempre sullo stesso punto e abbracciando quasi un emisfero. È quest'ultima la posizione dei satelliti meteorologici, deputati al monitoraggio, momento per momento, dell'evoluzione atmosferica. Tra i più recenti messi in orbita c'è MTG-11, Meteosat di terza generazione, sviluppato da EUMETSAT e dall'Agenzia Spaziale Europea per avanzare nelle previsioni meteo a brevissimo termine. Si chiama *nowcasting* e non di rado costituisce l'ultima risorsa prima di una catastrofe.

A causa del riscaldamento globale, infatti, alcuni fenomeni, come i temporali a celle convettive,²⁸ hanno un innesco sempre meno prevedibile. Grazie a modelli via via più raffinati, in alcuni casi è possibile prevedere che qualcosa stia per accadere, ma senza stabilire con esattezza dove e quando, con un anticipo maggiore di due o tre ore. È successo per l'alluvione che ha colpito le Marche il 15 settembre del 2022.²⁹

Ogni dieci minuti MTG-11 produce un'immagine dell'intero disco dell'emisfero terrestre; ogni due minuti e mezzo ne produce una per la sola Europa. In orbita a 36mila chilometri sull'Equatore, da dove ha una vista costante del continente europeo e dell'Africa, MTG-11 ha un telescopio per dettagliare le nubi basse, quelle alte e la velocità del vento. È significativo sia stato descritto come un «cacciatore di fulmini», perché ha sensori dedicati a distinguere i lampi che si sviluppano prima e durante le tempeste. Può sembrare un controsenso, e a ragione: col progredire degli strumenti e dei modelli climatici e meteo, la nuova generazione di satelliti promette previsioni non a lungo termine, ma per le due o tre ore subito successive.

25. Mappe terrestri e geometria del divenire

L'esplorazione dello Spazio e la fornitura di servizi spaziali attorno alla Terra vanno dimostrando un talento duplice. Da un lato quello tipico dei minatori: come loro, i satelliti scavano in silenzio e raccolgono il tesoro più prezioso (oggi) dello sfruttamento spaziale: i dati. Sono loro, i dati e la loro elaborazione, ad alimentare un settore dei servizi che in pochi, anche solo venticinque anni fa, avrebbero potuto immaginare di così promettente ramificazione. Dall'altro lato, le sentinelle celesti possono rispondere al bisogno contingente, all'emergenza che si verifichi in un luogo e in un momento specifici. I satelliti sono lì, seguono un'orbita precisa e tendenzialmente immutabile. Sono testimoni: prendono misure, funzionano da ponte radio per i soccorsi.

Il problema è che la risposta alle emergenze non basta. Occorre sfruttare i dati per andare oltre la previsione dei disastri. Serve che le sentinelle celesti e i servizi da loro abilitati indichino all'umanità il modo per non autodistruggersi. È necessario che i parametri vitali del nostro pianeta consentano di diagnosticarne malattie durevoli e nuove, in modo che le informazioni orientino i *policy maker* tanto sulle cure da somministrare alla Terra, quanto sugli atteggiamenti a rischio da evitare.

Non esiste niente come lo Spazio in grado di rilevare lo stato di salute del paziente Terra. Basterebbe questa riflessione per capire come il cruciale concetto di sostenibilità non abbia senso se privato dei pilastri spaziali: non c'è sostenibilità terrestre senza Spazio.

In questo senso, lo scrigno informativo raccolto dai minatori orbitali dà forma al gemello digitale del nostro pianeta. Ogni immagine, ogni misurazione, tutte le osservazioni fatte dagli strumenti in orbita e al suolo diventano tessere digitali di una copia virtuale del mondo. I mari, la superficie e l'atmosfera, scansionati e trasformati in un flusso continuo di informazioni, costituiscono un'entità enorme e bellissima. Forse caotica, vero, ma mai quanto l'originale.

I soli satelliti per l'osservazione planetaria dell'ESA, le «sentinelle» del programma Copernicus, ogni giorno riversano a terra oltre 250 terabyte di dati.³⁰ Non sono che una parte di quelle centinaia di apparati orbitanti attorno al globo. Sotto ai loro occhi, il Pianeta si muove, respira, vortica e ruggisce. E per quanto arrogante, l'attività degli esseri umani non può sottrarsi agli equilibri del gigantesco ecosistema. Di questi, al limite, essa subisce i nuovi assetti.

Le stesse antenne radar che dall'orbita penetrano le nubi per mappare le alluvioni restituiscono anche l'altezza e lo spessore delle coperture ghiacciate ai Poli, sulle Alpi o sulle Ande. Più fotogrammi ne seguono lo spostamento, e così fanno con il terreno, le montagne, le frane e il suolo. Il pianeta vive, si scuote; le mappe di spostamento indicano come e dove. È la geometria del divenire, la forma che cambia; può riguardare la parete instabile di una gigantesca miniera in Sudamerica come i campi coltivati in provincia di Pordenone, fino a individuare le macchie d'olio nell'oceano e misurare l'umidità nei suoli.

La diagnostica della Terra

Basta passare dal radar alle alte frequenze, per rilevare, invece della quantità, la *qualità* della materia, la sua essenza, ciò di cui è composta. Per esempio, le camere a infrarossi dei satelliti Landsat, costellazione i cui primi apparati vennero lanciati più di mezzo secolo fa, e quelle di alcune delle sentinelle mettono in luce la vegetazione terrestre e il suo stato di salute. Possono misurare l'umidità del terreno fino alla temperatura del suolo e della superficie.

A tal proposito, la Stazione Spaziale Internazionale gestisce Ecostress, un esperimento scientifico che con una camera a infrarossi rileva con buona risoluzione la temperatura al suolo. Costruito per monitorare la risposta della vegetazione alle ondate di calore – altro fenomeno estremo indotto dal cambiamento climatico –, è efficace anche per le aree urbanizzate: nel 2021, puntato su Los Angeles, Ecostress ha individuato un buco in mezzo al rosso dell'afa dominante. Era il quartiere le cui strade erano state pitturate di bianco per riflettere il calore. È una pratica che per Los Angeles prosegue almeno dal 2017, da quando il sindaco, Eric Garcetti, promise di abbassare la temperatura cittadina come parte del suo Green New Deal.³¹ Il piano, che comprende la modellazione di una replica virtuale della città, punta a studiare le azioni migliori prima di metterle in pratica: come inserire nel tessuto urbano un nuovo parco, oppure creare un viale alberato che interrompa una distesa di parcheggi, centri commerciali e edifici.

Satelliti con strumenti simili a Ecostress mappano i grandi aggregati urbani e forniscono agli amministratori di buona volontà una guida per riconoscere le cosiddette isole di calore, in modo da intervenire per mitigare la situazione a Milano, Roma

o Rimini e mettere in sicurezza la popolazione, in particolare quella più esposta.

Il vantaggio di avere satelliti che coprono qualsiasi distanza sta nel fatto che, una volta messi in orbita, il loro incedere è un moto uniforme e il loro tesoro, vale a dire i dati, è costantemente accessibile. Ogni ora, minuto e secondo il film del nostro pianeta si fa più lungo, alimentato con nuove immagini, nuove misurazioni e nuovi fotogrammi pronti a dare forma alla copia digitale di tutto quanto sia possibile indagare.

Inutile ribadire quanto questa indagine sia urgente. Basti pensare alle emissioni di CO_2 , che, nonostante tutto, sono in continuo aumento. La misura, ormai consolidata, supera le 416 parti di anidride carbonica per milione. È un rilievo effettuato su scala globale dai sensori al suolo e da satelliti capaci di «fiutare» la presenza di alcuni gas nell'atmosfera grazie a strumenti appositi: gli spettrometri. Sono prismi in grado di scomporre la luce nel ventaglio delle sue frequenze, come un arcobaleno, e capaci di riconoscere in specifiche bande la firma dei gas che la luce ha attraversato. È il caso di OCO-2 della NASA o di *Sentinel-5*, che con lo stesso sistema analizza la composizione dell'aria a caccia di aerosol e gas serra come il metano. Alle osservazioni di *Sentinel-5*, per esempio, vengono affiancate le misurazioni di altri satelliti, più piccoli e agili: sono i GHGSat, che possono zoomare fino a trovare la singola sorgente inquinante.

Anche i mari e gli oceani, come l'anidride carbonica, sono oggetto di monitoraggio meticolosi. Le sentinelle e altre trenta missioni contribuiscono con la propria raccolta di dati al sistema Copernicus Marine Service, deputato a indagare l'innalzamento del livello delle acque marine e i conseguenti rischi per le città e gli insediamenti costieri, così come il modo in cui mari e oceani assorbono l'energia immessa in atmosfera dall'attività antropica e dal Sole. Grazie ai satelliti si misurano

la temperatura e la salinità per capire, fra le altre cose, come lo scioglimento dei ghiacci delle calotte polari modifichi la circolazione delle acque e, con lei, i destini climatici di molte aree del mondo, compresa quella mediterranea, strettamente legata alla corrente del Golfo. Calore ed energia alimentano i vortici depressionari ai Caraibi, ma accendono anche i MEDICANE (MEDiterranean HurRICANE), gli «uragani» del Mediterraneo.

Grazie a un satellite come *Aeolus*, il monitoraggio si è esteso anche ai venti: lanciato nell'agosto del 2018, per cinque anni il satellite sperimentale ha fornito misurazioni prima impossibili da ottenere con una «profondità» e un'esattezza simili, consentendo di formulare previsioni meteorologiche di grande accuratezza.³² A bordo *Aeolus* aveva un *lidar*, uno strumento che utilizza un impulso laser inviato verso terra e un telescopio per «leggere» la luce che rimbalza dalle molecole presenti nell'atmosfera. Era il primo strumento di questo tipo (un risultato dei laboratori italiani di Leonardo) a essere montato su un satellite; inserire i profili dei venti raccolti da *Aeolus* nei modelli di previsione a breve termine ha permesso, secondo le stime dello European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, di migliorarli in maniera considerevole.³³

La gemella digitale

Litosfera, idrosfera e atmosfera formano un unico sistema complesso che stiamo traducendo in informazione immateriale per modellare il *digital twin* che permetterà, come sta facendo il sindaco di Los Angeles, di avere una replica da testare e far «girare». Per comprendere come aria, acqua e terra, natura ed esseri umani interagiscano per innescare fenomeni e cambiamenti di portata globale.

Rimane un dettaglio, una tessera del puzzle digitale importante: per arrivare a capire perché «il battito d'ali di una farfalla in Brasile può provocare un tornado in Texas», come teorizzava il matematico e meteorologo Edward Norton Lorenz, il tesoro delle miniere informative spaziali dovrebbe poter confrontarsi con una capacità di calcolo in grado di incrociare e comparare i dati come mai prima d'ora. È un altro film già in fase di produzione: i super computer, oggi, sono sempre di più. Esempio è quello del nuovo Data Center del Centro Meteo Europeo di Bologna: 30 petaflop³⁴ per migliorare le previsioni del tempo.

I dati satellitari non sono che il corpo del modello digitale, lo costituiscono e lo alimentano. Elaborazioni portentose sostenute da super calcolatori generano e genereranno repliche sempre più accurate, che consentiranno agli scienziati di spingere il tasto *fast forward* e vedere in anticipo, date le condizioni iniziali, cosa succederà dieci, trenta, cinquant'anni dopo. Di vedere, per esempio, se il genere umano avrà messo in pratica oppure no le misure di contenimento delle emissioni. E, soprattutto, se i pilastri spaziali avranno sorretto la consapevolezza globale, cioè la cura del paziente Terra, oltre alla sua diagnosi.

26. I (micro)guardiani della galassia

Per quanto la massa di tanti apparati elencati fino a qui superi la tonnellata, il futuro orbitale apparterrà a chi sarà in grado di farsi spazio con l'astuzia, più che col «peso»: dove per decenni ha regnato Golia, molti Davide si apprestano alla sfida. A cominciare proprio da ICEYE o da GHGSat, partner ESA nell'individuare le sorgenti di metano. È una costellazione di microsattelliti di 15 chili ciascuno, facili da portare in orbita in missioni *rideshare*, con costi di lancio irrisori.

Secondo un'analisi di BryceTech della totalità di satelliti lanciati nello Spazio tra il 2012 e il 2021, l'82% (4600 su 5681) è costituito da *small sat* di taglia compresa tra gli 0,1 e i 200 chili. Nel 2021 sono stati il 94%, vale a dire il 43% della massa complessivamente spedita oltre il cielo. Questa recente crescita si deve alle mega costellazioni satellitari Starlink e OneWeb, che insieme hanno comportato il lancio di più di duemila unità,³⁵ portando al raddoppio del numero degli oggetti in orbita in meno di tre anni, dal 2020 al 2022.³⁶

È la miniaturizzazione delle tecnologie, uno dei paradigmi che stanno ridefinendo il business spaziale: si cerca ciò che è più piccolo, più leggero e standardizzato. Nei primi decenni

di sfruttamento dello Spazio extra-atmosferico, i satelliti (sia quelli pubblici, per lo più scientifici o per la difesa, sia quelli privati, in particolare dei grandi network televisivi) erano grossi quanto dei SUV, asset milionari gravati da costi di lancio non meno pesanti. Dal 2010 circa, però, le cose hanno iniziato a cambiare. Non che i grossi satelliti, spesso con prestazioni d'avanguardia, siano scomparsi. Le autostrade spaziali, però, non sono più di loro proprietà esclusiva.

Fare spazio: il modello Argotec

Grazie alla riutilizzabilità dei lanciatori e alla concorrenza, i prezzi per raggiungere lo Spazio hanno infatti iniziato a scendere. Contestualmente, la ricerca sui materiali e la miniaturizzazione delle componenti elettroniche, ottiche e di tanti sistemi necessari per far funzionare un satellite hanno permesso di costruire tutto occupando volumi ridotti, con masse inferiori. E, peraltro, di farlo in serie, o perlomeno sfruttando piattaforme configurabili a seconda delle esigenze. Così come al telaio di un'auto si applicano motori e sistemi differenti, è possibile progettare una «scatola» adatta allo Spazio dentro cui integrare *payload* specifici, strumenti di osservazione o di comunicazione. L'accessibilità dell'approccio ha stimolato la nascita di startup pronte a lanciare sul mercato modelli standard e modulari, veicoli spaziali customizzabili e realizzabili in tempi brevi. È con questa filosofia che la torinese Argotec ha, in pochi mesi, portato due piccoli satelliti su altrettante missioni della NASA: il primo verso l'asteroide Dimorphos, il secondo verso la Luna. Entrambi basati sulla piattaforma Hawk dell'azienda – il «telaio» dell'auto spaziale –, *LICIACube* e *ArgoMoon* sono due

microsatelliti che integrano le camere per riprendere le operazioni della NASA nello Spazio profondo.

Nel momento in cui la sonda *DART* si schiantava contro l'asteroide Dimorphos per deviarne la traiettoria nel primo test di difesa planetaria mai effettuato, a 11 milioni di chilometri dalla Terra, a distanza di sicurezza *LICIACube* riprendeva la collisione cosmica, unica testimone di quel momento. Quindi, inviava a Terra le foto dell'impatto. Era il settembre 2022.

ArgoMoon aveva un compito simile: nel suo caso, però, il soggetto da fotografare era il distacco di uno stadio dello Space Launch System durante la prima missione di Artemis.

Due risultati, quelli di *LICIACube* e di *ArgoMoon*, ottenuti grazie all'impiego di moduli standard dotati di sistemi di propulsione autonoma, radio, computer e pannelli solari per l'alimentazione. *LICIACube* pesa 15 chili e il suo volume è simile a quello della scatola di un paio di stivali, ma la piattaforma Hawk è versatile: può essere ingrandita fino a portare strumenti più pesanti, come un computer di bordo o camere più potenti, e fornire servizi come comunicazioni od osservazione della Terra.

È indicativo che Argotec, la stessa azienda capace, nel 2015, di servire un caffè espresso sulla Stazione Spaziale Internazionale (una collaborazione pubblico-privata tra Lavazza e l'Agenzia Spaziale Italiana), abbia una sezione dedicata a sviluppare business spaziali di aziende extra-settore. Non è da escludere che l'intenzione sia di portarli nello Spazio, magari proprio con un satellite Hawk.

27. Lussi e minacce della democrazia extraterrestre

Da quando è possibile, l'accesso allo Spazio è stato fra le attività umane più esclusive. Oggi non è più così. In virtù dei cambiamenti in atto, in termini di dimensioni, tempi e investimenti, il settore spaziale vive un processo di progressiva democratizzazione, sia *upstream*, per raggiungerlo oppure operarci, che *downstream*, per sfruttarne il valore ricavato dai dati, dalle applicazioni e dai servizi derivati.

La variabilità delle stime relative al suo valore su scala globale è un indizio di quanto potenzialmente ampi e difficilmente circoscrivibili siano i confini della *Space economy*. Come già scritto, nel 2021 lo Spazio muoveva a livello globale 469 miliardi di dollari (o 370 miliardi, secondo dati più conservativi).³⁷

È invece condivisa la lettura qualitativa dell'economia legata, direttamente o indirettamente, alle attività extraterrestri. La maggior parte del fatturato arriva da due grandi settori: la navigazione satellitare e le comunicazioni, che insieme costituiscono oltre il 90% del totale. Un dossier stilato da EUSPA, l'Agenzia dell'Unione Europea per il Programma Spaziale, ha calcolato che il fatturato derivante dai soli servizi di geoposizionamento e di osservazione della Terra ammontava, sempre nel 2021, a circa 200 miliardi di dollari.

Dalle orbite terrestri arrivano dati e segnali che, una volta tradotti, si trasformano in applicazioni utili alla previsione meteorologica e al monitoraggio del traffico aereo, urbano o marittimo, nell'eventualità di una catastrofe naturale o di un disastro ambientale. I satelliti specializzati nell'osservazione di polveri, aerosol e particolati in atmosfera forniscono mappe per ridisegnare le rotte dei velivoli.

Guardare per guadagnare

Lo sguardo dei satelliti arriva fin dentro la Terra. A Jolanda di Savoia, in provincia di Ferrara, i campi coltivati da Bonifiche Ferraresi sfruttano i satelliti per l'agricoltura di precisione, anche detta *precision farming*, settore che beneficia in modo particolare delle informazioni spaziali. La stella di punta dell'ambito è IBF Servizi, nato dall'unione di Bonifiche Ferraresi e ISMEA, che gestisce circa 900mila ettari in totale. Nella bassa emiliana, dove IBF ha sede, i sistemi di irrigazione e concimatura sono gestiti grazie all'integrazione di sensoristica al suolo e osservazioni satellitari. I dati radar e multispettrali ottenuti dalle sonde in orbita diventano mappe di prescrizione, indicano lo stato della vegetazione e dell'umidità del terreno, dove serve irrigare e quanto, dove occorrono nutrienti. Guidati da sistemi satellitari per il geoposizionamento e la navigazione, i trattori automatici eseguono. Con risparmi rilevanti delle risorse: fino al 20% di acqua e al 10% di concime. Ogni ettaro, ogni campo, ha un gemello digitale, che risponde alle domande del fattore per indicargli dove e quando agire, dalla semina al raccolto.³⁸

Porzioni più o meno estese di *digital twin* della realtà costituiscono la plancia di un'ideale sala controllo per gli opera-

tori, i *policy* e i *decision maker*. L'innevamento invernale scarso o abbondante, le piogge e le previsioni meteo forniscono elementi per valutare il raccolto della stagione successiva; le immagini da satellite, multispettrale e iperspettrale, come quelle raccolte da *Sentinel-2* e da *PRISMA*, danno conto dello stato delle colture, ne monitorano la salute. In base a quelle informazioni, i titoli associati alle *commodities* possono essere legati non più alle speculazioni, ma a dati di fatto.

Sempre secondo il rapporto EUSPA, uno dei settori più in crescita basato sulla geoinformazione satellitare sarà quello finanziario e delle assicurazioni: vale a dire l'ambito per definizione in cui l'attività economica, il manufatto, il prodotto agricolo e il servizio vengono quantificati e cristallizzati in un titolo, una valutazione. Non poche società di investimento di grandi capitali come gli *hedge fund* sfruttano le immagini satellitari per ipotizzare i fatturati delle aziende guardandone i parcheggi, quantificandone la clientela in base al numero di auto in entrata e in uscita (ne ha raccontato anche una serie televisiva del 2016, *Billions*).³⁹ L'uso da parte di Wall Street di immagini spaziali per monitorare i flussi nei grandi porti del mondo (Rotterdam, Long Beach, Shanghai), poi, risale almeno a fine anni 2000.⁴⁰ Il traffico stesso – sia esso marittimo, aereo, ferroviario – è un'entità composita, costituita da singoli attori di una rete; ha un gemello digitale che ne fa le veci su un elaboratore e che comanda i destini delle macchine nel mondo analogico.

Il mondo in tilt

Ciò di cui abbiamo raccontato finora afferisce alla complessa smaterializzazione che l'ingegno umano ha inventato per gestire la realtà, trasformandola in bit per governarla meglio. In

questo senso fa impressione ricordare come, nel gennaio del 2023, un file corrotto nel sistema NOTAM, che invia ai piloti allerte sulla sicurezza, abbia impedito il decollo e l'atterraggio a decine di migliaia di voli negli Stati Uniti. E come, d'altro canto, il problema sia stato risolto in novanta minuti.

Eppure, mentre consente di migliorare la vita, la dipendenza dallo Spazio configura una fragilità nuova: non sarebbe stato semplice risolvere l'*impasse* aeroportuale statunitense se, per esempio, una massiva tempesta solare avesse fritto una parte consistente delle reti GLONASS, GPS, Galileo e BeiDou (quest'ultima è cinese). Presto, quando all'*Internet of Things* si agganceranno auto e mezzi di trasporto a guida autonoma o semi-autonoma, la vulnerabilità a qualsiasi cosa minacci le infrastrutture in orbita sarà totale. E l'equilibrio sempre più fragile. A inizio settembre del 1859 si verificò la più potente tempesta geomagnetica mai osservata. I primi ad accorgersi di un'anomalia, un paio di luci accecanti apparse d'un tratto dentro una formazione di macchie solari, furono due astronomi inglesi amatoriali, Richard Christopher Carrington e Richard Hodgson. Compilati rapporti indipendenti, che furono pubblicati uno accanto all'altro sulla rivista *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, i due uomini esposero i loro disegni dell'evento nel novembre successivo, durante la riunione della Royal Astronomical Society.

Eppure, sebbene nessuno dei due fosse riuscito ad avvertire altri della propria scoperta in modo da avere testimoni oculari (Carrington ci aveva provato, ma non aveva fatto in tempo: dopo avere cercato invano qualcuno nel suo osservatorio, si accorse che l'intensità delle luci si era affievolita fino a scomparire), non ci volle molto prima che in tutto il mondo l'evento si manifestasse. I diari di bordo dei capitani in mare riportarono che compasso e bussola, sulla carta nautica, segnavano latitu-

dini tropicali. Gli abitanti di Cuba, di Roma, della Giamaica e delle Hawaii videro l'aurora boreale.

La Terra era stata investita da uno tsunami di particelle cariche, quel ruggito del Sole che nei decenni successivi si sarebbe chiamato «eruzione di massa coronale». Protoni ad altissima velocità, milioni di chilometri all'ora, vennero incanalati ai poli dal campo magnetico terrestre; ma neppure lo scudo che ci protegge dalle radiazioni cosmiche costituì un argine sufficientemente alto. Oltre alle aurore, sono rimaste di quelle ore le testimonianze dei telegrafi impazziti e di reti elettriche fuori uso.

Se un blackout del genere, causato dalla scarica prodotta dalla gigantesca fornace solare, dovesse abbattersi sulle tecnologie attuali, l'effetto sarebbe quello di un fulmine su una radiolina.

Per comprenderne la portata basterebbe immaginare un terremoto nel deserto: neppure la scossa più violenta, in un mare di sabbia con qualche accampamento nomade qua e là, provocherebbe danni significativi. Ma dobbiamo ricordare che su quel deserto noi abbiamo eretto città, srotolato strade, sospeso ponti e intrecciato reti di infrastrutture e servizi. Oggi, invece di un paio di accampamenti e qualche duna, il sisma potrebbe ribaltare il sistema intero. Un sistema i cui fili tengono insieme le nostre vite, ogni giorno. La mancanza di corrente renderebbe impossibili numerose attività vitali, a cominciare da quelle svolte nei luoghi di emergenza come ospedali e centri di controllo, messi in condizione di non poter più comunicare fra loro e quindi organizzare soccorsi su larga scala, assistenza, gestione dell'ordine pubblico. Internet sarebbe una delle prime reti a saltare e, con essa, andrebbero in tilt i mercati azionari. La gran parte del mondo si fermerebbe. E l'altro emisfero, per un effetto domino causato dall'interconnessione di tutte le reti, non sarebbe immune alle conseguenze. In qualche modo

si tornerebbe a prima del 1859, quando mancava quasi un secolo al primo vagito dello *Sputnik*. Allora non c'era niente, nello Spazio, di umano; niente che potesse essere danneggiato da un'onda anomala di energia.

Proteggere le cattedrali

Oggi abbiamo eretto cattedrali anche nel deserto sopra le nostre teste. Cattedrali fragili come le certezze che abbiamo loro affidato per via di una dipendenza sempre più significativa dalle applicazioni *Space-based*.

Brillamenti ed eruzioni di massa coronale sono flussi di energia sovrumani, che stiamo ancora imparando a capire. Per questo si sono lanciate sonde vicino al Sole, come *Solar Orbiter* e *Parker*. Per questo, inoltre, si studia lo *Space weather*, il meteo spaziale: per essere in grado di prevedere il comportamento della nostra stella e anticipare il suo prossimo colpo. Ogni passo dell'ingegneria è stato accompagnato dalla necessità di proteggere i sistemi nati dal progresso tecnologico, soprattutto laddove l'agilità delle architetture deve fare fronte a minacce naturali. I terremoti e i maremoti accompagnano la nostra storia dagli albori. La resistenza e la resilienza degli edifici e delle infrastrutture erano e continuano a essere la cartina tornasole di come i territori siano amministrati e curati. Di fronte a onde d'urto capaci di radere al suolo, in pochi secondi, città intere, l'assenza di una cultura del rischio e della prevenzione, della programmazione o della ricchezza di un paese, porta ancora a disastri. Questo accade quando si verificano eventi la cui energia non viene correttamente dissipata (i terremoti) o arginata (alluvioni e maremoti).

Per lo stesso motivo, le architetture spaziali, diventate un'in-

frustruttura portante della nostra quotidianità, (i pilastri della Terra, come dicevamo qualche pagina addietro) sono costruzioni da proteggere. Insieme con il ventaglio di opportunità al di là del cielo, si moltiplicano anche le vulnerabilità – sia su scala globale, come nel caso di un nuovo «evento di Carrington» (così fu chiamata la tempesta del 1859); sia, soprattutto, mirate, come nel caso di un attacco per mano di un paese, un'organizzazione o addirittura un privato ostile.

Con l'aumento della dipendenza dai satelliti per la comunicazione, la navigazione e la raccolta di informazioni, anche i cyber-attacchi configurano una minaccia via via più significativa. L'hackeraggio dei sistemi di comunicazione, diretto a internet e da lì ovunque sia possibile, è non meno preoccupante.

Il 24 febbraio 2022, un'ora prima dell'entrata dei carri armati russi in Ucraina, un attacco cibernetico ha colpito la rete satellitare Ka-Sat della società di comunicazioni Viasat, avente sede negli Stati Uniti, la quale fornisce l'accesso a internet a banda larga in tutta Europa e in una ristretta area del Medio Oriente. Mentre ancora nel maggio successivo l'obiettivo dell'attacco sarebbe rimasto incerto, il National Cyber Security Center del Regno Unito, il Consiglio dell'Unione europea e il dipartimento di Stato americano non avrebbero avuto dubbi nell'attribuire formalmente l'*hacking* alla Russia. Secondo Washington, lo scopo era «interrompere il comando e il controllo ucraini durante l'invasione».

Nella contemporaneità *Space-based* è possibile protrarre attacchi informatici mettendo le mani non solo su apparati operativi, ma anche su quelli non più funzionanti: a inizio 2022, per esempio, alcuni ricercatori hanno violato un satellite dismesso per trasmettere un segnale televisivo nell'emisfero boreale.⁴¹ Uno degli scienziati faceva parte di ADDvulcan, un

gruppo internazionale di pirati informatici che raccoglie membri dagli Stati Uniti alle Filippine; nel 2020 aveva partecipato alla fase finale della competizione annuale Hack-A-Sat («Hacker a un satellite»).⁴²

Quanto vale lo Spazio, oggi

Non è un caso se nel 2019 la NATO ha definito lo Spazio come un «dominio operativo».⁴³ Significa che l'extra-atmosfera può essere anche un teatro di guerre, di conseguenza, una piattaforma di astropolitica e *Space diplomacy* insieme. Da tempo, mentre osservano il territorio di un paese ostile, molti satelliti spia sono a loro volta monitorati da altri satelliti spia. Non sono mancati gli incontri ravvicinati, così come le dimostrazioni muscolari di distruzione, da parte delle principali potenze spaziali, di propri asset in orbita. Sono servizi che, nel computo della *Space economy*, contano molto.

Lo sviluppo di algoritmi sempre più complessi, in effetti, ha impattato anche il modo in cui circola il denaro. La compravendita delle azioni di Borsa è sempre più affidata all'*high frequency trading*, un tipo di speculazione basato su vendite e acquisti effettuati in intervalli brevissimi, nell'ordine dei decimi di secondo, più o meno quelli che servono per premere il grilletto nel momento giusto di un videogioco. È evidente che, per funzionare, il sistema necessita di performance altissime, in particolare se si parla di micro-fluttuazioni, di indici e di azioni moltiplicate per migliaia di operazioni al secondo. Oggi, i mercati finanziari sono collegati con fibra ottica. Le prestazioni satellitari estenderanno la rete e ne diventeranno una parte integrante e imprescindibile.

Come quantificare un'intuizione, un processo in cui l'in-

formazione spaziale è determinante insieme con altre migliaia, nel successo di un prodotto o servizio? Rispondere è quasi impossibile e, forse, non così utile. Rimane un fatto, su cui gli analisti concordano: al di là di fluttuazioni, stime e categorizzazioni, l'economia di un nuovo modo di approcciarsi allo Spazio si espande con una crescita annuale capace di sostenere le due cifre percentuali. E questo grazie alla combinazione di un accesso sempre più semplice e meno oneroso, di strumenti alla portata di tutti e della standardizzazione di alcuni apparati tecnologici. Una convergenza che accelererà la capacità di mettere in orbita dispositivi, esperimenti e in definitiva idee da testare nello Spazio.

Grazie ai nuovi pilastri della Terra, Morgan Stanley, una multinazionale americana operante nel settore dei servizi finanziari, stima che l'economia spaziale arriverà valere fino a 1000 miliardi di dollari già nel 2040. Il volume sarà il frutto dell'attività di un ampio gruppo di industrie e ambiti, dall'accesso a internet via satellite alla produzione, dal turismo spaziale alla ricerca scientifica, fino allo sfruttamento minerario degli asteroidi e di altri corpi celesti. Bank of America prevede che la *Space economy* triplicherà il suo valore fino a raggiungere un mercato di 1400 miliardi di dollari già entro il 2030.

Le nostre cattedrali, insomma, saranno sempre più alte.

28. Ecologia orbitale: gli *Space debris*

Immaginiamo di raggruppare tutta l'umanità, circa 8 miliardi di persone, di fronte a un palco per assistere al più grande concerto della Storia. Ipotizzando un metro quadrato a testa (per stare comunque comodi, volendo anche seduti), al fine di contenere il genere umano occorrerebbero circa 8100 chilometri quadrati. Ci si potrebbe accomodare tutti, per esempio, in Umbria.

Le terre emerse, sul nostro pianeta, si estendono per circa 149 milioni di chilometri quadrati, una superficie pari a circa 18mila volte il territorio dell'Umbria. Se già questa estensione è difficile a immaginarsi, figuriamoci quella dell'atmosfera terrestre, che, così come quella spaziale, sembra essere ancora più inaccessibile alla comprensione umana. Essa ricopre tutti i 510 milioni di chilometri quadrati della superficie globale (i 149 milioni di chilometri di terre emerse più i 361 milioni di chilometri occupati dalle acque), innalzandosi per un'altezza di 100 chilometri, sempre che ci si riferisca al limite convenzionale dello Spazio. Fanno 135 miliardi di chilometri cubi, 135 miliardi di miliardi di metri cubi. Cifre difficili anche solo da scrivere per chiunque non sia avvezzo alla matematica. Si tratta, questo è certo, di numeri grandi. Di entità per noi tanto enormi da

apparire infinite. E forse è qui il problema: forse è per questa ragione che ne abbiamo dimenticato la vulnerabilità.

Chi, a fine Ottocento, quando la produzione delle industrie a carbone era rampante, o a metà Novecento, quando i trasporti, la produzione di energia e i consumi hanno registrato l'impennata di una montagna russa da cui non si è ancora scesi – chi, allora, avrebbe mai immaginato che noi umani saremmo riusciti a infrangere gli equilibri di un'entità così estesa e complessa?⁴⁴ Per non parlare di tutti i mari e gli oceani (un miliardo e passa di chilometri cubi, oltre un miliardo di miliardi di litri d'acqua), che assorbono CO₂ e calore, si acidiscono, si gonfiano. Sembrava fosse tutto quasi infinito, comprese le risorse che ci hanno sempre assicurato sussistenza o prosperità. Adesso, invece, l'*overshoot day*, il giorno in cui l'umanità termina le risorse a disposizione e comincia a erodere quelle degli anni futuri, ogni anno anticipa il suo arrivo.

Lo sciame metallico: Space debris

Anche lo Spazio, un tempo, sembrava infinito. Ma quello che serve all'economia umana, soprattutto in orbita bassa, non lo è di certo. È significativo che anche lì si rischino grossi pasticci.

All'inizio fu lo *Sputnik*: nel 1957 era solo a vagire in orbita. Dopo di lui, l'UNOOSA ha contato più di 15mila oggetti spediti oltre il cielo. Molti sono decaduti, ma la maggior parte resta a orbitare attorno alla Terra. Se ne contano 10mila, adesso, circa duemila dei quali non servono, perché sono pezzi di razzo, satelliti senza più carburante o fuori controllo. L'impennata si è avuta dopo il 2020, da quando SpaceX ha iniziato a dispiegare la sua flotta di Starlink, lanciandone decine ogni volta. A quelli si aggiungono anche i concorrenti, come OneWeb e Kuiper.

Il problema, però, è ben più esteso. Tra le varie attività dell'ESA figura quella di aggiornare le statistiche degli *Space debris*, i rifiuti spaziali. Nella loro evidenza, le cifre allarmano: gli oggetti tracciati regolarmente dai network di sorveglianza spaziale sono circa 35mila; pochi di più gli oggetti considerati detriti spaziali di dimensioni maggiori di 10 centimetri; un milione quelli fra 1 e 10 centimetri; 130 milioni quelli tra un millimetro e un centimetro. La loro massa complessiva supera quella della Torre Eiffel. Con una differenza non trascurabile: la velocità. Il proiettile di una calibro 9, lungo circa due centimetri e largo meno di uno, viaggia a 350 metri al secondo; i detriti dispersi nelle orbite terrestri sono venti volte più rapidi.⁴⁵

Il loro numero, in costante incremento, potrebbe presto ammalare lo Spazio di una patologia con un nome e un cognome precisi: la sindrome di Kessler.⁴⁶ Astrofisico americano e allora consulente della NASA, nel 1978 Donald J. Kessler ipotizzò lo scenario per cui la densità dei detriti spaziali nelle orbite più prossime alla Terra sarebbe arrivata a causare scontri ripetuti e ad accrescere, a propria volta, il numero di *Space debris* e la probabilità di ulteriori collisioni. Una progressione a catena, destinata a rendere l'orbita bassa inoperabile: nessun razzo riuscirebbe più a emergere dall'atmosfera senza essere centrato da qualcos'altro.

L'endoplanetarismo finirebbe per costituire l'unica possibilità per la specie: blindata nella sua culla, l'umanità vedrebbe le proprie attività spaziali e la loro economia finire per sempre.

Traffico, collisioni e incidenti

Lungi da ipotesi, i prodromi della sindrome di Kessler aumentano di mese in mese: il 2 settembre del 2019, l'ESA è stata costretta a spostare con una manovra d'emergenza il satellite

Aeolus per evitare una collisione con uno degli Starlink di SpaceX. Come in seguito avrebbe spiegato Holger Krag, responsabile del programma Space Safety dell'Agenzia europea, a una prima comunicazione per coordinare il da farsi SpaceX aveva risposto di non ritenere il rischio tale da richiedere una manovra. Alcune e-mail successive, pronte a evidenziare quanto la probabilità di un incidente orbitale stesse crescendo, erano rimaste senza risposta. Per questo gli ingegneri europei avevano deciso di spostare *Aeolus*.

Come sottolineato da Krag, il problema era e rimane duplice: ancora non esistono leggi per regolare il traffico in orbita e nemmeno un elenco di contatti per comunicare in caso di emergenza. «In SpaceX sappiamo chi contattare» spiegò Krag «ma per altri operatori no, non esiste un indirizzario completo, e se dovessimo chiamare qualcuno dovremmo cercare su Google, sperando di trovare un contatto.»⁴⁷

I satelliti Starlink, ha ribadito più volte Musk, hanno un sistema automatico di *collision avoidance*: quando il rischio di una collisione lo richiede, reagiscono da soli. Non per ogni apparato orbitante vale lo stesso, anzi; molti satelliti ancora operativi, e in particolare i relitti, i frammenti di razzo e le sonde in disuso, sono iceberg alla deriva pronti ad affondare qualsiasi «vascello». In alcuni casi la spazzatura spaziale galleggia per decenni e su orbite troppo alte per ricadere in atmosfera trascinata dall'attrito.

Non è difficile immaginare le conseguenze dello scontro fra due oggetti lanciati, ciascuno, ad almeno 7 chilometri al secondo. Non che la fantasia sia in realtà necessaria, visto che incidenti sulle strade orbitali sono già successi: il 10 febbraio del 2009, il satellite russo *Kosmos 2251*, inattivo e incontrollabile, centrò *Iridium 33*. Sopra alla penisola siberiana di Taymyr lo scontro formò una nuvola di detriti rimasta in orbita per anni,

i frammenti della quale hanno impensierito anche la Stazione Spaziale Internazionale.

Non sono mancate nemmeno le esplosioni in orbita, un destino cui possono andare incontro gli stadi superiori dei sistemi di lancio e i satelliti non «passivati» (a breve diremo che cosa significa) alla fine della vita operativa. La causa principale di tali esplosioni è il carburante residuo nei serbatoi o nelle linee di distribuzione. Come scrive l'ESA «nel corso del tempo, l'ambiente spaziale ostile può deteriorare l'integrità meccanica delle parti esterne e interne, causando perdite e/o miscelazione di componenti del carburante che potrebbero innescare l'autoaccensione».⁴⁸

Liberare la strada: passivazione e carri attrezzi spaziali

Contrariamente a questi satelliti che rimangono in orbita, come dicevamo, molti marchingegni vengono passivati. «Passivare» significa liberare il satellite o le rimanenze di un razzo da qualsiasi fonte di energia (batterie o carburante) capace di provocare un'esplosione e frammentare l'oggetto. È una pratica che l'ESA ritiene sempre più importante: satelliti e dispositivi non più utili, come i pezzi di un sistema di lancio, devono far ritorno per bruciare in atmosfera oppure essere parcheggiati in orbite «cimitero», più alte. Le manovre comportano costi maggiori, perché servono più carburante e non di rado propulsori progettati allo scopo.

Capita spesso di sentire del rientro incontrollato dell'ultimo stadio di un qualche lanciatore cinese – solitamente un razzo Lunga Marcia, uno dei vettori più usati da Pechino per lanciare carichi pesanti. O di un residuo sovietico che, dopo aver surfato nello Spazio per mezzo secolo, si appropinqua al suo tuf-

fo finale verso la Terra. Sono due casi accomunati dall'incertezza su dove e quando cadranno gli oggetti dal cielo, nonché dall'apprensione derivata dall'eventualità che una completa distruzione nel rientro in atmosfera non sia, in ultimo, garantita.

Per riparare agli errori e agli azzardi del passato, il congestionamento orbitale impone che si ricorra a dei carri attrezzi spaziali, ossia dei robot-spazzini in grado di agganciare e rimuovere il traffico inutile. Gli stessi che potrebbero, in teoria, fare anche manutenzione o riattivare satelliti in *stand-by* bisognosi di assistenza. Nel 2019 ci è riuscita la missione MEV-1 (Mission Extension Vehicle) di Northrop Grumman: ha agganciato e spostato un satellite di Intelsat, innalzandone l'orbita e allungandone la vita operativa. La startup svizzera ClearSpace ha firmato un contratto con l'Agenzia Spaziale Europea per un prototipo di satellite-spazzino. Per forza di cose il futuro imporrà anche regole condivise, per esempio in sede ONU, affinché niente che orbita possa eludere il controllo umano.

Mirare e colpire

Certo, non tutto è lasciato al caso. Talvolta è la volontà umana a moltiplicare, scientemente, i rischi in orbita. L'Unione Sovietica, poi gli Stati Uniti, la Cina e infine l'India hanno dato prova di saper colpire e distruggere satelliti in orbita con sistema d'arma appositi, i cosiddetti Asat (Anti-Satellite Weapons): un termine che invero racchiude soluzioni differenti, sia difensive che offensive, per disintegrare tecnologie spaziali nemiche o comprometterne il funzionamento.

Fra i test più recenti, ci sono quelli che nel gennaio 2007 hanno abbattuto il satellite cinese *Fengyun 1C*. La sua sola distruzione ha incrementato la popolazione di oggetti allora

tracciabili in orbita del 25%. Nel 2019 è stata l'India a colpire un proprio satellite poco sopra i 300 chilometri di quota per far sì che i detriti ricadessero in atmosfera nel giro di pochi giorni. Tra aprile e dicembre 2020, la Federazione russa ha condotto test del sistema PL-19/Nudol dal cosmodromo di Plesetsk. Nel luglio dello stesso anno, il satellite *Kosmos 2543* ha sparato un proiettile contro *Kosmos 2535*, un satellite target (sempre della Federazione) in disuso. Nel novembre del 2021 la Russia, di nuovo, ha abbattuto il *Kosmos 1408*, generando una nuvola di almeno 1500 frammenti lanciata a più di 24mila chilometri orari, che ha costretto a manovre di emergenza la Stazione Spaziale Internazionale. Difficile non notare che poco sopra la quota orbitale del test opera la costellazione Starlink. Alla luce di quanto successo di lì a poco in Ucraina, l'aneddoto avrebbe assunto le tinte plumbee di un avvertimento: la rivendicazione della capacità di colpire chiunque, anche al di là del cielo.⁴⁹

Per quanto il fascino tecnologico e dell'esplorazione prevalga nel racconto tipico dello Spazio, è doveroso sottolineare le insidie di un approccio avido all'ignoto. La guerra, oggi, può trovare oltre l'atmosfera un nuovo campo di battaglia, o almeno un'estensione di conflittualità terrestri. Colpire i satelliti di un paese ostile avrà lo stesso scopo e l'identico valore strategico di abbatterne i ponti, i centri di comunicazione e le infrastrutture al suolo. Sono già noti alcuni casi di «avvicinamenti anomali» tra apparati di paesi diversi: dal 2014, il russo *Luch-Olymp* è stato protagonista, in orbita geostazionaria, di almeno sette attività orbitali nelle vicinanze a opera di altrettanti satelliti per le telecomunicazioni di operatori statunitensi, inglesi, europei e di un asiatico.

Nel mentre, Mosca e Pechino non fanno mistero di possedere sistemi d'arma in grado di accecare o di friggere con raggi laser i sensori delle sentinelle militari straniere.⁵⁰

In questa prospettiva, sebbene sembri infinito, lo Spazio circumterrestre rischia di seguire lo stesso destino di sfruttamento, erosione e militarizzazione del pianeta. Oggi, e sempre di più domani, sui pilastri della Terra si erigeranno le architetture complesse dell'astropolitica.

PARTE QUINTA

Astropolitica

29. Due puntini nel cielo

Settembre 2017. Notte.¹

Da qualche parte, chissà quanto lassù, due puntini luminosi viaggiano uno accanto all'altro. L'uomo che, con un telescopio, li sta osservando da una piattaforma in mezzo al mare riesce a distinguerne bene soltanto uno. L'altro è un'intuizione.

Li ha scorti per caso, spostando l'obiettivo, ma ci si è soffermato. Perché a lui, all'uomo sulla piattaforma, quel che vede sembra un inseguimento. Nonostante la purezza di un cielo primordiale, a centinaia di chilometri dalle luci del primo centro abitato, non riesce a capire cosa stia succedendo: il puntino luminoso più piccolo si avvicina a quello più grande. L'uomo li segue fino a quando il riflesso del Sole abbandona i pannelli solari.

Poi, la coppia di satelliti si immerge nel buio. E l'uomo finalmente punta lo sguardo su Sirio, che brilla come non l'aveva mai vista.

Anche alla Direction Générale de l'Armement, in Francia, tengono d'occhio quei due puntini. Da diversi giorni ormai, con tracciatori radar e telescopi ottici. La luce più grossa è *Athena-Fidus*, un sistema satellitare per comunicazioni a banda larga capace, a 36mila chilometri di quota, di assicurare

disponibilità e autonomia in circostanze di emergenza nazionale. Sviluppato dall'Agenzia Spaziale Italiana e dal Centre National d'Études Spatiales, il CNES, nell'ambito di accordi fra i due enti e i Ministeri della Difesa, *Athena-Fidus* è dedicato al supporto dei servizi di comunicazione per le forze armate dei due paesi.

L'altra luce, la più piccola, è *Launch-Olymp* (i russi lo chiamano *Olymp-K*), un satellite spedito in orbita il 28 settembre del 2014 dal cosmodromo di Bajkonur. Non si sa molto di lui, a parte il fatto che adesso è a pochi chilometri da *Athena-Fidus*. Che, nello Spazio, significa «accanto».

«Era vicino» commenterà un anno dopo Florence Parly, ministra francese delle forze armate «talmente vicino che avremmo potuto credere stesse captando le nostre comunicazioni. Lo sorvegliamo attentamente, del resto abbiamo visto che continuava le sue manovre nei mesi seguenti presso altri obiettivi, ma domani chi ci dice non ritornerà accanto a uno dei nostri satelliti?»²

A oggi, i dettagli di cosa sia accaduto quella notte imprecisata di settembre rimangono riservati. Due cose, però, sono note. La prima è che, l'8 settembre 2019, lo Chef d'État-major de l'Armée de l'air et de l'Espace ha dato vita al Commandement de l'Espace, un servizio interforze dell'esercito francese per presidiare la frontiera extraterrestre – «Se non reagiamo siamo in pericolo» aveva avvertito Parly.

La seconda cosa nota è che quell'uomo da qualche parte in mezzo al mare a contemplare Sirio è stato, pur senza saperlo, l'unico testimone diretto di una nuova fase della competizione inaugurata dallo *Sputnik*: quella per il *predominio circumterrestre del futuro*.

La nostra nuova El Dorado

Via da ipotesi fantascientifiche o da scenari modello James Bond, mentre un secolo fa la terra si controllava dominando il mare, come sosteneva il genio della geopolitica Nicholas John Spykman, oggi il pianeta lo si domina dallo Spazio.

Lo testimoniano investimenti, attività e programmi di chiunque, pubblico o privato, partecipi alla conquista del nuovo El Dorado siderale. Soprattutto, però, è il legame fra quello che succede oltre l'atmosfera e le nostre attività quotidiane, qui sulla Terra, a dimostrarlo. Un legame così stretto da giustificare un'affermazione solo all'apparenza roboante: la nostra vita, nel senso della qualità del nostro vivere collettivo, oggi è (e sempre più sarà domani) *Space based*, fondata cioè sui pilastri spaziali del pianeta.

Non è un caso, come conferma il centro studi The Union of Concerned Scientists, che in questo momento nelle orbite più prossime alla Terra, le Leo, galleggino 6768 satelliti operativi su 7560 complessivi.³ Ancora più indicativo è che nel prossimo decennio si prevede ne verranno lanciati più di mille ogni anno. La sola SpaceX, per completare la costellazione Starlink, punta a farne volare 12mila, e con una possibile estensione, già approvata, a 42mila.

Prima di procedere, andrebbe allora ribadito perché lo Spazio si appresti a diventare traffico come mai prima; perché, nonostante la crisi sanitaria più grave dei decenni recenti e il numero crescente di conflitti, la frontiera extraterrestre non smette di attrarre risorse. Per farla breve, andrebbe evidenziato una volta ancora perché lo Spazio è una meta così ambita da innescare una nuova gara globale per presidiarlo.

La risposta, di per sé piuttosto rapida, è rimasta più o meno identica dal 4 ottobre del 1957, il giorno del lancio dello *Sputnik*:

oltre che per le possibilità dischiuse dallo sfruttamento delle risorse extra-atmosferiche e per la sua arrembante economia, lo Spazio è strategico per esigenze di difesa e sicurezza nazionale. Come scritto nelle pagine precedenti, due fenomeni preminenti lo stanno riconfigurando: il primo è un modo inedito di approcciare e sviluppare il settore fondato sui principi della maggiore accessibilità, della miniaturizzazione delle tecnologie e della digitalizzazione (la cosiddetta *new Space economy*, della quale in verità si parla da almeno tre lustri). Il secondo fenomeno è la militarizzazione dello Spazio esterno, altrimenti detta *Space militarization*, quando non la sua arsenalizzazio-
ne propriamente intesa o *Space weaponization*, anticamera o prodromo di un conflitto.⁴ Resta da capire se e come questi cambiamenti siano legati. E, soprattutto, quanto il loro modo di trasformare il settore impatterà sulla Terra.

Partiamo, allora, dal postulato iniziale: dall'evidenza che lo Spazio è diventato da mezzo secolo strategico. Iniziata nel pieno della Guerra fredda, come già scritto, la prima *Space race* declinò oltre l'atmosfera la contrapposizione ideologico-sociale, oltre che strategico-militare, degli Stati Uniti e dell'Unione Sovietica. A sessant'anni di distanza, la centralità del settore spaziale è aumentata e i suoi attori si sono moltiplicati: lo Spazio si è rivelato un *driver* per ambiti all'apparenza lontani, se non slegati. È attraverso lo sviluppo della tecnologia spaziale – cioè di quanto in queste pagine abbiamo annoverato fra i «pilastri della Terra» – che vengono offerti servizi innovativi all'agricoltura, alle borse e alle banche di tutto il mondo, al monitoraggio delle infrastrutture, all'osservazione dei cambiamenti climatici e dei loro effetti. Come abbiamo visto, è dall'orbita terrestre che si supportano le operazioni di soccorso dopo catastrofi ambientali o si prevengono gli scenari peggiori. Migliaia di occhi orbitanti controllano le migrazioni e i confini

nazionali, contribuiscono alla salvaguardia dei beni culturali e alla gestione del traffico aereo e marittimo. E in orbita potrebbe presto concretizzarsi il sogno di un internet ubiquo (ma non gratuito), ad alta efficienza e senza infrastrutture terrestri. Sarà un traino per lo sviluppo e la cultura senza precedenti, visto che oggi la penetrazione media di internet (per stato) in Africa non arriva al 40%, nell'Asia Pacifica non supera il 60% e nemmeno in Nord America o Europa è totale.

Incontrata la tecnologia spaziale, i processi di digitalizzazione ne stanno ridefinendo modi, potenzialità e ambizioni. Uno dei due pilastri della *Space economy* contemporanea, in effetti, è proprio la convergenza fra industria spaziale ed economia digitale. Di quest'ultima, insieme con i capitali e gli imprenditori, la nuova concezione del «fare Spazio» ha assorbito anche la propensione al rischio e l'approccio nello sviluppo dei programmi. Quindi, ha modificato la funzione e il valore di alcuni elementi che fino a pochi anni fa non avevano alcuna relazione con l'extra-atmosfera: i social network, per esempio, i quali, essendo tra i depositi più massicci di dati in tempo reale, possono contribuire alla gestione delle emergenze o alla stima degli effetti di un grande fenomeno, come i terremoti o i crimini ambientali – per esempio le attività minerarie illegali, monitorate da EO4SECURITY, un progetto dell'ESA guidato dalla società italiana e-GEOS che interfaccia i dati spaziali con le informazioni cosiddette di Open Source Intelligence (OSINT) ricavate dai social e da altri canali.

Detto altrimenti, i settori a tenuta stagna non esistono più. La complementarità dei servizi cresce con l'intelligenza delle macchine. Nel mentre le tecnologie, di origini diverse, convergono stimolandosi l'un l'altra. Gli ingegneri la chiamano «integrazione dei domini»: i tre spaziali (telecomunicazione, osservazione e navigazione), i sistemi di terra e il dominio virtuale, che viaggia in rete ed è perciò ovunque.

Ecco allora che, in virtù di questo progressivo intrecciarsi delle tecnologie, i droni allertati da un'osservazione satellitare presto potranno, in modo autonomo, verificare la tenuta di un ponte o di un pendio a rischio di frana; o, ancora, consegnare materiale biomedico più rapidamente rispetto al trasporto su ruote, come testato già nell'ottobre del 2020 ancora da Tele-spazio ed e-Geos fra due siti dell'Ospedale pediatrico Bambino Gesù, vicino a Roma.

Space democratization...

Nulla di tutto ciò sarebbe tuttavia possibile senza l'altro pilastro dell'approccio contemporaneo al settore: la sua maggiore accessibilità. La riduzione dei costi di lancio, ottenuta in particolare grazie alla riusabilità delle tecnologie abilitanti – i razzi –, si combina con la miniaturizzazione della componentistica, spesso sfruttata senza la stringente abilitazione all'utilizzo extra-atmosferico. Alla massima affidabilità e alla lunga durata operativa, via via si preferiscono l'economicità e la sostituzione frequente delle tecnologie in orbita, spesso costituite da oggetti di dimensione e massa ridotte (per esempio mini o microsatelliti). Servizi di *ride sharing* – come i già testati SmallSat Rideshare Program di SpaceX o lo Small Spacecraft Mission Service delle italiane Avio e SAB Aerospace – consentono di portare oltre il cielo decine di carichi paganti tutti insieme, abbattendo i costi per singolo cliente. Mentre fino a pochi anni fa spedire qualcosa in orbita era una prerogativa di un governo o di un colosso industriale, oggi anche una piccola-media impresa, un ente di ricerca o un'università possono ambire ad avere un proprio asset al di là del cielo.

Servizi prima accessibili solo alle istituzioni adesso vengono orientati direttamente alle persone e, dal 2009, gli investimenti

azionari nelle attività spaziali sono cresciuti in modo esponenziale, insieme con il numero di aziende. Già un decennio dopo, nel 2019, il 41% dei top 100 *venture capitalists* (ossia delle istituzioni che investono in startup caratterizzate da un elevato potenziale di sviluppo) aveva uno o più investimenti nel settore spaziale. Da notare come i pur tanti esempi fatti fino a qui, dall'agricoltura al monitoraggio infrastrutturale, costituiscano solo una frazione di un business dalle potenzialità ancora inesprese.

In sintesi, il paradigma spaziale originario, che durante la Guerra fredda era completamente pubblico, orientato al raggiungimento di obiettivi strategico-militari e caratterizzato da un'evoluzione tecnologica lenta e guidata dall'alto, è stato stravolto: oggi il settore privato stimola lo sviluppo, il processo di innovazione parte dal basso e l'attività spaziale, così democratizzata, viene svolta soprattutto a fini di profitto. «Soprattutto», però, non significa «solo».

In effetti, le conseguenze economiche della *Space democratization* ridisegnano gli equilibri politici globali e quanto scritto fino a qui vorrebbe averlo ricordato: la natura del viaggio cosmico dell'umanità è duplice.

Lo Spazio cristallizza meglio di qualsiasi altra cosa l'essenza più profonda del genere umano: la sua connaturata e inscalfibile pulsione esplorativa. La progressiva scoperta dell'universo, non a caso «l'ultima frontiera», come direbbero i fan di *Star Trek*, rappresenta la manifestazione suprema della tensione verso l'ignoto della nostra specie. Si traduce in accelerazione tecnologica, scientifica ed economica, in un'integrazione sempre più pervasiva delle capacità spaziali con l'economia mondiale.

In quest'ottica, lo Spazio è un ambito di attività composito, l'accesso al quale è via via più ampio e a basso costo. La democratizzazione alimenta l'estensione degli ambiti applicativi, a beneficio di tutti (o almeno di tanti).

... E il suo lato oscuro

Una lettura che però ignorasse la dimensione conflittuale del concetto stesso di frontiera o della storia della sua «conquista» corrisponderebbe a una visione parziale della realtà.

Il primato spaziale si è sempre alimentato, come scrivono Alessandro Aresu e Raffaele Mauro in *I cancelli del cielo* (2019), «dalla volontà umana di guardare senza essere visti, di ascoltare senza essere ascoltati, di condizionare gli altri senza essere condizionati, per acquisire vantaggi strategici o tattici».⁵ E mentre è vero che la percezione della Terra acquisita dagli astronauti in orbita, l'*overview effect*, fa apparire «incomprensibili e dissennate le inimicizie, le contrapposizioni e le violenze in un pianeta sempre più piccolo e raccolto» per citare il discorso fatto il 31 dicembre 2019 dal presidente della Repubblica Sergio Mattarella, è altrettanto incontestabile che «tali inimicizie, contrapposizioni e violenze hanno contribuito a inviarli lassù [gli astronauti], poiché la corsa spaziale è figlia della contrapposizione tra le potenze e della volontà di acquisire vantaggi sugli altri».⁶

30. *Masters of the Universe*

La si è chiamata *geopolitica dello Spazio*, anche se con qualche pudore. Perché la geopolitica, è stato notato, porta con sé un sapore intenso di gioco alla guerra. E perché lo Spazio è, per antonomasia, un luogo senza γῆ (*ghé*, «terra»), privo di terra e quindi orfano di confini e politica. Nel senso che, nonostante la presenza di trattati, non tutti firmati dalle principali nazioni spaziali, e di un *corpus* di regole definito *Space law*, nessuno può imporre in via definitiva quali siano e come si compongano le relazioni tra gli stati-nazione (e sempre di più con enti e operatori privati) al di fuori dall'atmosfera terrestre, né sanzionare eventuali trasgressori.

Ecco perché si preferisce parlare di *astropolitica*, l'estensione delle relazioni internazionali e delle loro conseguenze (terrestri) nello Spazio.⁷ È una disciplina relativamente nuova, seppur non scevra di visioni e pensatori ascrivibili ai filoni teorici della geopolitica terrestre, compresa la scuola del «realismo» nelle relazioni internazionali definita da Everett Dolman, nei primi anni 2000, come *astropolitik*.⁸ Quella dell'astropolitica, dicevamo, è una storia recente, l'evoluzione della quale è però accelerata con l'avanzamento della tecnologia spaziale. Il pe-

riodo successivo alla Seconda guerra mondiale è stato caratterizzato da una crescente importanza dello Spazio come arena di conflitto e di cooperazione tra le nazioni. La prima *Space race* ha portato alla creazione di numerosi programmi spaziali, come il programma Apollo degli Stati Uniti e il programma Soyuz dell'Unione Sovietica, i quali erano, *ictu oculi*, strumenti politici prima che scientifici, operazioni di proiezione istituzionale prima che spedizioni esplorative.

La fine della Guerra fredda, negli anni novanta, ha sancito in questo senso un cambiamento significativo: per quanto mai avulsa da interessi nazionali specifici, la cooperazione nello Spazio è diventata un obiettivo rilevante. Da allora, la *Space diplomacy* ha corroborato o fatto da viatico a (più) proficui rapporti terrestri. Anche per questo le nazioni hanno cercato di collaborare a programmi come la Stazione Spaziale Internazionale. In più, non pochi paesi emergenti hanno iniziato ad alimentare ambizioni spaziali proprie, un processo concretizzatosi nella creazione dell'ESA in Europa, dell'Agenzia Spaziale Cinese, di quella Giapponese (la JAXA) e di quella Indiana (la ISRO), tutte con progetti di portata non così distante da quelli delle consolidate superpotenze extraterrestri, Stati Uniti e Russia. Anzi, almeno nel caso cinese, ormai quasi alla pari.

Negli anni recenti, però, la dimensione strategica dello Spazio è tornata ad assumere un'importanza centrale, addirittura preminente secondo alcuni osservatori.⁹ Per di più, emerse cavalcando – e non di rado innescando – gli sviluppi tecnologici e la maggiore accessibilità del settore, diverse aziende private hanno guadagnato ruoli di primo piano nell'arena cosmica. È indicativo, in questo senso, che saranno le stazioni spaziali commerciali a sostituire la ISS dai primi anni trenta del Duemila, per diventare hub industriali, scientifici o ludici a uso e consumo di chiunque sia disposto a pagarne l'affitto, istitu-

zioni e compagnie terze comprese. A fine 2023 l'ESA ha sottoscritto un Memorandum of Understanding per l'utilizzo della Axiom Space Station, il progetto commerciale più avanzato tra tutti, la prima sezione del quale promette di essere in orbita dal 2026. Più lungimirante e con un finanziamento iniziale di 415 milioni di dollari, nel 2021 la NASA ha inaugurato il programma CLDS (Commercial Low Earth Orbit Destinations), per supportare lo sviluppo di stazioni private in orbita bassa in modo da mantenere una permanenza stabile di esseri umani e di avamposti (americani) una volta dismessa la ISS. Allocati su tre progetti differenti, dopo la rinuncia di Northrop Grumman a svilupparne uno, la NASA ha concentrato i fondi sui due sopravvissuti: Starlab di Voyager Space e Nanoracks e Orbital Reef di Blue Origin, di cui parleremo nelle pagine seguenti.

Sempre più potenti, sempre più vulnerabili

In questo clima di competizione economica crescente e di proliferazione degli attori in scena, lo Spazio registra anche un'accelerazione nello sviluppo e nel dispiegamento di tecnologie a scopo prevalentemente militare. Il connubio sembra inevitabile, perché, se la vita sulla Terra è sempre più *Space based*, compromettere i pilastri spaziali di un paese equivale a colpirne i punti nevralgici fino a metterlo in ginocchio. Oggi le operazioni marittime, aeree e terrestri di stati e organizzazioni internazionali, ma anche l'economia e il benessere dei cittadini, fanno affidamento su risorse e servizi extraterrestri in misura così elevata da trasformare gli asset spaziali nell'obiettivo più conveniente per una forza ostile: perché accanirsi contro una fortezza se è possibile farla crollare demolendone solo le fondamenta, i pilastri? Compromettere le infrastrutture spaziali critiche di un

paese avversario, ossia attuare il cosiddetto *Space block*, ha ripercussioni inevitabili sugli altri domini geopolitici. Descrive bene la strategicità di questo processo George Friedman:

La nascita di un'alternativa alla guerra balistica richiedeva una diversa fonte di informazioni. La guerra inizia quando inizia. Dotarsi di capacità informative quando la guerra è una sorpresa significa che bisogna sviluppare intelligence su scala globale e, al contempo, con un alto grado di specificità geografica. E poi combinare immagini, sorveglianza elettronica e capacità di spostare i dati dai sensori a chi spara.

Il microchip è stato inventato per i missili balistici intercontinentali ed è diventato il centro della nuova tecnologia. I satelliti che servivano a cercare piattaforme di lancio fisse ora devono essere più flessibili e dinamici. I flussi di dati, cioè internet, erano essenziali per capire dove sparare. Le tecnologie emergenti erano coltivate dal dipartimento della Difesa, grossomodo come il microchip. I sensori nello Spazio dovevano scattare foto digitali molto prima che Apple mettesse quella funzione in un telefono. E lo Spazio è diventato molto più importante per le capacità elettroniche e visuali.

L'avvento delle armi di precisione ha condotto il centro di gravità della guerra nello Spazio. Poi sono intervenuti altri fattori, ma il cosmo è diventato indispensabile per la missilistica di precisione e ogni guerra vera deve cominciare a quelle altitudini.¹⁰

Riprendendo Friedman, negli scenari operativi contemporanei lo Spazio è un moltiplicatore di forza senza pari. Le capacità, i prodotti e i servizi garantiti dal suo presidio sono cruciali per la difesa e la sicurezza nazionali: lo spettro è ampio, va dalla geolocalizzazione o dall'intelligence satellitare fino all'*early warning*, cioè la capacità di reagire a esplosioni nucleari o

missili balistici in volo dopo una rapida identificazione, come promesso dallo scudo spaziale di Reagan. Il corollario è che lo Spazio è diventato tanto importante da aver generato, insieme con una nuova declinazione di potenza nazionale, anche delle vulnerabilità inedite.

31. La guerra vista dall'alto

Fra le tante analisi possibili sulla guerra in Ucraina, una potrebbe valere da esempio e insieme rivelare un paradigma emergente: mentre le modalità del conflitto a terra rimandano a tattiche da XIX secolo, nello Spazio si manifestano scenari bellici del futuro. E con una novità assoluta: l'ingresso, anche nell'agone extraterrestre, di corporation e interessi privati.

È un dettaglio cruciale, ma per raccontarlo conviene, prima, riassumere le ripercussioni spaziali più clamorose della guerra, come gli insulti via Twitter che nel marzo 2022 si scambiarono Scott Kelly, fra gli astronauti americani rimasti più a lungo in orbita, e Dmitrij Rogozin, fedelissimo di Vladimir Putin, già vice primo ministro della Difesa e all'epoca direttore di Roscosmos, l'Agenzia Spaziale della Federazione russa.

Tutt'altro che puerile, la zuffa raccontava il tramonto di una collaborazione pacifica durata quarant'anni. Tutto finito. O almeno da rifare.

E non è un caso che la Stazione Spaziale Internazionale, il simbolo più potente della *Space diplomacy* post-Guerra fredda, sia stata al centro di tanto accapigliarsi. Rogozin, lesto a ricordare che la navigazione della ISS si deve al segmento russo, ha

chiesto al Cremlino di concludere la collaborazione. Mosca ha acconsentito di buon grado, sebbene premurandosi di aggiungere che i partner internazionali (Stati Uniti, Europa, Canada e Giappone) saranno edotti un anno prima delle dimissioni. Se è perciò improbabile che la iss venga abbandonata in fretta e furia, è certo che gli strascichi della crisi saranno lunghi anche fra le stelle – in particolare per l'Europa, decisa, con una reazione col senno di poi, più emotiva che razionale, a interrompere qualsiasi collaborazione con il partner russo.

La prima a sperimentarne il costo, *stricto sensu*, della crisi è stata OneWeb, una compagnia partecipata dal governo britannico: si è vista lasciare sulla rampa di Bajkonur ben trentasei satelliti della sua costellazione internet che avrebbero dovuto essere lanciati poche settimane dopo a bordo di razzi Soyuz. Una sorte identica è toccata ai due nuovi Galileo della costellazione europea strategica per la navigazione e il geoposizionamento. In risposta, l'Agenzia Spaziale Europea ha dichiarato la sospensione di ExoMars, la missione congiunta destinata a Marte e programmata nel settembre del 2022: sebbene Mosca si fosse detta pronta, l'Europa ha preferito attendere tempi migliori nonché partner «pronta-consegna», cioè la NASA e in particolare le compagnie private, SpaceX in testa.

L'ambiguità di Starlink

Musk è diventato il simbolo di come la nuova imprenditoria spaziale sia entrata a pieno titolo nei conflitti. Non solo perché è stata SpaceX a correre in soccorso di OneWeb; fin dai primi giorni dell'invasione, Musk si è proposto di inviare dei terminali della rete Starlink all'Ucraina. Sono state le undicimila stazioni di SpaceX a consentire a tutti di sentire gli interventi di Vo-

Iodomyr Zelensky ai parlamenti di mezzo mondo. Ed è solo la punta dell'iceberg: come confermato da un'inchiesta di *Politico*, Starlink ha permesso alle forze ucraine in prima linea – quelle schierate nell'est del paese e nei territori occupati, dove le infrastrutture terrestri sono state distrutte – di comunicare, raccogliere informazioni e manovrare droni per scopi strategici.¹¹

Nonostante i reiterati attacchi elettromagnetici e informatici, Starlink è così diventata un asset difficilmente contrastabile per i russi. Non è un caso se nel 2021 la Duma volesse promulgare una legge per vietarne le trasmissioni sul territorio della Federazione, con l'accusa di aggirare i centri di controllo terrestri. Ed è altrettanto significativo che nel maggio 2022 la rivista cinese *Modern Defence Technology* abbia diffuso un paper impegnato a descrivere le tecniche *hard* e *soft* per compromettere i satelliti di SpaceX, definiti «un pericolo per la sicurezza nazionale».

Non meno rilevante è che dopo il settembre del 2022, quando Musk, durante una conferenza ad Aspen, non nascose un'apertura a Vladimir Putin, le trasmissioni di Starlink si siano più volte interrotte, in particolare nelle zone meridionali dell'Ucraina, quelle contese. I blackout, precisò all'epoca il *Financial Times*, avevano colpito unità dislocate a Kherson, Zaporizžja, Donetsk e Luhansk lasciando le unità ucraine isolate. Diversi funzionari americani e ucraini, come riportato su *Wired* da Ronan Farrow, si dissero convinti che a interrompere la connessione fosse stata SpaceX stessa, pronta a delimitare le aree di accesso tramite *geofencing* (una sorta di recinzione virtuale).

L'ingerenza di oligarchi o di chi abbia interessi economici legati al destino delle nazioni non è certo una novità. Durante il primo conflitto mondiale, John Pierpont Morgan supportò con somme ingenti le potenze alleate; proprio come, pochi anni dopo, fece John Davison Rockefeller Jr. a favore della nascente Società delle Nazioni, o anche, più di recente, il magnate dei

casinò Sheldon Aldenson con i media israeliani di destra, in una campagna di sostegno ben più ampia a Benjamin Netanyahu. In questa solida tradizione, la novità emersa in Ucraina è il livello di dipendenza che lega gli Stati Uniti a Elon Musk. Pochi privati hanno avuto un ruolo tanto decisivo nella composizione degli equilibri economico-politici. E nessuno con un'evidenza così smaccata. Merito, soprattutto (ma non solo), di SpaceX. Meglio, delle sue *Space capabilities*.

Comunque, né Starlink né OneWeb, altra mega-costellazione satellitare, esauriscono «la minaccia» oltre l'atmosfera, per dirla con i governi russo e cinese. La costellazione Kuiper porterà 3236 satelliti di Amazon nelle orbite basse, per incrementare l'accesso globale alla banda larga. Le pagine del futuro devono ancora essere scritte.

Cyberwar

Nel frattempo, SpaceX non è stata l'unica azienda attiva, attraverso lo Spazio, nel conflitto in Ucraina: le società private che consentono di scaricare ed elaborare le immagini satellitari vanno arricchendosi. C'è la statunitense Spire Global, che possiede una costellazione costituita da più di un centinaio di nanosatelliti per l'osservazione della Terra: accusato lo stop dei lanci russi (la compagnia si è sempre servita dei razzi Soyuz), i dati raccolti dai suoi satelliti sono stati richiesti come mai prima da aziende, governi e organizzazioni non governative. Spire raccoglie dati in radiofrequenza, fornendo informazioni sul movimento di navi e aerei, ma anche sui modelli meteorologici.

Un discorso analogo vale per BlackSky Technology, che integra informazioni satellitari e da altre fonti per venderle. Nel gennaio del 2022, l'azienda ha iniziato a monitorare lo schie-

ramento delle forze russe al confine con l'Ucraina. Da allora fornisce immagini e dati ai clienti, al pubblico e ai media.

Come fa anche Maxar Technologies, che costruisce satelliti e fornisce dati di osservazione della Terra agli acquirenti: Tony Frazier, il vicepresidente esecutivo, ha dichiarato che la sua società monitora gli eventi in Ucraina e in Bielorussia, giorno e notte, a terra e in mare.

Che questo tipo di controllo si traduca in un vantaggio strategico è evidente. Inoltre, mentre la Cina e l'Europa rincorrono la preminenza statunitense (la Commissione Europea, in effetti, ha già annunciato una propria costellazione per le comunicazioni satellitari, IRIS²), nel Nord America sono i privati a lastricare la via. E sempre che si decida di ignorare che, ormai, il principale soggetto (o appaltatore) nello Spazio non è la NASA, ma il dipartimento della Difesa statunitense, che da anni, non a caso, si serve dei Falcon 9 di SpaceX. Motivo per cui è difficile non pensare agli Starlink in Ucraina come a un *fire test*, un laboratorio sul campo, una tecnologia per provare e validare le infrastrutture dei conflitti che verranno. Basti riflettere sul fatto che Ustranscom, il comando dei trasporti militari del Pentagono, sta collaborando con l'azienda di Musk per studiare l'impiego dell'astronave Starship nel trasporto logistico delle merci e, in futuro, delle truppe.

L'efficienza degli apparati, la stabilità delle comunicazioni e la resilienza rispetto ai cyberattacchi delineano il nuovo identikit tecnologico di chi controllerà il cosmo. Ed è molto probabile che chi, fra i primi, riuscirà a dominare le orbite cislunari e le Leo, negli anni imminenti potrà anche dettare le norme spaziali per tutti gli altri. A proprio vantaggio, va da sé.

È un punto di svolta epocale: nel 1991 la guerra nel Golfo rivoluzionò la *cyberwar*, dimostrando come satelliti e computer potessero interfacciarsi in tempo reale e intercettare i missili

nemici. Dieci anni dopo, i conflitti in Iraq e Afghanistan rappresentarono un'altra tappa per i fornitori di servizi satellitari per comunicazioni commerciali, pronti a elargire collegamenti ad alta larghezza di banda alle forze armate in Medio Oriente.

Dall'Ucraina è emersa un'evoluzione ulteriore: tutto, pace compresa, dipenderà dai dominatori dell'extraterrestre. Pubblici e privati che siano. E questo fa tutta la differenza del (e sul) mondo.

32. *Space power*: minacce (d)allo Spazio

[*Space power*:] la somma delle capacità di una nazione di utilizzare lo Spazio per attività diplomatiche, informative, militari ed economiche in tempo di pace o di guerra al fine di raggiungere gli obiettivi nazionali.

Dal «Defense Space Strategy Summary» del dipartimento della Difesa degli Stati Uniti d'America, 2020

Al vertice NATO di Bruxelles, nel giugno del 2019, i ministri della Difesa degli stati membri hanno adottato la prima NATO Space Policy, cui ha fatto seguito, nel dicembre successivo, al summit di Londra, l'indicazione dello Spazio come «quinto dominio operativo», insieme con terra, acqua, aria e cyber. Da allora, quello extra-atmosferico è uno scenario sensibile a tutti gli effetti. Lo ha evidenziato l'assertività dei leader: «Abbiamo dichiarato lo Spazio un dominio operativo per la NATO, riconoscendone l'importanza nel mantenerci al sicuro e nell'affrontare le sfide alla sicurezza, rispettando al tempo stesso il diritto internazionale».¹² Come se non bastasse, il 22 ottobre 2020 è stato istituito il NATO Space Centre presso il comando aereo alleato a Ramstein, in Germania, il cui compito è razionalizzare il rapporto tra organizzazione e stati membri per quanto attiene all'uso delle risorse spaziali e di facilitare l'accesso da parte dei comandanti dell'alleanza agli asset dei singoli stati.¹³

Il processo avviato con l'identificazione dello Spazio fra i domini operativi ha raggiunto il suo compimento nel vertice di Bruxelles del 2021, quando i leader alleati hanno affermato che «gli attacchi verso, da o all'interno dello Spazio rappresentano una chiara sfida alla sicurezza dell'alleanza, il cui impatto

potrebbe minacciare la prosperità, la sicurezza e la stabilità nazionale ed euro-atlantica e potrebbe essere altrettanto dannoso per le società moderne quanto un attacco convenzionale. Tali attacchi potrebbero portare all'invocazione dell'articolo 5». È quest'ultimo punto a sancire la novità più rilevante, l'equiparazione di un attacco *dallo* o *allo* Spazio a un'aggressione da articolo 5, cioè sufficientemente grave da giustificare la difesa congiunta degli alleati. «Una decisione su quando tali attacchi porterebbero all'invocazione dell'articolo 5» si precisa «sarebbe presa dal Consiglio Nord Atlantico caso per caso.»

Il timore maggiore, in particolare da parte degli Stati Uniti, è rappresentato da Russia e Cina, che hanno «ognuna armato lo Spazio». È scritto senza giri di parole nel Defense Space Strategy Summary del dipartimento della Difesa americano, pubblicato nel giugno del 2020, dove più volte si fa riferimento a una possibile «guerra spaziale», un conflitto da vincere anticipando chiunque altro dal punto di vista dello sviluppo tecnologico. Anche perché, bene sottolinearlo, la superiorità tecnologica degli alleati (Stati Uniti compresi) oltre il cielo è tutt'altro che indiscutibile. Detto altrimenti, lo Spazio è un ambito da presidiare, regolare e, all'interno del quale, le operazioni si faranno più intense. E, come già dimostrato in Ucraina, saranno coinvolti attori e contributi eterodossi per operare sistemi di elevata valenza strategica.

Mirare ai satelliti: gli Asat

Nell'analizzare le operazioni spaziali in termini di difesa, lo European Space Policy Institute (ESPI) scinde le due facce della stessa medaglia: distingue tra lo «Spazio per difesa», che considera le orbite extraterrestri come il luogo deputato a moni-

torare o prevenire gli attacchi, e la «difesa dello Spazio», che implica il concetto di Space Situational Awareness (SSA), ossia «la conoscenza dell'ambiente spaziale, inclusi l'ubicazione e il funzionamento degli oggetti spaziali e dei fenomeni meteorologici spaziali».¹⁴ La SSA è alla base della tutela degli asset orbitanti da attacchi di tipo militare, come quelli oggi possibili con le armi anti-satellite, i già citati Asat. Questi ultimi sono sistemi in costante sviluppo sia per capacità sia per numero, nonostante l'impegno a non utilizzarli, sottoscritto dagli Stati Uniti prima e dell'ONU poi, che nella sessione del 7 dicembre 2022 ha adottato il progetto di risoluzione *Destructive direct-ascent anti-satellite missile testing*, con 155 voti a favore e solo 9 contrari (tra cui quelli della Federazione russa e della Cina).¹⁵

Con l'acronimo «Asat» ci si riferisce a sistemi d'arma utilizzabili da terra – i cosiddetti *ground-based* – o in orbita – i *Space-based*, aventi finalità sia difensive che offensive. Se ne distinguono quattro tipologie: le armi cinetiche e quelle non cinetiche, quelle elettroniche e le cyber. La prima categoria punta alla distruzione fisica del proprio obiettivo, o tramite impatto diretto (lo *strike*), o con l'esplosione di una testata nelle vicinanze; le altre tre tipologie possono danneggiare il target in maniera reversibile o irreversibile, temporaneamente o per sempre.

I sistemi Da-Asat, cioè ad ascesa diretta (da Direct-Ascent, Anti-Satellite), sono un esempio di arma cinetica *ground-based*: partono da siti di lancio terrestri e centrano il proprio obiettivo senza entrare in orbita. A oggi, solo gli Stati Uniti (che però si sono impegnati a non utilizzarlo più), la Russia, la Cina e l'India hanno testato con successo questo tipo di sistemi. Gli Asat coorbitali, afferenti alla tipologia di armi cinetiche *Space-based*, vengono invece immessi in orbita e, a comando, possono manovrare sul piano del proprio obiettivo o su un piano adiacente per poi procedere all'offensiva.

I sistemi Asat *non* cinetici, invece, in luogo dell'impatto diretto colpiscono il proprio obiettivo con grandi quantità di energia: attraverso laser, armi a microonde o a impulsi elettromagnetici, riescono ad accecare i sensori del loro target (un atto noto come *laser blinding* o *dazzling*) oppure a surriscaldarne delle parti fino a comprometterne il funzionamento o l'integrità (*high powered lasers*). L'applicazione di queste specifiche *counterspace capabilities* implica competenze e tecnologie di alto livello e, per problemi di manovrabilità in orbita, oggi tali tecnologie sono perlopiù *ground-based* (ma mobili, cioè utilizzate su navi e aerei), sebbene non si escluda il loro imminente impiego direttamente dall'orbita.

Abbiamo poi le contromisure Asat di tipo elettronico, che interferiscono con i segnali di radio frequenza dei propri obiettivi (è il cosiddetto *jamming*) o ne inquinano la trasmissione dei dati, in entrata e in uscita, con informazioni false (lo *spoofing*). Sfruttano dispositivi capaci di emettere rumore sia nelle frequenze di un satellite (il cosiddetto *downlink jamming*) che in quelle di un ricevitore (l'*uplink jamming*) e il loro è un danno reversibile: una volta interrotto l'attacco, il flusso dei dati torna alla normalità.

Proprio i dati, che possono essere acquisiti, manomessi o interrotti, sono l'obiettivo degli attacchi cibernetici. Gli effetti di un cyberattacco, che può spingersi fino al controllo diretto di un asset altrui, possono essere disastrosi per i sistemi colpiti. Ed è significativo che sia questo il tipo di contromisura Asat in maggiore crescita: i sistemi cinetici, infatti, sono riconducibili a un autore. Di contro, la natura asimmetrica delle armi non cinetiche e a maggior ragione di quelle elettroniche e cibernetiche rende difficile l'attribuzione di una responsabilità specifica. Per non parlare della possibilità di controllare o spiare asset e informazioni altrui, peraltro con costi irrisori rispetto ai sistemi più complessi.

La vulnerabilità dei sistemi spaziali agli attacchi informatici a basso costo paventa la possibilità che concorrenti più piccoli o emergenti possano prima o poi sferrare offensive antisatellite dalle conseguenze estese e contro chiunque. È l'altra faccia della maggiore accessibilità allo Spazio e della dipendenza, sempre più profonda, da quelli che abbiamo imparato a conoscere come i pilastri della Terra.

I vecchi protagonisti

Il fatto che le guerre stellari siano sempre più verosimili non significa che l'uso pacifico dello Spazio e la *Space diplomacy* si interromperanno; anzi, saranno uno degli incentivi più efficaci allo sviluppo del settore. C'è anche chi, come Simonetta Di Pippo, già direttrice dell'Ufficio delle Nazioni Unite per gli affari dello Spazio extra-atmosferico (l'UNOOSA), suggerisce che a distendere le tensioni terrestri contribuiranno proprio gli imminenti orizzonti dell'esplorazione spaziale.¹⁶ Ciò non toglie che i protagonisti vecchi e nuovi della geopolitica globale – Stati Uniti, Cina e Russia – ormai considerino il cosmo come un campo di battaglia essenziale per consolidare o conquistare lo status di grandi potenze del futuro.

A partire dalla Guerra del Golfo, nel 1991, i concetti operativi e di combattimento degli Stati Uniti sono diventati strettamente dipendenti dalle *Space capabilities*. Anche Mosca, dall'altra parte, considera il controllo dell'aerospazio imprescindibile per la sicurezza nazionale e la deterrenza strategica. Di fatto, sebbene il cosmodromo di Bajkonur sia il più celebre del paese, la maggior parte dei lanci è accreditabile a un altro sito, quello di Pleseck, nel mezzo della taiga a 800 chilometri a nord dalla capitale. Rispetto al cosmodromo di Bajkonur,

quello siberiano non solo offre la possibilità di effettuare lanci in orbite molto inclinate, perfette per spiare senza soluzione di continuità la superficie terrestre, ma consente ai missili balistici di orientarsi verso il Polo Nord e di raggiungere gli Stati Uniti in meno tempo rispetto a quanto impiegato con un decollo dal Kazakistan, dove Bajkonur si trova attualmente. Dal 1957 a oggi Pleseck ha registrato più di 1600 lanci.

Dopo lo smantellamento di buona parte degli asset spaziali a seguito del crollo dell'Unione Sovietica, quando anche chi lavorava a Bajkonur si è d'improvviso scoperto russo in terra straniera, la Federazione ha in gran parte ristabilito le proprie infrastrutture di *early warning* e non ha mai smesso di esprimere forti preoccupazioni per la sua vulnerabilità dall'extra-atmosfera. Per questo ha allestito l'arsenale Asat forse più sofisticato del mondo, con sistemi cinetici ad ascesa diretta, coorbitali ed energetici. E per questo – oltre che per verosimili questioni di politica interna statunitense – nel febbraio 2024 il segretario di Stato americano, Antony Blinken, ha espresso ai suoi omologhi cinese e indiano il timore che la Russia possa portare armi nucleari oltre l'atmosfera.¹⁷ Nel 2015, la Federazione ha anche riorganizzato la sua difesa collocando le forze aeree e spaziali e quelle di difesa aerea e missilistica sotto un unico servizio, le Forze Aerospaziali.

Sempre nel 2015, in Cina, l'Esercito popolare di liberazione, ossia le forze armate della Repubblica e del Partito, ha raggruppato diverse sue componenti in una sezione specifica, detta Forza di Supporto Strategico (SSF), dedita a focalizzarsi sulla guerra cibernetica, elettromagnetica e spaziale. La riorganizzazione ha coinciso con l'adozione, quale strategia militare, del «vincere guerre locali informatizzate»,¹⁸ a sottolineare quanto Pechino consideri lo Spazio basilare, dato il suo ruolo nell'acquisizione e nella diffusione di informazioni. A detta di

Starling, Massa, Mulder e Siegel, autori di *The future of security in space: A thirty-year USA strategy* (2021), rimangono «molte incertezze sulla SSF, e non è chiaro fino a che punto gli sviluppi della Cina nello Spazio, inclusi l'osservazione della Terra, le comunicazioni sicure e il potenziale rilevamento dei lanci di missili strategici, possano moderare la sua volontà di impiegare contromisure spaziali in un conflitto. Ciò che è evidente, però, è che le forze armate cinesi considerano l'orbita terrestre centrale nella competizione militare attuale e futura».¹⁹

... E i nuovi attori

Il panorama tratteggiato fin qui è complicato dal fatto che, a partecipare alla cavalcata cosmica insieme con Stati Uniti, Cina, Russia ed Europa, oggi ci siano almeno ottanta altre nazioni. Fra loro l'India, gli Emirati Arabi Uniti e l'Arabia Saudita; diversi paesi dell'Africa, la Nuova Zelanda, Israele, la Corea del Sud, la Turchia, addirittura il Paraguay e il paese più piccolo e meno popoloso dell'Unione Europea, il Lussemburgo. Non stupisce che lo Spazio abiliti relazioni, politiche commerciali e industriali pronte a ridisegnare gli equilibri del mondo. Non è peraltro da escludere che paesi oggi considerati emergenti possano assurgere a future potenze mentre gli attori più noti si ridurranno a comparse sul palco di una nuova, enorme struttura. Limitarsi a considerare un blocco democratico occidentale, costituito da Stati Uniti, Canada, Europa, Australia e Giappone, e un blocco sino-russo sottostimerebbe quanto anche i mercati indo-pacifici, sudamericani e africani siano in gioco e desiderosi di trovare le loro alleanze.²⁰

Per esempio, il 23 agosto 2023 l'India ha posato il lander *Vikram* della missione Chandrayaan-3 sulla Luna, diventan-

do la quarta nazione al mondo con una presenza fisica sulle lande seleniche. Proprio mentre *Vikram* completava la sua discesa lunare, sulla Terra era in pieno svolgimento la riunione dei paesi BRICS (Brasile, Russia, India, Cina e Sud Africa, che costituiscono le economie mondiali emergenti), un meeting in cui sarebbe peraltro stata approvata l'ammissione di sei nuovi membri: Etiopia, Iran, Egitto, Emirati Arabi Uniti, Arabia Saudita e Argentina.

Gli ultimi quattro, insieme col Sudafrica e il Kenya, si sono già dimostrati interessati a far parte dell'ecosistema occidentale e di quello cinese. Se le tensioni tra Stati Uniti e Cina dovessero aumentare si potrebbe in effetti assistere alla formazione di un terzo polo, o alla collaborazione di queste potenze nascenti con entrambe le parti: ne siano un esempio gli Emirati Arabi Uniti, che hanno firmato sia gli *Artemis Accords*, nell'ambito del programma lunare americano, sia una partnership con la Cina per realizzare una missione congiunta sulla Luna.

A confermare queste proiezioni sono diversi analisti convinti che nei prossimi decenni, quelli in cui il mondo potrebbe fare esperienza diretta di un conflitto spaziale, a contendere il primato degli Stati Uniti saranno paesi oggi considerabili *outsider*, se non altro per le dimensioni o la storia dei loro programmi extra-terrestri. Ancora secondo George Friedman, cadute sotto il peso delle proprie contraddizioni socioeconomiche, Russia e Cina lasceranno che a contendersi la sovranità cosmica, ergo globale, siano due blocchi: l'alleanza (costituita da Stati Uniti, Polonia e Regno Unito) e la coalizione (formata da Giappone e Turchia). Secondo l'autore, che già nel 2009 garantiva di basarsi su «ragionevoli estrapolazioni» dell'evoluzione tecnologica e della pianificazione bellica, entro il 2045 gli Stati Uniti si affideranno alle Battle Star, infrastrutture galleggianti in orbita geostazionaria, armate e abitate da centinaia di militari: «Le Battle Star

controlleranno piattaforme sussidiarie senza equipaggio che ne costituiranno il supporto. Potranno osservare la superficie della Terra con precisione straordinaria e saranno in grado di ordinare attacchi aerei ipersonici in base alle necessità, attacchi che potranno colpire ripetutamente i loro bersagli in pochi minuti. Saranno capaci di centrare un gruppo che piazzasse esplosivi sul ciglio della strada, o una flotta pronta a prendere il mare. Qualsiasi cosa vedranno, potranno colpirla rapidamente». ²¹ Corollario quasi ovvio: tra qualche decennio i satelliti saranno schierati in gruppi di battaglia, imprescindibili per avere conoscenza dei movimenti del nemico e per l'impiego delle proprie forze. «Il combattimento nel XXI secolo» chiosa Friedman «richiederà una comunicazione sofisticata. Di fondamentale importanza nell'evoluzione dello *Space warfare* sarà il trasferimento delle strutture di comando e controllo primarie nello Spazio.» ²²

L'affidabilità della previsione su chi e come inizierà la prima guerra «fuori dal mondo» (spoiler: il Giappone, in una sorta di Pearl Harbor lunare) conta meno del paio di ipotesi già confermate dalla Storia: come ribadisce, nei lustri recenti, l'entrata in scena di un altro sistema d'arma considerato rivoluzionario, ossia i missili ipersonici evocati da Friedman, ²³ lo Spazio è ormai un supporto cruciale per le operazioni militari. Così tanto da esserne diventato un'integrazione necessaria.

Non è un caso che l'altra previsione realizzata riguardi la costituzione di forze armate extraterrestri. Su questo, Friedman ha rasentato la profezia: a suo avviso l'anno spartiacque per le *Space forces* sarebbe stato il 2020. La Storia l'ha anticipato di un soffio.

33. La tana del drago: Pechino

Inaugurato dalla CIA alla fine degli anni cinquanta con i primi satelliti Key Hole del programma Corona²⁴ e con un picco nelle attività di intelligence, sorveglianza e supporto alle truppe durante la prima guerra in Iraq, l'uso delle orbite extraterrestri a scopo militare ha subito una pausa agli inizi del 2000. Questo cambiamento è avvenuto quando l'attenzione degli Stati Uniti si è spostata verso il contrasto del terrorismo internazionale.²⁵ Solo nel 2019 ha ripreso vigore, con la dichiarazione del presidente Donald Trump di voler realizzare una forza indipendente dall'Air Force in risposta ai test russi e cinesi di sistemi Asat. Tale dichiarazione si è trasformata in realtà il 20 dicembre dello stesso anno, quando la United States Space Force è entrata in attività come unica forza armata statunitense deputata a gestire l'astronautica militare. Con il suo quartier generale nella Peterson Space Force Base, in Colorado, e il suo comando supremo al Pentagono, nel 2024 conta circa 9500 effettivi.

Le reazioni sono state istantanee: alle nuove forze statunitensi e francesi Mosca ha contrapposto la volontà di intensificare le proprie attività di difesa. Pur dichiarandosi contrario alla *Space militarization* e ben prima della guerra in Ucraina,

Vladimir Putin si è infatti detto costretto a prestare maggiore attenzione al rafforzamento «dell'industria missilistica e spaziale nel suo insieme» che già nel 2015 aveva comunque registrato la nascita di una forza militare *ad hoc*.

Nello stesso anno anche Pechino aveva ribattezzato il suo braccio spaziale «Forza missilistica strategica», iniziando di lì a potenziarlo progressivamente. Secondo Xi Jinping, infatti, la Cina sarà una grande potenza solo quando disporrà di un'idonea capacità di deterrenza extra-atmosferica.²⁶ Per questo, la Forza aerospaziale dell'Esercito popolare di liberazione è fra i maggiori destinatari dell'imponente supporto finanziario e tecnologico governativo. La sua strategia è, appunto, finalizzata alla deterrenza e si basa sulla teoria della mutua distruzione assicurata. Si professa animata da motivi strettamente politici: non persegue la distruzione di obiettivi commerciali o il coinvolgimento di paesi estranei al conflitto, ma fa dell'interdizione del nemico la preconditione imprescindibile per la distensione.²⁷ È significativo, come rileva Ye Zhang, che la strategia non escluda lo scenario peggiore, quello di una guerra in orbita, grazie alla capacità di reagire rapidamente a una escalation.²⁸ Il programma spaziale dell'EPL afferisce difatti alla strategia asimmetrica di Pechino e il suo obiettivo, dal punto di vista operativo, è contrastare il contenimento attuato dagli Stati Uniti ai danni della Cina nell'area indo-pacifica – un contenimento, è bene ricordarlo, militarizzato. Scrivono gli analisti Liu Tiewa e You Ji:

In caso di conflitto, la nuova Indo-Pacific Deterrence Initiative americana prevede il lancio di attacchi aerei e missilistici contro le installazioni dell'EPL per aprire la via alle portaerei. Questa prospettiva ha incrementato per la Cina l'importanza delle forze aerospaziali. [...] Da quando gli Stati Uniti hanno

concepito l'Indo-Pacifico come spazio di contenimento, i loro satelliti hanno deliberatamente orbitato verso quelli cinesi; in futuro le iniziative spaziali americane contro la Cina aumenteranno, con l'obiettivo di metterla sotto pressione. Una guerra stellare potrebbe essere più vicina di quanto si creda. Eppure, la dipendenza degli Stati Uniti dalle risorse spaziali è un fattore di debolezza. Colpire l'America nel cosmo può ridurne la schiacciante superiorità militare. [...] Pertanto, la strategia spaziale dell'EPL prevede l'attacco a fini difensivi: nello Spazio è più facile ed economico attaccare che difendersi. [...] Ciò si adatta al pensiero strategico dell'EPL, secondo cui l'offensiva è l'essenza del conflitto al tempo delle guerre informatizzate.²⁹

Il grande balzo in avanti, oggi

Che nel dicembre del 2023 Pechino abbia lanciato per la terza volta lo spazioplano *Shenlong*, una navetta automatica e riutilizzabile sospettata di essere un sistema Asat coorbitale camuffato,³⁰ testimonia quanto il paese abbia ridotto il suo divario tecnologico dagli Stati Uniti e quanto il Dragone oggi pesi anche oltre la linea di Kármán.³¹

Come scriveva già all'inizio del 2021 Marc Julienne in *China's Ambitions in Space: The Sky's the Limit*, uno studio pubblicato per l'Institut Français de Relations Internationales «La Repubblica Popolare Cinese (RPC) è [...] una potenza spaziale completa con accesso autonomo allo Spazio esterno e all'esplorazione dello Spazio profondo. [...] La dottrina spaziale cinese si basa su tre pilastri: sviluppo nazionale, potenziamento militare e competizione tra grandi potenze. I primi due hanno guidato lo sviluppo della Cina nello Spazio dall'inizio del programma, mentre l'ultimo è una caratteristica che si è particolarmente in-

tensificata negli ultimi decenni. Sotto il presidente Xi Jinping, lo Spazio è completamente integrato nel “sogno del grande ringiovanimento della nazione”; deve contribuire a fare della Repubblica popolare la “grande potenza tecnologica” numero uno entro il 2049», cioè entro il centenario della Repubblica.

Numeri e cifre confermano già l'inarrestabile progressione verso il traguardo: nel decennio più recente, fra il 2010 e il 2020, delle dodici missioni partite verso la Luna tre sono state americane e sette cinesi. Dal 2015, Pechino ha lanciato in orbita più di duecento satelliti, un numero superiore a quello raggiunto nei suoi primi quarantacinque anni di attività spaziali (cioè dal 1970, anno del suo primo lancio satellitare) e secondo solo al record statunitense. Il 6 agosto 2024 è iniziata la messa in orbita della costellazione G60, o Qianfan («migliaia di vele» in cinese), che a regime dovrebbe contare 14mila satelliti pronti a garantire la connessione internet dall'orbita terrestre bassa. G60 sarà una delle due infrastrutture satellitare deputate alla connettività spaziale; l'altra sarà Guowang («rete nazionale»), sostenuta dal governo centrale e di proprietà di SatNet, una società statale. Sarà costituita da 13mila apparati orbitanti. La volontà di potenza (spaziale) cinese si estende ben oltre i satelliti: quando la Stazione Spaziale Internazionale sarà dismessa, è probabile che l'unico avamposto orbitante a carattere nazionale rimarrà la stazione spaziale Tiangong, il «Palazzo celeste» modulare, completato con undici missioni lanciate tra il 2021 e il 2023 e oggi regolarmente abitato. Dopo essere stato il primo paese in assoluto a posare con successo una missione sul lato nascosto della Luna (*Chang'e-4*, nel gennaio del 2019), la Cina ha anche lasciato un segno a eterna memoria sulla superficie selenica: lanciata nel novembre del 2020 dalla base di Wenchang, sull'isola di Hainan, *Chang'e-5* ha condotto fra le lande lunari una bandiera costruita per preservare i suoi colori nel

tempo, anche a temperature che oscillano fra i più e meno 150 gradi centigradi. Quindi, ha riportato a Terra 2 chilogrammi di suolo e rocce lunari. *Tempora mutantur*: non succedeva dalla missione sovietica *Luna 24*, avvenuta nel 1976. Rientrata in Mongolia il 25 giugno 2024 dopo cinquantatré giorni di missione, *Chang'e-6* ha invece fatto ritorno sulla Terra con 1935,3 grammi di polvere e suolo selenico prelevati dal lato nascosto della Luna. Un altro primato storico.

Dentro la pancia del drago

Per comprendere come il gigante asiatico stia muovendosi per realizzare questi e i suoi prossimi obiettivi extraterrestri conviene riavvolgere il tempo di qualche anno.

È il 9 giugno 1995. A New York è un venerdì caldo, non solo per la temperatura. La visita del presidente taiwanese, Lee Teng-hui, alla Cornell University, sua *Alma mater*, scatena la terza crisi con la Repubblica popolare: Pechino accusa Lee di stare muovendosi per ottenere l'indipendenza formale, quindi, poco prima delle elezioni sull'isola, decide di ricordare a tutti che un'invasione non è un'eventualità remota. Nel marzo del 1996 l'Esercito Popolare di Liberazione imbandisce una esercitazione militare in grande stile, o almeno così vorrebbe, e lancia tre missili verso Taiwan: il primo cade a più di 18 chilometri dalla base di Keelung, a nord di Taipei; degli altri due, poco dopo il decollo, perdono le tracce tutti, compresi coloro che dovrebbero controllarne la traiettoria.

Secondo fonti anonime negli alti ranghi dell'esercito cinese, la colpa sarebbe degli Stati Uniti, rei di aver provocato un malfunzionamento del sistema GPS – certo, di proprietà americana – installato sui missili balistici. Sia come sia, per Pe-

chino è una «umiliazione indimenticabile»,³² la prova provata di una arretratezza tecnologica rilevante e, di conseguenza, un monito a ridimensionare le proprie ambizioni astropolitiche. Qualcosa di inaccettabile, tanto più se si pensa che già Mao Zedong ambiva a fare del paese un degno concorrente spaziale degli Stati Uniti e dell'Unione Sovietica una quarantina d'anni prima, illuso che entro il 1959 anche la Cina avrebbe visto un suo satellite in orbita.

Stacco. Flashforward. È il 23 giugno 2020. Pechino spedisce in orbita il cinquantacinquesimo e ultimo satellite del sistema di radionavigazione BeiDou. Abbinata con la rete 5G e con l'intelligenza artificiale, l'infrastruttura consentirà di potenziare le attività economiche e militari in patria e all'estero senza più dipendere dal GPS degli americani. Il suo uso commerciale è stato aperto su scala globale già nel 2018.

È il compimento del progetto accelerato dalla «umiliazione indimenticabile» del 1996 ed è certo che l'impiego dei satelliti costruiti dalla Cina lungo la «Nuova via della seta», la Belt and Road Initiative, rappresenti anche un importante strumento di controllo e influenza all'estero. Diventare un polo attrattivo per le potenze spaziali emergenti è infatti uno degli obiettivi della Repubblica popolare, soprattutto da quando, per volontà degli Stati Uniti, la Cina è stata esclusa da programmi di collaborazione come quello della Stazione Spaziale Internazionale. Un cambio di rotta che, sebbene oggi non stupisca, è arrivato dopo un periodo di collaborazione inaugurato nel 1990, con la messa in orbita di *AsiaSat 1*, e che, di fatto, s'è concluso il 16 febbraio 1996, con l'epilogo disastroso del lancio di *Intelsat 708*, un satellite costruito dall'americana Space Systems/Loral per Intelsat. Decollato dal centro satellitare di Xichang a bordo del nuovo Lunga Marcia 3B, all'epoca il lanciatore più potente fra quelli cinesi, il satellite si schiantò contro una collina ventidue secon-

di dopo la partenza, uccidendo, secondo i dati ufficiali diffusi da Pechino, almeno sei persone e ferendone cinquantasette.³³ A seguito di diverse indagini cinesi e internazionali, nel 1998 la tragedia rientrò fra le evidenze citate nel Rapporto Cox,³⁴ un documento redatto su iniziativa del Congresso americano che denunciò come la Cina stesse approfittando della collaborazione con gli Stati Uniti per impossessarsi segretamente di tecnologie e brevetti. I lanci «in collaborazione», che proprio nel 1998 avrebbero raggiunto il loro picco, con sette satelliti non cinesi portati in orbita da un Lunga Marcia, scesero a uno nel 1999 e si esaurirono l'anno successivo. Mentre è difficile credere sarebbe potuta andare diversamente, è certo che lo schianto di *Intelsat 708* sia stato determinante nell'interruzione di qualsiasi rapporto spaziale con gli Stati Uniti. Dal 2000, Pechino ha lavorato in autonomia alla propria cavalcata spaziale.

Una riscossa invero costruita in più di mezzo secolo, da quando Qian Xuesen, uno scienziato cacciato dall'America per sospetto comunismo, nel 1956 allestì e diresse in patria il primo programma di sviluppo di missili balistici. Il primo razzo interamente sviluppato in Cina, il vettore CZ-2, nacque nel 1964 e il 24 aprile 1970 portò in orbita il *Dong Fang Hong 1*, il primo dei cinquantacinque satelliti della stessa famiglia lanciati nei trent'anni successivi. Inaugurato da Qian Xuesen nel 1968, il centro di ricerca di medicina spaziale contribuì invece a realizzare l'idea per cui era nato, quella di lanciare un «taikonauta» (un astronauta cinese) nello Spazio, risultato raggiunto nel 2003 con la missione *Shenzhou 5*. La Cina divenne il terzo paese, dopo l'Unione Sovietica e gli Stati Uniti, a inviare in autonomia un uomo oltre l'atmosfera. Per la prima donna si sarebbe dovuto aspettare il 16 giugno 2012, quando Liu Yang onorò l'anniversario del volo di Valentina Tereškova diventando la prima taikonauta nello Spazio (a bordo della missione *Shenzhou 9*).

Oggi (e domani?)

Complici «umiliazioni indimenticabili», quattro siti di lancio sul proprio territorio e tanti investimenti crescenti,³⁵ il ritardo del programma spaziale cinese è stato via via ridotto e, in alcuni casi, annullato: come già scritto, nel gennaio 2019 l'Agenzia Spaziale Cinese, la CNSA, è stata la prima della storia a manovrare un rover, lo *Yutu 2*, sulla superficie nascosta della Luna, un obiettivo che impone infrastrutture a terra dal decisivo peso strategico, come la stazione per telecomunicazioni spaziali in Argentina, nella zona di Quintuco, vicino a Bajada del Agrio. Stazione per cui Pechino ha stretto un accordo molto contestato dalla politica occidentale: ratificato dal parlamento argentino nel 2015, prevede il comodato gratuito di duecento ettari per cinquant'anni, rinnovabili. È peraltro indicativo che la Stazione, la più grande della Cina all'estero, sia controllata direttamente dalle forze armate di Pechino, che sulla base non pagano tassa alcuna e possono impiegare personale e normative proprie. E questo nonostante gli obiettivi dichiarati della stazione siano «strettamente civili»³⁶ e consistano nell'esplorazione interplanetaria, nell'osservazione astronomica, nell'acquisizione di dati per il programma lunare e nelle operazioni di tracciamento e controllo dei satelliti in orbita.

Nel solo lustro più recente, la Cina ha lanciato con successo una missione robotica su Marte, *Tianwen-1*, con tanto di un rover a bordo, ribattezzato *Zhurong*; ha portato in orbita, completato e iniziato ad abitare la stazione modulare *Tiangong*, il cui volume abitabile è di 110 metri cubi, e ha provato a coltivare ortaggi sul lato nascosto della Luna, nell'ambito del Biological Experiment Payload, che nel 2019, a bordo del rover *Yutu*, ha trasportato cotone, patate, *arabidopsis* e semi di colza, insieme

con uova di mosca, lievito e 18 millilitri di acqua, mantenuta a una pressione atmosferica costante.

Il 9 marzo 2021, poi, Pechino ha siglato un accordo con la Federazione russa per realizzare la International Lunar Research Station, una stazione scientifica internazionale sulla superficie della Luna. Le ambizioni lunari della Cina, che ha l'obiettivo di sbarcare i primi pellegrini entro il 2030, si declinano oggi in due diversi programmi. Il primo, appunto, è la International Lunar Research Station, cui si aggiunge una serie di diverse missioni robotiche per la superficie e l'orbita, che porranno le basi per la sostenibilità dei viaggi abitati, previsti a partire dalla fine del decennio in corso. Il 23 febbraio del 2024, dopo un concorso pubblico organizzato dalla China Manned Space Agency, sono stati resi noti i nomi dei due mezzi che sbarcheranno i primi taikonauti sulla superficie selenica: la capsula si chiamerà *Mengzhou* (cioè «nave dei sogni») e il lander sarà *Lanyue* («abbracciare la Luna»).

Pechino ha fatto del settore spaziale – militare e civile – una priorità ed è riuscita, nel 2017, a raggiungere un rapporto di uno a dieci fra investimenti e risultati nello sviluppo spaziale, incentivando ulteriormente il programma di esplorazione extra-atmosferica. La deviazione di finanziamenti cospicui verso il Quinto Istituto, un centro di ricerca statale preposto allo Spazio e alla missilistica, a discapito del Nono (nucleare) ha anche sollevato lamentele da parte dei ricercatori di quest'ultimo.³⁷ Per raccontare quanto lo Spazio accentri l'attenzione cinese, nel 2021 *The Space Review* ha rilevato che, mentre l'industria spaziale statunitense impiegava 150mila lavoratori (di cui il 75% nel settore privato e il 10% alla NASA), quella cinese superava i 325mila, quasi tutti nel settore statale – aspetti, questi, che potrebbero anche essere letti come indice di una vulnerabilità.³⁸

La governance spaziale del gigante asiatico, scrive Marc Julienne, «non è come appare. L'Agenzia Spaziale Cinese, la China National Space Administration, è infatti una vetrina per la cooperazione internazionale. Il vero processo decisionale risiede nella State Administration for Science, Technology and Industry for National Defense (SASTIND), all'interno dell'Esercito popolare di liberazione e in particolare nella Strategic Support Force. Altri attori sono determinanti, come i conglomerati aerospaziali di proprietà statale (China Aerospace Science and Technology Corporation e China Aerospace Science and Industry Corporation), così come l'Accademia cinese delle scienze e il mondo accademico».³⁹

In sostanza, sebbene l'effervescenza imprenditoriale dell'industria spaziale made in China permetta di parlare di *new Space economy* e nonostante il governo, come negli Stati Uniti, stia stimolando nuovi canali di finanziamento «la liberalizzazione del settore è piuttosto limitata e gli attori privati competono a malapena con i giganteschi conglomerati statali. [...] Che siano lo Stato, i militari, le imprese partecipate, o anche il settore privato, il Partito comunista [...] mantiene un rigoroso controllo sulle attività aerospaziali».

È questa centralizzazione ad amplificare le preoccupazioni in Occidente. Ed è difficile prevedere come le pur numerose iniziative di collaborazione internazionale di Pechino, per esempio con il Comitato delle Nazioni Unite per l'uso pacifico dello spazio extra-atmosferico (il COPUOS), possano evolversi. Difficile, in generale, intuire fin dove arriveranno le mire spaziali del Dragone e quanto rapidamente avanzerà.

34. Sì, ma l'Europa?

«C'è bisogno di ambizione, velocità e leadership più che mai: il recupero della nostra sovranità è indispensabile se l'Unione Europea vuole rimanere un attore spaziale credibile.» Le parole con cui il commissario dell'Unione, Thierry Breton, ha inaugurato il suo intervento alla European Space Conference di Bruxelles, nel gennaio del 2024, spiegano perché nella difficile composizione del quadro astropolitico globale queste pagine abbiano fin qui ignorato l'Europa.

Da ben prima che esplodessero i conflitti in Ucraina e nella striscia di Gaza, il Vecchio Continente vive una fase difficile anche della sua presenza nello Spazio. Annunciando i medicamenti necessari all'Europa, Thierry Breton ne ha ricordato le debolezze. Con la promessa di sbloccare dieci miliardi di investimenti privati entro un quinquennio, il commissario per il mercato interno dell'UE ha parlato di un nuovo bilancio per lo Spazio continentale e di un programma basato su cinque priorità: anzitutto la condivisione di un diritto spaziale a livello comunitario, la EU Space Law, condizione *sine qua non* per far crescere un mercato unico (a oggi, in Europa, coesistono undici diverse leggi spaziali nazionali). Quindi, il recupero di

un accesso autonomo alle orbite, venuto meno, fra il 2023 e il luglio del 2024, per l'indisponibilità annosa di lanciatori propri (le famiglie Ariane e Vega) o comunque «storici», come i russi Soyuz, ritirati dalla Federazione poco dopo l'invasione dei confini ucraini.

Anche la commercializzazione di dati satellitari all'avanguardia, ottenuti combinando l'uso di Copernicus a quello di costellazioni private, secondo Breton costituirà un'altra tappa essenziale per lo sviluppo di una nuova solidità extraterrestre europea. A diverso titolo, le altre due priorità indicate a Bruxelles – la protezione dei sistemi spaziali attraverso una European Space Domain Awareness e il potenziamento della dimensione difensiva dello Spazio – evocano, se non una volontà di *weaponization* dello Spazio, almeno la consapevolezza della sua arretrante militarizzazione.

L'impressione diffusa – i malanni richiamati dai medicinali – è che l'Europa sia ormai impegnata in un'affannosa rincorsa non solo di superpotenze spaziali quali Stati Uniti e Cina, ma anche di una sua perdita autonomia oltre il cielo. Leader dei lanci commerciali per almeno un decennio (anche complice lo stop statunitense seguito alla dismissione dello Space Shuttle), dal 2020 il Vecchio Continente fatica addirittura a raggiungerlo, lo Spazio.

È indicativo che il 1° marzo 2021 l'Agenzia Spaziale Europea avesse registrato l'entrata in servizio del suo nuovo direttore generale, l'austriaco Josef Aschbacher, anticipandone l'attività di quattro mesi: era la prova di un'urgenza, tale da lasciare inizialmente vacante la direzione del Centro ESRIN di Frascati, ruolo in precedenza ricoperto da Aschbacher e cruciale nella gestione delle attività di osservazione della Terra, forti del maggior investimento dell'ente. Non meno significativa era stata, nel novembre 2019 a Siviglia, durante il Consiglio ministeriale dei ventidue

paesi membri, la sottoscrizione di un budget record per l'ESA, il più alto finanziamento della sua storia: 14,4 miliardi di euro da spendere nel triennio successivo (una cifra che, tuttavia, non coprirebbe le spese della NASA di un solo anno).

Dell'ottobre 2020 è poi la sottoscrizione europea del *Memorandum of Understanding* con gli Stati Uniti nell'ambito degli *Artemis Accords*, che disciplinano la nuova avventura lunare americana. Quest'ultimo avvenimento, insieme con l'emissione del più ricco budget di sempre e l'entrata in carica anticipata del nuovo direttore generale dell'ESA, ha tradito la necessità europea di recuperare una centralità perduta.

La strategia europea: Copernicus, Galileo e IRIS²

Con queste non ottimistiche premesse e in una congiuntura geopolitica caratterizzata da tensioni e minacce crescenti ai suoi confini, il 10 marzo del 2023 l'Unione Europea ha tuttavia emanato per la prima volta nella sua storia la European Union Space Strategy for Security and Defence. Il documento indica le linee guida per l'utilizzo e l'integrazione degli asset spaziali comunitari, afferibili ai due programmi *flagship* già operativi e a un terzo di prossima realizzazione. Sono il programma di Osservazione della Terra (EO) Copernicus, basato sui già menzionati satelliti Sentinel; quello di Navigazione, posizionamento e timing (PNT) Galileo; e, infine, GovSatCom, che grazie alla futura costellazione da seicento satelliti IRIS² promette (non senza un ottimismo eccessivo) dal 2027 la fornitura di servizi di comunicazione satellitare per scopi governativi.

Se delle sentinelle di Copernicus si è ampiamente scritto nelle pagine precedenti, di Galileo non abbiamo ancora detto a sufficienza. Fortemente voluto dalla Commissione Europea,

sostenuto con tenacia da Ignacia de Loyola de Palacio, vice di Romano Prodi alla Presidenza, Galileo è nato, con la collaborazione tecnica dell'ESA, per favorire l'autonomia tecnologica del Vecchio Continente – non ultimo dal GPS statunitense. Di fatto, però, Galileo ha ridefinito gli standard internazionali per i sistemi globali di navigazione via satellite. Non solo è stata la prima infrastruttura realizzata dall'Unione Europea, manifestazione perentoria dell'allora nuovo soggetto politico; finanziata per 1,5 miliardi di euro, ne ha pure costituito l'investimento a oggi più alto in ambito spaziale e il secondo in assoluto. Il sistema, come deciso fin dalla sua ideazione, soddisfa un'ampia gamma di settori e attività, fra cui il trasporto e le telecomunicazioni.

Risultato della cooperazione tra stati membri, Commissione Europea e Agenzia Spaziale Europea – che in ambito spaziale costituisce la controparte tecnologica ed esecutiva dell'UE – IRIS² dovrà invece consentire a tutti i cittadini europei connessioni internet ad alta velocità e fornire un'infrastruttura resiliente in grado di garantire la comunicazione satellitare e il traffico dei dati (anche per l'*Internet of Things*) in ogni circostanza.⁴⁰

Detto altrimenti, IRIS², di cui un centro di controllo sarà in Italia, al teleporto di Telespazio al Fucino, costituirà la terza colonna portante dell'autonomia strategica spaziale europea, insieme con i servizi di posizionamento e navigazione e quelli di osservazione del pianeta. IRIS², secondo le parole di Andrea D'Ottavio, sarà «un tassello imprescindibile per il raggiungimento di una piena e indipendente strategia globale di politica estera e di sicurezza dell'UE, [...] la chiara risposta alle costellazioni statunitensi Starlink di SpaceX e (di prossima implementazione) Kuiper di Amazon. Costellazioni che permettono, oggi, agli Stati Uniti di detenere il totale e incondizionato controllo dei servizi di telecomunicazione e traffico dati in orbita

bassa. Servizi privati, ma comunque sempre “subordinati” alle volontà e necessità di Washington». ⁴¹ O, per dirla con il documento emanato il 10 marzo 2023:

Per aumentare la resilienza dell'infrastruttura spaziale e garantire la sicurezza dell'approvvigionamento, l'Unione Europea rafforzerà la propria sovranità tecnologica riducendo le dipendenze strategiche da paesi terzi e potenziando la resilienza delle catene del valore industriali critiche. Horizon Europe e il Fondo europeo per la difesa (EDF) saranno pienamente sfruttati per raggiungere questo obiettivo. La Commissione, l'Agenzia europea per la difesa (EDA) e l'ESA coordineranno e sincronizzeranno le attività nelle tecnologie spaziali critiche, basandosi su una *task force* congiunta (JTF). Sulla base della sua esperienza, anche l'EUSPA [l'Agenzia dell'Unione Europea per il programma spaziale] potrebbe contribuire a questo lavoro. Le attività della JTF verranno anche alimentate dall'Osservatorio dell'UE sulle tecnologie critiche. ⁴²

In prima linea per il diritto spaziale

Pensata per promuovere l'uso pacifico dello Spazio e preservarne la sicurezza, la Space Strategy europea indica la legittimità di una reazione alle minacce, che sia «tempestiva, proporzionata e coerente sia a livello nazionale che dell'UE». Fondamentale, infatti, la protezione dei propri asset extra-atmosferici non è più sufficiente: «Sono necessarie misure aggiuntive per difendere gli interessi strategici dell'UE e scoraggiare attività ostili nello Spazio e provenienti dallo Spazio. Pur privilegiando la cooperazione internazionale e promuovendo comportamenti responsabili nello Spazio, l'UE rafforzerà anche la sua postura

strategica e l'autonomia nel dominio spaziale. Renderà i sistemi e i servizi spaziali più resilienti, risponderà a qualsiasi attività ostile o minaccia e svilupperà ulteriormente servizi abilitati dallo Spazio per la sicurezza e la difesa». ⁴³ A oggi è una promessa, visto che la capacità di deterrenza spaziale non è nel novero di quelle europee.

È per promuovere azioni congiunte e una maggiore coerenza che torna a dimostrarsi fondamentale la *Space law* evocata da Breton, una legge che «nel rispetto degli interessi nazionali fissi un quadro regolamentare e operativo capace di incrementare la resilienza degli asset spaziali e dei loro servizi. È un'iniziativa chiaramente orientata a promuovere l'indipendenza strategica europea e al perseguimento degli obiettivi comunitari e nazionali al di là delle alleanze e della strategia della NATO». ⁴⁴

È forse anche in quest'ambito, quello regolamentare, che l'Europa dovrebbe ambire a un ruolo da protagonista nell'armonizzazione degli interessi astropolitici internazionali. Inferiore per ambizioni e investimenti alle (nuove) superpotenze spaziali, il Vecchio Continente rimane un partner ambito per ragioni scientifiche e tecnologiche, fatto corroborato dall'eccellenza di tante industrie spaziali nazionali, italiana in testa – e non è un caso, per esempio, che proprio all'Italia si rivolgano sia gli Stati Uniti che la Cina per la realizzazione dei futuri avamposti abitabili.

In quanto potenza normativa, l'Europa potrebbe avere la capacità di sfruttare il suo ruolo al meglio, promuovendo un ordine basato su regole condivise, come, per esempio, l'International Code of Conduct for Outer Space Activities.

Rimane, infatti, un ultimo tassello per comprendere come le ambizioni extraterrestri compongano gli equilibri politici sul nostro pianeta: la regolamentazione oltre l'atmosfera. Diritti e doveri spaziali sono principalmente disciplinati dall'*Ou-*

ter Space Treaty delle Nazioni Unite del 1967, il cui principale obiettivo, dopo i test effettuati da Stati Uniti e Unione Sovietica, era impedire l'uso di armi nucleari oltre l'atmosfera.

Il trattato regolava l'attività extraterrestre per tutti e stabiliva anche l'impossibilità di rivendicare diritti di proprietà su risorse extra-planetary. Oggi, però, un quadro giuridico che orienti gli sviluppi del settore è ancora in via di definizione e non sembra che l'intenzione di redigerne uno adatto a un quadro totalmente mutato sia condivisa: Pechino e Mosca, con molti paesi che sostengono l'ONU, vanno proponendo risoluzioni come la *No First Placement of Weapons in Outer Space* (NFP) o la *Further Practical Measures for the Prevention of an Arms Race in Outer Space*, facendo pressioni affinché Washington le sottoscriva. Gli Stati Uniti, però, come nel caso della seconda risoluzione proposta, si sono opposti insieme con diversi alleati (Francia, Israele, Regno Unito e Ucraina). Mentre una parte è accusata di voler mantenere l'egemonia strategica minacciando altre potenze, all'altra si imputa il tentativo di ostacolare il vantaggio tecnologico americano per recuperare il ritardo e, nel frattempo, sviluppare arsenali terrestri.

Se non si dovesse trovare un accordo internazionale, quella notte del settembre 2017 acquisirebbe una luce ancora più minacciosa per tutti. A quel punto, non solo sarebbe probabile che la privatizzazione del settore, e con lei i benefici collettivi, rallentino. Sarebbe anche verosimile che via via si accentui il controllo militare oltre l'atmosfera, fino a esplodere.

In quel momento in tanti diventerebbero testimoni di una competizione di cui, a oggi, solo quell'uomo su una piattaforma in mezzo al mare è stato testimone oculare. Una gara per il futuro del mondo, ma giocata su un campo di battaglia extraterrestre.

PARTE SESTA

(Extra) Terra promessa.
La new Space economy

35. La nuova corsa all'oro

Andate e arricchitevi.

Suona come l'imperio di una divinità – il dio denaro – ai suoi sudditi e fedeli, ma, arrivando dagli Stati Uniti, queste parole non dovrebbero stupire. A sorprendere, semmai, è che l'assunto, ancorché in una versione più formale, sia contenuto in due norme varate dai presidenti che, pur al potere nello stesso decennio, sono stati più agli antipodi di tutti gli altri: Barack Obama e Donald Trump.

Approvato dal Parlamento americano, nel 2015 Obama firma lo *us Commercial Space Launch Competitiveness Act*. Sancisce che «un cittadino degli Stati Uniti impegnato nel recupero commerciale di una risorsa asteroidale o di una risorsa spaziale [...] avrà titolo su qualsiasi risorsa asteroidale o risorsa spaziale ottenuta, compreso il possesso, la proprietà, il trasporto, l'uso e la vendita [...] in conformità con la legge applicabile, compresi gli obblighi internazionali degli Stati Uniti». L'atto precisa anche di che cosa, in concreto, si stia parlando: «Il termine “risorsa asteroidale” indica una risorsa spaziale trovata su o all'interno di un singolo asteroide. Il termine “risorsa spa-

ziale” indica una risorsa abiotica *in situ* nello Spazio esterno. Il termine “risorsa spaziale” comprende acqua e minerali».

È un via libera, il primo, per uscire dalla «culla» e cercare, scavare, raccogliere e *vendere* ciò che lo Spazio extra-atmosferico ha da offrire. Quanto firmato da Obama non sconfessa in maniera esplicita il Trattato sullo Spazio Extra-atmosferico del 1967, la Carta per eccellenza che reca, come una Costituzione, i sacri principi delle attività umane oltre il cielo e che stabilisce non si possa rivendicare sovranità su altri corpi celesti.¹ Eppure contiene un seme mai visto, la pianta del quale potrebbe scavare crepe. Enormi.

Poi, arriva Trump. E si comincia a capire che qualcosa, nelle leggi spaziali, forse andrebbe rivisto con urgenza: nel 2020, questa volta di suo pugno, il presidente emana l'Executive Order on Encouraging International Support for the Recovery and Use of Space Resources, un ordine esecutivo che, in quanto tale, non transita attraverso il voto parlamentare. È un atto concepito per fare chiarezza, dati i dubbi e «l'incertezza riguardo al diritto di raccogliere e usare le risorse spaziali» come si legge nell'Executive Order. Coerenti con lo stile espositivo di Donald Trump, i concetti sono forti e qui espressi senza panegirici: «Gli americani dovrebbero avere il diritto di impegnarsi nell'esplorazione commerciale, nel recupero e nell'uso delle risorse nello Spazio esterno, nel rispetto della legge applicabile. Lo Spazio esterno è un dominio giuridicamente e fisicamente unico per l'attività umana e gli Stati Uniti non lo considerano un bene comune globale». È una spallata, un colpo d'ascia alla magnifica pianta dell'*Outer Space Treaty*, che invece dichiara lo Spazio «provincia dell'Umanità», come l'Albero delle Anime sul pianeta Pandora minacciato dall'arrivo degli umani sfruttatori in *Avatar*. L'Executive Order continua: «Di conseguenza, la politica degli Stati Uniti sarà quella di incoraggiare il sostegno internazionale per

il recupero e l'uso pubblico e privato delle risorse nello Spazio esterno, in conformità con la legge applicabile».

Fra le righe del linguaggio politico, il messaggio al sapor divino è chiaro: «Andate e arricchitevi, sotto l'ombrello degli Stati Uniti d'America». Sembra un nuovo *american dream*, di certo molto «american», se non altro per l'assertività dei toni, e non meno «dream», cioè ancora un sogno. Che però non è così lontano dall'avverarsi. Basterebbe mettersi d'accordo su quali risorse spaziali si cerchino. E in questo, davvero, si è al cospetto dell'infinito.

Si dovesse dare una definizione di «risorse spaziali» occorrerebbe riferirsi alle ricchezze che possiamo, dallo Spazio, portare sulla Terra oppure sfruttare direttamente *in situ*, a beneficio di attività umane (economiche, ma non solo). Così, mentre la fantasia immagina gigantesche trivelle che perforano brandelli di mondi lontani, magari sotto il controllo di robot come nei racconti di Isaac Asimov, la realtà suggerisce un approccio più graduale: prima di scoperciare l'El Dorado spaziale è meglio parlare di polvere, ghiaccio e luce. Perché è fra polvere, ghiaccio e luce che si troveranno le prime risorse extraterrestri.² E, almeno all'inizio, sarà tutto inteso a supportare le missioni che andranno a cercarle: regolite lunare per un'edilizia extraterrestre che sfrutti tecnologie di stampa 3D; ghiaccio per ricavare idrogeno e ossigeno, cioè aria, acqua e i suoi due elementi, idrogeno e ossigeno, come propellente per l'energia.

Ma di questo parleremo più approfonditamente nelle pagine successive. Per ora ci concentreremo su ciò che dalla Luna si vorrebbe *portare materialmente* sulla Terra: minerali, elio-3 (molto quotato per il suo possibile utilizzo nella fusione nucleare), terre rare come scandio e ittrio, usate nella manifattura di prodotti tecnologici. Tutto fuorché scarse, le terre rare sono però concentrate in aree terrestri circoscritte e in larga percen-

tuale estratte e/o prodotte dalla Cina, un ottimo motivo per procurarsele altrove.³ Il «problema» di rilevanza astropolitica, semmai, è che anche la Cina sta pensando di andare a cercarle oltre il cielo.

Trivellare la Luna? Space mining

Torniamo alle trivelle evocate in precedenza, alla soglia oltre la quale la realtà potrebbe superare l'immaginazione. In un evento a New York, Rick Tumlinson, uno dei manager della società di *Space mining* Deep Space Industries, disse pressappoco che «le idee folli sono ciò che spinge in avanti la cultura. Niente dice che questo sia impossibile, eccetto il nostro sistema di credenze». Tra il dire e il fare, in questo caso, c'è però di mezzo lo Spazio.⁴

Dal 2010 circa si è allungata la virtuale coda per presentare progetti di *mining*, cioè per l'estrazione di risorse su suoli extraterrestri. Non è mancato anche un certo assembramento di investitori pronti a scommetterci. Planetary Resources, una startup fondata nel 2012, raccolse decine di milioni di dollari in investimenti con promesse mirabolanti sullo sfruttamento degli asteroidi. Ci misero la propria *fiche* anche Richard Branson e i fondatori di Google, Sergey Brin e Larry Page. Il Lussemburgo ci investì 25 milioni di euro.⁵ Ma i business plan a lungo termine si schiantarono contro l'interesse degli investitori ad avere rientri più rapidi. Planetary Resources fu acquisita nel 2018 da una compagnia specializzata in *blockchain*. Un epilogo simile toccò anche a Deep Space Industries, che progettava sonde e lander per individuare ed estrarre acqua e minerali.

La britannica Asteroid Mining Corporation sta progettando satelliti e una sonda per prelevare fino a 20 tonnellate di platino;

ipotizza nel 2033 la prima discesa e raccolta di campioni su un corpo extraterrestre, attività da svolgere con robot a sei zampe, simili a ragni, che scandagliano la superficie. Anche la statunitense Offworld punta al lavoro di squadra: i suoi operai dovrebbero essere dei robot cingolati, progettati per ambienti estremi e coordinati dall'intelligenza artificiale per lavorare in team con gli umani. Prima di tutto, però, cioè prima di impiegarla fra le lande seleniche, sulla Terra sarà testata ogni tecnologia. Che non sarà solo estrattiva, ma anche edilizia, attraverso l'utilizzo delle risorse in loco – in gergo, In-Situ Resource Utilization (ISRU): l'ungherese Puli Space Technologies sta sviluppando rover per fare *scouting* di risorse come l'acqua sulla superficie lunare e progetta di portare il primo prototipo sulla Luna, un rover dotato di spettrometro per individuare giacimenti di ghiaccio.

Navigando tra rendering, immagini e claim a effetto è evidente come quanto già in essere (progetti, tecnologie e fattibilità) conceda poco alle visioni fantascientifiche comunemente associate all'esplorazione dello Spazio profondo. Alcune compagnie hanno già pagato il conto di una «futuribilità» ancora molto poco matura. Futuribilità? Esatto: per misurare la prontezza delle tecnologie spaziali gli ingegneri sono soliti usare un numero, il Technology Readiness Level (TRL), che va da un minimo di 1 al massimo di 9. Oggi difficilmente si arriva al 4 o al 5, cioè agli indici di una tecnologia convalidata in laboratorio o in ambiente industriale. In un articolo del 2019 per il *MIT Technology Review*, Atossa Araxia Abrahamian titolava: «Così è esplosa la bolla dell'estrazione mineraria da asteroidi».⁶ Per dirla in breve, quelle trivelle intente a perforare asteroidi sotto la supervisione di automi asimoviani non si vedranno per molto tempo ancora.

Il nuovo regno di Creso. Psyche, asteroide-bottino

Se comunque per puro esercizio speculativo e per capire l'entità delle ricchezze extraterrestri ci si volesse abbandonare alla fantasia, un atterraggio su Psyche (o 16 Psyche) dischiuderebbe uno scrigno. Gli studi sulla sua massa e composizione descrivono questo asteroide come un El Dorado senza paragoni terrestri: Psyche è un mondo metallico, fra i più grandi del suo tipo nella fascia principale degli asteroidi. Lo si crede un residuo del nucleo di un protopianeta.⁷ Le indagini radar e sulla sua inerzia termica, cioè la velocità con cui un oggetto assorbe e cede calore, fanno supporre sia composto da nichel e ferro, principalmente, silicati, ma anche oro e platino. Ha la forma di una grossa patata, lunga 280 chilometri e alta 232. Sono dimensioni sufficienti per pensare di posarcisi sopra e costruire un impianto di estrazione per portare via, pezzo dopo pezzo, il bottino celeste. Perché di bottino si tratta, e di un bottino mai visto prima: il suo valore si esprime in cifre difficili da immaginare, figurarsi comprendere. L'ordine di grandezza è quello che negli Stati Uniti si indica come quintilione (un numero a diciotto zeri), e che in Europa diventa trilione, cioè miliardo di miliardi. Euro o dollari, la differenza a queste scale conta poco. A importare è che la cifra sia comunque fuori scala. L'editorialista del *New York Times*, Peter Coy, ne ha scritto così ai lettori della sua rubrica economica: «Diciamo che una bella auto nuova costa 100mila dollari. Con 10 quintilioni di dollari nel vostro portafoglio grazie all'estrazione dagli asteroidi potreste comprare una di queste auto per ogni persona sulla Terra, e poi sostituirla con un'auto ancora più nuova ogni ora, e continuare a farlo per ogni persona, ogni ora, per il prossimo anno e mezzo prima che i vostri soldi finiscano».⁸

Considerati questi numeri, è chiaro perché la NASA abbia inviato nel 2023 una sonda verso Psyche, con lo scopo di scoprire

i segreti di un tesoro la cui massa è stimata in circa 23 miliardi di miliardi di chili. Se, per ipotesi, si riuscisse a portarlo sulla Terra e si iniziasse a venderlo, le sue ricchezze renderebbero miliardario ogni abitante del Pianeta. Di conseguenza, come giustamente sottolineato da Simonetta Di Pippo, l'economia mondiale collasserebbe.⁹ Sia di consolazione il fatto che, per ora, non esiste la possibilità di arrivare su Psyche con un equipaggio in sicurezza, né esistono la tecnologia e la potenza per fare *mining* e prelevare il prelevabile.

Ciò che nei proclami spesso si trascura di menzionare, ma che ingegneri e imprenditori sanno bene, è che, per arrivare a fare cose così straordinarie e tanto lontano, bisogna lottare contro gli elementi. Dove non c'è atmosfera, la prima difficoltà da superare è proprio la sua assenza, così come il fatto che un lato esposto alla luce del Sole si surriscaldi e quello in ombra piombi a temperature prossime allo zero assoluto.

Occorre, nondimeno, fare i conti con l'accelerazione di gravità, che su Marte è poco più di un terzo di quella terrestre, e che sulla Luna è di circa un sesto. Sono condizioni tutt'altro che facili da gestire, anche solo per la logistica o i movimenti. Impossibile non ripensare ai goffi balzelli di Armstrong e dei suoi colleghi *moon walkers*.

Su Psyche, piccolo com'è, servirebbero arpioni per operare in modo da non finire, per errore, proiettati a centinaia di metri o a qualche chilometro di distanza. Va ammesso che nessuno ha ancora testato un robot per estrarre ghiaccio o minerali in condizioni così ostiche. Le sue parti meccaniche dovrebbero operare a temperature estreme e in attività che, già per loro natura, usurano, scalfiscono, rovinano e compromettono. In questo caso, a milioni di chilometri di distanza, mantenere o sostituire parti guaste implicherebbe ulteriori difficoltà.

Per tutto questo, il primo campo di prova sarà la Luna.

Catturare il Sole: Space-Based Solar Power (SBSP)

Eppure, nonostante le difficoltà cui abbiamo accennato, da decenni missioni spaziali si concentrano sui dintorni della Terra o su zone più lontane per fare *mining* della ricchezza più grande, l'unica della cui abbondanza si è certi: l'energia solare.¹⁰ Nello Spazio, senza atmosfera a fare da filtro o nuvole a oscurarla e senza l'alternanza di giorno e notte, la sua quantità è *stricto sensu* smisurata. Satelliti, sonde, telescopi, stazioni spaziali e capsule dispiegano i pannelli solari per alimentare le proprie batterie. È un po' come andare in mare ed esporre le vele al vento.

È grazie ai pannelli solari che James Webb Space Telescope e Hubble continuano a scrutare gli angoli più remoti del cosmo. Più vicino a noi, invece, l'energia solare investe la Terra da una distanza che renderebbe la raccolta di luce molto vantaggiosa. Da qui l'idea: realizzare impianti fotovoltaici giganteschi capaci, dallo Spazio, di trasformare la radiazione solare in elettricità per poi spedirla sulla Terra. Ancora una volta, l'intuizione fu di Isaac Asimov, che l'articò nel racconto *Reason (Essere razionale)* nel 1941.¹¹ A testarla, però, furono un professore e i suoi allievi.

La sera del 22 maggio 2023, Ali Hajimiri e i suoi studenti piazzarono l'equipaggiamento con cura sul tetto del Gordon and Betty Moore Laboratory of Engineering del Caltech a Pasadena. Sotto al gazebo, gli strumenti erano pronti ad analizzare il segnale, sempre che un segnale fosse arrivato. La parabola sul solido treppiede era l'imbuto con cui raccogliere ciò che sarebbe, forse, piovuto dal cielo. Energia; o meglio, gocce di energia, nemmeno sufficienti ad accendere una lampadina. Ma, per una prima verifica, questo sarebbe bastato.

E bastò: con l'esperimento MAPLE, gli scienziati dell'università californiana riuscirono a trasformare energia solare

nello Spazio in frequenze che poi trasmisero verso il loro dispositivo.¹² La tecnologia era già nota: microonde. È il sistema che permette, per esempio, la ricarica wireless di smartphone, aspirapolveri e automobili in commercio. Da distanze ridotte, beninteso, circoscritte a un salotto di casa, al ripostiglio o al garage; o, almeno, così è stato fino allo storico successo di Ali Hajimiri e dei suoi studenti.

Oggi, però, i progetti, ancora tutti sulla carta, prevedono di trasferire enormi quantità di energia – megawatt o addirittura gigawatt di potenza – da oltre 30mila chilometri verso stazioni al suolo. Lo stesso test del Caltech ha trasferito alcuni watt per accendere un paio di led nello Spazio, distanti fra loro meno di un metro. Un altro esperimento, questa volta cinese, ha testato la stessa tecnologia a terra da una distanza di 55 metri.¹³ Adesso si tratta di portare tutto in orbita: a pensarci sarà il programma Solaris, con cui l'ESA intende fornire una fonte ecologicamente sostenibile, accessibile e pulita all'Europa in modo da soddisfare il suo crescente fabbisogno energetico e azzerare le emissioni inquinanti nette entro il 2050.¹⁴

L'idea di raccogliere l'energia solare dallo Spazio, in gergo Space-Based Solar Power o SBSPP, è considerata promettente dagli anni sessanta. Ne teorizzò lo sfruttamento l'ingegnere aerospaziale Peter Glazer, che in un articolo pubblicato su *Science* il 22 novembre 1968 ipotizzò che la futura espansione, se non la sopravvivenza, del genere umano sulla Terra avrebbe potuto dipendere dalla capacità di usare le fonti alternative. La migliore, per disponibilità pressoché illimitata, era e sarebbe stata l'energia solare, in particolare se prelevata oltre l'atmosfera, dov'è più intensa, e poi inviata alle reti di distribuzione terrestri tramite connessione wireless (WTP).

Ci sta pensando, appunto, l'Agenzia Spaziale Europea, che nel 2022 ha commissionato due studi di fattibilità per impianti

di Space-Based Solar Power.¹⁵ La valutazione di costi e benefici, affidata allo studio inglese della Frazer-Nash Consultancy e alla tedesca Roland Berger, punta nel 2025 a proporre lo sviluppo delle infrastrutture ai ventidue paesi membri dell'Agenzia. Il primo impianto si chiama *CASSIOPEIA*. Si tratta di una cattedrale orbitante da 2000 tonnellate, una struttura elicoidale costituita da 61 mila strati di pannelli in grado di convertire in elettricità i raggi solari, raccolti da due specchi, per poi spedirli sulla Terra sotto forma di microonde. Posizionata in orbita geostazionaria, 36 mila chilometri oltre il cielo, *CASSIOPEIA* non scompare mai oltre l'orizzonte ed è sempre orientata verso le antenne terrestri, le «rectenne».

L'altra idea è *SPS-ALPHA*; l'ha progettata l'ex fisico della NASA John C. Mankins e, sempre in orbita geostazionaria, occupa una superficie di 15 chilometri quadrati con un diametro di circa 4. Ha una capacità di 2 gigawatt.

I due sistemi promettono di soddisfare tra il 10% e il 20% del fabbisogno energetico europeo annuo. Dovesse essere intrapresa, sarebbe un'operazione titanica. Gli impianti in fase di studio sono strutture lunghe e larghe chilometri, da assemblare in orbita geostazionaria usando, si prevede, robot autonomi. Per confronto, si ricordi che la struttura orbitante più grossa mai realizzata, la Stazione Spaziale Internazionale, ha le dimensioni di un campo da calcio. Una volta assemblate, *CASSIOPEIA* o *SPS-ALPHA* diventerebbero gli edifici spaziali più imponenti mai costruiti dall'umanità oltre l'atmosfera. E, come nel caso dello *Space mining* o della colonizzazione della Luna e di Marte, è ormai opinione diffusa che non si tratti di «se», ma di «quando».

Il tutto andrebbe portato in orbita sfruttando centinaia di lanci. I costi variano, ma le stime indicano comunque miliardi di euro solo per la costruzione. Ciò senza contare l'attuale ine-

sistenza della necessaria tecnologia di *orbital manufacturing*, cioè di robot e macchinari che in autonomia riescano a montare strutture grandi come città a 36mila chilometri di quota. Sebbene la loro progettazione non sia un'utopia, costruire robot efficienti e affidabili che non si rompano dov'è impossibile ripararli è, come lo *Space mining*, un'impresa ancora da iniziare.

Andrebbe anche considerato che il costo dei lanci a quella distanza, oggi, non consentirebbe un *business plan* sostenibile. A meno che non siano i governi a investire per primi. La prospettiva non è inverosimile: considerato una delle vie per la decarbonizzazione, lo Space-Based Solar Power va riscontrando un interesse crescente e sta già attraendo l'iniziativa e gli investimenti pantagruelici di paesi come la Cina, il più avanzato di tutti, e gli Stati Uniti. Altrettanto importante, bene ribadirlo, è che si tratti di *progetti*, vale a dire solo di piani: le sfide tecnologiche imposte da colossi come CASSIOPEIA o SPS-ALPHA sono ancora tutte da vincere. Le stime emerse dallo studio preliminare dell'ESA suggeriscono che la prima stazione solare spaziale potrebbe essere operativa già nel 2040, a patto di iniziare a investire subito per il suo sviluppo.¹⁶ La Cina ha più fretta: promette piena operatività entro il 2028.

Dalla teoria alla pratica

Come sottolinea il Citigroup, una multinazionale americana di servizi finanziari, nel rapporto intitolato *Space. The Dawn of a New Age*, pubblicato nel maggio 2022 «secondo il dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti, la quantità di energia solare che colpisce la Terra in un'ora è maggiore di quella che il mondo intero consuma in un anno (430 quintilioni di joule)».¹⁷ La relazione tecnica di Roland Berger per l'ESA sostiene, sempre

tutto proceda come previsto, che *CASSIOPEIA* potrebbe produrre «800 terawattora all'anno entro il 2050». Oppure, nel caso di *SPS-ALPHA*, «un sistema SBSP con una capacità di 2 gigawatt produrrebbe circa 15,78 terawattora annui. Per soddisfare il 10% della domanda lorda di elettricità dell'Unione Europea, pari a circa 3500 terawattora nel 2050 (scenario di riferimento UE 2020), sarebbero necessari fra i 20 e i 25 sistemi SBPS operativi, con una produzione totale di elettricità di 314-390 terawattora». Tradotto in soldoni e considerati gli investimenti per costruirla, lanciarla, manutenerla e farla funzionare (in tutto 418 miliardi di euro), la sola *CASSIOPEIA* prometterebbe un valore netto dei profitti fra i «149 e i 262 miliardi, con il valore del caso centrale di 183 miliardi di euro tra il 2022 e il 2070». I costi, scalabili, diminuirebbero dal primo impianto ai successivi.

Andate e arricchitevi, dunque? Non proprio. Dato l'interesse generale per la produzione di energia pulita e la decarbonizzazione è difficile, se non impossibile, pensare che progetti del genere possano essere finanziati dai privati per centinaia di miliardi di dollari. Una *joint venture* col pubblico sarà indispensabile, sempre non sia obbligatorio che proprio gli Stati si assumano la maggior parte dei rischi. Almeno in quest'ambito, il nuovo sogno americano ha davanti a sé una strada irta e ancora lunga da percorrere.

36. Astroturisti e astronauti privati

La dottoressa Eleanor «Ellie» Ann Arroway è appena stata proiettata attraverso un *wormhole* a bordo della capsula costruita su indicazione di una qualche entità extraterrestre. Sbuca al cospetto di un sistema planetario, quello di Vega, circondata da un disco di polveri e pianeti.¹⁸ Non ha parole. A un certo punto, destatasi dalla meraviglia, riesce a mugugnare: «Bellissimo, bellissimo». Quindi, distilla in una riga un nuovo senso dell'esplorare: «Avrebbero dovuto mandarci un poeta».

È il 1997 quando Jodie Foster presta il suo volto e la sua voce alla dottoressa Arroway: il film di Robert Zemeckis è l'adattamento dell'omonimo *Contact*, il libro dell'astronomo e divulgatore Carl Sagan. L'umanità di oggi, a ben vedere, non è poi così distante da quanto già si prospettava nel pensiero di Sagan, il quale, immaginando Eleanor al cospetto della vista della Terra dallo Spazio, scrive: «C'erano molte persone che [Eleanor] conosceva, anche persone che si consideravano religiose, per le quali il sentimento di soggezione era motivo di imbarazzo. Ma dovresti essere di legno, pensò, per stare davanti a questa finestra e non provarlo. Dovrebbero inviare giovani poeti e compositori, artisti, cineasti e persone profondamente

religiose non del tutto schiavi delle burocrazie settarie. Questa esperienza potrebbe essere facilmente trasmessa, pensò, alla persona media sulla Terra. Peccato che non fosse ancora stato tentato seriamente. La sensazione era. . . numinosa».¹⁹

La visione della Terra dall'orbita è, per Sagan, qualcosa di maestoso e divino. Ed è proprio la «sensazione numinosa» esperita dalla dottoressa Arroway ciò cui punterà la prossima esplorazione extraterrestre. Dopo aver imparato a sopravvivere e a vivere nello Spazio – attività che impongono uno sforzo tecnico e ingegneristico, e hanno implicato un rischio pionieristico per chi vi si è imbarcato, rischio via via assottigliatosi –, e dopo aver creato un sistema di trasporto flessibile, più accessibile, soprattutto più economico, anche persone comuni avranno il desiderio e la possibilità di sperimentare il «divino», il «numinoso». E saranno disposte a pagare per farlo.

Sono lontani i tempi in cui la NASA si opponeva alla visita di astronauti non professionisti sulla iss. Nel 2001, Dennis Tito vinse le resistenze e pagò venti milioni di dollari per diventare il primo turista spaziale della Storia.²⁰ Venne addestrato per otto mesi alla Città delle Stelle, vicino a Mosca, un periodo che la NASA non smise mai di considerare insufficiente. Fatto cui si aggiungeva la sua età, non esattamente quella di un ragazzino (all'epoca Tito aveva sessant'anni).²¹ Di contro, i russi accettarono di buon grado il futuro astro-turista (e il suo denaro) e il 28 aprile 2001 lo assicurarono senza troppi ripensamenti a uno dei tre sedili della *Sojuz TM-32*. Tito partì dal cosmodromo di Bajkonur verso la Stazione Spaziale Internazionale, da dove sarebbe rincasato meno di otto giorni dopo raccontando *urbi et orbi* di essere «appena tornato dal paradiso».²² Da allora, il paradiso è in vendita. Sebbene, si conceda il gioco di parole non proprio originale, a cifre «astronomiche».

Se nel 2001 qualcuno avesse vaticinato uno scenario come

quello attuale sarebbe stato preso poco sul serio, anche considerando i pronostici spesso eccessivamente ottimistici sul futuro dei viaggi spaziali. Nessuno avrebbe considerato credibile l'idea di una compagnia privata in grado di trasportare in orbita astronauti per conto degli Stati Uniti e rifornimenti alla Stazione Spaziale Internazionale, e capace al tempo stesso di avviare un business insieme con «agenzie viaggi» per esclusivi soggiorni oltre l'atmosfera.

Inspiration4

Aprile 2001. Nel momento in cui Tito accede alla iss, Hayley Arceneaux ha dieci anni. E un dolore al ginocchio. Gli esami rivelano non trattarsi di un trauma, ma di qualcosa di molto più grave: un osteosarcoma.

È con questa diagnosi che lei e la sua famiglia varcano per la prima volta le porte del St. Jude Children's Research Hospital di Memphis, Tennessee. Il cancro la costringe ad affrontare la chemioterapia e l'amputazione della gamba, sotto al ginocchio.²³ Il St. Jude le salva la vita e ha un peso rilevante nelle future scelte di Arceneaux: la ragazza si laurea come assistente medico e nel 2016 torna all'ospedale di Memphis per prendersi cura dei pazienti affetti da leucemia e linfoma.

Qualche anno dopo, quando le telefonano per comunicarle che ha vinto la lotteria delle stelle ed è stata selezionata per far parte della missione *Inspiration4*, Arceneaux non sa bene che cosa attendersi. Nel documentario targato Netflix *Countdown Inspiration4 Mission to Space*, che racconta la storia del primo equipaggio interamente civile a imbarcarsi per lo Spazio, la si sente domandare: «Andiamo sulla Luna?».

Al momento di girare il documentario, Hayley Arceneaux

sa già che non andrà nello Spazio da sola. Altri partecipano con lei all'impresa che rappresenterà la nascita di un paradigma completamente nuovo. All'origine della loro rincorsa al numinoso c'è Jared Isaacman, un miliardario eccentrico la fortuna del quale ha avuto origine quando l'uomo aveva appena quindici anni.

È il 1998. Isaacman frequenta ancora le scuole superiori quando avvia la sua impresa nel seminterrato; l'anno successivo, insieme con l'amico Brendan Lauber, dà vita a un piccolo business per sviluppare siti internet per attività locali. Abbandona la scuola, assunto da uno dei suoi clienti che vende apparecchi per il pagamento con carta di credito. E intuisce subito come tutto il sistema vada migliorato. C'è spazio per fare soldi, tanti.

Nel 1999 fonda la United Bank Card, che qualche tempo dopo diventerà Shift4 Payments. Assume suo padre e il suo ex socio. La compagnia decolla. A vendere i terminali manda proprio il genitore, perché lui non ha nemmeno l'età legale per ordinare una birra al bar («Restavo nascosto nel seminterrato» racconterà poi).²⁴

Arrivato al successo, cerca una passione da coltivare e, come Neil Armstrong e Michael Collins prima di lui, la trova nel volo. Ai jet scopre di preferire i caccia da combattimento. Negli Stati Uniti, dove le armi sono più numerose dei cittadini, è possibile, per un civile, persino comprarsi e pilotare un aereo militare da combattimento. A patto, sia detto per il sollievo pubblico, che non sia armato e abbia un'autorizzazione della Federal Aviation Administration, da ottenersi dopo un periodo di addestramento. Isaacman non è tipo che perde tempo: oltre a diventare pilota di *air show*, nel giro di pochi anni mette insieme la più grande flotta privata di aerei da combattimento del mondo. Ne vanta un centinaio, acquistati in giro per il globo.

Tutto sulla base di un'altra intuizione: la us Air Force spende miliardi di dollari per addestrare, *in house*, i propri piloti militari. Lui si offre di farlo in *outsourcing*, esternalizzando. Fonda la Draken International e fa incetta di contratti per l'addestramento degli aviatori; quindi, nel 2019, vende una parte delle sue quote e intanto continua ad amministrare Shift4.²⁵ Non pago, mentre gli affari non smettono di andare alla grande, si apre un'altra autostrada: quella che porta dritta in orbita.

Ed è qui che torniamo a Inspiration4 e a quella ragazza che, telecamera in volto, domanda: «Andiamo sulla Luna?».

È il settembre 2021. Sono trascorsi appena un anno e quattro mesi dal primo volo della capsula Crew Dragon con un equipaggio a bordo, grazie al quale gli Stati Uniti hanno ristabilito la propria capacità di lanciare nello Spazio, in modo autonomo, astronaute e astronauti. Un nuovo primato è però pronto per essere scritto.

Sulla rampa 39A del Kennedy Space Center, in testa a un Falcon 9 svetta la Dragon sui sedili del quale sono accomodati Hayley Arceneaux, Chris Sembroski, Sian Proctor e Jared Isaacman, l'uomo che ha pagato il viaggio a tutta la comitiva. Inspiration4 è un'iniziativa del magnate del New Jersey che, dopo aver provato qualsiasi manovra estrema nell'atmosfera, desidera andare oltre e arrivare più in alto possibile.

Isaacman è il pilota della missione. Non è mai stato nello Spazio, ma si è sottoposto all'addestramento necessario per poterci andare. A staccare uno dei biglietti che lui ha letteralmente messo in palio è stata Sian Proctor, vincitrice di un concorso per un'idea innovativa di *business* sui circuiti di pagamento Shift4. È donna di scienza, Proctor: professoressa di geologia, divulgatrice e appassionata di Spazio. Ha già partecipato a una missione come *analog astronaut*, simulando la permanenza fuori dall'atmosfera o su un altro pianeta, trascorsa però in

isolamento sulla Terra. Figlia di uno degli operatori che tracciavano il rientro delle missioni Apollo dalle isole Guam, nel Pacifico, è nata nel pieno del glorioso programma lunare, nel 1970, e nel 2009 ha a sua volta sfiorato il corpo astronautico della NASA, fermandosi alla fase finale della selezione.

Eccoci, dunque: Isaacman e Arceneaux partecipano alla carovana di umanità che ha inaugurato una nuova era del pionierismo proprio della nostra specie.

Astronauti per tre giorni

Inspiration4 è parte di (o mascherata da, suggeriscono gli scettici) un'iniziativa di beneficenza per raccogliere fondi da destinare all'ospedale pediatrico St. Jude di Memphis, quello dove Arceneaux venne curata e lavora. Attraverso la lotteria con cui il St. Jude ha messo in palio uno dei due posti donati all'ospedale dallo stesso Isaacman, la missione ha raccolto 243 milioni di dollari da diversi sostenitori – Isaacman e sua moglie, in primis, hanno donato 125 milioni di dollari; Elon Musk ne ha elargiti 55.²⁶ Kyle Hippchen, della Embry-Riddle Aeronautical University, dopo aver donato 600 dollari e aver vinto forse il premio più esclusivo di sempre per una riffa, ha scoperto di essere troppo pesante per volare sulla Crew Dragon.²⁷ Quindi ha fatto il regalo più bello a un amico, Chris Sembroski, veterano della us Air Force e legato allo Spazio da iniziative giovanili: ancora studente delle superiori, lanciava razzi fatti in casa insieme con i *rocketeer*, cioè i gruppi di appassionati che in aperta campagna giocano a fare von Braun e Korolëv. Una volta al college aveva lavorato per promuovere leggi in favore dell'iniziativa spaziale privata. Diventato ingegnere dei dati, Sembroski era stato un *missile man* dell'Aeronautica prima di

venire assunto alla Blue Origin di Bezos. Ironico che, a quarant'anni, abbia avuto l'opportunità di allacciare le cinture seduto dentro un veicolo di SpaceX, la concorrenza.

La prima missione spaziale con un equipaggio interamente composto da privati, a bordo della *Crew Dragon Resilience*,²⁸ decolla quando sono da poco passate le 20, ora di Washington, dalla costa orientale degli Stati Uniti. Per l'America è anche la prima volta di soli *rookie*, esordienti, dal secondo volo del programma Shuttle, nel 1981. Arceneaux è la prima persona con una protesi a un arto a volare nello Spazio. Nessuno, sulla *Resilience*, è un astronauta; ma, quel giorno, tutti loro lo diventano.²⁹

A differenza di Dennis Tito e di quelli avvicendatisi dopo di lui, i protagonisti di Inspiration4 non sono diretti alla iss; la loro è un'escursione di tre giorni nello Spazio, con qualche esperimento scientifico programmato in microgravità e, per il resto, una vista panoramica da 585 chilometri dalla Terra, una quota addirittura superiore rispetto a quella della Stazione Spaziale Internazionale o del telescopio Hubble. A tutti gli effetti sono turisti orbitali, i primi che non abbiano a che fare con la complessa macchina organizzativa della iss.

«Avrei potuto semplicemente invitare un gruppo di miei amici piloti, ci saremmo divertiti un mondo e poi saremmo tornati indietro per bere un sacco di cocktail» dichiara Isaacman alla rivista *Time*. «Invece, abbiamo voluto coinvolgere la gente comune e stimolare tutti quanti con l'idea di aprire i voli spaziali a sempre più persone.»³⁰

37. E se Picasso fosse andato sulla Luna? Fare arte tra le stelle

Alcuni astronauti professionisti, come Samantha Cristoforetti o Roberto Vittori, non gradiscono la definizione di «turisti spaziali». Sono convinti non si faccia turismo, nello Spazio. «Preferisco chiamarli “astronauti privati”» ha detto Cristoforetti durante una conferenza stampa nel 2021.³¹

Difficile darle torto, quando si pensi all'esperienza dell'equipaggio della missione AX-1 i tre miliardari che hanno sborsato 55 milioni di dollari a testa per trascorrere una settimana sulla iss, nell'aprile 2022, hanno lamentato un'agenda fitta e ritmi serrati, troppo per tutti gli esperimenti e il lavoro che ci si aspettava da loro (e troppo poco tempo per guardare fuori dalla Cupola: una ragionevole richiesta, dopo aver sborsato tutti quei quattrini). Per giunta, pare che la presenza dei facoltosi ospiti abbia anche influito sulle attività degli astronauti professionisti a bordo.³²

AX-1 è stata la prima missione interamente commerciale destinata alla Stazione Spaziale Internazionale. Quella che si potrebbe indicare come la «agenzia di viaggi» in questione è Axiom Space, compagnia texana che lavora per sfruttare lo Spazio come meta e laboratorio commerciali. Per fare, cioè,

quanto fino a pochi anni fa era appannaggio esclusivo dei governi, ma con fondi privati. È lo stesso principio di SpaceX, ma in settori differenti: anzitutto Axiom organizza viaggi di andata e ritorno verso la Stazione Spaziale Internazionale, come una qualsiasi agenzia che predisponga tutto per una vacanza a Tokyo. In aggiunta, l'azienda (guidata e presieduta dal cofondatore Michael Suffredini, che per la NASA fu il program manager della iss dal 2005 al 2015) sta costruendo³³ un proprio quartiere abitativo da aggiungere alla iss e poi destinato a sganciarsi per formare la prima stazione spaziale privata.

Sui sedili della Crew Dragon, l'8 aprile 2022, sempre sulla rampa 39A di Cape Canaveral, c'erano tre businessmen: l'americano Larry Connor, l'israeliano Eytan Stibbe e il canadese Mark Pathy. Al comando, questa volta, sedeva però un veterano dell'astronautica, Michael López-Alegría, in precedenza alla NASA, quindi assunto da Axiom e al suo quinto viaggio in orbita. Dopo il primo, Axiom ha venduto altri viaggi, per altrettante missioni: AX-2, comandata dall'astronauta Peggy Whitson; e AX-3, con a bordo un italiano, il colonnello dell'Aeronautica militare Walter Villadei, che non aveva mai volato nello Spazio ma si era addestrato per farlo prima in Russia e poi negli Stati Uniti.³⁴

Anche circoscrivendole a quest'ambito, le considerazioni da fare sarebbero tante. Come già scritto, la capacità di SpaceX ha rivoluzionato l'approccio contemporaneo allo Spazio. La compagnia di Elon Musk ha iniziato vendendo i propri servizi alla NASA, poi alle agenzie spaziali private (Axiom è questo, *in nuce*) per trasportare persone dalla Terra allo Spazio e riportarle a casa sane e salve.

Lo fa con una frequenza (98 lanci nel 2023, 91 con Falcon 9, 5 con Falcon Heavy, nessun fallimento³⁵ e due test di Starship) e un'affidabilità crescenti. Grazie ai contratti con la NASA, l'a-

zienda ha potuto abbassare i prezzi sul mercato (anche se la maggior parte del servizio è destinato a mettere in orbita la costellazione Starlink, quindi è quasi *in house*), è la più competitiva e continua sul solco che lei stessa ha iniziato a tracciare: lo sfruttamento commerciale dello Spazio extra-atmosferico.

Cercasi bellezza (e non solo)

Grazie all'approccio dirompente di SpaceX, lo Spazio non è più solo un'avventura per pionieri. È peraltro verosimile che chi decida di sborsare cifre cospicue per trascorrere qualche giorno in orbita oppure, come presto succederà, attorno alla Luna, preferisca non essere considerato un semplice turista.³⁶ Come raccontato, oltrepassare le soglie del cielo significa anche mettersi al servizio di un ideale, un'esplorazione, una ricerca, una qualche cosa riservata ancora a poche, pochissime persone. Forse è davvero l'esperienza più esclusiva si possa fare. D'altro canto, a spingere la mano verso il portafoglio non può che essere anche il desiderio di bellezza, la tensione verso una meraviglia impossibile da esperire altrove. Potrebbe avere ragione Dennis Tito: galleggiare nel cosmo è la cosa più vicina al paradiso che la mente umana possa concepire. Per questo sono non meno comprensibili le critiche agli eccentrici facoltosi disposti a spendere qualsiasi cifra pur di soddisfare la fregola della gita extra-atmosferica. È di magra consolazione, per chi non possa permetterselo, ricordare che il lusso non va mai in crisi.

La differenza tra i turisti spaziali e gli astronauti privati andrebbe più propriamente cercata nel reale scopo del viaggio. In quest'ottica, l'esplosione del business privato in orbita genera un mercato *ex novo*. Anzitutto c'è la possibilità, da parte di singoli paesi, di inviare in missione i propri astronauti indi-

pendentemente dall'appartenenza a un corpo spaziale civile (è accaduto questo nel caso di Villadei, il colonnello italiano cui facevamo cenno poco fa) o dal tradizionale avvicendamento delle Expedition sulla iss (è il caso degli astronauti ESA, Marcus Wandt e Sławosz Uznański). A oggi sono missioni più brevi, di qualche settimana al massimo, e che vanno pagate a parte. Nel caso, per esempio, degli astronauti europei, implicano un costo aggiuntivo rispetto al contributo ESA dei singoli paesi, che accettano che sia l'Agenzia Spaziale Europea a selezionare chi va in orbita. *De facto*, è però un'occasione in più per lanciare un proprio connazionale, dati i pochi posti messi a disposizione dall'agenzia continentale.³⁷

Non saranno queste pagine a replicare il mantra secondo il quale, nel futuro dei non-milionari, ci sarà la possibilità di godersi un viaggio vicino o sopra la linea di Kármán. Con grande probabilità ciò non succederà per questa e nemmeno per la prossima generazione. Lo Spazio si sta democratizzando, è vero, ma la maggiore facilità di accedervi, più che le persone, interessa aziende, enti di ricerca, dispositivi ed esperimenti. A un tempo è però impossibile negare che il numero di astro-pellegrini stia aumentando: il 30 maggio 2023, per qualche ora, c'erano diciassette persone in orbita. Alloggiavano, vivevano nello Spazio. Sembrano poche, ma è un record.³⁸

La grande bottega

Si torni dunque alle parole della dottoressa Eleanor «Ellie» Ann Arroway e a Carl Sagan: lo Spazio potrà essere il luogo dell'arte. In parte lo è già. Molti ricordano la foto del cosmonauta Aleksej Leonov, con tuta bianca striata di rosso, il volto nascosto dal riflesso della visiera del casco sul quale campeg-

giano le lettere CCCP. È un'immagine del 1965, tratta dal video che lo riprende mentre, prima di chiunque altro, galleggia libero nello Spazio. La sua è stata la prima uscita da una capsula in orbita, la *Voskhod*. Fu durante quella missione che Leonov, stretto nel suo sedile, chiuso nella navetta, tracciò con pochi ma efficacissimi segni di matita colorata quella che è ricordata come la prima opera d'arte creata oltre il cielo. Uno scorcio intenso: il Sole che tramonta all'orizzonte, la sottile membrana dell'atmosfera che circonda il pianeta blu, e fuori il nero Spazio che la avvolge. Terminata la carriera da cosmonauta, Leonov continuò a dipingere con risultati notevoli.³⁹

Cady Coleman, nel 2011, ha duettato con il frontman dei Jethro Tull, Ian Anderson, in una versione di «Bourrée» con flauto traverso esibendosi in un dialogo fatto di assoli e rilanci sonori, tra lo Spazio e la Terra. Chris Hadfield, nel 2013, dopo aver interpretato «Space Oddity» in quello che rimarrà negli annali come il primo videoclip musicale realizzato a gravità zero, con la sua chitarra ha registrato il primo album nello Spazio.⁴⁰ Un *output* culturale, più che scientifico; un'eccezione, generata però da astronauti.

Sembra sia arrivato il momento di lasciare l'extra-atmosfera ad artisti professionisti, come il regista Klim Šipenko e l'attrice Yulia Peresild, i due russi che il 5 ottobre 2021 sono volati sulla iss a bordo di una capsula Soyuz per girare le scene di un film. Erano accompagnati dal cosmonauta Anton Nikolaevič Škaplerov, che sarebbe apparso, per un cameo, in *Vyzov – La sfida*, poi presentato al pubblico internazionale come *The Challenge* nell'aprile del 2023, forte di cinquanta minuti registrati sull'avamposto spaziale.

Sarebbe ragionevole domandarsi se valga la pena di spingersi in orbita per girare scene che gli effetti speciali riusciranno a riprodurre con uguale efficacia in pochi anni. Una prima ri-

sposta è arrivata dal produttore di *The Challenge*, Konstantin Ernst, che poco dopo le riprese ebbe a dire: «Siamo tutti fan di *Gravity* [il film del 2013 di Alfonso Cuarón, con Sandra Bullock e George Clooney], ma il nostro *Vyzov* è girato in vera assenza di gravità». ⁴¹ Le riprese non mancarono di sollevare molte polemiche, come quella del cosmonauta Mikhail Kornienko, che alla BBC replicò: «La iss non è un posto per artisti, clown di ogni genere o turisti. È un enorme laboratorio spaziale e non dovresti intralciare il lavoro dei professionisti». A ben vedere, si tratta di una versione solo aggiornata dei commenti della NASA sul viaggio di Dennis Tito. Ma anche del segno di una strada ormai segnata. A ribadirlo è ancora Jared Isaacman, che in collaborazione con SpaceX ha organizzato il programma Polaris, tre missioni per «dimostrare importanti capacità operative che fungeranno da elementi costitutivi per favorire l'ulteriore esplorazione umana sulla Luna, su Marte e oltre». ⁴² Il volo inaugurale, *Polaris Dawn*, programmato fra l'agosto e il settembre del 2024 e deputato a portare un equipaggio di quattro persone a una quota di 1400 chilometri dalla Terra, una distanza raggiunta l'ultima volta dal genere umano durante le missioni Apollo, ha puntato a scrivere due nuovi record: il primo test di connettività laser dallo Spazio attraverso satelliti Starlink, con la trasmissione a terra di un messaggio da parte dell'equipaggio, e la prima attività extraveicolare di astronauti privati della storia, una «passeggiata spaziale» di Isaacman e di Sarah Gillis, la specialista di missione. Prima della partenza, in un'intervista alla CNBC, Isaacman ha evidenziato quanto *Polaris Dawn* possa ispirare le generazioni future: «Tutto ciò che è diverso da quanto abbiamo visto negli ultimi venti o trent'anni è ciò che entusiasma le persone, che pensano: "Be', se questo è ciò che vedo oggi, mi chiedo come sarà domani o un anno dopo"». ⁴³ La ricchezza dello Spazio non sarà più solo quella di un ritorno tecnologico.

Il caso dearMoon

Yūsaku Maezawa è giapponese, è un miliardario (sorpresi?) e può fregiarsi a buon diritto del titolo di mecenate. Nel 2018 ha acquistato per una cifra mai rivelata (ma di certo oltre il centinaio di milioni di dollari) un viaggio per nove persone attorno alla Luna con SpaceX. Ha sborsato tutto di tasca propria e poi ha messo in palio otto biglietti attraverso una selezione che, a quanto dichiarato, ha registrato circa un milione di candidature.

Con lui avrebbero dovuto partire (la missione è stata annullata il primo giugno del 2024) un dj e produttore discografico, un coreografo ceco, uno youtuber e divulgatore, due fotografi, un filmmaker americano, un attore indiano e un cantante coreano.⁴⁴ La missione, ribattezzata dearMoon, sarebbe durata sei giorni e a bordo di una Starship di SpaceX avrebbe percorso un tragitto simile a quello di *Apollo 8* e *Apollo 13* o, per richiamare tempi più recenti, di Artemis I e II. A distinguere dearMoon da ogni altra missione spaziale sarebbe stata l'arte. «Che cosa sarebbe successo se Picasso fosse andato sulla Luna? O Andy Warhol, o Michael Jackson, o John Lennon? E cosa avrebbe fatto Coco Chanel?» si è chiesto Maezawa durante l'evento di presentazione della missione.⁴⁵ Difficile non cedere ai sogni e aggiungere all'elenco David Bowie e i Pink Floyd, Jules Verne o Arthur C. Clarke, al quale Leonov aveva regalato uno dei suoi disegni, lo scorcio della Terra e il Sole visti da dietro la Luna – molto simile a una delle scene di *2001: Odissea nello Spazio*, il celebre film di Stanley Kubrick che dello Spazio fa, non a caso, un luogo di scoperta e di arte.

38. Camera con vista per gli europei

Ancora una volta, è doveroso (e spiacevole) constatare come quanto raccontato fino a qui coinvolga poco l'Europa. Nel continente in cui ventidue paesi si sono uniti sotto le insegne di un'unica agenzia spaziale, la prospettiva per il volo umano è poca cosa, in particolare se si affidi – come sarà negli anni imminenti – la costruzione degli asset abitabili in orbita ai privati (non europei, per giunta).

Nei primi mesi del 2024, un bando ESA diretto alle aziende ha avuto lo scopo di attivare Cargo-2028, un programma per sviluppare entro il 2028 una navetta cargo capace di rifornire le prime stazioni spaziali private. Non è escluso che il mezzo potrebbe anche venire sfruttato per rifornire il Gateway, la piccola stazione spaziale che orbiterà attorno alla Luna. Sarà una navetta, insomma, per il trasporto merci, che solo in seguito potrebbe evolvere in veicolo *manned*, per equipaggio. E magari, un giorno, portare il primo europeo sul suolo selenico.

A capo della Low Earth Orbit (LEO) Cargo Return Service ci sarà Samantha Cristoforetti: «Sogno che l'Europa abbia la sua astronave, come gli Stati Uniti, la Russia, la Cina e presto l'India. Sogno che equipaggi internazionali volino nello Spazio

non solo su veicoli privati statunitensi, ma anche su quelli europei. Sogno l'ambizione europea di far crescere le nostre capacità di esplorazione spaziale e, con esse, la forza e l'autonomia del nostro intero settore spaziale. È importante... Per la nostra prosperità, per la nostra sicurezza. Per la nostra capacità di portare i valori europei al tavolo, mentre la comunità mondiale affronta sfide globali senza precedenti» ha scritto AstroSamantha in un post su LinkedIn nel febbraio 2024.

Nel maggio 2024 Thales Alenia Space ha siglato un contratto con l'ESA dal valore di 25 milioni di euro, finalizzato a promuovere lo sviluppo (la cosiddetta Fase 1, di durata biennale) di un servizio di rientro di cargo avente lo scopo di dimostrare, entro il 2028, la possibilità di un servizio completo di consegna del carico da e verso le stazioni spaziali in orbita terrestre bassa. Lo sviluppo di questo servizio, cofinanziato da Thales Alenia Space, dovrebbe procedere mediante il consolidamento del piano economico-finanziario e il coinvolgimento preliminare di investitori e potenziali clienti; si prevede un primo sviluppo del veicolo spaziale che presti una particolare attenzione ai requisiti, alle architetture, alla maturazione tecnologica e alle attività di eliminazione dei rischi.

Realisticamente...

Il progetto è solido, ma converrà avanzare con cautela. Per chi abbia buona memoria, infatti, quella di una navetta spaziale europea è una storia già sentita: l'Automated Transfer Vehicle (cargo-gioiello e insieme promessa, non mantenuta, di uno shuttle per astronauti) volò per l'ultima volta nel 2015. Nei corridoi dell'ESA c'è ancora chi sospira guardando le foto appese alle pareti.⁴⁶ E non senza buone ragioni: così

concepito, Cargo-2028 sembrerebbe più una parte – forse ancillare – dell'americano Commercial Resupply Services della NASA. In cambio della sua realizzazione, esattamente come per l'European Service Module costruito nell'ambito di Artemis, l'Europa potrebbe accedere a degli slot di volo per i propri astronauti sulle future stazioni spaziali private; anche queste, come scritto, tutte americane. Detto altrimenti, Cargo-2028 corrisponderebbe, nel migliore dei casi, a possibilità di volo offerte al Vecchio Continente per gentile concessione statunitense. Così fosse, sarebbe una scelta strategica poco chiara, almeno dal punto di vista europeo, in particolare alla luce della data di dismissione della Stazione Spaziale Internazionale, il 2030/2031. Di contro, sarebbero molto precisi gli intenti di Washington, già oggi capace di assicurarsi un veicolo logistico per il post-iss, quando non potrà più contare sulle Progress russe, e, a un tempo, in grado di subordinare ai propri interessi la competenza, la tecnologia e le risorse europee. Un po' come quando si estese il programma Freedom di Reagan alla partecipazione internazionale. E con altrettanta astropolitica nel mezzo. Forse, anche di più.

La nuova iss: dalla ricerca scientifica al Taylor Swift Flying Tour

Fra gli sviluppi che potrebbero indebolire ulteriormente la già tremebonda solidità europea oltre il cielo andrebbe menzionato il prossimo orizzonte dell'abitabilità celeste.

Oggi sono ancora solo due le stazioni spaziali in grado di ospitare equipaggi per diversi mesi: la cinese Tiangong e la Stazione Spaziale Internazionale. Come ricordato qualche capitolo fa, molto presto ce ne saranno di più. Serviranno dei sostitu-

ti, perché per continuare a fare ricerca tecnologica e scientifica, studiare il corpo umano, il comportamento di fluidi e proteine, i nuovi materiali e i nuovi farmaci, per girare film e aprire vie impreviste all'intrattenimento e all'arte, l'assenza di peso sarà sempre disponibile solo in orbita.

I progetti non mancano. Bisogna ancora partire da Axiom Space: fondata nel 2016 da Suffredini e dall'imprenditore statunitense di origine iraniana, Kam Ghaffarian, impegnato in diversi business spaziali (X-energy, Intuitive Machines, QuantumSpace), all'inizio del 2020 e con un contratto da 140 milioni Axiom Space è stata scelta dalla NASA per estendere con il primo modulo privato la iss.⁴⁷ Sarà uno spazio aggiuntivo, costruito da Thales Alenia Space a Torino, da attraccare al modulo Harmony; un quartiere privato della iss, che a quel punto arriverà a contare quattro nuovi ambienti, con capacità per otto astronauti, un laboratorio di ricerca e manifattura. E una cupola panoramica da vertigini: un sogno per chiunque, un incubo per i progettisti. Quando la iss sarà sul punto di essere decommissionata, la Axiom Station verrà staccata e, forte di un proprio sistema indipendente di gestione e produzione di energia, continuerà a operare in maniera autonoma.

Il secondo modulo da attraccare alla iss da parte di Axiom verrà invece fornito da Space Entertainment Enterprise, assunta agli onori della cronaca perché decisa a portare Tom Cruise in orbita. Sarà la prima Space Arena, che, come suggerisce il nome, è un modulo sferico per eventi e performance. Al suo interno sono già previsti «eventi sportivi live, film, programmi televisivi in diretta e pre-prodotti, inclusi speciali e serie, concerti e altre forme di intrattenimento. Saranno filmati nello Spazio e trasmessi sulla Terra, sfruttando la differenza che separa lo Spazio dalle possibilità terrestri, vale a dire la microgravità».

Non manca un claim che ogni agenzia pubblicitaria vorreb-

be avere scritto: «I partecipanti a questi eventi e spettacoli futuri possederanno un'abilità che semplicemente non è disponibile sulla Terra: la capacità di volare». Sarà tutta un'altra musica quella suonata in orbita dalla boyband K-pop del momento o dall'artista emergente della country music, mentre fluttuano senza peso e intonano le loro hit. C'è addirittura chi già immagina combattimenti di arti marziali, come l'imprenditore italiano Andrea Iervolino.⁴⁸

Gli altri inquilini spaziali: Orbital Reef e Starlab

Nemmeno gli show più bizzarri esauriranno le attività dei prossimi inquilini extra-atmosferici. La stazione Orbital Reef, definita da Blue Origin come un «parco giochi a uso misto», è il frutto della collaborazione tra la società di Bezos, Sierra Space, Boeing, Genesis Engineering, Redwire Space e Arizona State University. Ha ricevuto un finanziamento iniziale dalla NASA di 130 milioni di dollari (aumentato poi a 172). Avrà un volume abitabile di 830 metri cubi, all'incirca come la Stazione Spaziale Internazionale (ma meno di Starship), per ospitare fino a dieci astronauti. Grandi finestre e spazi per lavorare ospiteranno business extra-atmosferici o, più semplicemente – si fa per dire –, l'ultimo grido in fatto di vacanze esotiche. E, beninteso, una cosa non esclude l'altra. La partecipazione di Boeing e Sierra Space garantisce anche l'integrazione con i sistemi di trasporto della prima (la capsula Starliner per trasporto astronauti) e della seconda (lo spaziplano riutilizzabile Dream Chaser). Il progetto prevede anche l'utilizzo di un veicolo monoposto, sviluppato da Genesis Engineering, per uscite extra veicolari di lavoro o svago.

«Dividerei il mercato in tre tipologie» ha detto Logan Ware,

responsabile dello sviluppo business di Blue Origin, chiamato a spiegare gli obiettivi del progetto.

La prima è rappresentata dalle tante applicazioni che le agenzie spaziali sviluppano nell'orbita bassa da più di trent'anni: è un mercato noto, che sappiamo bene come gestire ma senza grossi margini di crescita. La seconda, quella delle nuove applicazioni LEO, è composta da un ampio ventaglio di attività commerciali: media, intrattenimento, pubblicità. Riteniamo le sue prospettive promettenti, sebbene difficili da quantificare adesso. La terza tipologia di mercato, sulla cui entità economica Blue Origin è molto ottimista, è costituita dalle persone, dal turismo, dalla possibilità di offrire a una platea crescente l'esperienza spaziale. [...] Riteniamo sia solo l'inizio di una fetta molto ampia di un mercato nuovo. Come scritto in un famoso articolo alla fine degli anni novanta da Brent Sherwood, la necessità comune oggi è realizzare un *mixed-use business park*, che permetta finalmente di commercializzare l'accesso allo Spazio. Ciò vuol dire *approntare le infrastrutture necessarie e incoraggiare i clienti a fare, a propria volta, affari oltre l'atmosfera*.⁴⁹

Lo Starlab di Nanoracks e Voyager Space Holdings – 160 milioni di dollari dalla NASA – è più piccolo: è composto da un modulo gonfiabile realizzato da Lockheed Martin, un nodo per l'attracco dei veicoli e un terzo elemento per la propulsione. Il suo ambiente principale sarà il George Washington Carver Science Park, con un laboratorio di biologia, un altro di scienze fisiche e di ricerca sui materiali, una serra e un'area di lavoro. Come le altre stazioni è considerata espandibile, con moduli da aggiungere per creare, per esempio, camere di hotel.

Spazio, nuova terra emersa

Ognuno di questi progetti promette che le orbite più prossime alla Terra, finita l'era della permanenza pionieristica, diventeranno luogo di lavoro. Ingegneri, medici, chimici, botanici, fisici, andranno oltre il cielo per una settimana con la valigia piena di piantine da far crescere in microgravità, cellule da coltivare per la stampa di organi in 3D, o ancora sostanze da trattare per sintetizzare farmaci nuovi. Potranno condurre di persona le ricerche che hanno progettato, eseguire e ripetere gli esperimenti, fare quello che gli astronauti hanno fatto, al loro posto, per decenni. È una delle prospettive più allettanti sia per chi si occupi di studiare le reazioni del corpo umano in assenza di peso, con grandi benefici per la medicina terrestre, sia per le aziende che lavorano a nuovi prodotti.

In quest'ottica è corretto considerare la *new Space economy* come un orizzonte pronto a espandersi oltre il cielo per molti settori, gli stessi che fino a una decina di anni fa erano del tutto avulsi dall'ambiente spaziale. Ed è sempre in quest'ottica che si assiste a un ribaltamento solo all'apparenza paradossale: ambiente ostile ed esclusivo per eccellenza, lo Spazio diventa via via più ambito proprio per la sua irreplicabile unicità.

Il senso delle stazioni commerciali è quello di un insediamento stabile (anche se lanciato a 28mila chilometri orari) dove alloggiare come in un hotel, in cui fare esperimenti come in un laboratorio, dove filmare e registrare come in uno studio oppure mettere in scena un evento come in un'arena. Above, un'azienda statunitense, si è già spinta a proporre una struttura gigantesca per gli standard attuali. Il progetto della sua Voyager Station prevede un anello del diametro di 200 metri, 51mila metri cubi di volume pressurizzato (cinquanta volte la iss) e quarantaquattro porte d'attracco per altrettanti veicoli

di emergenza, «scialuppe» per evacuare la stazione. In grado di ospitare più di quattrocento persone, sarebbe la più grande residenza spaziale mai costruita, con una caratteristica aggiuntiva e senza precedenti: l'anello è in rotazione per garantire, secondo il progetto, un sesto della gravità terrestre. Muoversi al suo interno sarebbe come camminare sulla Luna.

Prima, le agenzie spaziali (e gli astronauti professionisti) hanno *obtorto collo* preso atto delle novità. Oggi, è chiaro come tutto serva anche a loro per poter continuare a restare in orbita bassa, come clienti di nuovi colossi commerciali, e per poter pensare all'esplorazione più profonda del Sistema solare. Oligopolio dei privati, lo sfruttamento dello Spazio prossimo alla Terra aiuterà l'umanità a spingersi sempre più lontano, per continuare a fare cose straordinarie.

Andate, decollate e arricchitevi. Partite dalla Luna, diretti fino a Marte.

PARTE SETTIMA

Dalla Luna a Marte.
Oltre ogni illusione

39. Il primo marziano

Ormai è diventato quasi un mantra, soprattutto per chi opera nel settore e abbia l'occasione di parlare delle future missioni di esplorazione spaziale. Con alcune varianti suona più o meno così: «La prima persona che camminerà su Marte è già nata: è un bambino o una bambina che frequenta l'asilo o le elementari».¹ Lo si ripete da almeno un decennio, il che suggerisce che quel bambino o quella bambina, oggi, potrebbe trovarsi al liceo o a seguire una lezione universitaria. Marte, però, rimane più distante che mai. Anzi, più si lavora alle tecnologie per portare l'umanità ad abitare mondi extraterrestri, più il Pianeta rosso sembra allontanarsi.

Da decenni, lo Spazio è la fucina di traguardi maestosi, ma anche di chimere tremende. Profezie e pronostici si sono spesso rivelati voli conclusi come quello di Icaro, sbriciolati nell'impatto contro una realtà granitica. Nel suo libro *Le sfide di Marte* (2023), il fisico e capo dipartimento delle operazioni spaziali dell'ESA, Paolo Ferri, definisce la sfida al Pianeta rosso come «la prima grande disillusione spaziale, quando negli anni settanta del secolo scorso, al culmine di un breve, irripetibile periodo di incredibili successi nello Spazio, la promessa che

presto avremmo visto astronauti passeggiare sul suolo rosso del pianeta sfumò nel nulla. Si parlava, allora, di inviare esseri umani su Marte entro la metà degli anni ottanta. Oggi, quasi mezzo secolo più tardi, stiamo ancora aspettando ed è piuttosto improbabile che nei prossimi decenni un'astronave con esseri umani a bordo atterri sul Pianeta rosso».²

Le pagine della storia marziana, insomma, sembrano essere ancora tutte da scrivere.

La chimera rossa

Il primo piano per conquistare Marte era stato messo nero su bianco da Wernher von Braun addirittura nel 1952, nove anni prima che un essere umano portasse anche solo il naso oltre l'atmosfera terrestre.³ Il barone germanico ed ex ss a capo del programma spaziale statunitense aveva già previsto molte cose: l'accesso dell'umanità allo spazio, l'uso di razzi e navette (shuttle) riutilizzabili, la manifattura orbitale, una stazione galleggiante oltre il cielo. Nel 1969, un paio di mesi dopo l'allunaggio della *Eagle*, «von Braun e la NASA avevano proposto un seguito ambizioso: una stazione spaziale nell'orbita terrestre, una flotta di navette spaziali, una seconda stazione spaziale intorno alla Luna, una base sulla Luna, una navetta a propulsione nucleare da e per la Luna e una spedizione su Marte già negli anni ottanta».⁴ Di ciò che compone l'elenco si è già visto tutto o se ne sta testimoniando la realizzazione negli anni correnti. Solo Marte è rimasto oltre qualsiasi portata.

Gli anni sessanta e settanta sono stati decenni spaziali ruggeriti, scanditi dal rombo dei motori del Saturn v al decollo per ben sei missioni di successo sul suolo lunare. Vinta la sfida contro l'Unione Sovietica, gli Stati Uniti erano autorizzati,

anche invogliati, a sognare. La Luna, però, aveva perso velocemente il suo fascino. L'allora presidente Richard Nixon aveva cancellato le ultime missioni del programma Apollo e gli sforzi successivi erano stati orientati, in particolare, all'orbita terrestre, con il programma Space Shuttle prima e la ISS poi. Anche l'impegno economico era andato via via riducendosi: mentre, come già scritto, durante la *Space race* il budget della NASA arrivò a toccare il 4,41% della spesa pubblica (con un picco nel 1966), oggi non raggiunge nemmeno lo 0,5%.⁵ Per di più, nel 2024, è sceso a circa 25 miliardi di dollari,⁶ cioè lo 0,36% dello *us spending*, l'8,5% in meno rispetto alle richieste dell'Agenzia e il 2% in meno di quanto ricevuto nel 2023.

Per questo gli unici nostri emissari su Marte sono stati e per molto tempo rimarranno i robot. Marte dista dalla Terra fra i 55 e i 250 milioni di chilometri. Raggiungerlo impone si decolli al momento giusto: la finestra ideale si apre ogni ventisei mesi, sempre si voglia partire col dovuto anticipo rispetto al momento in cui il Pianeta rosso si troverà alla distanza minima. Il successo del viaggio implica il prendere bene la mira, il frenare per l'inserimento corretto in orbita e infine il discendere fino ad «ammartare» in maniera controllata. La Storia, anche recente, conferma sia tutto fuorché una passeggiata.

40. Un deserto in più

Metà delle missioni verso Marte, iniziate negli anni sessanta, è fallita. Le prime, va ammesso, non per l'ostilità delle condizioni alla meta: furono soprattutto i lanci a non andare a buon fine, in particolare quelli sovietici.

Nel luglio del 1976 si posò nella Chryse Planitia il lander della missione statunitense *Viking 1*, che spedì a Terra le prime immagini dalla superficie. La desolazione rossastra di quella vista sbriciolò un'altra grande illusione, di cui scrisse Italo Calvino sulla prima pagina del *Corriere della Sera* il 22 luglio: «Dunque Marte è proprio come da tempo si prevedeva: un deserto. [...] Nell'immaginazione contemporanea il deserto è un simbolo tra i più sentiti della nostra condizione. E, certo, la conferma che Marte è un deserto ce lo fa ancora più vicino di quanto non fosse nell'epoca in cui rappresentava all'immaginazione collettiva dei terrestri la possibilità di un mondo "altro" dalla Terra, ma quanto la Terra abitabile e abitato».⁷

Viking 1 destò tutti i terrestri che continuavano a sognare dopo le osservazioni di Giovanni Schiaparelli, che a fine Ottocento avevano dato a intendere – in realtà per una ambiguità linguistica – ci fossero canali artificiali scavati da una qual-

che civiltà.⁸ Calvino cita Schiaparelli e il mito di un marziano «superiore», *La Guerra dei Mondi* di H.G. Wells, da cui Orson Welles ha adattato il famoso radiodramma andato in onda il 30 ottobre 1938:

Oggi il Pianeta rosso si identifica con questo grigio sfasciume di pietre. È la fine di un mito? Pianeta d'illusioni, Marte oggi non ci mostra più i canali di Schiaparelli, ma solchi che potrebbero essere i fiumi disseccati con i loro affluenti. Sarà un nuovo abbaglio o la prova di un passato fertile? Un contraccollo psicologico ci sarà certo se si saprà che Marte non è stato deserto dalle origini, ma lo è diventato dopo esser stato un mondo vivente. La conseguenza che il nostro inconscio non mancherebbe di trarne sarebbe: «I pianeti viventi muoiono, la vita è nell'universo un'eccezione troppo rara per durare a lungo. Punto d'arrivo della vita è una distesa di sabbia e sassi». E una volta che un'idea così semplice ti è entrata in testa, prova a toglierla se ci riesci!⁹

Un primo sguardo al pianeta ostile

L'ultimo quarto di secolo o poco più è stato testimone di grandi imprese spaziali, quelle dei rover della NASA, soprattutto, e delle sonde orbitali che da decenni scansionano senza sosta la superficie marziana e pure il sottosuolo. Con alcune eccezioni rimarchevoli, che hanno suscitato grande scalpore. Come l'imbarazzante errore che portò alla perdita della sonda *Mars Climate Orbiter* della NASA, che non riuscì a entrare in orbita attorno a Marte a causa di un equivoco nelle unità di misura: i software della NASA erano programmati in sistema metrico (metri e chilogrammi), mentre quelli di Lockheed Martin utilizzavano il sistema imperiale americano (pollici, piedi e

miglia).¹⁰ La sonda sparì dietro il pianeta e non diede più notizie di sé. Sembra ancora impossibile certificare se sia precipitata, oppure schizzata via e perduta nello Spazio interplanetario.

La sorte non arrise nemmeno a *Mars Polar Lander*, che al contrario dell'E.T. spielberghiano non chiamò casa dopo l'ammartaggio. Proprio come successo ai due tentativi europei di approdare sulla superficie del deserto rosso: *Beagle-2*, nel 2003, si posò al suolo ma rimase silente,¹¹ mentre la sonda *Mars Express*, con la quale aveva viaggiato, continua a orbitare con successo ancora oggi. Anche la prima missione del programma ExoMars, il *Trace Gas Orbiter*, è pienamente operativa, ma il suo piccolo lander sperimentale, *Schiaparelli*, non lo è stato per molto: è precipitato schiantandosi a 540 chilometri orari per un errore del software, colpevole di averne sganciato anzitempo il paracadute.¹²

Negli anni duemila, la NASA ha portato rover sempre più sofisticati a esplorare Marte, come i «gemelli» *Spirit* e *Opportunity*, il secondo dei quali ha percorso addirittura 45 chilometri sul deserto rosso. *Curiosity*, nel 2012, e poi *Perseverance*, nel 2020, hanno trasportato fra le lande rossastre camere ad alta risoluzione, spettrometri di massa, gascromatografi: sono laboratori di analisi ambulanti, con la capacità di raccogliere campioni e analizzarli nella propria «pancia». Grazie a loro, soprattutto, abbiamo acquisito la certezza che su Marte, un tempo, l'acqua era abbondante. Le tracce di quel passato si trovano proprio nei luoghi che i robot stanno esplorando.¹³

I primi esploratori in grado di registrare risultati simili erano stati, nel 1976, proprio i due lander delle missioni Viking. Dalle loro analisi sembrava potesse dirsi certa la presenza di vita, ma i risultati furono poi smentiti. In effetti, tutto, sulla superficie di Marte, è ostile alla vita come la conosciamo: il pianeta non possiede un campo magnetico e questa condizione lo

espone al bombardamento perenne delle radiazioni cosmiche, al vento e alle eruzioni solari, senza uno scudo che lo possa proteggere come capita alla Terra. Il suolo è fortemente ossidato e anche se le temperature alle giuste latitudini possono superare gli zero gradi centigradi, la scarsissima atmosfera – e quindi pressione – rende difficile la permanenza di acqua liquida. Detto in breve, è pressoché certo che sulla superficie, sebbene non si possa escludere sia esistita per miliardi di anni, trovare la vita in quello «sfasciume di pietre» oggi rappresenta un'ipotesi remota. Diverso potrebbe essere lo scenario qualche metro più in basso, nel sottosuolo, dove le radiazioni ionizzanti non arrivano. Avrebbe dovuto essere l'obiettivo della ricerca del rover *Rosalind Franklin* dell'ESA, seconda missione del programma ExoMars, in collaborazione con la Russia, rimandata a data da definirsi dopo l'invasione dell'Ucraina.

Andiamo, vediamo, trasformiamo

Eppure, nonostante tutto, come sempre l'ingegno umano potrebbe avere una soluzione per trasformare il deserto, o almeno una sua parte, in un'oasi. Le ricerche suggeriscono che il suolo marziano potrebbe essere coltivato.¹⁴ Magari a patate, come fa Mark Watney, il protagonista di *The Martian* che abbiamo incontrato diverse pagine fa: un romanzo meno fantascientifico di quanto possa sembrare.

Sebbene viaggino a centinaia di chilometri di quota, anche le sonde hanno svelato molti segreti di un pianeta che si vorrebbe abitare. L'europea *Mars Express* ha scovato grandi laghi sotterranei sepolti sotto al Polo Sud.¹⁵ Più di recente, ha rilevato quelli che potrebbero essere strati di ghiaccio d'acqua sotterranei, in una regione vicina all'equatore. Tanta acqua «da

riempire il Mar Rosso» o coprire l'intera superficie di Marte «con uno strato profondo da 1,5 a 2,7 metri». ¹⁶ Beninteso, si è nel campo delle ipotesi, basate sulle rilevazioni indirette emerse analizzando l'eco raccolto dalle onde radio di Marsis, uno strumento di *Mars Express*. La conferma arriverà in un solo modo: andando a scavare. Ma, anche su questo punto, la prudenza è obbligatoria.

Con le tecnologie di propulsione attuali, raggiungere Marte richiede un viaggio di circa sette mesi. Molto dipende dalla traiettoria scelta, dalla potenza dei motori e dalla massa di mezzi e carichi coinvolti. Calcoli, cifre e pronostici non potrebbero essere più diversi. La stima più accreditata indica un viaggio lungo fra i ventuno e i trenta mesi, andata e ritorno; ma, ancora, tutto dipende da potenza e massa e dallo stato dell'arte della tecnologia. Nel 2023, per esempio, la NASA ha presentato lo studio su un motore che, sfruttando l'energia nucleare, potrebbe accorciare i tempi di crociera fino a quarantacinque giorni. ¹⁷

Quel che è certo, come aveva già intuito von Braun, è che non basterà inviare un'astronave con decine di occupanti (come la Starship di SpaceX), ma serviranno decine di lanci per fare rifornimento nello Spazio; e per fare in modo che sulla superficie marziana, e in orbita attorno al pianeta, arrivi quanto necessario per assicurare la sopravvivenza dell'equipaggio (cibo, acqua, attrezzature) e per permettergli di tornare a casa.

Non basterà il minimo indispensabile: servirà ridondanza, cioè eccedenza, per evitare contrattempi e imprevisti. Servirà un'infrastruttura per comunicare, e allo sviluppo di questo progetto stanno già lavorando l'Agenzia Spaziale Italiana e Thales Alenia Space nell'ambito della missione International Mars Ice Mapper, una partnership fra ASI, NASA, CSA (l'Agenzia Spaziale Canadese) e JAXA (l'Agenzia Spaziale Giapponese), il decollo del quale è programmato fra il 2031 e il 2033. E servirà denaro, mol-

to: un report del 2016 stilato da Harry W. Jones del NASA Ames Research Center lo quantifica in 500 miliardi di dollari.¹⁸ Vale a dire il doppio del patrimonio personale di Elon Musk, che comunque sembra non mollare; nell'ottobre 2023, Musk ha dichiarato che SpaceX potrebbe atterrare su Marte «fra tre o quattro anni». È un test sulla via dell'anelata colonizzazione, forse, che l'uomo più ricco del mondo vorrebbe attuare lanciando centinaia di Starship, ognuna con cento persone a bordo.¹⁹

Prima, la Luna

Nel 2016 l'allora presidente americano, Barack Obama, annunciò che gli Stati Uniti avrebbero inviato le prime persone su Marte negli anni trenta di questo secolo.

Nel frattempo, non c'è disillusione che venga risparmiata. Compresa quella di Donald Trump, presidente in carica nell'aprile del 2017, quando, in collegamento dallo Studio Ovale con l'astronauta Peggy Whitson, allora sulla iss, disse di voler portare l'uomo su Marte entro la fine del suo eventuale secondo mandato, fra il 2024 e il 2028. «Faremo del nostro meglio» gli rispose Whitson educatamente.²⁰ «Perché non possiamo andare direttamente su Marte?» incalzò il presidente, rivolto all'allora amministratore della NASA: perché la Luna è un «terreno di prova» per andare sul Pianeta rosso, spiegò Jim Bridenstine, un terreno che consentirà alla NASA di testare le tecnologie necessarie per mantenere in vita le persone durante le lunghe esplorazioni dello Spazio più profondo: «Quando andremo su Marte dovremo restarci per un lungo periodo. Quindi dobbiamo imparare a vivere e a lavorare su un altro mondo».²¹

Un mondo, aggiungeremmo noi, non meno ostile.

41. Come su *Dune*

La Luna è un deserto anche più inospitale di Marte.

Come Marte, è priva di un campo magnetico in grado di proteggerla da radiazioni e tsunami di particelle ionizzanti, che piovono dallo Spazio e dal Sole. Non ha nemmeno un'atmosfera capace di neutralizzare le micrometeoriti, che infatti ne raggiungono il suolo indisturbate, sparate a migliaia di chilometri all'ora.

Sulla Luna il giorno dura due settimane, e così la notte; l'ombra è più nera del nero; i quindici giorni di buio sono rischiarati solo dalla luce riflessa dalla Terra. Sarebbe facile immaginare posti più confortevoli in cui stabilire una colonia.

Nondimeno, è proprio la sfida a espandersi in territori inesplorati e ostili a costituire il volano che spinge la civiltà umana a diventare multiplanetaria. Era così sessant'anni fa, quando il programma Apollo portò dodici uomini a toccare la Luna, ed è così oggi, mentre la NASA dichiara ufficialmente che l'obiettivo, su quel mondo estremo, è «andare per restarci».²²

Fra le tante, c'è però una differenza sostanziale: in questo secolo lo stimolo dell'avventura selenica è in buona parte *economico*. Ancora una volta, si prendano in prestito le parole di

Luca Parmitano: «L'orbita bassa terrestre, dove si trova la iss, è a 400 chilometri di distanza. La Luna è mille volte più lontana dall'orbita bassa e Marte è mille volte più lontano della Luna. La complessità aumenta in maniera esponenziale, quindi bisogna fare passi progressivi per esplorare in sicurezza. [...] Nel frattempo avremo creato nuova tecnologia, le cui applicazioni sono poi sempre un ritorno industriale sulla Terra».²³

È una sintesi perfetta, e nulla vieta la si approcci dalla prospettiva opposta: la Luna è vicina, mille volte più vicina di Marte. Ergo, è il giusto trampolino di lancio per arrivare su un altro pianeta.

Il primo avamposto: promesse e sfide

«Andare per restare» significa stabilire un avamposto, una base. Certo, servono le condizioni giuste: anche se più breve, il viaggio sulla Luna ha costi rilevanti in termini di energia e richiede di sconfiggere la gravità terrestre. E, come per Marte, bisogna approntare tutto affinché gli equipaggi – di coloni o esploratori – abbiano di che vivere. Anche per raggiungere la Luna non basterà un solo lancio e la destinazione scelta dovrà essere adatta: dovrà essere, per esempio, un luogo dove l'energia, una delle monete più preziose nello Spazio, sia sempre disponibile.

Il Polo Sud lunare è la destinazione selezionata dalla NASA per il grande ritorno. Fra le regioni terrestri meno invitanti, il Polo, sulla Luna, è un'oasi. In particolare grazie alla presenza di crateri come lo Shackleton, dove i raggi solari, quasi sempre paralleli alla superficie, permettono al buio di durare in eterno; e così al ghiaccio, che si stima possa abbondare proprio lì, dove non può sciogliersi. Al contrario, il rilievo che circonda il cratere come un anello rimane illuminato per il 90% del tem-

po.²⁴ Significa avere luce da raccogliere con i pannelli solari e ghiaccio da fondere per ottenere acqua e, con lei, idrogeno e ossigeno. In altre parole, energia tutti i giorni dell'anno. Dove piantare le tende se non lì?

Uno dei pilastri della nuova esplorazione lunare è codificato in una sigla, già incontrata nelle pagine precedenti: «ISRU». Sta per In-Situ Resource Utilization e significa poter sfruttare le risorse che si trovano nelle regioni esplorate, tanto da rendere sensato abitarle. Nulla di così diverso dalle spedizioni esplorative dei secoli passati, pronte a colonizzare i territori del Sudamerica o del lontano ovest degli Stati Uniti. Come duecento anni fa, si tratta ancora di spingere più lontano una frontiera. Il ghiaccio d'acqua nascosto al centro di un profondo cratere è il corrispettivo dei fiumi o dei laghi sui quali si costruivano gli insediamenti. La polvere lunare, la regolite, è il legname e la pietra di un tempo, la materia con cui erigere architetture simili a igloo per ripararsi dalle condizioni esterne, ostili, estreme. E l'elio-3, i minerali e le terre rare saranno un giorno come le miniere aurifere.

Purtroppo, sebbene più a portata, anche la Luna sembra irridere l'illusione collettiva. «Tra pochi anni un villaggio?» si domandava Gianfranco Piazzesi il 5 febbraio 1971 in un articolo su *La Stampa* pubblicato appena sotto la notizia dell'alunaggio dell'*Apollo 14*. Era una storia tratta dall'*Economist*, che, spiegava il giornalista «si abbandona a previsioni che a un profano sembrano ardite». Si immaginava che «negli anni ottanta, dopo la prima capanna spaziale, sarà certamente possibile uno stabile insediamento umano sulla Luna. Dopo il 1990 sulla Luna nascerà il primo bambino: nel 2000 avremo vere e proprie città lunari con una popolazione stabile di qualche migliaio di abitanti».²⁵ La Storia ha avuto un parere diverso: i piani di Nixon e la svolta in orbita terrestre hanno, *de facto*, sancito il ritorno dell'umanità nel giardino spaziale di casa.

Raggiunta, sedotta e abbandonata la Luna, la nostra civiltà ha preferito stabilirsi su un avamposto più facilmente raggiungibile, la Stazione Spaziale Internazionale.

Artemis

Il sogno lunare, nonostante le difficoltà, non si è spento. Sopito per qualche decennio, si è destato intorno al 2015, quando fu chiaro che partire per Marte senza presidiare il quartiere più vicino sarebbe stato folle.

A quel punto, da Obama a Trump, le mire più ambiziose hanno ricalibrato il tiro, orientandosi su un bersaglio più prossimo che, a un tempo, fosse anche il preludio ai centri successivi. Statunitense per concezione, gestione, leadership (e obiettivi strategici), questa volta però il programma Artemis non sarà più, come fu invece l'Apollo, solitario. Washington ha aperto – ha *concesso* – l'avventura alla partecipazione internazionale, con un invito raccolto in prima istanza dal Canada e dall'Europa (con l'Italia in testa), poi estesi.

Molto più articolato di Apollo, Artemis ha esordito con una navicella vuota.

Il 16 novembre del 2022, alle 7.47 italiane, è decollato per la prima volta da Cape Canaveral lo Space Launch System, il «nuovo» (sull'aggettivo aleggiano giustificate perplessità)²⁶ vettore della NASA, concepito per spingere la capsula *Orion* e i suoi futuri equipaggi in orbita lunare. In orbita, sì, perché quando si tratterà di scendere sulla superficie occorrerà affidarsi ai privati. Il ruolo delle compagnie commerciali è l'altro, nuovo, *game changer* del programma lunare in corso. Dopo avere restituito agli Stati Uniti la capacità di accesso all'orbita per gli astronauti, Elon Musk e SpaceX forniranno alla NASA il veicolo per farli

scendere sulla Luna. Un'attività che dovrebbe riprendere non prima del settembre 2026 e sempre che le illusioni non incapino un'altra volta nell'irrisione selenica.

A bordo della *Orion*, nella missione Artemis I, non c'era anima viva. Era il primo test, celebrato come un successo pressoché totale. La capsula è entrata in orbita attorno alla Luna, quindi ha fatto rientro sulla Terra e, dopo aver percorso più di due milioni di chilometri in venticinque giorni, si è tuffata nell'Oceano Atlantico. Non priva di graffi, doveroso sottolinearlo: ha riportato danni allo scudo termico per via di un'erosione inaspettata durante il rientro in atmosfera, la fase più critica e pericolosa del viaggio.

Purtroppo, s'è trattato solo di un presagio: a rallentare la cadenza delle missioni successive hanno contribuito anche altre magagne, cioè dei problemi al sistema di supporto vitale della *Orion* designata per Artemis III, che sarà la prima a riportare l'umanità sulla Luna. Le ispezioni dell'hardware consegnato per la capsula hanno evidenziato un difetto di progettazione nei circuiti che azionano le valvole, una parte del sistema vitale. Per questo la NASA ha annunciato che la seconda missione, Artemis II, destinata a trasportare il suo equipaggio attorno alla Luna, partirà entro la fine del 2025 e non più, come previsto inizialmente, del 2024. Di conseguenza il prossimo sbarco, quello che permetterà per la prima volta a una donna e a una «persona di colore» (la dicitura è della NASA)²⁷ di lasciare un'impronta sulla regolite, avverrà anch'esso con almeno un anno di ritardo.²⁸

All'arrembaggio: Luna, terra contesa

D'altronde, ammonirebbe Robert Anson Heinlein, la Luna è una severa maestra. Se ne accorgono gli israeliani di SpaceIL

nel 2019, quando il loro lander, *Beresheet*, si ammutolisce a pochi minuti dal registrare negli annali il primo allunaggio di una compagnia privata.²⁹ Stessa sensazione, di smarrimento e delusione, nella sala controllo che nell'aprile 2022 perde il segnale di HAKUTO-R, altro tentativo di un'azienda privata, ispace, questa volta giapponese.³⁰

In pochi mesi il traffico sulla traiettoria selenica cresce perché bisogna trovare un posto nella nuova corsa. E l'India scrive la storia: *Chandrayaan-3*, la terza missione lunare di New Delhi, si posa nella regione del Polo Sud quando in Italia sono le 14.34 del 23 agosto 2023. È un momento storico per l'India, che dopo Unione Sovietica, Stati Uniti e Cina diventa il quarto paese a effettuare un atterraggio morbido sulla Luna. Promette di avanzare a grandi falcate nel suo programma spaziale,³¹ forte di una nuova *Space policy* pronta a sostanziare l'apertura del settore ai privati.³²

Il ritmo della corsa aumenta e gli Stati Uniti non intendono perdere terreno: in uno dei periodi più trafficati per le nuove autostrade lunari, decolla *Peregrine Mission One* (o *Peregrine Lunar Lander*) di Astrobotic Technology, la prima missione del programma *Commercial Lunar Payload Services* (CLPS), finanziato dalla NASA per portare a destinazione carichi, anche privati, in preparazione e a supporto di Artemis. Sarebbero pronte le celebrazioni per il ritorno sulla Luna degli Stati Uniti, cinquantun anni dopo l'Apollo 17, ma l'illusione incontra la realtà appena superata l'atmosfera terrestre: poche ore dopo il lancio è già evidente che *Peregrine* non toccherà mai la superficie di un altro mondo. Il motore principale non funziona come dovrebbe, una perdita di carburante preclude a *Peregrine* qualsiasi possibilità di allunaggio. Il 18 gennaio 2024, dopo aver raggiunto l'orbita selenocentrica, *Peregrine* brucia nell'at-

mosfera terrestre, dove NASA e Astrobotic avevano deciso di dirigerla per non seminare detriti in orbita cislunare.

Il giorno successivo, il lander *Slim* dell'Agenzia Spaziale Giapponese riesce invece a posarsi nel Mare Nectaris. Peccato lo faccia di sbieco: uno dei due motori principali smette di funzionare e *Slim* è costretta a scendere usando solo l'altro. La manovra, però, impedisce al lander di arrivare al suolo nella posizione corretta, quella che permetterebbe una piena ricarica dei suoi pannelli solari. Ciononostante l'impresa è un successo, che iscrive il Giappone al quinto posto tra i paesi capaci di un *touchdown* controllato sulla Luna.

Finalmente gli Stati Uniti tornano a calpestare la regolite il 23 febbraio successivo, con la prima missione commerciale a riuscirci: Intuitive Machines «tocca» poco dopo la mezzanotte italiana. Il lander *Odysseus* porta con sé dodici esperimenti, sei dei quali sono della NASA, gli altri di aziende private. È la seconda missione del programma CLPS e trasporta dispositivi da testare per la navigazione e la discesa, aspetti cruciali per validare tecnologie di allunaggio automatico e per studiare l'ambiente circostante. Anche in quest'occasione, tuttavia, le difficoltà non mancano e riguardano proprio le ultime fasi di navigazione autonoma. Il segnale del lander è debole, ma c'è. Perché anche *Odysseus* non ha concluso l'allunaggio come previsto. Rottasi una zampa di atterraggio durante la discesa, il lander giace stesso, ribaltato fra rocce e polvere.³³ Riesce comunque a trasmettere la sua vitalità al centro di controllo terrestre e, sebbene tanto basti perché Intuitive Machines e NASA inneggino al successo, è l'ennesima conferma di quanto sia ostico ripartire dalle imprese passate per estenderne gloria e portata.

Il programma in questione, il Commercial Lunar Payload Services, ha una capacità di spesa di 2,6 miliardi di dollari in dieci anni per un numero non definito di contratti che hanno iniziato

a essere stipulati nel 2019 proprio con Astrobotic Technology e Intuitive Machines.³⁴ Per ora sono una decina; i partner commerciali vengono finanziati per sviluppare, costruire e lanciare sonde, lander e rover lunari che portino dispositivi ed esperimenti della NASA. L'obiettivo, in questa prima fase, è sia di esplorazione sia di verifica per tecnologie utili come le comunicazioni satellitari; di quest'ultimo aspetto si occuperà Firefly Aerospace, in una collaborazione con l'Agenzia Spaziale Europea.

Pianificazione

Con qualche semplificazione e non meno forzature, la Luna è un altro mondo. Se ne sono composte mappe precise ad alta risoluzione grazie alle sonde in orbita, ma l'esplorazione di lande così lontane dovrà essere supportata da una rete satellitare per la comunicazione, il posizionamento e la navigazione. Per operare sul deserto selenico saranno necessari internet e GPS (o LPS, Lunar Positioning System). L'ESA, fra i partner principali degli Stati Uniti nel programma Artemis, sta lavorando anche con la Moonlight Initiative;³⁵ la Cina non è da meno, con i satelliti della futura costellazione Queqiao (letteralmente «ponte di gazze»), il primo lanciato nel maggio 2018 e il secondo nel marzo 2023, apparati che funzioneranno da ponte radio per ampliare le comunicazioni fra la superficie lunare e la Terra e favorire i collegamenti con le missioni Chang'e-4, 6, 7 e 8.

Molte missioni lunari, come già fanno quelle del programma CLPS, caricano e caricheranno anche *payload* (carichi paganti) di privati che abbiano acquistato volume e massa per portare lontano il loro business e validare tecnologie nuove. È una replica, più rapida, del processo già in corso in orbita bassa. Oppure, tornando più indietro con la memoria, è la nuova

declinazione delle spedizioni di esplorazione nel Nuovo Mondo e ai confini delle terre conosciute: come ieri, anche domani i governi apriranno la strada con investimenti colossali (se rapportati alle disponibilità dei singoli privati) e creeranno i presupposti affinché l'imprenditoria possa poi procedere da sola generando profitti. O, meglio, generando un'economia nuova.

Uno studio dello Space Economy Evolution Lab dell'Università Bocconi di Milano ha stimato che un *business plan* per sfruttare la Luna dal punto di vista commerciale può avere una possibilità di successo prossima al 100%; adesso e per diversi anni, però, la pianificazione rimarrebbe legata alla collaborazione pubblico-privata e, almeno per ora, all'estrazione di idrogeno e ossigeno dall'acqua.³⁶ È ancora lontano il momento in cui lo *Space mining* arricchirà gli imprenditori disposti a rischiare il loro capitale per attingere alle ricchezze del suolo lunare, ma, considerato il ritmo con cui la *Space economy* evolve, è verosimile l'attesa possa ridursi via via.

Un attracco sempre più vicino

Si scriveva della convinzione per cui il primo *Mars walker* è già nato. È una speranza; di certo c'è che, già oggi, ogni nuova matricola all'università è nata in un mondo in cui gli esseri umani hanno imparato ad abitare, e vivono, due sistemi differenti: quello terrestre, che ci incolla al suolo, e quello extra-atmosferico, dove un avamposto, la Stazione Spaziale Internazionale, è permanentemente abitato da ventiquattro anni. Con buona pace di Elon Musk, non ancora multiplanetaria, la civiltà umana è ormai spaziale e oggi è pronta a cercare una sua nuova evoluzione oltre il cielo. Come suggerisce Tommaso Ghidini, è tempo dell'*Homo caelestis*.

Si è già scritto: in un passo suggestivo dell'*Outer Space Treaty*, si intende lo Spazio come «provincia di tutta l'umanità». La definizione, subito all'articolo 1, è solenne: include territori misteriosi, lontani, inesplorati e ostili, compresi mondi che solo l'immaginazione può permettere di pensare.³⁷ Luoghi, però, che grazie a decenni di letteratura e cinematografia fantascientifica possono sembrare meno remoti anche a chi non si occupi di Spazio con regolarità. Difficile spiegare altrimenti lo stupore che permea l'opinione pubblica per le difficoltà e gli insuccessi incontrati dalle imprese lunari negli anni recenti – e senza nemmeno che il novero degli increduli comprenda «lunacomplotisti» o negazionisti di qualsiasi altro genere.

Basterebbe osservare gli obiettivi e le specificità di Apollo per capire come ai tempi la Luna fu più una tappa di «cabotaggio», per prendere in prestito un termine della navigazione. In questo secolo, lassù, l'umanità punta a costruire un porto e una colonia, i primi su un mondo diverso dalla «culla» terrestre. C'è chi, come la Defense Advanced Research Projects Agency, pensa già a un treno lunare: nel marzo 2024 l'agenzia americana ha affidato a Northrop Grumman uno studio di fattibilità circa la realizzazione di una rete ferroviaria. Lo studio afferisce a LunA-10, il programma presentato nel 2023 con cui la DARPA finanzia aziende private statunitensi³⁸ per studiare idee, tecnologie e infrastrutture a supportare, dal 2035, la *Lunar economy*.

Artemis sarà un nuovo inizio, uno dei piani più complessi e ambiziosi mai intrapresi dal genere umano. Prevede di progettare e far funzionare mezzi e infrastrutture per tornare a calcare la superficie selenica e viverci, in principio per alcune settimane, sfruttando il Gateway in orbita cislunare come base di appoggio. È il porto menzionato qualche riga sopra, sistemato su un'orbita ellittica attorno alla Luna. Il Gateway sarà l'avamposto a cui attraccare con il veicolo decollato dalla Ter-

ra (per ora la *Orion* della NASA, coadiuvata dal suo European Service Module realizzato dell'ESA) e dal quale poi imbarcarsi per scendere sulla superficie. Starship – la versione lunare della quale, con qualche ritocco *ad hoc*, si chiamerà *Moonship* – sarà il lander delle prime missioni. Più avanti sarà utilizzato anche quello di Blue Origin, battezzato *Blue Moon*.³⁹

Mentre quest'ultimo, nella concezione, somiglia a un lander «classico», con quattro zampe e un modulo di ascesa, Starship è il veicolo che più si avvicina all'idea di astronave, con un sistema di decollo e atterraggio verticali. Non è una capsula, ha un volume pressurizzato di mille metri cubi. Può portare sulla Luna, secondo i dati forniti da SpaceX, fino a 100 tonnellate. L'ampia capacità interna costituirà un quartiere residenziale confortevole per equipaggi di due o quattro persone.⁴⁰

Artemis III, la missione del prossimo allunaggio umano, non avrà l'appoggio del Gateway, ma sarà un *rendez-vous* tra *Orion*, con la quale partiranno gli astronauti da Cape Canaveral, e *Moonship*, il mezzo che dall'orbita selenica li scorterà sul Polo Sud di un altro mondo. In quell'occasione *Moonship* trasporterà due astronauti, che resteranno sulla Luna una settimana e poi ripartiranno, risalendo su *Orion*, per tornare verso casa.

Eppure, sebbene atteso da più di mezzo secolo, il ritorno dell'umanità sulla superficie selenica sarà solo un assaggio. Solo dopo si comincerà a fare sul serio.

42. Colonie extra-mondo

Quale che sia la prossima residenza spaziale (una colonia? Un Moon Village? Delle caverne del futuro?), il nostro nuovo insediamento nello Spazio costituirà comunque un ritorno alle origini. Una specie, la nostra, dovrà adattarsi alle condizioni estreme e pericolose dell'ambiente in cui abita. Non ci saranno animali feroci, come durante l'alba del genere umano, ma ci sarà il freddo, o meglio, il vuoto; nessun evento atmosferico a colpirci, ma proiettili che piovono dal cielo, micrometeoriti che arrivano a migliaia di chilometri orari senza trovare un'atmosfera dentro cui dissolversi. E poi, certo, dovremo fronteggiare un'intensa pioggia di radiazioni. L'astronave che sarà la nostra prima dimora avrà uno scudo per fermare tutto questo. Poi, però, serviranno quartieri in cui condurre esperimenti e trovare ristoro, magari addirittura un po' di comfort.

Le città invisibili (per ora)

Da diversi anni, istituti di tutto il mondo e agenzie spaziali lavorano a progetti di edilizia lunare. L'ESA, per esempio, ha

messo a punto un sistema di stampa 3D che sfrutta la regolite.⁴¹ Gli ingegneri progettano robot autonomi, simili a ruspe, che possano raccogliere la polvere lunare per costruire igloo abbastanza spessi da difendere il corpo umano dagli agenti esterni.

Anche la NASA lavora a un programma simile con un altro studio di architetti, ICON, ben finanziati (60 milioni di dollari) per un concept di colonia lunare che, almeno per ora, presenta tratti da fantascienza spinta: edifici alti come palazzi di cinque piani collegati da strade, sfere geodetiche trasparenti (i vetri sono l'incubo degli architetti per gli ambienti pressurizzati). Città, insomma. Che tuttavia sono pensate nel solco di un concetto paradigmatico: la modularità.⁴² È questo l'approccio, in ambito spaziale: esagoni di cemento stampati per far crescere un edificio come le api fanno crescere l'alveare. Si pensa anche ad ambienti prefabbricati, da assemblare in loco, come suggerisce, per esempio, la visione degli architetti dello Studio Skidmore, Owings & Merrill, sempre per l'ESA.⁴³ O ancora, si immaginano moduli gonfiabili per creare lo spazio abitabile da ricoprire con quello stesso terreno, come quelli proposti a ESA da Pneumocell o Hassel.⁴⁴

Non mancano le caverne, a sostanziare la suggestione di un ritorno al passato: passeremmo dall'*Homo caelestis* indietro fino al *sapiens*, costretto a misurarsi con un ambiente primitivo, non addomesticato e chissà quanto addomesticabile. In effetti ci sono luoghi, sulla Luna, che possono offrire ripari naturali senza necessità di impiegare grandi quantitativi di risorse in opere edilizie. Sono caverne ampie, tubi lavici, vuoti nel sottosuolo che arrivano a misurare anche un chilometro in larghezza e diverse centinaia di metri in altezza. Tanto da poter contenere villaggi o intere città. Si sono formati quando la Luna era ancora mossa da grande attività vulcaniche e la lava, ritraendosi, ha lasciato dietro di sé solchi e gallerie. Un

concorso di architettura in Italia ha esplorato idee abitative proponendo insediamenti che sfruttino queste cavità. Il cratere scelto per il concorso Moon Station, organizzato da Young Architects Competitions (YAC) di Bologna, è il Lacus Mortis Pit: ha una rampa di accesso naturale, agibile con i mezzi robotici. Altri crateri hanno pareti verticali molto più ostiche.⁴⁵

Quelli menzionati sono esempi di *conceptual architecture*: idee, immagini complesse e futuristiche, ma anche futuribili perché non avulse dall'ingegneria pratica. Ma, un po' come accade nel caso delle grandi opere sulla Terra, per mettere la prima pietra e popolare il cantiere dovremo veder sorgere quartieri prefabbricati; spazi pressurizzati, pronti subito dopo la posa al suolo. Thales Alenia Space ha un contratto con l'Agenzia Spaziale Italiana per sviluppare un Multi-Purpose Habitat (MPH), un modulo abitativo pensato per fornire un habitat sicuro agli astronauti impegnati nell'indagine lunare.⁴⁶ Il concept iniziale è quello di un cilindro di aspetto spartano, simile ai container dei cantieri dove un giorno sorgeranno palazzi. Thales Alenia Space, d'altronde, è un'eccellenza nel ritagliare ambienti abitabili nel vuoto. L'ha fatto per la Stazione Spaziale Internazionale e lo sta facendo per il Lunar Gateway: ha un contratto con l'ESA per costruire a Torino i moduli Lunar View e Lunar I-Hab, e con Northrop Grumman per la parte pressurizzata del modulo HALO.⁴⁷

Space architecture, o tracciare bellezza nel nulla

Come ben delineato da Ghidini nel suo saggio «oggi, per la prima volta nella sua storia, l'*Homo sapiens sapiens* si è costruito la possibilità concreta di portare la propria vita, la propria cultura, i propri ideali, perfino i propri amori, là dove la vita non

esiste».⁴⁸ L'architettura e il design sono uno di quegli aspetti che, dalla notte dei tempi, prendono la forma impressa dalla cultura umana, arricchendosi di significato ed estetica. I lavori di Space architect e Space designer appartengono al presente e al futuro, finalizzati a immaginare, disegnare, progettare e costruire non solo gli ambienti, le pareti e gli immobili, ma anche le sedute, gli attrezzi, le comodità di cui i pionieri di un nuovo mondo (inteso questa volta come nuovo corpo celeste, tondo, un altro centro di gravità) avranno legittimamente bisogno. Daniel Inocente, senior Space architect di Blue Origin, ha sintetizzato in poche parole il senso di tutto questo: «Per me, l'architettura spaziale non può essere bella solo dall'esterno. Deve essere anche fantastica dall'interno. E ora stiamo assistendo a un Rinascimento dell'esplorazione umana dello Spazio. Ci sono molte opportunità per creare un habitat spaziale molto bello. [...] Puoi integrare tutte le cose che ora vedi sulla Stazione Spaziale Internazionale e nascondere tutto nella parte posteriore. Così tu sei concentrato unicamente sul fatto di essere lì a fare qualsiasi attività tu voglia fare senza sentirti assediato dal disordine».⁴⁹ Servirà concentrarsi, sulla Luna, quanto e più che in orbita, dove l'ambiente è chiuso e l'oggetto della ricerca resta (quasi) sempre all'interno di un ambiente pressurizzato, lo stesso in cui si abita e si vive. Quando l'esplorazione si concentrerà all'esterno, dove si è protetti solo da una tuta e da un serbatoio di ossigeno, le cose cambieranno. E, lungi dal cedere alle ipotesi peggiori dell'astropolitica, oltre al vuoto e alle radiazioni potrebbe esserci un'altra complessità da gestire: il fatto di non essere soli.

43. I futuri signori della Luna. Nuove alleanze e *Space law*

Chi comanderà sulla Luna? La domanda, fra le più complesse cui rispondere (si proverà a farlo nell'appendice dedicata alla *Space law*) implica si allarghi l'orizzonte fino a contemplare che sulla Luna non ci saranno solo l'Europa o gli Stati Uniti. L'arrembante programma lunare di Pechino, difatti, può tenere testa o addirittura surclassare quello degli «occidentali».

La Cina è la terza nazione a essere sbarcata in modo controllato sulla Luna. L'ha fatto quattro volte, tutte con successo: la prima nel 2013, quando la missione Chang'e-3 (nella mitologia cinese la dea della Luna) ha portato il rover *Yutu* (il «Coniglio di giada» della divinità) a esplorare il sito ribattezzato Guang Han Gong (il suo «Palazzo lunare»).⁵⁰ Nel gennaio 2019 Chang'e-4 ha portato per la prima volta veicoli automatici sul lato lunare nascosto, un lander e un rover in una regione vicina al Polo Sud. Il risultato – come già evidenziato, di portata storica – è stato raggiunto anche grazie al lancio del primo satellite *Queqiao*, in orbita attorno a un punto lagrangiano ben oltre la Luna per fare da tramite con i dispositivi al suolo. Tra il novembre e il dicembre 2020 è toccato a *Chang'e-5* scendere sulla superficie selenica,

per raccogliere due chili di campioni e quindi portarli sulla Terra. Tutto in poco più di tre settimane. Decollata il 3 maggio del 2024, *Chang'e-6* è invece tornata sul lato nascosto della Luna per prelevare e riportare sulla Terra – altro primato storico – quasi due chili di polvere e rocce seleniche.

È logico che il prossimo obiettivo, per Pechino, sarà portarci i taikonauti, sulla Luna. Talmente logico da essere già stato annunciato. L'occasione l'ha offerta la Festa delle lanterne, che chiude i festeggiamenti del Capodanno cinese. Pechino ha svelato i piani per il primo sbarco di un equipaggio di nazionalità non statunitense. Occorreranno due lanci, si è precisato, con uno schema non molto diverso da quello adottato per il programma Artemis: la navicella *Mengzhou* porterà i taikonauti fino all'orbita lunare e qui troverà il lander, *Lanyue*. Entrambi partiranno a bordo di razzi di nuova generazione, i Lunga Marcia 10. Dopo l'attracco e il trasferimento dell'equipaggio e concluse le operazioni al suolo, la missione prevede il decollo e il nuovo *rendez-vous* in orbita lunare, quindi il ritorno della *Mengzhou* verso la Terra.⁵¹

Il Lunga Marcia 10 non si è ancora mai staccato dal suolo e ha una potenza notevolmente inferiore rispetto a quella di *Starship*. La Cina, però, ha pressoché azzerato il gap con gli Stati Uniti e non sarebbe sorprendente se la gara lunare, anziché in una maratona, si risolvesse in uno sprint.

Pechino, Mosca e i nuovi equilibri mondiali

Pur ridimensionate dall'epoca della prima *Space race*, anche le ambizioni lunari della Russia non andrebbero sottovalutate. Perché, mentre è da escludere che oggi Mosca possa guidare un tentativo di sbarco, per competenze e storia la sua collabo-

razione con la Cina sarà rilevante. La Federazione ha deciso di accodarsi alla Repubblica Popolare per un'iniziativa parallela ad Artemis, la International Lunar Research Station (ILRS).⁵² Secondo i piani presentati all'UNOOSA, la ILRS sarà una collaborazione internazionale per la quale sta nascendo un nuovo ente, la International Lunar Research Station Cooperation Organization. Sarà aperta a tutti i paesi che vorranno farne parte. L'intento è costruire una base di ricerca che operi in totale autonomia, con una presenza umana per brevi periodi. Hanno già aderito all'iniziativa, tra gli altri, gli Emirati Arabi Uniti e l'Organizzazione per la cooperazione spaziale Asia-Pacifico, che comprende, oltre alla Cina, l'Iran, la Turchia, il Pakistan, il Perù, la Mongolia, il Bangladesh, la Thailandia e il Venezuela.

Non che Pechino escluda di voler fare passi avanti anche in autonomia. Mentre il *Tiangong Kaiwu* (letteralmente «Lo sfruttamento delle opere della Natura») è un'enciclopedia compilata da Song Yingxing nel Seicento,⁵³ quello del XXI secolo è un piano spaziale di esplorazione e sfruttamento delle risorse extra-atmosferiche che parte dalla Luna per arrivare agli asteroidi. La Cina prevede di realizzarlo entro il 2100, con una *roadmap* che si muove dall'estrazione di ghiaccio e minerali sulla Luna. Non si tratta di un programma approvato ufficialmente: per ora è una proposta accademica, che tuttavia riflette le ambizioni del Dragone.⁵⁴

Nel frattempo, come dimostrato con lo sbarco del lander *Vikram* e del rover *Pragyan*,⁵⁵ anche l'India punta a ridefinire lo scenario delle potenze spaziali. Forte della quinta economia mondiale, negli scorsi anni New Delhi ha portato una sonda in orbita attorno a Marte e oggi va implementando con rapidità un sistema di trasporto astronauti (nel caso indiano, «vymannauti») che promette di esordire nel 2025.

Pur non esaustiva, basterebbe questa panoramica per ave-

re evidenza dei due blocchi formatisi a margine della nuova *Moon race*. Uno a guida sino-russa e l'altro, come sessant'anni fa, occidentale, ma questa volta formato non da un solo attore. Alla leadership (e alla paternità) degli Stati Uniti si sono via via accodati in tanti: l'Europa, con l'ESA e i suoi ventidue stati membri; il Canada (sarà canadese uno degli astronauti che si imbarcheranno per la missione Artemis II, che girerà attorno alla Luna nel 2025); il Giappone, che partecipa alla costruzione del Lunar Gateway e vanterà la prima persona non americana del programma a camminare sulla Luna; infine, gli Emirati Arabi Uniti e l'India, la partecipazione della quale potrebbe essere dovuta al coinvolgimento di Cina e Pakistan nel blocco orientale.

L'inderogabile Space law

A orientare la collaborazione con gli Stati Uniti sono gli *Artemis Accords*, un testo pubblicato nell'ottobre 2020 e a giugno 2024 firmato da quarantatré paesi (fra i primi, anche dall'Italia).⁵⁶ Per quanto non adottati da alcun organismo sovranazionale – l'ONU, per esempio –, gli *Artemis Accords* enunciano dieci principi proposti da Washington per regolamentare, sotto la guida dell'iniziativa americana, le attività che si svolgeranno sul nostro satellite. Si rifanno all'*Outer Space Treaty* del 1967, in particolare per quanto riguarda il riconoscimento corale dello Spazio come risorsa a beneficio dell'umanità intera, e stabiliscono le regole generali di cooperazione tra i paesi coinvolti nell'esplorazione e nello sfruttamento delle risorse lunari, compresa l'interoperabilità, cioè l'uso di standard comuni per i sistemi tecnologici.

Gli accordi, la firma dei quali costituisce la condizione minima per lavorare al programma lunare con gli Stati Uni-

ti, promuovono il mutuo soccorso in caso di emergenze e la trasparenza nella diffusione delle scoperte e delle conoscenze scientifiche; sottolineano l'importanza di preservare i siti che conservano i resti delle passate missioni lunari; precisano che «l'estrazione di risorse spaziali non costituisce intrinsecamente un'appropriazione nazionale ai sensi dell'articolo 2 del Trattato sullo Spazio Extra-atmosferico e che i contratti e gli altri strumenti legali relativi alle risorse spaziali devono essere coerenti con tale Trattato».⁵⁷

A una prima analisi, sembrerebbero sancire un parziale ripensamento di quanto stabilito dall'*executive order* di Trump, di poco precedente. Ma è il capitolo 11 «Deconfliction of Space activities», a smentire le apparenze: vi si menzionano le *safety zones*, aree molto simili a zone di utilizzo esclusivo, da rispettare per non danneggiare le attività di altri paesi. Non è un caso se anche Simonetta Di Pippo, nel suo *laboratorio di pace lunare*, contempli l'antico precetto del «Chi prima arriva...».⁵⁸ Perché sì, la gara potrebbe puntare al medesimo traguardo: entrambi i «blocchi», quello a guida statunitense e quello trainato dalla Cina e dalla Russia, mirano ad allunare e stabilire le proprie attività nella regione del Polo Sud. Per quanto vasta, le risorse che lì si auspica di trovare potrebbero essere scarse, oppure concentrate in siti specifici, i quali potrebbero diventare zone contese. Come riconosce ancora Di Pippo, sarà necessario in sede ONU un nuovo trattato,⁵⁹ un accordo, per evitare che anche la Luna diventi un *casus belli*.

A prescindere da chi la vinca, c'è da augurarsi che la nuova competizione lunare non abbia sconfitti e che i secondi avranno, magari meno gloria, ma pari dignità e fortuna dei primi. Una fortuna da ripartire a beneficio di tutti.

E ora, penna alla Storia

Al di là delle date – che non di rado sono parte del rituale laico della legittima illusione –, assistere dopo quasi sessant'anni al decollo di un equipaggio verso la Luna equivarrà a testimoniare l'inizio di un nuovo, indelebile capitolo della nostra evoluzione.

L'unica certezza, per ora, è che nessuno, né da una parte né dall'altra del Pacifico, possiede un mezzo testato per portare donne e uomini sulle lande lunari. La strada del ritorno è lastricata di insuccessi e altri ne seguiranno, probabilmente, prima di avere la sicurezza che qualcuno possa lasciare un'impronta nuova sulla regolite. Solo a quel punto l'umanità potrà iniziare a operare, a lavorare, a vivere su un mondo diverso dalla sua culla; solo allora, l'umanità potrà imparare a spingersi oltre, verso le profondità remote dello Spazio, verso Marte. Forse «lo sfasciume di pietre» del Pianeta rosso tornerà ad affascinarci e questa volta, per una volta, senza illuderci. In fondo, il rombo dei motori ha già iniziato a squarciare il silenzio sulla costa del Texas, dove le Starship di SpaceX fanno fuochi d'artificio.

Al Kennedy Space Center i lavori per preparare i decolli procedono.⁶⁰ In un luogo simbolo che, per la civiltà spaziale, conta più di tutti gli altri: il complesso di lancio 39A.

Epilogo

L'altra faccia della Luna

È come se il genere umano avesse riscoperto il fuoco.

CHARLES WALKER, uno studente dell'Università di Purdue intervistato poco dopo l'allunaggio, 20 luglio 1969, in J.R. James R. Hansen, *First Man. Il primo uomo*

Sarebbe presuntuoso da parte mia scegliere un unico aspetto che la Storia identificherà quale risultato di questa missione. Io credo che ci aiuterà a fare nuova luce sulla specie umana e a capire che siamo parte importante di un universo molto più ampio del panorama che scorgiamo di solito affacciandoci sulla porta di casa nostra. Spero che aiuterà le persone, in tutto il mondo, a considerare dalla giusta prospettiva le varie imprese dell'intera umanità. Forse andare sulla Luna e tornare non è di per sé tanto importante. Ma è un passo grande abbastanza da offrire a tutti una nuova dimensione di pensiero, una specie di illuminazione.

NEIL ALDEN ARMSTRONG, in J.R. Hansen, *First Man. Il primo uomo*

Quel mercoledì mattina, la rampa 39A di Cape Canaveral era davanti a lui.

Mentre la guardava, senza che nessuno potesse leggergli la benché minima emozione negli occhi (e non solo per il casco che indossava) sembrava passato un secolo dal 9 aprile 1959. Eppure, da quando il mondo aveva conosciuto i Mercury Seven, quelli che per lui ormai erano colleghi e in alcuni casi buoni amici, quelli ancora vivi, beninteso, erano trascorsi solo dieci anni.

Certo, un decennio che avrebbe finito per cambiare tutto. Questo, lui – Neil Alden Armstrong, nato a Wapakoneta, in Ohio, il 5 agosto 1930 – lo sapeva. Lo sentiva. Forse se lo augurava.

In particolare adesso, mentre, isolato dal frenetico andirivieni di chissà quanti tecnici attorno a lui, ammirava stagliarsi verso il cielo i quasi 111 metri del Saturn V. Un «grattacielo di trentasei piani per arrampicarci sul nostro satellite»,¹ un monumento al genio, alla determinazione e alla volontà collettiva

che von Braun, Arthur Rudolph e i loro staff avevano costruito per vincere le pastoie gravitazionali dell'umanità. E che quei legacci non solo li aveva vinti, li aveva strappati, portando i confini del raggiungibile sempre più lontano.

Dal 9 novembre del 1967, cioè dalla ripresa dei lanci dopo la tragedia dell'*Apollo 1* nella quale aveva perso la vita uno degli amici più cari di Armstrong, Edward Higgins White, i cinque propulsori F1 del primo stadio avevano sparato le quasi tremila tonnellate del *Saturn V* oltre il cielo (l'avrebbero fatto tredici volte entro il 1973, tutte e tredici con successo). E avevano avvicinato la Luna fino a permettere di girarle attorno con l'*Apollo 8*, qualche giorno prima del Natale del 1968, e di sfiorarla nel maggio 1969, quando Thomas Stafford ed Eugene Cernan – un altro buon amico di Armstrong, dai tempi in cui erano entrambi studenti alla Purdue University – avevano lambito la superficie sorvolandola a nemmeno 16 chilometri di quota.

Non è dato sapere se Neil si fosse chiesto quanto dovesse essere stato difficile per Stafford impartire il comando di risalita a *Snoopy*, il suo modulo lunare, e vedersi sfuggire la Luna a un passo dal toccarla. Ma così era stato deciso poco prima che *Apollo 10* si staccasse dalla rampa 39B, e a Neil tanto bastava. Non era tipo da perdere tempo in congetture, lui. Eppure, ciò che Armstrong, poco prima di diventare il «Primo Uomo», non voleva raccontare o spiegare, tutto il mondo cercava di dirlo al posto suo. In quei giorni sembrava che chiunque volesse stanare significati cosmici che lui non voleva trovare, o che comunque non confessava di stare cercando.

Per lui, come avrebbe scritto Oriana Fallaci, che di Armstrong e della sua freddezza non avrebbe mai tessuto le lodi «perfino l'albero di Natale [...] diventa un problema di illuminazione elettrica, batterie. Del resto, Neil Armstrong è

l'unico astronauta che non crede in Dio. [...] Niente lo seduce fuorché la tecnica necessaria ad andare sulla Luna, e la Luna stessa per lui non è che uno strumento per applicare quella tecnica».² Non che un giudizio simile potesse destare l'interesse di Neil, tanto meno in quella mattina del 16 luglio 1969.

Poco prima delle sette del mattino si trovava a pochi metri dalla rampa dopo un viaggio di 12 chilometri dal Manned Spacecraft Center. Con buona pace di giornalisti, mistici e opinionisti di ogni sorta, a portare lui e il suo equipaggio fino a lì (oltre al pulmino climatizzato che sarebbe entrato nella leggenda di quella giornata) aveva contribuito che, nel settembre dell'anno prima, l'Unione Sovietica avesse sorvolato da vicino la Luna con la *Zond 5*, una sonda sufficientemente grande per trasportare un cosmonauta. A quel punto, la minaccia di un nuovo «*Sputnik Moment*» aveva accelerato il già frenetico ritmo di qualsiasi cosa: il 23 dicembre del 1968, subito dopo la diretta televisiva con l'equipaggio dell'*Apollo 8*, Deke Slayton, uno dei leggendari Sette del Mercury nonché direttore delle operazioni dell'equipaggio di volo, aveva comunicato a Neil che avrebbe voluto fosse proprio lui a comandare l'equipaggio dell'*Apollo 11*, completato da Michael Collins e da Eugene Aldrin, detto Buzz. Slayton aveva anche aggiunto che, consapevole di quanto fosse difficile lavorare col fumantino Aldrin, Armstrong avrebbe potuto sostituirlo con James Lovell, già pilota della *Gemini 7*, poi comandante della *Gemini 12* e in quel momento esatto in galleggiamento attorno alla Luna sulla *Apollo 8*, come pilota del modulo di comando. Armstrong ci aveva pensato una notte e l'indomani si era detto ben disposto ad avere fra i suoi compagni di viaggio Buzz, anche per fare in modo che Lovell tornasse su una Apollo con il più consono ruolo di comandante – cosa, in effetti, successa per la sventurata *Apollo 13*.

Da quel giorno divenne chiaro a chiunque che sarebbe toccato a lui, a Collins e ad Aldrin entrare nella Storia come il primo equipaggio destinato a un altro mondo. Il pubblico era stato edotto il 9 gennaio del 1969. E checché ne dicessero tutti – tutti quelli pronti ad attribuire chissà quali significati alla scelta –, era per un caso fortuito che proprio lui, Neil Alden Armstrong, trentottenne da Wapakoneta, avrebbe potuto diventare il Primo Uomo a lasciare un'impronta su una superficie extraterrestre.

Perché secondo i piani iniziali, *Apollo 11* non avrebbe dovuto posarsi sulla Luna, così come *Apollo 8* non avrebbe dovuto girarle attorno, ma testare il modulo lunare (*LEM*, il lander che consentiva l'atterraggio) in orbita terrestre. Senonché, nel dicembre 1968, quando era diventato chiaro che il veicolo lunare non sarebbe stato completato in tempo, si era deciso che Frank Borman sostituisse al comando dell'*Apollo 8* Jim McDivitt e che quest'ultimo, addestratosi per il collaudo del *LEM*, partisse dopo, con l'*Apollo 9*. Da un punto di vista tecnico *Apollo 8*, la missione che stupì il mondo portando tre uomini a lambirne un altro per la prima volta nella Storia, era stata quasi inutile. Ben più rilevanti erano state l'*Apollo 9* di McDivitt e l'*Apollo 10*, quella di Stafford, Cernan e del loro *Snoopy*, inizialmente scelta per l'allunaggio ma poi deputata a testare il modulo lunare in orbita selenica.

Detto altrimenti, se la Storia oggi indica in Armstrong il Primo Uomo e non in Stafford o Pete Conrad, il comandante di *Apollo 12*, è stato solo per via di un ritardo nella consegna di una macchina, il *LEM*.

Eppure, come avrebbe giurato lo scrittore premio Pulitzer Norman Mailer, c'era qualcosa di unico in Neil Armstrong, un'aura «straordinariamente remota, quasi mistica, che lo rendeva diverso da ogni altro uomo».³ La stessa pacatezza che in una riunione informale, tenutasi tre mesi prima, fra Slayton, il direttore del Manned Spacecraft Center, Bob Gilruth, il re-

sponsabile del programma Apollo, George Low, e il direttore delle operazioni di volo, Chris Kraft, aveva decretato che sarebbe stato Armstrong il primo a camminare sulla Luna e non Aldrin, come le indiscrezioni e il diretto interessato raccontavano. Norman Mailer faceva risalire tutto a un sogno che Armstrong, in un'intervista a *Life*, aveva confessato di fare dall'adolescenza, un sogno nel quale, trattenendo il respiro, si alzava da terra. Quella visione, secondo Mailer, «drammatizzava la doppia personalità contrastante di Armstrong. Da una parte c'era l'Armstrong consapevole, l'archetipo dell'astronauta ingegnere, ben radicato nel "convenzionale", nel "pratico", nel "tecnico" e nel "sudore del lavoro", che si piazzava al "centro del ceto medio provinciale". Dall'altra, c'era "un'impresa al limite dell'immaginazione"». ⁴ Andrebbe precisato, come non manca di fare il biografo ufficiale di Armstrong, James R. Hansen, che l'obiettivo di Mailer non fosse capire Armstrong, «ma il futuro e gli errori del genere umano nel xx secolo, un'epoca che cercava di "dominare la natura come non era mai stata dominata", di "creare morte, devastazione e inquinamento come mai prima di allora" pur "attaccando l'idea della guerra, della povertà e della catastrofe naturale come non era mai accaduto in passato. Un secolo, insieme, convinto che "l'Uomo dovesse allargare e spingere la propria idea della vita fino alle stelle"». ⁵

Per quanto arguta, l'analisi di Mailer c'entrava poco con il Primo Uomo, che lo scrittore non lo aveva mai incontrato e che dello staccarsi da terra aveva fatto un obiettivo ben prima dei sogni adolescenziali. Appassionato di aeromodellismo fin da bambino, a quindici anni aveva cominciato a risparmiare per pagarsi le lezioni di volo, che ai tempi costavano 9 dollari l'ora. Riferisce Hansen che, dopo la scuola, Armstrong andava a lavorare nell'emporio Brading's Drugs per 40 centesimi di dol-

laro l'ora. Gli occorreavano ventidue ore e mezzo di lavoro per pagare un solo giro sull'aereo. Ciò non gli proibì di conseguire l'attestato di allievo pilota il 5 agosto 1946, non ancora sedicenne e prima di prendere la patente di guida.

Da lì alla sua iscrizione, nel settembre del 1947, al programma di ingegneria aeronautica dell'Università di Purdue, a 350 chilometri da Wapakoneta, il passo era stato breve e per lui forse naturale, sebbene, negli anni quaranta, meno di un americano su quattro fosse diplomato e meno di uno su venti accedesse a corsi universitari. Armstrong aveva sentito parlare del cosiddetto Holloway Plan, la borsa di studio quadriennale offerta dal programma universitario congiunto della Marina e dell'Aeronautica militare degli Stati Uniti. In cambio della laurea, il programma imponeva un impegno di sette anni, quattro in una qualsiasi università accreditata dalla Marina con, dopo il primo biennio, un intervallo di tre anni da dedicare al servizio militare. Ad Armstrong non sembrava vero: nonostante fosse stato accettato dal prestigioso Massachusetts Institute of Technology, aveva preferito Purdue per i corsi maggiormente incentrati sulla pratica. Avere trovato il modo di seguirli gratuitamente per lui era il paradiso.

Dopo i primi quattro semestri, nel febbraio 1949 prese servizio al centro addestramento reclute dell'aviazione navale di Pensacola, in Florida. Nell'agosto dell'anno successivo, appena ventenne, ricevette le ali dorate dell'aviazione navale, quindi venne assegnato a una squadriglia di caccia nella Fleet Aircraft Service Squadron di stanza alla Naval Air Station (NAS), di San Diego. Quando il 25 giugno del 1950, lo stesso giorno in cui iniziò la guerra in Corea, Ernest Beauchamp, leggendario ex istruttore al NAS di Pensacola, venne messo al comando della VF-51, che sarebbe diventata la squadriglia più selezionata della

Marina militare, ci volle poco prima che Armstrong venisse scelto per imbarcarsi sulla *uss Essex* – che per un triste scherzo del destino era la portaerei che nel marzo del 1967 avrebbe dovuto recuperare gli astronauti della missione *Apollo 1*, se mai fossero riusciti a partire (recuperò invece l'equipaggio dell'*Apollo 7*, al largo di Portorico).

Un anno dopo l'arrivo di Armstrong, la sua squadriglia ricevette l'ordine di salpare: il 28 giugno 1951 la *Essex* levò le ancore, diretta alle Hawaii e destinata 70 miglia al largo della costa coreana nordorientale, nei pressi del porto di Wönsan.

Dal 29 agosto, data della sua prima azione in Corea del Nord, fino al 5 marzo del 1952, quando si alzò in volo per l'ultima volta in quei cieli, Armstrong avrebbe portato a termine 78 missioni per oltre 121 ore di volo e sparato migliaia fra proiettili e bombe – altro motivo di biasimo da parte di Fallaci, pronta a sottolineare come i messaggeri cosmici dell'umanità fossero tutto fuorché pacifisti.

In quel periodo Armstrong avrebbe anche rischiato la vita per la prima volta. Il 3 settembre 1951, durante un bombardamento, mentre volava a più di 500 chilometri orari come gregario di John Carpenter, centrò un cavo, probabilmente una trappola difensiva nordcoreana per gli attacchi a bassa quota. L'impatto gli strappò di netto quasi due metri di ala destra e Armstrong, che riuscì a malapena a raggiungere un territorio amico, fu costretto a eiettarsi dall'abitacolo. Il suo fu il primo lancio di emergenza nella storia della cinquantunesima squadriglia di cacciabombardieri e, per lui, il primo in assoluto. Il vento spinse il suo paracadute fuori traiettoria e Armstrong finì in una risaia rimediando la frattura del coccige. Solo più tardi scoprì che, se fosse riuscito ad atterrare dove previsto, si sarebbe tuffato in acque piene di mine nemiche.

A partire dall'incidente il rapporto con la morte, per Armstrong, sarebbe stato intenso e reiterato. Non solo e non tanto per i rischi intrinseci del suo lavoro, quello spingersi sempre più in alto su mezzi sperimentali che gli avrebbe portato via più di un amico; piuttosto, per una sorta di familiarità, cui il Primo Uomo avrebbe reagito sempre e comunque in maniera peculiare: ignorandola, o fingendo molto bene di farlo. La ignorò, o finse molto bene di farlo, il 22 marzo 1956, quando uno dei motori del suo B-29 modificato si spense, un'elica andò in pezzi e i suoi frammenti colpirono un altro motore, devastando anche quello; la ignorò, o finse molto bene di farlo, quando nel 1968, appena prima di schiantarsi al suolo, si lanciò fuori dal Lunar Landing Training Vehicle, un trabiccolo che alla NASA utilizzavano per addestrarsi all'allunaggio; e di nuovo la ignorò, o finse molto bene di farlo, quando, nel marzo 1966, Armstrong si trovava oltre l'atmosfera durante la missione *Gemini 8*, il quattordicesimo volo del programma spaziale statunitense con equipaggi umani, e il primo della Storia a dimostrare che un attracco nello Spazio fosse possibile. Quella volta i problemi erano iniziati pochi minuti dopo aver centrato l'obiettivo principale della missione, cioè il *docking* fra la capsula *Gemini* e il veicolo target Agena, senza equipaggio. Notato un difetto nell'inclinazione dei due veicoli agganciati, il comandante Armstrong e il pilota Dave Scott si erano separati dall'Agena, che sembrava non rispondere ai comandi. A quel punto era stato chiaro che il problema di assetto non derivasse dal veicolo target, ma dalla *Gemini 8*, che a causa di un propulsore rimasto acceso per un cortocircuito «cominciò a ruotare come una trottola, pericolosamente fuori controllo». Quando le rivoluzioni superarono i 360 gradi al secondo, Armstrong iniziò «a dubitare fortemente delle [...] capacità di discernimento».⁶ Appena prima di perdere i sensi, però, riuscì ad accendere il

sistema di controllo dei reattori di rientro e, una volta attivate le valvole accendirazzo, riguadagnò il controllo della navicella. A quel punto, utilizzata gran parte del carburante disponibile, la missione fu interrotta, e la *Gemini* si orientò per un rientro anticipato nei pressi di Okinawa.

La stampa internazionale diede ampio risalto al mezzo disastro e il *New York Daily News* del mattino seguente ne parlò come di un «Incubo nello Spazio!». Anche il solitamente pacato *Life* non lesinò il sensazionalismo e uscì con titoli come «Alta tensione sugli astronauti» e «Trottola vagante nel cielo impazzito».

Pure peggiori furono le critiche dei colleghi astronauti, che in un ambiente votato alla competizione estrema non risparmiarono alcunché alle manovre effettuate in orbita da Armstrong, a loro dire errate, «da pilota civile, che volete!, forse ha perso il suo smalto». ⁷ Solo Gene Kranz e Chris Kraft non smisero di dirsi impressionati dalla qualità dell'operato di Neil ed è evidente, dalla fiducia a lui accordata nelle missioni successive, che ai piani alti della NASA dessero ragione ai due direttori delle operazioni di volo, presto confortati dal parere del Manned Spacecraft Center della NASA di Bob Gilruth e da un'analisi definitiva dell'accaduto che scagionava Armstrong e Scott. Qualche tempo dopo, anche la capacità di assumere il controllo manuale della *Eagle* per evitare che la manovra automatica di allunaggio la schiantasse contro massi grossi quanto automobili dimostrò le eccezionali abilità di pilotaggio del Primo Uomo e la sua freddezza nelle situazioni d'emergenza. In fondo, come detto, il suo rapporto con la morte era e sarebbe stato stretto. Addirittura familiare.

Per comprendere quanto, converrebbe fare un altro passo indietro rispetto a quella mattina, quella del 16 luglio 1969.

Conclusa la campagna in Corea, Armstrong era tornato alla Purdue nel 1952, appena ventiduenne, dopo avere dedicato tre anni al volo operativo su jet ad alte prestazioni. Erano gli stessi anni in cui la National Advisory Committee for Aeronautics (l'avo della NASA) e la neonata Air Force statunitense iniziavano a costruire centri di ricerca per lo studio dei flussi transonici, supersonici e ipersonici. Nel gennaio 1955, pochi mesi dopo la laurea, Neil era stato assunto al Lewis Flight Propulsion Laboratory della NACA di Cleveland in qualità di Aeronautical Research Pilot, cioè responsabile della guida di aeromobili sperimentali per progetti di ricerca e per il trasporto aereo. Qui l'avevano coinvolto nella progettazione al reparto missilistico per i razzi a volo libero.

Armstrong aveva preferito quella proposta alla permanenza in Marina, anzitutto perché lo avvicinava a quello che avrebbe sempre voluto diventare, un pilota collaudatore alla base di Edwards, e poi perché aveva deciso di sposare una ragazza che aveva conosciuto nei suoi ultimi mesi alla Purdue e con cui si era appena fidanzato, Janet Elizabeth Shearon, specializzanda in economia domestica che viveva a Chicago. Pochi mesi dopo, però, il 30 giugno del 1955, Abe Silverstein, il vicedirettore del laboratorio Lewis, l'aveva informato che a Edwards ci sarebbe stato bisogno di lui.

Armstrong non ci pensò due volte e pochi giorni dopo partì per la California a bordo della sua prima auto di proprietà, una Oldsmobile del 1952, identica a quella di suo padre. Attraversò tutto il paese concedendosi solo una sosta, nel Wisconsin, per fare visita a Janet. Nemmeno sei mesi dopo, il 28 gennaio 1956, Neil e Janet si erano sposati alla Congregational Church di Wilmette, in Illinois, per poi trasferirsi in un appartamento a Westwood in modo che Janet potesse frequentare i suoi corsi universitari alla UCLA. In quel periodo Armstrong, ormai

assunto alla High Speed Flight Station di Edwards con la qualifica di Aeronautical Research Scientist (Pilot), sarebbe tornato a Westwood nei fine settimana, affrontando ogni volta un viaggio di 300 chilometri andata e ritorno. Almeno fino alla fine del 1957, quando la coppia comprò uno chalet di 60 metri quadri a Juniper Hills, in collina, senza luce e con un impianto idrico rudimentale. Per fare il bagnetto al primogenito, Eric Allen detto Ricky, nato il 30 giugno di quello stesso anno, Janet doveva usare una tinozza di plastica all'aperto.

Quella dimensione rurale, però, isolata da tutto e tutti, sembrava ideale per i giovani sposi. Lì, alle pendici della San Gabriel Mountains, il 13 aprile del 1959 era nata Karen Anne (il terzo figlio degli Armstrong, Mark Stephen, arrivò l'8 aprile del 1963, quando la famiglia si era già trasferita a Houston). Niente sembrava turbare la solida tranquillità di Armstrong; nemmeno l'incidente sul B-29, otto mesi dopo il suo arrivo a Edwards, avrebbe adombrato la dedizione di Neil per la sua vita, personale e professionale.

A Edwards il Primo Uomo rimase fino al settembre del 1962, per sette anni, 900 decolli – più di dieci al mese di media – e 2600 ore di volo complessive, «l'equivalente di quasi ventiquattro ore al giorno per quindici settimane e mezzo consecutive trascorse nella cabina di pilotaggio di qualche aeromobile sperimentale tra i più avanzati, potenti e rischiosi esistenti».⁸ Circa un terzo dei 900 era costituito da voli di ricerca o sperimentali. Il resto da voli di pratica, di appoggio o accompagnamento. Neil aveva anche pilotato l'unico esemplare di un velivolo sperimentale chiamato Paresev.

È impossibile dire quanto la sua futura leggenda avrebbe condizionato i pareri espressi sulle sue capacità di pilota. Commenti come quello di Gene J. Matranga, un ingegnere mecca-

nico che lavorò a stretto contatto con Armstrong a Edwards, non sono pochi: «Neil era di gran lunga superiore a molti dei piloti collaudatori, dal punto di vista dell'intuizione ingegneristica. Gli altri ragazzi volavano in modo spontaneo e capivano istintivamente cosa fare senza sapere perché». Neil, invece, il perché lo sapeva benissimo: «Quando era convinto che qualcosa potesse funzionare, la sua apertura mentale si dimostrava più efficace rispetto alla riluttanza categorica di molti piloti».⁹

Opinioni come queste, condivise anche da persone molto influenti nell'ambiente come Christopher C. Kraft Jr., un ricercatore di volo della NACA e fra i padri fondatori del programma spaziale statunitense, portarono Armstrong a essere coinvolto in due dei programmi di volo «più grandi e più tecnicamente affascinanti di tutti i tempi»,¹⁰ l'X-15 e il Dyna Soar, che «puntavano non solo a volare su veicoli alati e pilotati a velocità ipersoniche, ma anche a farlo transatmosfericamente, entrando e uscendo dallo Spazio».¹¹ Nel giugno 1962 fu annunciato che Armstrong avrebbe ricevuto il prestigioso Octave Chatune Award, un premio assegnato dall'Institute of the Aerospace Sciences al pilota che si riteneva avesse dato il maggior contributo alle scienze aerospaziali nel corso dell'anno precedente.

Eppure, proprio in quel periodo, Armstrong aveva deciso di mollare tutto e di trasferirsi a Houston.

Negli anni successivi lo avrebbe sempre negato, ma i più avrebbero rintracciato nella perdita di sua figlia il vero motivo per cui d'un tratto aveva lasciato Edwards e i voli di collaudo per diventare un astronauta. Karen Armstrong, detta Muffie, era morta quando non aveva ancora tre anni, il 28 gennaio 1962, in casa, nella baita di Juniper Hills che Neil e Janet avevano sistemato pezzo dopo pezzo con le loro mani. Il giorno in cui la bambina morì, uccisa in sei mesi da un glioma del ponte, un tumore maligno che le era cresciuto nella parte mediana del tronco cere-

brale, era il sesto anniversario di matrimonio degli Armstrong. I funerali si svolsero il 31 gennaio e Karen fu seppellita nel tempio dei bambini, al Joshua Memorial Park di Lancaster. Per onorarla, quel giorno, il Flight Research Center impose che nessun volo di collaudo fosse effettuato. Janet era sconvolta; Neil non tradiva emozione alcuna. Il 5 febbraio era tornato al lavoro; il 6 stava già volando. Della malattia e della morte della figlia non parlò allora né avrebbe parlato mai in pubblico. Evitava di discuterne anche con Janet, che a dire delle amiche più intime, come Grace Walker, detestava il fatto che il marito avesse subito ricominciato con i suoi voli di collaudo, quasi per sottrarsi a confronti dolorosi fra le mura di casa: «Neil lasciò Janet nel limbo».¹²

Negli anni successivi, molti suoi colleghi avrebbero dichiarato di non sapere nemmeno che Armstrong avesse sopportato un lutto così grave. Anche alla NASA ci sarebbe stato chi, come Kraft, avrebbe scoperto la tragedia di Neil solo molto tempo dopo averlo conosciuto.

La verità è che la morte di Muffie lo aveva sconvolto. Come avrebbe dichiarato la sorella di Armstrong, June, era chiaro «gli si fosse spezzato il cuore. Si sentiva in qualche modo responsabile [...] non in senso fisico, ma in senso genetico. [...] La morte della sua piccola bambina lo indusse a investire tutte le energie in qualcosa di molto concreto, per questo si buttò a capofitto nel programma aerospaziale».¹³

Fortemente caldeggiata dall'influente Dick Day, un esperto di simulazioni di volo diventato vicedirettore della Flight Crew Operations Division del Manned Spacecraft Center di Houston, e da Walter C. Williams, direttore operativo dello Space Task Group, la domanda per diventare astronauta di Neil Armstrong era arrivata in ritardo di almeno una settimana rispetto alla scadenza imposta dalla NASA. Quando la busta venne recapitata, Day, anche membro del comitato di selezione

del secondo gruppo di astronauti, la infilò nella pila insieme a quelle degli altri candidati, prima che i membri della commissione si riunissero la prima volta. Armstrong l'aveva spedita poche settimane dopo il funerale di sua figlia.

Questa relazione fra la sua carriera di astronauta e la fine – di sua figlia, sua o di chiunque altro – lui, il Primo Uomo, non la confermò mai. E quand'anche fosse vera, sarebbe comprensibile potesse essere inconscia, oppure tanto intima da richiedere, secondo lui, una discrezione sacrale. «Fu una decisione difficile da prendere, per me, abbandonare quello che stavo facendo e che mi piaceva molto per andare a Houston» avrebbe spiegato negli anni successivi, con l'intento di chiarire qualsiasi dubbio sui motivi della sua scelta «ma nel 1962 il progetto Mercury era in dirittura d'arrivo, altri programmi erano già stati fatti per il futuro e la missione lunare stava diventando realtà. Decisi che se volevo superare i confini dell'atmosfera ed entrare nello Spazio profondo, quello era l'unico modo.»¹⁴

Così era e sarebbe stato: il 15 settembre del 1962, come prescritto dalla NASA, Neil Armstrong si registrò al Rice Hotel di Houston con il nome in codice di Max Peck. Era lì per la telefonata che Deke Slayton gli aveva fatto un paio di settimane prima, mentre sedeva alla sua scrivania alla base di Edwards. La mattina dopo, Armstrong e gli altri otto Peck ospiti dell'albergo si trovarono a Ellington, dove Slayton, Williams e Gilruth spiegaron loro che, avendo in programma undici voli Gemini equipaggiati, si prevedevano almeno quattro missioni Apollo Block – cioè da lanciare con Saturn – e un numero al momento imprecisato di Apollo Block in vista, compreso quello destinato alla superficie lunare, «ci sarebbero state un sacco di missioni per tutti».¹⁵

I nove Peck furono poi trasferiti all'Auditorium Cullen

dell'Università di Houston, i cui 1800 posti erano gremiti. Al contrario dell'evento del 2 aprile 1959, questa volta la NASA aveva preparato tutto nel dettaglio e chiunque, presente o no, si aspettava di conoscere il nome dei nuovi messaggeri cosmici degli Stati Uniti, quelli che avrebbero davvero potuto varcare la soglia di un mondo mai raggiunto prima.

I signori Peck divennero presto noti come i New Nine, la selezione astronautica che i funzionari più importanti avrebbero sempre indicato come la migliore di sempre. Erano il maggiore dell'Aviazione Frank Borman, il tenente della Marina Charles Conrad Jr., il tenente comandante della Marina James A. Lovell Jr., il capitano dell'Aviazione James A. McDivitt, Elliot M. See, il capitano dell'Aviazione Thomas P. Stafford, il capitano dell'Aviazione Edward W. White II, il tenente comandante della Marina John W. Young e un civile, il primo fra gli astronauti statunitensi e anche l'unico ad avere pilotato aerorazzi sperimentali: lui, Neil Alden Armstrong.

Nonostante le domande della sala si riversarono sui nove come una cascata, nessuno chiese ad Armstrong di sua figlia ed è comunque verosimile che non avrebbe risposto. In seguito, quando ormai il suo nome era entrato nella Storia, alcuni episodi sarebbero stati ricollegabili al lutto, come il più eclatante, nell'ottobre 1969, quando a Londra, in occasione del viaggio dell'equipaggio di Apollo 11 a Buckingham Palace, Armstrong vide che una bimba di due anni, Wendy Jane Smith, era stata spinta contro una delle barriere di contenimento davanti all'ambasciata degli Stati Uniti dalla folla, accalcatasi per vedere i pellegrini lunari. Armstrong se ne era accorto; aveva corso verso la bimba per poi baciarla davanti a una folla esultante.

Ma questo, ennesimo elemento della sua leggenda, sarebbe successo qualche mese dopo quel mercoledì mattina di luglio.

Quello in cui l'umanità partì per un altro mondo.

In quel momento, mentre si preparava per salire a 97 metri di altezza con l'ascensore e prendere posto dentro la *Columbia*, in testa al razzo che li avrebbe spinti sulla Luna, non è dato sapere a cosa stesse pensando Neil Armstrong. Nemmeno è noto se, come invece il film biografico a lui dedicato da Damien Chazelle avrebbe raccontato,¹⁶ nel suo Personal Preference Kit ci fosse un oggetto in qualche modo legato a Karen.

Certo, non è da escludere – June se ne sarebbe detta sempre convinta – che sulla Luna Armstrong avrebbe voluto onorare la memoria della figlia senza dirlo a nessuno, nemmeno a Janet. In fondo aveva fatto lo stesso con le parole che avrebbe pronunciato di fronte al nostro mondo dalla superficie di un altro: nessuno sapeva cosa avrebbe detto Armstrong appena appoggiato un piede sulla Luna. E nessuno sapeva, né avrebbe mai saputo, se stesse pensando anche alla sua Muffie alle 9.32 di quel mercoledì della Florida, quando gli F-1 del *Saturn V* sprigionarono una spinta propulsiva di 3,5 milioni di chili e spararono lui, Michael e Buzz verso una destinazione mai raggiunta da alcun essere umano.

Forse.

Forse pochi giorni dopo, nella notte italiana del 21 luglio, già diventato il Primo Uomo, già entrato nella storia per aver parlato al mondo di piccoli passi e giganteschi balzi dell'umanità, Armstrong avrebbe pensato alla figlia.

Forse, al contrario di Michael, in quel momento a spasso chissà dove sopra la sua testa, lui lo avrebbe fatto, lo avrebbe desiderato, voluto: lassù, nel silenzio imposto dall'impossibilità di comunicare con Houston per qualche minuto, a 400mila chilometri da tutto, Armstrong avrebbe voluto rimanere solo.

Solo.

Su un altro mondo.

Il Primo.

Conclusione

La fantascienza di ieri è la realtà di oggi.

Può darsi che qualcuno lo pensasse già nel 1969, guardando su uno schermo l'immagine sfocata del Primo Uomo sulla Luna. Quel Primo Uomo che, almeno per una manciata di minuti (Aldrin, dietro di lui, era pronto a raggiungerlo), sulla Luna fu davvero da solo. Incapace, forse, di immaginarsi che un giorno quel grigiore roccioso sarebbe stato il terreno comune di laboratori, case, palcoscenici, hotel, addirittura città. Che un giorno quel silenzio profondo sarebbe stato riempito e animato.

Se possiamo intuire che Armstrong tutto questo non se l'aspettasse è perché anche noi, uomini e donne contemporanei, siamo incapaci di immaginare un simile scenario. Abbiamo sempre viaggiato orizzontalmente, navigando i mari in cerca di terre lontane; che ora tocchi arrampicarsi in verticale può sembrarci inverosimile, tanto più considerando che nessuno, oltre a noi stessi, sembra calare una corda dall'alto.

Eppure è un fatto che la nostra civiltà sia sempre più spaziale. Il confine tra ciò che abbiamo immaginato e ciò che possiamo realizzare si fa ogni giorno più labile e, con esso, anche

la distanza tra la Terra e le profondità dello Spazio sembra ridursi. Dal turismo spaziale alla compravendita di dati satellitari, l'economia si apre al nuovo; industrie e settori fino a pochi anni fa avulsi dallo Spazio oggi vi basano le proprie attività, addirittura la propria sostenibilità; paesi che ieri erano silenti oggi ruggiscono e vogliono piantare la propria bandiera sulla Luna, per poi attraccare su Marte. Lo sguardo umano, mediato dai satelliti, abbraccia orizzonti più ampi; i nostri passi, compiuti a opera degli astronauti, conducono in terre più lontane; le risorse, la tecnologia e le scienze dell'extra-atmosfera promettono vite più facili e più lunghe. Lo Spazio, in una parola, *amplifica* le nostre possibilità; e, così facendo, ci potenzia e ci avvicina all'infinito.

La fantascienza di ieri è la realtà di oggi, quella di un Rinascimento spaziale in pieno corso.

Non mancano le zone d'ombra: il concetto stesso di conquista o frontiera spaziale implica, quando non presuppone, la volontà di potenza. A governare l'astronave dell'umanità, a innervare l'astropolitica, sono spesso l'avidità e la paura dell'altrui avidità. La sicurezza evoca sempre un rapporto di forza. E la forza, oggi, non può prescindere dallo Spazio. Anzi, da questo, quella dipende.

Accanto a questa oscurità, però, a trainarci è la curiosità. O, per usare l'espressione di Carl Sagan, la tendenza al numinoso; a ciò che, ancora inesplorato, sembra già raccontarci qualcosa di noi stessi.

Allora, forse, oltre al denaro e al potere, è anche questo che cerchiamo nello Spazio: parole nuove. Per continuare a scrivere la nostra storia. Per avanzare oltre, ancora una volta.

Per aspera ad astra.

Appendice

Space law. Poche norme e nessuno sceriffo

«Chi comanderà sulla Luna?» ci siamo domandati più di una volta in questo libro. Ben più di ampia portata, la questione andrebbe estesa a tutto lo Spazio extra-atmosferico. Qual è e quale sarà il quadro regolamentare di riferimento oltre la linea di Kármán. E quali gli organi preposti per scongiurare conflitti, evitare o ricomporre dissidi nello Spazio?

In quest'appendice, posizionata volutamente al termine del libro per evocare la mutevolezza della materia e la sua sostanziale necessità di revisione in corso d'opera, si sono posti gli stessi quesiti a una specialista, la professoressa Agostina Latino.

Si parta con l'inquadrare il contesto, professoressa: che cosa si intende per Space law?

Dal punto di vista dell'ordinamento internazionale, con una certa dose di approssimazione la *Space law* può definirsi come l'insieme di norme che mira a regolamentare le attività antropiche nello Spazio extra-atmosferico.

Si tratta di un recente ramo del diritto internazionale che annovera strumenti tanto di *hard law*, cioè vincolanti, costituiti da pochi trattati e da alcune norme consuetudinarie, quanto di *soft*

law, di natura esortativa, che consistono soprattutto in risoluzioni dell'Assemblea generale delle Nazioni Unite. L'importanza di questa tipologia di regole non andrebbe sottovalutata: infatti, pur essendo in sé priva di efficacia obbligatoria, è, da un lato, indicativa ai fini dell'individuazione dell'*opinio iuris* degli stati in materia e, dall'altro, nel tempo può cristallizzarsi in norme consuetudinarie, quindi vincolanti, laddove si registri un tasso di adesione diffuso, uniforme e costante ai precetti raccomandati.

Qual è la storia di questa branca del diritto?

La *Space law* ha preso l'abbrivio negli anni cinquanta del secolo scorso su impulso di considerazioni geopolitiche: vale a dire l'apertura, nello Spazio, di un nuovo fronte di rivalità tra le due superpotenze dell'epoca, Stati Uniti e Unione Sovietica.

Gli sviluppi tecnologici aprivano il sipario sulla quarta dimensione, sicché, dopo terra, aria e mare, il confronto iniziò a estendersi su traiettorie tracciate sia dalle prime armi balistiche sviluppate dalla Germania nazista sul finire della Seconda guerra mondiale, sia dal lancio del primo oggetto artificiale in orbita, effettuato dall'Unione Sovietica nell'ottobre del 1957.

Diversamente dagli altri tre campi, già teatri di una corsa agli armamenti senza fine, le due superpotenze scelsero di non declinare questo nuovo dominio in chiave bellicistica, inquadrandolo subito in una competizione più squisitamente civile, i primi passi della quale possono essere individuati, da principio, nella prima avventura di un essere umano nello Spazio e, poi, nell'atterraggio pacifico sulla Luna.

Le motivazioni per questo diverso approccio per lo Spazio extra-atmosferico possono ricondursi non solo ad analisi di tipo politico, ma – direi soprattutto – a considerazioni di natura economica, alla luce dei costi, all'epoca ben più proibitivi di oggi, necessari per istituire e mantenere strutture militari nel

cosmo, soprattutto tenendo conto del grado di sviluppo, allora pressoché embrionale, della tecnologia spaziale.

Ecco perché, nella ricostruzione delle fonti di diritto internazionale della *Space law*, sono solita partire dal 1963, ben prima della conclusione del primo vero trattato sullo Spazio. Perché è il 5 agosto di quell'anno che gli Stati Uniti e l'Unione Sovietica stipularono il *Treaty Banning Nuclear Weapon Tests in the Atmosphere*, l'accordo volto a vietare il dispiegamento di armi nucleari e di altre armi di distruzione di massa nello Spazio extra-atmosferico.

Originariamente adottato sotto forma di accordo bilaterale, lo strumento venne fatto proprio dall'Assemblea generale delle Nazioni Unite con la risoluzione 1884 (xviii), adottata all'unanimità il 17 ottobre del 1963.

Andiamo al cuore della questione: oggi, nello Spazio, quali sono le regole vigenti?

Dall'insieme degli strumenti di *hard* e di *soft law*, si può ricostruire quello che chiamo il «decalogo» dei principi che costituiscono i canoni cui le attività spaziali dovrebbero ispirarsi e conformarsi:

1. libertà di esplorazione e di utilizzo;
2. non appropriazione;
3. conformità al diritto internazionale;
4. uso per scopi pacifici;
5. mutua assistenza;
6. responsabilità internazionale;
7. criteri per individuare la giurisdizione sugli oggetti spaziali;
8. diritto di sorvolo innocuo dei territori;
9. non interferenza, non degradazione e non contaminazione;
10. trasparenza e libero accesso a impianti e attrezzature.

Di fatto, le sfumature giuridiche di consolidamento e vincolatività di questi principi tendono talvolta a essere più l'orizzonte da raggiungere che l'effettivo stato dell'arte. Questi principi prendono le mosse dal primo accordo che specificamente si occupa di diritto cosmico, ossia il Trattato sui principi che regolano le attività degli stati in materia di esplorazione e utilizzazione dello Spazio esterno (quello che, più comunemente, è indicato come *Outer Space Treaty*), del 27 gennaio 1967, in gran parte basato sulla Dichiarazione adottata dall'Assemblea generale delle Nazioni Unite – Risoluzione 1962 (xviii).

Entrato in vigore nell'ottobre del 1967, il Trattato annovera attualmente 110 stati parte e sancisce, fin dal primo paragrafo dell'articolo 1, che l'esplorazione e l'utilizzazione dello Spazio extra-atmosferico devono essere condotte per il bene e nell'interesse di tutti i paesi, senza riguardo alcuno al livello del loro sviluppo economico o scientifico. Perché il cosmo, la Luna e gli altri corpi celesti «dovrebbero essere la provincia dell'umanità intera». Il trattato costituisce una sorta di Magna Charta del diritto cosmico ed è definito spesso come la «pietra angolare del diritto internazionale dello Spazio», sebbene, a mio avviso, si caratterizzi per una visione ristretta, Stato-centrica, del diritto spaziale, non più in grado di disciplinare con efficacia il mutato scenario attuale.

A ogni buon conto, oltre a ribadire il divieto di posizionare armi nucleari nello Spazio e di limitare l'utilizzo della Luna e degli altri corpi celesti a soli scopi pacifici, l'*Outer Space Treaty* stabilisce che lo Spazio extra-atmosferico debba essere esplorato e utilizzato liberamente da tutti gli stati e che non potrà essere mai oggetto di occupazione o appropriazione esclusiva mediante rivendicazioni di sovranità, attribuendo agli astronauti lo *status* di «inviati dell'umanità».

Va sottolineato che il Trattato non vieta l'esercizio di attività

nello Spazio da parte di enti non governativi, ma specifica che questi richiedano l'autorizzazione e la continua supervisione dello stato parte in cui l'ente ha sede, sicché prevede una piena responsabilità in capo agli stati, a prescindere dal fatto che l'attività di esplorazione sia condotta da enti governativi oppure non governativi (articolo 6).

Dall'Outer Space Treaty come si è evoluto il diritto spaziale e con quali esiti?

Il perimetro giuridico del diritto spaziale pattizio, costituito cioè dai trattati in materia, corrisponde a un pentagono: dopo l'*Outer Space Treaty*, il secondo trattato è l'Accordo sul Salvataggio e il Rientro degli Astronauti e la Restituzione degli Oggetti Lanciati nello Spazio Extra-atmosferico, concluso il 22 aprile del 1968 ed entrato in vigore il 3 dicembre successivo, di cui oggi sono parti 98 stati. Chiamato *Rescue Agreement*, esso pone l'obbligo in capo agli stati di fornire assistenza agli astronauti in difficoltà e di cooperare per consentirne il ritorno sulla Terra, nonché di porre in essere le misure necessarie per recuperare gli oggetti spaziali – con o senza equipaggio – caduti. Obbligo, quest'ultimo, che grava sul paese di lancio se l'oggetto precipita in un territorio non sottoposto alla sovranità di alcuno stato.

Successivamente, è stata adottata la Convenzione sulla Responsabilità Internazionale per Danni Causati da Oggetti Spaziali, conclusa il 29 marzo 1972 ed entrata in vigore il 1° settembre dello stesso anno. La cosiddetta *Liability Convention*, ratificata da 98 stati, delinea un duplice regime di responsabilità dello Stato di lancio: oggettiva assoluta (cioè, avverso la quale non è ammessa nessuna causa di giustificazione) per i danni causati alla superficie terrestre o agli aeromobili in volo dagli oggetti lanciati in orbita; e una responsabilità per colpa (secondo

la quale lo stato è responsabile soltanto se il danno deriva da una sua colpa, oppure dalla colpa di persone di cui esso deve rispondere) per danni cagionati ad altri oggetti spaziali, ivi compresi i beni e le persone a bordo di un tal oggetto spaziale.

Impone agli stati una forma di responsabilità internazionale che può essere considerata esorbitante rispetto al diritto comune: da un lato, gli stati che effettuano un lancio, nonché quelli che prestano il loro territorio o i loro impianti ai fini di un lancio, sono responsabili in solido dei danni che potrebbero essere causati dall'oggetto spaziale o dai suoi componenti; dall'altro, la responsabilità si basa sulla colpa quando il danno è causato nello Spazio, mentre è assoluta quando il danno è causato alla superficie terrestre o a un aeromobile in volo.

In seguito, è stata elaborata la Convenzione sulla Immatricolazione degli Oggetti Lanciati nello Spazio Extra-atmosferico, conclusa il 14 gennaio del 1975 ed entrata in vigore il 15 settembre 1976: la cosiddetta *Registration Convention*, cui aderiscono 69 paesi, è finalizzata a tracciare una sorta di *database* degli oggetti spaziali. Sancisce infatti l'obbligo per lo Stato che lancia un oggetto spaziale di registrarlo (mantenendone esso la giurisdizione) e di comunicare le informazioni relative alla sua identificazione al segretario generale delle Nazioni Unite.

L'ultimo accordo è il Trattato sulle Attività degli Stati sulla Luna e sugli Altri Corpi Celesti, adottato il 18 dicembre 1979 ed entrato in vigore l'11 luglio 1984. Indicato comunemente come *Moon Agreement*, nel ribadire il divieto di ogni uso militare dei corpi celesti, inclusi i test di armi o l'insediamento di basi militari, sancisce che tali corpi celesti (a eccezione degli oggetti che entrano nell'atmosfera terrestre, come i meteoriti) costituiscano «patrimonio comune dell'umanità».

Da questo principio derivano in capo alle parti tanto obblighi negativi (di *non facere*: per esempio, i divieti di effettuare

esplorazioni o di usare corpi celesti senza l'approvazione o il benessere di tutti gli altri stati, di alterare l'ambiente dei corpi celesti, di dichiarare la sovranità esclusiva su qualsiasi territorio dei corpi celesti) quanto obblighi positivi (di *facere*, come il dovere di notificare al segretario generale delle Nazioni Unite tutte le attività spaziali e le scoperte fatte grazie a queste attività, l'obbligo di adottare misure idonee a evitare contaminazioni accidentali dell'ambiente spaziale, il vincolo per gli stati che prelevano oggetti spaziali durante le attività di ricerca di mettere parte di essi a disposizione di tutti i paesi e della comunità scientifica).

Il Trattato sulla Luna è a tutt'oggi ratificato solo da 18 paesi, nessuno dei quali è una potenza spaziale: tale riluttanza è comprensibile alla luce del fatto che, da un lato, esso sancisca la responsabilità internazionale delle attività nazionali in capo agli stati parte, sia nel caso in cui esse siano condotte da agenzie governative, sia anche quando siano poste in essere da enti non statuali, dovendo altresì garantire che le attività nazionali siano svolte in conformità delle disposizioni enunciate nel Trattato, e, dall'altro, dal timore che il principio di «patrimonio comune dell'umanità» – che in quegli anni trovava la sua prima elaborazione nella Convenzione di Montego Bay sul diritto del mare, con riguardo alle risorse dei fondi oceanici – implicasse l'obbligo incombente sugli stati dotati del *know-how* tecnologico e delle risorse necessarie per raggiungere la Luna e gli altri corpi celesti di dovere ripartire con gli altri membri della comunità internazionale i proventi derivanti dallo sfruttamento delle risorse spaziali.

Come è possibile venire sanzionati per una «infrazione spaziale»? Qual è l'ente regolatore in grado di comminare sanzioni?

Se con questa espressione facciamo riferimento alla violazio-

ne del principio di non appropriazione, stabilito nell'articolo 2 dell'*Outer Space Treaty* del 1967, con cui si vieta l'appropriazione nazionale dello Spazio e dei corpi celesti mediante proclamazione di sovranità, uso, occupazione o qualsivoglia altro modo, non esiste una giurisdizione internazionale in grado di verificare eventuali «infrazioni» lesive di diritti soggettivi.

In linea generale, però, gli stati di registrazione mantengono la giurisdizione e il controllo sugli oggetti lanciati (secondo quanto disposto dalla Convenzione sulla Immatricolazione degli Oggetti Spaziali del 1975), mentre le persone trasportate nello Spazio rimangono sotto la giurisdizione del proprio Stato di nazionalità (come dispongono gli *Space Station Agreements* del 1998), mutuando il principio di diritto marittimo della legge di bandiera.

Di chi è la Luna e di chi sono le risorse extra-atmosferiche, qualora prelevate da un paese o da un privato?

L'articolo 2 dell'*Outer Space Treaty* del 1967 sancisce l'inappropriabilità dello Spazio esterno, compresi la Luna e gli altri corpi celesti, dopo aver decretato, nell'articolo 1, la libertà di esplorazione e di utilizzazione, compreso il libero accesso a tutti i corpi celesti, a favore di tutti gli stati.

In verità, queste prescrizioni rischiano di essere mere aspirazioni più che regole precettive. Perché il Trattato non dà corpo a tali principi, né crea un ente internazionale competente in via esclusiva a regolamentare le attività spaziali.

Anche il più dettagliato *Moon Agreement* del 1979 sancisce il principio in base al quale la Luna e gli altri corpi celesti appartenenti al Sistema solare, e le relative risorse, costituiscono «patrimonio comune dell'umanità» (articolo 11). Ma, parimenti, anche questo accordo non predispone alcun quadro giuridico istituzionale efficace per dare pregnanza al principio,

lasciando di fatto gli stati parte sostanzialmente liberi da lacci e laccioli normativi nel decidere come, quando e quanto esplorare e utilizzare il «patrimonio comune».

In effetti, gli stati parte si impegnano a «stabilire un regime internazionale, comprendente apposite procedure, che regoli lo sfruttamento delle risorse della Luna» (e degli altri corpi celesti), ma solamente «allorquando tale sfruttamento stia per divenire possibile». Come già accennato, lo scarso successo di questo trattato, mai ratificato dalle principali potenze spaziali, fa sì che l'impostazione rimanga lettera morta. *De lege ferenda*, per l'appropriazione delle risorse planetarie si potrebbe idealmente immaginare un sistema affine a quello messo in atto dalla Parte XI della Convenzione di Montego Bay sul diritto del mare, che consenta di concedere diritti alle imprese per permettere loro di sfruttare determinate aree ricche di risorse minerarie, sulla Luna o su altri corpi celesti. Non è questo, però, il paradigma cui si conformano le politiche spaziali attuali.

Dal 2015 sia il governo Obama che il governo Trump si sono espressi con lo scopo di stimolare il coinvolgimento dei privati nel prelievo e nello sfruttamento delle risorse asteroidali ed extra-atmosferiche. Questo non è in disaccordo con la legge spaziale vigente?

Proprio in relazione alla mancanza di meccanismi che diano corpo al principio di «patrimonio comune dell'umanità» delle risorse spaziali, le più recenti legislazioni di singoli Stati e i progetti spaziali privati in atto vanno nella direzione dell'autorizzazione allo sfruttamento planetario puramente nazionale (opposta ai postulati dell'*Outer Space Treaty* e del *Moon Agreement*).

Va infatti ricordato che, al netto della sempre più evidente mercificazione e patrimonializzazione delle orbite e delle frequenze, fin dall'us Commercial Space Launch Competitive-

ness Act, firmato dal presidente Obama nel 2015, gli Stati Uniti non solo si attribuiscono la possibilità di autorizzare attività private di *Space mining*, ma altresì riconoscono alle compagnie private registrate nel loro territorio il diritto di appropriarsi e utilizzare per fini commerciali le risorse ottenute nello Spazio.

La normativa statunitense è stata di ispirazione per vari paesi: tra gli altri per il Lussemburgo che, nel 2017, ha promulgato una legge che riconosce alle società private il possesso delle risorse che troveranno nello Spazio come, per esempio, i minerali di cui sono ricchi gli asteroidi; così come per gli Emirati Arabi Uniti, i quali, con legge nazionale del 2019, hanno sancito il diritto delle imprese private a sfruttare le risorse del cosmo quali acqua, alluminio, cobalto, ferro e manganese; nonché per il Giappone, che il 21 giugno 2021 ha adottato una legislazione nazionale in virtù della quale sono definite sfruttabili, da parte di compagnie private, le risorse dello Spazio quali fonti energia come elio-3 o materiali come acqua, ossigeno, gas inerti, metalli e non metalli.

In buona sostanza queste normative nazionali, contestate a livello internazionale da altri stati (tra i quali il Belgio e la Federazione russa, che le stigmatizzano quali tentativi aggressivi di *taking-off*) si basano su una sorta di *analogia iuris* con quanto previsto nella Convenzione di Montego Bay del 1982, in base alla quale, mentre da un lato nessuno stato può pretendere di assoggettare alcuna parte dell'alto mare alla sua sovranità (in quanto considerato alla stregua di *res communes omnium*, un patrimonio comune), dall'altro consente l'attività di pesca e lo sfruttamento del pescato: al pari, il divieto di appropriazione della Luna e dei corpi celesti sancito nell'articolo 2 dell'*Outer Space Treaty* non comporterebbe un'estensione di tale proibizione anche alle risorse in essi contenute.

La *ratio* sottesa a tali legislazioni è dunque quella di delineare un quadro giuridico di riferimento, che garantisca ai privati la

certezza dei diritti sulle risorse estratte nello Spazio e, quindi, di scongiurare il rischio che tali aziende decidano di delocalizzarsi, spostandosi in paesi che non siano parte dell'*Outer Space Treaty*.

Si inserisce in questo alveo giuridico l'Executive Order On Encouraging International Support for the Recovery and Use of Space Resources (n. 13914) promulgato il 6 aprile 2020 dal presidente Trump, con cui si conferma il supporto della politica statunitense a un pieno sfruttamento commerciale delle risorse del cosmo, posto che gli Stati Uniti non riconoscono lo Spazio esterno come un *global commons* e, così si afferma in tale atto normativo, si opporranno a ogni tentativo di considerare il Trattato sulla Luna come diritto consuetudinario.

Il contesto attuale della Space economy e dello Spazio in generale è radicalmente diverso da quello di dieci o quindici anni fa. La Space law vigente è adatta a regolamentare i tempi correnti?
La risposta a questa domanda è apparentemente semplice: no.

Se è vero, com'è vero, che nella gran parte dei casi il diritto prende le scale mentre la realtà è già arrivata al piano con l'ascensore (basti pensare alle – irrisolte – problematiche etico-giuridiche delle biotecnologie o dell'intelligenza artificiale), nel caso della *Space law* la realtà ha proprio preso un razzo. Sarebbe sufficiente ricordare che la *Space law* è stata ideata in un'epoca in cui si dava per scontato che nel cosmo potessero operare solo gli stati, unici soggetti ritenuti dotati di risorse e *know-how*, senza prevedere che alla *Space race* potessero prender parte attiva attori non statali.

Il ventaglio di possibilità e modalità di uso e sfruttamento si è notevolmente ampliato. Si pensi per esempio allo *Space mining* o al turismo spaziale, declinandosi in forme di impiego dello Spazio e delle sue risorse che tutt'oggi patiscono un vuoto normativo, posto che le principali fonti di diritto internazio-

nale in materia di Spazio extra-atmosferico non si occupino di questi profili.

La difficoltà del diritto di stare al passo normativo con ciò che succede *de facto*, nella realtà fenomenica, è amplificata dalle caratteristiche dell'ordinamento internazionale. Se già, appunto, si fa fatica a star dietro, normativamente parlando, a quanto accade nell'ottica del diritto interno, in cui esiste un organo preposto a dettare le regole vincolanti per tutti, ossia il legislatore, ruolo che compete al parlamento negli ordinamenti democratici, nell'ambito delle relazioni giuridiche dei soggetti della comunità internazionale, questo ruolo è decentrato, proprio perché affidato agli stessi destinatari delle norme.

Infatti, nell'ordinamento internazionale, sono i soggetti (*in primis* gli stati, ma anche altri enti, come per esempio le organizzazioni internazionali) che creano il diritto, vuoi attraverso un comportamento ripetuto nel convincimento della sua doverosità o opportunità (ossia le norme consuetudinarie), vuoi attraverso accordi. Ebbene, le norme consuetudinarie sono dette anche «norme generali», perché sprigionano i loro effetti giuridici nei confronti di tutti i consociati e quindi sono quanto di più affine abbiano con la legge di diritto interno, mentre gli accordi sono chiamati «fonti particolari» perché, appunto, vincolano solamente le parti, come avviene, nel diritto interno, per i contratti. E quindi, così come nessuno può essere costretto a stipulare un contratto se non vuole, nessuno stato deve ratificare un trattato se non ne sente l'esigenza.

Dunque, ci troviamo oggi a discutere di una *Space law* che risulta essere composta da poche norme consuetudinarie, proprio perché è un settore ai suoi primi sviluppi; ben pochi sono quei comportamenti costanti, uniformi e diffusi che possono ritenersi già cristallizzati in norme generali, e ancor meno trattati, che vincolano pochissimi stati. Da qui l'esigenza, a mio

avviso, di una conferenza internazionale, sotto la cui egida formulare un accordo in grado di coagulare il consenso della più gran parte degli stati, com'è successo con la Convenzione di Montego Bay.

Se non si procederà lungo questa direttrice, si continuerà a seguire la traiettoria delle normative interne del tutto eterogenee, con obiettivi individuali e non solidaristici-cooperativi, come, viceversa, imporrebbe una corretta gestione dello Spazio extra-atmosferico.

In caso di un incidente spaziale, come quello della collisione di un apparato operativo e di uno Space debris di un privato o un paese diverso, come ci si regola? E nel caso in cui un detrito spaziale cadesse a terra causando danni a cose e/o persone?

In materia di responsabilità per incidenti spaziali sono previsti due regimi paralleli: l'uno per incidenti in orbita e l'altro per danni alla superficie terrestre.

Il primo è riconducibile nell'alveo della cosiddetta *responsibility*, cioè la responsabilità per fatto illecito, che corrisponde al sistema classico del diritto internazionale. In questo caso si tratta di una responsabilità per colpa: detto in altri termini, lo Stato può giustificarsi se riesce a provare di aver posto in essere tutta la dovuta *due diligence* ma che, malgrado ciò, l'incidente si è verificato.

Il secondo invece è da inquadrarsi nella così chiamata *liability*, ossia la responsabilità da fatto lecito, che, se non ammette giustificazioni di sorta, è una responsabilità oggettiva, sicché lo Stato è tenuto a rispondere a prescindere dal ricorrere o meno di una circostanza esimente.

Dal punto di vista dei trattati in vigore, l'articolo 7 dell'*Outer Space Treaty* sancisce il principio della responsabilità dello Stato di lancio per i danni causati da un oggetto mandato nello

Spazio o da sue componenti a un altro stato o a persone fisiche o giuridiche sulla Terra, nell'atmosfera o nello Spazio esterno (*responsibility*). È considerato «Stato di lancio» non solo lo stato che lanci o faccia lanciare un oggetto nello Spazio, ma anche lo stato dal cui territorio, o dalle cui installazioni, l'oggetto sia lanciato. Non necessariamente, quindi, lo Stato di lancio coincide con lo Stato di registrazione.

Il quadro è tuttavia reso più complesso dal fatto che la convenzione del 1972 sulla responsabilità per danni causati da oggetti spaziali sancisce a carico dello Stato di lancio, nel caso di danni alla superficie terrestre o aeromobili in volo, una forma di responsabilità oggettiva assoluta, anche per attività svolte da enti privati e a esso non giuridicamente imputabili (*liability*).

Dunque, di volta in volta, occorre verificare se gli stati coinvolti nell'incidente, sia in orbita sia con impatto sulla Terra, siano parti o meno dei trattati che dettano le regole per risolvere il caso. Per esempio, nel caso del satellite sovietico *Cosmos 954*, precipitato il 24 gennaio del 1978 sul territorio canadese, che è uno dei primi casi in cui si è applicata la *Liability Convention* del 1972, si trattava di determinare le conseguenze giuridiche della contaminazione di 124mila chilometri quadrati di terreno, dovuto all'impatto del satellite che trasportava a bordo un reattore nucleare a uranio arricchito con l'isotopo U-235. La controversia tra Canada e Unione Sovietica – entrambi parti sia dell'*Outer Space Treaty* del 1967 che del *Rescue Agreement* del 1968 e anche della *Liability Convention* del 1972 – iniziò il 23 gennaio 1979 e si concluse con il Protocollo di Mosca del 2 aprile 1981, in base al quale il governo sovietico si impegnò a risarcire il Canada con tre milioni di dollari canadesi: una soluzione negoziata dai due Stati direttamente, senza coinvolgimento di terzi.

Questo perché, bene ricordarlo, l'ordinamento internazionale non contempla un giudice naturale, motivo per cui, per ri-

solvere una controversia fra due stati, esistono solo due sistemi: o essi trovano un accordo *vis-à-vis*, oppure decidono entrambi di rivolgersi a un tribunale (costituito *ad hoc*, cioè arbitrale, oppure già esistente, come ad esempio la Corte internazionale di giustizia) che emetterà una sentenza vincolante.

Tuttavia, qualora non ci fosse la volontà di tutti e due gli stati coinvolti nella controversia, la lite potrebbe non risolversi mai, lasciando campo libero alla autotutela individuale, sulla base della quale lo stato che ritiene di aver subito un torto potrà adottare delle contromisure unilaterali.

Per questo motivo credo sarebbe opportuna una nuova convenzione internazionale sul diritto spaziale che, oltre a essere più al passo con gli sviluppi attuali, potrebbe anche istituzionalizzare un meccanismo di soluzione delle controversie.

In questo modo – se si creasse, cioè, un tribunale competente in tema di liti spaziali, e se gli stati accettassero di sottoporre a esso le proprie controversie – avremmo la possibilità del ricorso unilaterale (come accade nel diritto interno, che contempla il giudice naturale). Questo perché ciascuna parte, avendo detto «Sì, lo voglio» a tale meccanismo, avrebbe attribuito *ex ante* a tale tribunale la competenza di risolvere la lite tramite sentenza. A quel punto non ci sarebbe necessità, di volta in volta, di trovare un accordo su chi e sulla base di quali regole possa dirimere la controversia; ciascuna parte in lite potrebbe, unilateralmente, andare a bussare alla porta di una siffatta corte.

In effetti, poiché, com'è ovvio, le politiche spaziali si intrecciano strettamente con profili sia di difesa, sia di prestigio nazionale, le controversie in seguito a eventi dannosi sono perlopiù risolte in via diplomatica, spesso a porte chiuse, per assicurare la massima discrezione. Specularmente, succede anche che lo stato leso si astenga dall'avanzare rivendicazioni o che lo stato danneggiante si rifiuti di ammetterne la fonda-

tezza. Per questo non c'è un congruo numero di casi di prassi regolati dalle norme fin qui ricordate; manca, cioè, una consolidata base di precedenti che, nell'essere stati risolti in piena trasparenza, consentano una strutturata, e ben fondata in diritto, ricostruzione interpretativa di questi principi relativi alla responsabilità per incidenti spaziali.

Gli Stati Uniti prima, e l'ONU dopo di loro, hanno deciso di non fare più ricorso a sistemi Asat. Russia e Cina, fra gli altri, non hanno aderito all'accordo. Quali scenari si prevedono in quest'ambito?

In effetti, nel dicembre 2022, sull'onda di una iniziativa statunitense dell'aprile dell'anno prima, l'Assemblea generale delle Nazioni Unite ha approvato una risoluzione che chiede il divieto di effettuare test antisatellite cinetici. Benché in sé si tratti di *soft law*, ossia non vincolante, e dunque non di un vero e proprio accordo con efficacia obbligatoria, questa risoluzione è stata adottata con il voto favorevole di 155 stati membri, 9 voti contrari e 9 astenuti.

Da un lato, quindi, si potrebbe ipotizzare quella sorta di *upgrading* che a volte le norme di *soft law* fanno nell'ordinamento internazionale, come già ricordato, nel caso in cui l'adesione spontanea a tali regole si trasformi in un comportamento costante, uniforme e diffuso (è il cosiddetto *normative hardening*); dall'altro, il fatto che, fra gli stati contrari, ci siano la Cina e la Russia e, fra quelli astenuti, l'India e il Pakistan, cioè paesi che sono già potenze spaziali particolarmente attive nel testare sistemi missilistici basati sulla Terra in grado di colpire obiettivi nello Spazio, o che hanno dichiarato la propria intenzione di sviluppare, in tempi brevi, propri lanciatori spaziali, sembra indicativo della riluttanza di alcuni paesi di interrompere i test cinetici delle armi antisatellite ad ascesa diretta.

A ogni buon conto, la stessa risoluzione delle Nazioni Unite non riguarda il bando di altri tipi di test, come quelli delle armi a energia diretta, oppure dei sistemi Asat cinetici collocati già nello Spazio; dunque non è particolarmente stringente per l'intero ventaglio degli strumenti ascrivibili alla *Space warfare*.

Detto altrimenti, se la risoluzione è un passo nella direzione giusta, alla luce del fatto che la moratoria sui test Asat distruttivi mira a garantire una maggiore sicurezza dello e nello Spazio e a ridurre la generazione di pericolosi detriti spaziali, occorre che il consenso degli stati si coaguli in modo più definito, affinché possa essere un attraente catalizzatore anche per i paesi più riluttanti. La ritengo un'impresa non del tutto utopica e per un motivo preciso: l'attuale (alquanto) permissivo quadro giuridico internazionale che governa lo Spazio extra-atmosferico è frutto (anche) della postura degli Stati Uniti, volta tradizionalmente a proteggere le priorità di sicurezza nazionale. Oggi sono proprio gli Stati Uniti, però, i promotori di questa moratoria.

Nelle pagine precedenti si è scritto che «un quadro giuridico che regolamenti gli sviluppi del settore è ancora in via di definizione e non sembra che l'intenzione di redigerne uno adatto a un quadro totalmente mutato sia condivisa». È d'accordo?

Sì, purtroppo sono d'accordo. In questo settore si proiettano sullo Spazio le tensioni geopolitiche terrestri, con un approccio vario e a cerchi talvolta concentrici, talaltra intersecantisi, secondo geometrie variabili, dei protagonisti sul proscenio che rivendicano, ciascun per sé, il ruolo positivo, cercando di relegare ai margini le figure di secondaria importanza, quando non di tratteggiare a tinte fosche gli antagonisti.

Lo scollamento fra quanto chiesto nei consessi internazionali, anzitutto nel quadro delle Nazioni Unite, e quanto portato avanti a livello domestico dà subito contezza di come ci

sia una schizofrenia di fondo, che potremmo definire *Space washing*. Detto altrimenti, l'obiettivo delle posture politiche coincide più con il ritorno reputazionale nell'arena pubblica che con la sostanza delle azioni concrete. Basterebbe considerare quali siano i paesi di volta in volta promotori delle risoluzioni dell'Assemblea generale in tema di gestione delle risorse extra-atmosferiche e di demilitarizzazione del cosmo, nonché l'enorme fatica con cui sono condotti i lavori in seno al CO-PUOS, cioè il Comitato delle Nazioni unite per l'Uso pacifico dello Spazio Esterno.

Per dare una misura della più che potenziale pericolosità di questo approccio, basterebbe ricordarsi che la NATO ha ufficialmente indicato lo Spazio come il quinto dominio strategico-operativo. Oggi, in caso di attacchi dallo Spazio o al suo interno, potrebbe attivarsi la clausola di difesa collettiva prevista nell'articolo 5 della Carta Atlantica.

In Europa – Thierry Breton in primis – si evoca a gran voce una Space law univoca: perché un quadro regolamentare condiviso potrebbe coadiuvare lo sviluppo del settore?

Non è un caso che Breton sia l'attuale Commissario europeo per il mercato interno e i servizi; non è meno significativo che, nel nostro ordinamento nazionale, il comparto «Spazio» sia appannaggio del ministero delle Imprese e del Made in Italy. Credo che queste attribuzioni di competenze sottolineino la declinazione, un po' miope, dello Spazio in una chiave prettamente economica, il perimetro della quale peraltro risulta via via ampliato: agli storici pilastri del sistema – lanciatori, satelliti, *ground segment* – si sono affiancati i servizi spaziali, le infrastrutture e le tecnologie di supporto non spaziali necessarie alla realizzazione dei servizi. In quest'ottica, si porta avanti l'idea di una *Space law* univoca, volta più a ridurre le dipendenze

tecnologiche nelle catene di approvvigionamento strategiche che a dare priorità alla sicurezza, alla difesa e alla sostenibilità.

Per intenderci: più un «mercato unico dello Spazio» – con una corsia preferenziale e autonoma dell’Unione Europea nel quadro dell’accesso e della commercializzazione dello Spazio – che la tutela dei sistemi spaziali, del potenziamento della sicurezza e della difesa, delle misure strategiche per la prevenzione e la salvaguardia dell’ambiente cosmico.

Detto in modo un po’ brutale: si scrive *Space law*, ma si legge *Space economy*.

Avrebbe senso e utilità una Space law «solo» europea?

Nell’ottica del potenziamento della competitività dell’industria spaziale a marchio UE sì. Basti pensare all’impatto che potrebbe avere un cambio di paradigma nella politica europea dei lanciatori basata sull’aggregazione della domanda istituzionale per i servizi di lancio, sulla promozione dell’innovazione e sulla tutela delle infrastrutture terrestri.

In effetti, l’Europa dà a volte per scontato il sostegno di alcuni suoi alleati storici, *in primis* gli Stati Uniti, che non sempre rimangono solidamente al fianco dell’Unione, e non solo in questo settore. Si pensi a quanto proclamato da Trump in campagna elettorale, con particolare riguardo al fatto che per l’ex-presidente l’aggressione subita dall’Ucraina sia un problema europeo da affrontare senza un supporto statunitense, o anche, andando a ritroso di pochi anni, alla competizione per l’accaparramento dei vaccini anti-Covid, spesso niente affatto leale.

Ben venga, allora, una *Space law* europea, purché siano rispettate almeno tre condizioni: che abbia la veste giuridica di regolamento e non di direttiva, che sia equilibrata e che adotti un approccio olistico. Sotto il primo profilo, credo che solo un regolamento possa scongiurare il rischio di un’applicazione

a macchia di leopardo di una siffatta *Space law*. Perché, bene ricordarlo, un regolamento è lo strumento legislativo che ha come triplice caratteristica la portata generale rispetto ai destinatari, l'essere obbligatorio in tutte le sue parti (sicché gli Stati non possono fare una sorta di *cherry picking* giuridico di quanto contemplato), e l'essere direttamente applicabile negli ordinamenti interni degli stati membri (perché i regolamenti euro-unitari non necessitano di atti di recepimento per essere efficaci all'interno degli stati, sono *self-executing*).

In merito alla seconda caratteristica, una *Space law* europea dovrebbe essere equilibrata secondo l'approccio *risk based thinking*, basato cioè sul rischio e le opportunità, così da evitare, da un lato, la frammentazione del mercato interno su elementi essenziali concernenti i requisiti dei prodotti e dei servizi spaziali, la loro commercializzazione, il loro utilizzo, la responsabilità e il controllo delle autorità pubbliche, e dall'altro dando certezza del diritto sia ai fornitori sia agli utenti, in merito alle modalità con cui le regole nuove andranno ad armonizzarsi con quelle esistenti (e qui mi riferisco alle *Space laws* nazionali già in vigore, come quella lussemburghese, o quelle di imminente promulgazione, come quella italiana).

In terzo luogo, una *Space law* efficace dovrebbe essere improntata a una visione olistica, intesa come un concetto che integri (almeno) tre dimensioni: economica, ambientale e sociale. Occorre cioè che la *Space law* europea tenga conto degli aspetti più squisitamente geopolitici, coniugandoli con la presenza ormai sistemica di soggetti privati, in una prospettiva che non si riduca al mero sfruttamento commerciale del cosmo, ma che, viceversa, prenda in debita considerazione anche altre istanze: la sostenibilità dell'ambiente extra-atmosferico e la tutela della proprietà intellettuale, in un perimetro normativo e di azione che si iscriva (e non esondi mai dalla necessità

della salvaguardia della pace tra i popoli, soprattutto a fronte del *dual use* tipico della tecnologia spaziale.

Una Space law potrebbe aiutare a evitare conflitti in orbita?

Tutto il diritto, sia interno sia internazionale, aspira a trovare il punto di equilibrio fra sicurezza e libertà.

La tensione fra questi due poli fa sì che, se prevale l'esigenza di sicurezza, aumentino le regole da seguire, benché, di fatto, le norme da rispettare imbriglino la libertà individuale. Specularmente, quando è preponderante il bisogno di libertà, il mettere la sordina a un impianto prescrittivo, riducendo al minimo i principi cui conformarsi, assicura la più ampia autonomia d'azione, rischiando però di trasformarsi in uno scenario di sostanziale anarchia, in cui vige la legge del più forte.

Quindi, anche nel caso della gestione dello Spazio extra-atmosferico, al fine di scongiurare conflitti in orbita, l'obiettivo cui tendere è l'elaborazione di una *Space law* che riesca inquadrare in una cornice normativa flessibile e attuale le istanze e le rivendicazioni di un mondo non più bipolare, com'era quello di circa sessant'anni fa, ma multipolare quale quello contemporaneo. Quando dico «multipolare» mi riferisco a un'accezione tanto in senso orizzontale, avuto riguardo al moltiplicarsi di attori statali con programmi spaziali autonomi (dalla Cina al Giappone, dagli Emirati Arabi all'Unione Europea che, come detto, si orienta sempre più verso la propria indipendenza strategica), quanto in senso verticale, con il proliferare di protagonisti non statali, la cui presenza, da un lato, opacizza il processo decisionale, dall'altro, determina – spesso – un passo indietro all'interesse pubblico.

Perché?

Perché se io mi muovo dall'angolo rosso del ring seguendo le

regole della boxe, mentre il mio avversario avanza dall'angolo blu parametrando sul wrestling, oltre al fatto che lui avrà un vantaggio competitivo, il primo contrasto non sarà, a valle, sull'esito dell'incontro ma, a monte, su quali siano i precetti cui avremmo dovuto attenerci entrambi. Del pari, una *Space law* che sia chiara, quanto meno sui principi fondamentali – e qui torno al mio «decalogo» – e condivisa da tutti gli operatori nello Spazio extra-atmosferico, potrebbe disinnescare e depotenziare molti conflitti in orbita ancor prima del loro scoppio o del loro esacerbarsi.

Quali scenari imminenti è lecito prevedere?

Le previsioni sono fatte per essere smentite. Quello che posso dire è che, in questo momento storico, siamo davanti a un bivio: il modello Antartide e il modello Alto mare. Con il primo faccio riferimento a quanto disposto nel Trattato di Washington nel 1959, che prevede il Sistema antartico, a tutt'oggi paradigma di una soluzione efficace di *governance* improntata alla cooperazione internazionale: è riuscito a mantenere la pace (demilitarizzando l'intera area) e a garantire una gestione comune delle risorse (benché potenzialmente appetibili da molti stati) di un intero continente, dando prova di una capacità di tenuta, durante e oltre, l'epoca della Guerra fredda, promuovendo la cooperazione scientifica anche tra stati dichiaratamente antagonisti.

Il secondo modello, relativo all'Alto mare, pur ricondotto dalla Convenzione di Montego Bay all'istituto del patrimonio comune dell'umanità, si scontra con un dato empirico: gli oceani, che ricoprono il 70% del nostro pianeta, sono per due terzi sottratti alle giurisdizioni nazionali e internazionali. È una superficie amplissima e, di fatto, più che una *res communes omnium*, o *global commons*, è una zona di sfruttamento selvaggio,

le risorse della quale sono spesso gestite sulla base del principio *prior in tempore, potior in iure*, cioè *first come, first served*, traducibile, in termini colloquiali, con «chi prima arriva, meglio alloggia».

I due modelli, oggi, tendono a incontrarsi a metà strada. Il primo inizia a mostrare delle crepe derivanti dall'attuale processo di deglobalizzazione e registra una incrementale polarizzazione dell'approccio internazionale all'Antartide. Per esempio, mentre la Russia ha iniziato la mappatura delle risorse presenti nel sottosuolo del continente, la Cina ha istituito nuove basi, ufficialmente scientifiche, sebbene abbia manifestato un concreto interesse per un potenziamento dello sfruttamento delle risorse ittiche e del turismo.

Il secondo modello dovrebbe beneficiare, si spera nel più breve tempo possibile, ossia quando sarà raggiunta la soglia del deposito di sessanta strumenti di ratifica, dell'*High Seas Treaty*, accordo adottato nel 2023, dopo quasi due decenni di trattative, sotto l'egida delle Nazioni Unite. Ha come obiettivo la tutela della biodiversità nelle acque internazionali e crea una sorta di «santuari marini», in quanto prevede che entro il 2030 il 30% dei mari del mondo sia considerato area protetta.

Ritengo che gli scenari relativi allo Spazio oscillino fra questi due modelli, con tutte le *nuances* intermedie da un punto di vista giuridico. Riconduco la gestione dello Spazio a questi due approcci perché sono già operativi nel quadro del diritto internazionale e dunque non meramente potenziali. Se però, dal piano di ciò che il *menu* delle opzioni giuridiche già offre, ci spostassimo su uno più di «utopia necessaria», vale a dire uno scenario difficile da raggiungere nel breve-medio periodo, l'obiettivo cui tendere sarebbe l'elaborazione di un accordo multilaterale a vocazione universale che, nel regolamentare le attività antropiche nel cosmo, disponga anche un organismo internazionale prepo-

sto al suo monitoraggio e alla sua attuazione, nonché un meccanismo predeterminato per la soluzione delle controversie.

Il potenziale nefasto degli scenari più foschi – in cui il principio della libertà estrattiva costituisce il *fil rouge* (anche) degli Accordi Artemis – potrebbe degenerare in accesi conflitti se interpretato, viceversa, quale sfruttamento illecito di risorse da altri paesi non concordi ad assecondare un tale approccio. Per questo, spero che sul pessimismo della ragione – di prevalere e rivendicare a sé le risorse del cosmo – trionfi l'ottimismo della buona volontà: coesistere e condividere l'intero firmamento.

Agostina Latino, MBA, PhD in diritto internazionale, è docente di Diritto internazionale e Tutela dei diritti umani, e di Diritto delle migrazioni presso la Scuola di Giurisprudenza dell'Università di Camerino. Insegna anche Diritto internazionale alla Luiss Guido Carli, oltre ad aver tenuto corsi in vari atenei italiani (Roma Tre, Università di Milano-Bicocca, SSPL-Università di Teramo) e stranieri, in qualità di *visiting professor* (La Habana-Cuba, Junín-Buenos Aires-Argentina) nei settori del Diritto internazionale, Diritto internazionale dell'economia, Diritto internazionale privato e processuale, Diritto dell'Unione Europea.

Svolge costantemente attività seminariali nel quadro di Master e Corsi di Alta Formazione, soprattutto a favore degli Ufficiali delle Forze Armate, in linea con le attività della Commissione per la diffusione del Diritto internazionale umanitario della Croce Rossa. Analista per ISPI, è autrice di numerose pubblicazioni sui temi dei diritti della persona umana, del diritto internazionale dell'economia, dei rapporti fra ordinamento internazionale e ordinamento euro-unitario.

Ringraziamenti

Come qualsiasi altro tratto di vita, questo libro non esisterebbe o sarebbe molto diverso se non avessi avuto compagne e compagni di viaggio.

Non posso che ringraziare Matteo Marini, Roberto Paradiso e Roberto Dal Bosco, che mi hanno ispirato, corretto, a volte indicato la via meglio di un navigatore satellitare. Ringrazio Agostina Latino per la gentilezza e il rigore. Ringrazio Marco Marino, senza cui il nulla – e per il quale anche agosto ha avuto un sapore diverso.

Ringrazio Marco Falorni e Libero Produzioni Tv per quel che sono. E Barbara Castorina per quel che sarà. E ringrazio Augusta, Elisa e Carlo, Manuel e Mattia, insieme con tanti miei amici, perché anche quando mi perdo fra le stelle, loro so dove trovarli.

Riassumere quel che si prova al termine di un lavoro faticoso è più complesso di quanto pensassi. A questo libro ho dedicato, più o meno, venti mesi della mia vita. Può sembrare un periodo lungo, ma è un frammento se rapportato al Cosmo o alla velocità con cui le schegge di quest'epoca, un'epoca di Rinascimento spaziale, non smettono di accumularsi, una sull'altra, giorno dopo giorno.

Rileggendo quanto scritto, capisco di aver raccontato anche di me – il lettore e la lettrice siano clementi. Nel tentativo di non farmi notare – questo almeno me lo si conceda – ho però descritto, o provato a descrivere, il mio punto di vista sull’(extra) mondo, cioè su ciò che penso siamo stati, siamo e diventeremo. Noi tutti, come collettività, come genere umano.

Spero di non esserci andato troppo lontano. Ma mi auguro, la prossima volta, ci ritroveremo distanti da qui. *Per aspera ad astra!*

Dal pianeta Terra,
Emilio Cozzi

Note

Prologo

¹ Michael Collins, *Carrying the Fire. Il mio viaggio verso la Luna*, Cartabianca, Bologna 2023, p. 6.

² Ivi, p. 13.

³ Ivi, p. 16.

⁴ James R. Hansen, *First man. Il primo uomo. La biografia autorizzata di Neil Armstrong*, Rizzoli, Milano 2018, p. 143.

⁵ Collins, *Carrying the Fire*, cit., p. 411.

⁶ Ivi, p. 402.

⁷ *Ibidem*.

PARTE PRIMA Agli albori dell'esplorazione spaziale

¹ Si rimanda all'articolo di Emilio Cozzi, «Il 4 ottobre di 60 anni fa ci fu il lancio dello *Sputnik 1*», in *Wired*, 4 ottobre 2017.

² Tom Wolfe, *La stoffa giusta*, Sperling & Kupfer, Milano 1981.

³ Il discorso di Kennedy ha come titolo ufficiale *We choose to go to the Moon*. È reperibile online.

⁴ *Ibidem*.

⁵ PZU, dalle iniziali, in russo, di *Piroshasgigatel'noe Ustrojstvo*, «dispositivo di accensione pirotecnico». Si tratta, detto altrimenti, di un grosso petardo.

⁶ Il passaggio evoca volutamente il titolo dell'autobiografia di Jurij Gagarin, pubblicata a Mosca nel 1961: *Doroga v kosmos*, edita in Italia nel 2013 da Pigreco, col titolo *La via del cosmo. Sputnik, Lunik, Vostok. L'assalto sovietico al cielo*.

⁷ Su YouTube è reperibile il lungometraggio di Christopher Riley *First Orbit* (2011), che propone una ricostruzione del volo di Gagarin tramite filmati d'epoca e riprese effettuate dalla Stazione Spaziale Internazionale.

⁸ Giudizio su Gagarin attribuito a V. Guljav, da V. Ponomareva, *Ženskoe lico kosmosa* (Il volto femminile del cosmo), pubblicato a Mosca nel 2002.

⁹ La «risoluzione della vite» è, in gergo aeronautico, l'insieme di manovre per uscire da una situazione in cui il velivolo sta perdendo quota avvitandosi su se stesso, e riportarlo in volo orizzontale livellato.

¹⁰ «Spazionauti» è il nome dato dai francesi ai loro astronauti.

¹¹ Nato negli anni settanta per designare un filone mistico che aveva attraversato la storia della Russia, il cosmismo ripone una fiducia illimitata nelle capacità creative dell'uomo e nella scienza, tanto da farne una religione. A questa, il cosmismo affida la missione suprema di sconfiggere la morte, considerata il male assoluto.

¹² Luca Boschini, *Il mistero dei cosmonauti perduti. Leggende, bugie e segreti della cosmonautica sovietica*, CICAP, Padova 2013.

¹³ Il riferimento è al film biografico che Daniil Jakovlevič Chrobrovickij dedicherà a Korolëv nel 1972, *Ukroščenje ognja* (Domare il fuoco).

¹⁴ Acronimo di *Narodnnji Kommissarjat Vnutrennikh Djel*, il Commissariato del Popolo per gli Affari Interni.

¹⁵ Ludovico Martello, «La coerenza di Stalin», in *Mondoperaio*, 2017, n. 6.

¹⁶ La cancellazione ufficiale delle colpe attribuite a Korolëv avvenne solo nel 1957, quando un nuovo tribunale lo assolse «per assenza di alcun crimine».

¹⁷ Acronimo di Intercontinental Ballistic Missile.

¹⁸ Boschini, *Il mistero dei cosmonauti perduti*, cit.

¹⁹ Acronimo di Intermediate-Range Ballistic Missile.

²⁰ Acronimo di Opytno-Konstruktorskoe Byuro-1, successivamente diventato la società privata RKK Ėnergiya.

²¹ Acronimo di Telegrafnoe Agentstvo Sovetskogo Sojuza (Agenzia Telegrafica dell'Unione Sovietica). L'agenzia fu fondata nel 1925 e rimase attiva fino al 1992, quando diventò ITAR-TASS.

²² Il titolo originale dell'opera, edita nel 1923, è *Die Rakete zu den Planetenräumen*. Hermann Oberth (1894-1989) è stato uno dei padri, insieme a Konstantin Èduardovič Ciolkovskij, dell'astronautica.

²³ Peenemünde è un comune tedesco situato nella parte nord-orientale dell'isola tedesca di Usedom, nel land del Meclemburgo-Pomerania Anteriore.

²⁴ La Luftwaffe, l'aviazione militare tedesca.

²⁵ Sono parole riportate da Mike Gray nel suo *Angle of Attack*, pubblicato nel 1992, e accreditate a Harrison Storms, un ingegnere aerospaziale che per la North American Rockwell coordinò lo sviluppo della capsula lunare Apollo.

²⁶ La Paperclip («graffetta») fu un'operazione segreta dell'esercito statunitense volta ad acquisire la tecnologia missilistica dei nazisti mediante il reclutamento degli ingegneri facenti parte dello staff di von Braun. Inizialmente chiamata Operazione Overcast, venne ribattezzata Paperclip per via dell'abitudine di apporre delle graffette sui fascicoli dei tecnici e progettisti missilistici che si intendeva reclutare.

²⁷ La definizione è di Der Spiegel, a definire il contributo di von Braun, cittadino del Vecchio Continente, all'identità statunitense nell'ambito dell'esplorazione spaziale; ma anche il suo spirito pionieristico rispetto all'indagine dell'extraterrestre.

²⁸ Christopher Lauer, *Umstände und Voraussetzungen für Wernher von Brauns Eintritt in das Heereswaffenamt*, tesi di laurea pubblicata online il 12 gennaio 2019.

²⁹ Altra definizione del Der Spiegel.

³⁰ Paolo Valentino, «Von Braun, fu vera gloria?», in *Il Corriere della Sera*, 30 gennaio 2019.

³¹ *Ibidem*.

³² JPL, ossia Jet Propulsion Laboratory (Laboratorio sulla Propulsione a Getto). Dipende dal Caltech, ovvero il California Institute of Technology.

³³ NACA, ossia National Advisory Committee for Aeronautics: è il comitato di consulenza aeronautica degli Stati Uniti.

³⁴ Boschini, *Il mistero dei cosmonauti perduti*, cit.

³⁵ Wolfe, *La stoffa giusta*, cit.

³⁶ Furono chiamati I sette della Mercury per via della loro capsula spaziale e per il numero, secondo la cultura statunitense un porta-fortuna. Il 7 accompagnerà tutte le missioni del primo programma spaziale statunitense.

PARTE SECONDA Moneta stellare. *Space economy*

¹ La citazione è tratta dal discorso tenuto da Bezos in occasione dell'evento di presentazione di Blue Origin, il 9 maggio 2019, di cui parleremo profusamente nelle prossime pagine.

² Gianni Baget Bozzo, *Il Dio perduto*, Mondadori, Milano 1999, p. 55.

³ Da «Space oddities», editoriale di *Limes*, dicembre 2021, vol. 12, n. 21.

⁴ OECD, *OECD Handbook on Measuring the Space Economy*, 2022.

⁵ *Ibidem*.

⁶ Letteralmente «corsa nell'opposto». Nella filosofia di Eraclito, indica la concezione secondo la quale tutto ciò che esiste passa nel suo opposto.

⁷ Estratto dell'articolo «Red Moon over the us», pubblicato sul *Time* il 14 ottobre 1957, p. 29.

⁸ Amintore Fanfani, «Economia orientata», in *Guide del propagandista*, 1946, fascicolo 5.

⁹ Anil K. Maini, Varsha Agrawal, *Satellite Technology: Principles and Applications*, Wiley, Hoboken (NJ) 2007, p. 12.

¹⁰ Si può consultare il rapporto richiedendolo a Space Report Foundation.

¹¹ Si rimanda al rapporto *Space: The \$1.8 Trillion Opportunity for Global Economic Growth*, redatto da McKinsey & Company nell'aprile 2024 per il World Economic Forum.

¹² A tal proposito, si prevede che i ricavi del *ride hailing* cresceranno 61 miliardi di dollari nel 2023 a 300 miliardi nel 2035; il *vehicle sharing*, invece, registrerà un incremento da 11 a 64 miliardi. La consegna dell'ultimo miglio per merci deperibili, alimenti e bevande, da 100 miliardi di dollari arriverà a valerne 334. Nello stesso periodo, i servizi di tracciamento personalizzati per l'intrattenimento e lo sport

passeranno da 2 a 9 miliardi di dollari, favoriti da una crescente offerta di dispositivi *smart* indossabili, capaci di sfruttare i dati (5 miliardi di dollari nel 2023, 20 miliardi di dollari nel 2035).

¹³ Corsivo dell'autore.

¹⁴ La genesi del GPS è raccontata da Marcello Spagnulo in *Geopolitica dell'esplorazione spaziale*, Rubbettino, Soveria Mannelli 2019, p. 96 e seguenti.

¹⁵ Edouard Mathieu e Max Roser, «Space Exploration and Satellites», in *Our World in Data*, 2022.

¹⁶ Da «Number of satellites in orbit by major country as of Aprile 30, 2022», report dello Statista Research Department pubblicato il 24 maggio 2024.

¹⁷ *OECD Handbook on Measuring the Space Economy*, cit.

¹⁸ «2022 was a record year for Space launches», in *Nature*, 11 gennaio 2023.

¹⁹ *OECD Handbook on Measuring the Space Economy*, cit.

²⁰ Emilio Cozzi, «D-Orbit, storia dei pionieri della logistica spaziale», in *Wired Italia*, 10 giugno 2023.

²¹ Una prima versione di questo capitolo, a firma dell'autore, è stata pubblicata sul numero 3 della rivista *Cosmo*.

²² Le citazioni attribuite a Musk nel presente capitolo sono tratte dalla biografia di Musk redatta da Walter Isaacson, *Elon Musk*, Mondadori, Milano, 2023.

²³ Eric Berger, *Liftoff. Elon Musk and the Desperate Early Days that Launched SpaceX*, William Collins, Glasgow 2021, p. 92.

²⁴ Dato al settembre 2023.

²⁵ Micah Maidenbergh, Corrie Driebusch, Berber Jin, «A Rare Look into the Finances of Elon Musk's Secretive SpaceX», in *The Wall Street Journal*, 17 agosto 2023.

²⁶ «Airborne fulfillment center utilizing unmanned aerial vehicles for item delivery», a cura di Amazon Technologies Inc., 5 aprile 2016.

²⁷ Per un approfondimento si rimanda all'articolo «Cloud computing, il Pentagono annulla il contratto con Microsoft: vittoria per Amazon», pubblicato sul giornale online *La Repubblica – Italian Tech*, 7 luglio 2021.

²⁸ Jeff Bezos, «No thank you, Mr. Pecker», pubblicato su *Medium* il 7 febbraio 2019.

²⁹ Fisico statunitense, ha inventato l'anello di immagazzinamento del raggio di collisione ed è stato professore allo Swarthmore College, alla Cornell University e alla Princeton University. Considerato uno dei maggiori pionieri della colonizzazione umana dello Spazio, è nato il 6 febbraio del 1927 e deceduto il 27 aprile del 1992.

³⁰ Dati al settembre 2023.

PARTE TERZA Verso il condominio stellare

¹ DOS sta per *Dalgovrjemennaja Orblat'naja Stanzja*, «Stazione Orbitale di Lunga Durata». OPS, invece, sta per *Orbital Naja Piloti Renaja Stanzja*, «Stazione Orbitale Pilotata».

² *Saljut* in russo significa «saluto», ma anche «fuoco d'artificio». *Almaz* significa «diamante».

³ FGB, acronimo dell'espressione russa *Funktsionalno-gruzovoy blok*, «modulo funzionale di carico».

⁴ Kevin Wilcox, *This Month in NASA History: Space Task Group's Ambitious Plan*, 11 settembre 2019.

⁵ *Ibidem*.

⁶ Simonetta Di Pippo, *Luna, laboratorio di pace*, EGEA, Milano 2024.

⁷ A rivelarlo fu il figlio Sergej in un'intervista a *SpaceCast* del 1997.

⁸ Spagnulo, *Geopolitica dell'esplorazione spaziale*, cit.

⁹ *Ibidem*.

¹⁰ È possibile attingere all'archivio online del Dipartimento di Stato americano e consultare il seguente documento, redatto il 18 maggio 1972 da Edward E. David Jr.: *Foreign Relations, 1969-1976, Volume E-1, Documents on Global Issues, 1969-1972*.

¹¹ Giovanni Caprara, *Storia italiana dello Spazio. Visionari, scienziati e conquiste dal XIV secolo alla stazione lunare*, Bompiani, Milano 2019, p. 259.

¹² *Ibidem*.

¹³ Per Who Radio, emittente di Des Moines, Reagan faceva resoconti azione per azione delle partite dei Chicago Cubs, utilizzando solo le descrizioni che la stazione riceveva via cavo.

¹⁴ Passato alla storia come Evil Empire Speech, fu il discorso che Ronald Reagan tenne l'8 marzo 1983 alla National Association of Evangelicals. Lo si può reperire online, in forma scritta e orale.

¹⁵ Soluzione che fece nascere anche la teoria cospirazionista della «sorpresa d'ottobre», secondo la quale un gruppo di esponenti repubblicani con entrate nella CIA ritardò il rilascio degli ostaggi da ottobre a gennaio per impedire che del successo giovasse il presidente democratico Jimmy Carter. Sebbene il rilascio sia avvenuto venti minuti dopo il discorso di insediamento di Reagan, nemmeno due indagini parlamentari sono riuscite a confermare la teoria.

¹⁶ «National Security Decision Directive, n. 42», *National Space Policy*, documento rilasciato dalla Casa Bianca il 4 luglio 1982.

¹⁷ James G. Wilson, *The Triumph of Improvisation: Gorbachev's Adaptability, Reagan's Engagement, and the End of the Cold War*, Cornell University Press, 2014.

¹⁸ *Glavnoe razvedyvatelnoe upravlene*, letteralmente «Direttorato principale per l'Intelligence». In seguito alla riforma delle forze armate varata nel 2010 fu chiamato semplicemente *Gu*, «Direttorato principale».

¹⁹ Martin Anderson, Annelise Anderson, *Reagan's Secret War: The Untold Story of His Fight to Save the World from Nuclear Disaster*, Crown Archetype, New York 2009, p. 136.

²⁰ Almeno all'inizio, il soprannome fu usato con intento derisorio. Lo si accredita a Carol Rosin, oppositore di Reagan nonché consulente e portavoce di Wernher von Braun.

²¹ Oltre alla Strategic Defense Initiative (SDI), a stimolare lo sviluppo della rete informatica fu un'iniziativa correlata: la Strategic Computing Initiative (SCI), un piano da 600 milioni di dollari per capitalizzare i lavori sull'intelligenza artificiale.

²² *Kvant* in russo significa «aggiunta».

²³ *Priroda* in russo significa «natura».

²⁴ *Kristall* in russo significa «cristallo».

²⁵ John Uri, «20 Years Ago: Station Partners Sign Intergovernmental Agreement (IGA)», a cura della NASA, 29 gennaio 2018.

²⁶ A seguito della fusione con Selenia, Aeritalia conflui in Alenia Aeronautica, poi Alenia Aermacchi, confluita successivamente in Finmeccanica.

²⁷ L'ESA ha successivamente lavorato allo sviluppo di una capsula per il trasporto astronauti partendo dall'ATV (Automated Transfer Vehicle), la navetta cargo per i rifornimenti alla iss. Un percorso simi-

le a quello della Dragon di SpaceX; quella europea però, proposta alla Ministeriale 2008, non ha mai visto la luce. Si rimanda a «Strong support for Human Spaceflight Programmes paves way for Europe's new spacecraft after successful Ministerial Conference», a cura dell'ESA, 1° dicembre 2008 e Rob Coppinger, «ESA aims for manned capsule by 2020», in *FlightGlobal*, 22 luglio 2008.

²⁸ L'applicazione per smartphone iss Detector, basandosi sulla posizione geografica di chi osserva, è in grado di avvisare l'utente nel momento in cui la iss sta sorvolando il cielo e comparando all'orizzonte, invitandolo così ad alzare lo sguardo.

²⁹ Luca Parmitano, in un'intervista rilasciata il 26 maggio 2014 a RadioCor, disse: «Mai come nello Spazio ti accorgi che i confini non esistono. Dall'alto l'Europa è un reticolo di luci, collegamenti, i cui confini sono solo dentro le menti delle persone».

³⁰ Si rimanda a «Il contributo dell'Italia alla Stazione Spaziale Internazionale», a cura dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e reperibile presso il suo sito ufficiale.

³¹ Luca Parmitano in un'intervista raccolta dall'autore: Emilio Cozzi, «Luca Parmitano, astronauta: "Il futuro Cristoforo Colombo lo stiamo già addestrando"», in *Wired*, 19 maggio 2017.

³² Gazzetta ufficiale n. 67 del 21 marzo 2007.

³³ Di nuovo Luca Parmitano nell'intervista raccolta dall'autore.

³⁴ Tommaso Ghidini, *Homo caelestis. L'incredibile racconto di come saremo*, Longanesi, Milano 2021, p. 12.

³⁵ Per visualizzare un modello della iss, si invita a consultare il sito ufficiale della NASA nella sezione «International Space Station facts and figures».

³⁶ Si rimanda a «How much does it cost?», a cura dell'ESA.

³⁷ Matteo Marini, «Laika, 60 anni fa il volo sullo *Sputnik*. L'addestratrice: "Le chiesi scusa prima di mandarla nello Spazio"», in *La Repubblica*, 3 novembre 2017.

³⁸ Boschini, *Il mistero dei cosmonauti perduti*, cit., p. 190.

³⁹ Comunemente indicato in chilogrammi, il peso è il prodotto della massa (la cui unità di misura, in questo caso, è il chilogrammo secondo il Sistema internazionale) per l'accelerazione di gravità.

⁴⁰ Il video in questione è «Why Do Astronauts Exercise At Least Two Hours a Day in Space? – iss Science», a cura di Smithsonian National Air and Space Museum, reperibile su YouTube.

⁴¹ Giuseppe Barisano *et al.*, «The effect of prolonged spaceflight on cerebrospinal fluid and perivascular spaces of astronauts and cosmonauts», in *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 12 aprile 2022.

⁴² Si rimanda all'articolo «Why Space Radiation Matters», a cura della NASA e reperibile presso il sito ufficiale, pubblicato il 13 aprile 2017.

⁴³ I telomeri sono filamenti di DNA che proteggono le estremità dei cromosomi, un po' come le maniglie al termine di una corda per saltare, e hanno a che fare con l'invecchiamento.

⁴⁴ M. Edwards e L. Abadie, «NASA's Twins Study Results Published», pubblicato l'11 aprile 2019 e consultabile presso il sito della NASA.

⁴⁵ N. Cranford, «NASA Twins Study Confirms Preliminary Findings», a cura della NASA, 31 gennaio 2018.

⁴⁶ V. Parihar *et al.*, «Persistent nature of alterations in cognition and neuronal circuit excitability after exposure to simulated cosmic radiation in mice», in *Experimental Neurology*, 305, luglio 2018, pp. 44-45.

⁴⁷ Janet E. Baulch e Charles Limoli, «Astronauts' brains are subject to long-lasting damage due to low dose space radiation», in *The Conversation*, 5 agosto 2019.

⁴⁸ V. Parihar *et al.* «Cosmic radiation exposure and persistent cognitive dysfunction», in *Scientific Reports*, 6, 34774, 10 ottobre 2016.

⁴⁹ Andrea Thompson, «Medicine in Space: What Microgravity Can Tell Us about Human Health», in *Scientific American*, 7 agosto 2019.

⁵⁰ Si rimanda all'articolo «Proteins in space: taking our research to the final frontier», a cura di MERCK, 29 giugno 2022.

⁵¹ Si rimanda all'articolo «Improving cancer drugs in Space: MERCK crystallizes monoclonal antibodies to improve formulation, storage and purification», a cura di iss National Labory e consultabile presso il sito ufficiale.

⁵² Si rimanda all'articolo «Modifying Drugs to Improve Utility», a cura di iss National Labory e consultabile presso il sito ufficiale.

⁵³ Rick Smith, «NASA, Industry Partner for Space-based Study of Potential Alzheimer's Key», 30 ottobre 2019.

⁵⁴ Si rimanda al video, reperibile su YouTube, «Luca Parmitano presenta Amyloid Aggregation».

⁵⁵ Alexandra Witze, «Astronauts have conducted nearly 3,000 science experiments aboard the iss», in *Nature*, 3 novembre 2020.

⁵⁶ Come è scritto sul sito di Medes.fr, nella sezione «Devenir volontaire».

⁵⁷ Tommaso Ghidini, «Su Marte stamperemo organi in 3D», in *La Repubblica Salute*, 4 settembre 2018. Ghidini è il coordinatore del progetto europeo sullo sviluppo della stampa 3D per applicazioni spaziali.

⁵⁸ Si rimanda all'articolo «Building a Better Future in Orbit», a cura della NASA e reperibile sul sito ufficiale, 21 luglio 2022.

⁵⁹ «SpaceX CRS-24 Mission Overview», a cura di iss National Laboratory, 13 dicembre 2021.

⁶⁰ Si rimanda all'articolo «Bioprint First Aid Handheld Bioprinter», a cura dell'ESA, disponibile presso il sito ufficiale e pubblicato il 21 dicembre 2021.

⁶¹ Si rimanda all'articolo «Upside-down 3D-printed skin and bone, for humans to Mars», a cura dell'ESA, 9 luglio 2019.

⁶² Ghidini, *Homo cælestis*, cit.

⁶³ Ivi, p. 72.

⁶⁴ A provvedere al rifornimento della iss sono i veicoli cargo che la raggiungono con continuità dal Kazakistan, le Soyuz o le Progress russe, e le americane Dragon (di SpaceX) e Cygnus (Northrop Grumman).

⁶⁵ Jeffrey A. Hoffman *et al.*, «Mars Oxygen ISRU Experiment (MOXIE) – Preparing for human Mars exploration», in *Science Advances*, 31 agosto 2022.

⁶⁶ Si rimanda a «Environmental Control and Life Support Systems», a cura della NASA.

⁶⁷ Si rimanda a «Il cibo degli astronauti aiuta le popolazioni sulla Terra», a cura dell'ESA, 28 settembre 2016, reperibile presso il sito ufficiale.

⁶⁸ A questo proposito, la NASA, accompagnando un breve video della piccola celebrazione caricato su YouTube («Veggies in Space: Astronauts Sample Freshly Grown Lettuce»), ha trovato le parole più adatte: «That's one small bite for a man, one giant leaf for mankind» («È un piccolo morso per un uomo, una gigantesca foglia per l'umanità»).

⁶⁹ Gioia D. Massa *et al.*, «Plant Pillow Preparation for the Veggie Plant Growth System on the International Space Station», in *Gravitational and Space Research*, 2017, vol. 5, n. 1, pp. 24-34.

⁷⁰ Si rimanda a «Plant Habitat-04», a cura della NASA, 3 giugno 2021.

⁷¹ Si rimanda a «World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100», rapporto a cura dell'ONU.

⁷² Si rimanda a «Astronaut Life Support for Earth Families», a cura di NASA Spinoff, 27 settembre 2022.

⁷³ Emilio Cozzi, «Ecco perché senza le esplorazioni spaziali la vita sulla Terra sarebbe completamente diversa», in *La Repubblica – Italian Tech*, 13 agosto 2021.

⁷⁴ Si rimanda a «CMOS Sensors Enable Phone Cameras, HD Video», a cura di NASA Spinoff, 2017.

⁷⁵ Si rimanda a «Technology Benefits», a cura della NASA.

⁷⁶ Matteo Marini, «Bisogno cosmico di bellezza», in *Cosmo*, 22, dicembre 2021.

⁷⁷ Si rimanda a «The 11-member crew aboard the International Space Station», a cura della NASA, 29 aprile 2021.

⁷⁸ Il 16 novembre 2021, con un test missilistico, la Russia ha distrutto un proprio satellite di epoca sovietica, *Cosmos 1408*, lasciando in orbita una nuvola di detriti. A seguito della frammentazione, gli astronauti a bordo della Stazione Spaziale Internazionale si sono dovuti preparare per una possibile evacuazione. La ISS, che già ha il suo bel da fare per evitare collisioni con vari tipi di spazzatura spaziale, è stata costretta, anche diversi mesi dopo, a manovre di correzione dell'orbita a causa di questo evento. Si rimanda a Tariq Malik, «International Space Station dodges orbital debris from Russian anti-satellite test», in *Space.com*, 19 giugno 2022.

⁷⁹ Emilio Cozzi, «Che cosa sta facendo Samantha Cristoforetti nella sua “passeggiata” spaziale», in *La Repubblica – Italian Tech*, 21 luglio 2022.

⁸⁰ Andrea Bettini, «Cristoforetti: “Siamo tutti nell'equipaggio dell'astronave Terra”», in Rai News, 20 giugno 2015.

PARTE QUARTA Satelliti, pilastri della Terra

¹ «T-Mobile Takes Coverage Above and Beyond With SpaceX», dal sito di T-Mobile, 25 agosto 2022.

² «IAU CPS Statement on BlueWalker 3», a cura di International Astronomical Union, 28 novembre 2022.

³ «A Horse with No Name», nell'album *America*, pubblicato nel 1971.

⁴ Sul salvataggio di Escoffier, si invita a consultare la pagina online Search and Rescue (SAR) / Galileo Service, a cura dell'EUSPA, e l'articolo «Skipper Kevin Escoffier», a cura dell'ESA, 3 dicembre 2020.

⁵ Simona Casalini, «Vela, naufragio alla Vendée Globe: Escoffier lancia l'sos, quattro avversari in rotta per i soccorsi. E si salva», in *La Repubblica*, 1° dicembre 2020.

⁶ Dati tratti dalla presentazione del progetto SAR, reperibile sul sito ufficiale della NASA e ESC.

⁷ Joey Roulette e Marisa Taylor, «Exclusive: Musk's SpaceX is building spy satellite network for US intelligence agency, sources say», in *Reuters*, 16 marzo 2024.

⁸ *Ibidem*.

⁹ Come raccontato da Paul Mozur e Adam Satariano sul *New York Times*, i tentativi russi di rendere meno efficaci le comunicazioni di Starlink potrebbero avere riscosso il primo successo diffuso nel maggio del 2024. Si rimanda all'articolo «Russia, in New Push, Increasingly Disrupts Ukraine's Starlink Service», in *The Seattle Times*, 25 maggio 2024.

¹⁰ L'interferometria è un metodo di misura che sfrutta le interferenze fra più onde coerenti fra loro, utilizzando strumenti detti interferometri. Questi permettono di eseguire misurazioni di lunghezze d'onda, di distanze e di spostamenti dello stesso ordine di grandezza della lunghezza d'onda utilizzata. Grazie all'interferometria si rileva anche la velocità di propagazione della luce in mezzi diversi e per vari indici di rifrazione.

¹¹ Si rimanda al report di Sigma 2/2009 «Natural catastrophes and man-made disasters in 2008: North America and Asia suffer heavy losses».

¹² Fabrizio Battazza *et al.*, «COSMO-SkyMed mission: risk management applications over China, Myanmar and Haiti conducted during 2008», in *International Journal of Remote Sensing*, 13 febbraio 2012, vol. 33, n. 15.

¹³ Kenneth Pletcher e John P. Rafferty, «Sichuan earthquake of 2008», in *Encyclopaedia Britannica*.

¹⁴ Battazza *et al.*, «COSMO-SkyMed mission», cit.

¹⁵ *Ibidem*.

¹⁶ S'intende venti ore all'Equatore, dove l'angolo – e quindi la superficie da coprire – è maggiore, come scritto sul sito ufficiale di ICEYE.

¹⁷ «ICEYE commercial satellites join the EU Copernicus programme», dal sito di ICEYE, 12 ottobre 2021.

¹⁸ Si rimanda al report «2019 cyclone Idai appeal, final report» a cura di Disasters emergency committee.

¹⁹ «Cyclone Idai and Kenneth cause devastation and suffering in Mozambique», a cura di UNICEF.

²⁰ Olivier Cottray, «Drone Mapping and AI Combine to Find Flood Victims Faster in Mozambique», a cura di ESRI, 2023.

²¹ Il sito Science on a Sphere consente di vedere una ricostruzione per immagini dell'eruzione alla sezione «Hunga Tonga-Hunga Ha'apai 2022 Volcano Eruption».

²² Si rimanda a «Dramatic Changes at Hunga Tonga-Hunga Ha'apai» sul sito della NASA, sezione Earth Observatory.

²³ Una ricostruzione dell'evento è riportata sul comunicato diffuso dal Consolato del Tonga su Twitter il 18 gennaio 2022.

²⁴ Riscontrabili sul sito ufficiale di Copernicus nella sezione «List of EMS Rapid Mapping Activations».

²⁵ Questa e la successiva citazione di Shatner sono tratte da William Shatner, *Boldly Go: Reflections on a Life of Awe and Wonder*, Atria Books, New York 2022.

²⁶ «Guardate ancora quel puntino. È qui. È casa. È noi. Su di esso, tutti coloro che amate, tutti coloro che conoscete, tutti coloro di cui avete mai sentito parlare, ogni essere umano che sia mai esistito, hanno vissuto la propria vita. L'insieme delle nostre gioie e dolori, migliaia di religioni, ideologie e dottrine economiche, così sicure di sé, ogni cacciatore e raccoglitore, ogni eroe e codardo, ogni creatore e distruttore di civiltà, ogni re e plebeo, ogni giovane coppia innamorata, ogni madre e padre, figlio speranzoso, inventore ed esploratore, ogni predicatore di moralità, ogni politico corrotto, ogni "superstar", ogni "comandante supremo", ogni santo e peccatore nella storia della nostra specie è vissuto lì, su un minuscolo granello di polvere sospeso in un raggio di sole. La Terra è un piccolissimo palco in una vasta arena cosmica. Pensate ai fiumi di sangue versati da tutti quei generali e imperatori affinché, nella gloria e nel trionfo, potessero diventare per un momento padroni di una frazione di un puntino. Pensate alle crudeltà senza fine

inflitte dagli abitanti di un angolo di questo pixel agli abitanti scarsamente distinguibili di qualche altro angolo, quanto frequenti le incomprendimenti, quanto smaniosi di uccidersi a vicenda, quanto fervente il loro odio. Le nostre ostentazioni, la nostra immaginaria autostima, l'illusione che noi abbiamo una qualche posizione privilegiata nell'universo, sono messe in discussione da questo punto di luce pallida. Il nostro pianeta è un granellino solitario nel grande, avvolgente buio cosmico. Nella nostra oscurità, in tutta questa vastità, non c'è alcuna indicazione che possa giungere in aiuto da qualche altra parte per salvarci da noi stessi. La Terra è l'unico mondo conosciuto che possa ospitare la vita. Non c'è altro posto, per lo meno nel futuro prossimo, dove la nostra specie possa migrare. Visitare, sì. Colonizzare, non ancora.

Che ci piaccia o meno, per il momento la Terra è dove ci giochiamo le nostre carte. È stato detto che l'astronomia è un'esperienza di umiltà e che forma il carattere. Non c'è forse migliore dimostrazione della follia delle vanità umane che questa distante immagine del nostro minuscolo mondo. Per me, sottolinea la nostra responsabilità di occuparci più gentilmente l'uno dell'altro, e di preservare e proteggere il pallido punto blu, l'unica casa che abbiamo mai conosciuto.» Da Carl Sagan, *Pale Blue Dot*, Brilliance, Grand Haven 1994.

²⁷ Il database in questione è consultabile online tramite il sito di OSCAR (Observing Systems Capability Analysis and Review Tool).

²⁸ Una cella convettiva è un sistema al cui interno è presente un fluido sottoposto a una temperatura; l'incremento termico provoca la perdita della densità del fluido, che si sposta in una zona dalla densità più elevata, creando un movimento.

²⁹ Matteo Marini, «Meteo, il satellite MTG per prevedere gli eventi estremi fino a tre ore prima: "Così funziona il nowcasting"», in *La Repubblica*, 26 dicembre 2022.

³⁰ Emilio Cozzi, «Gestire i big data che arrivano dallo Spazio è un business sempre più redditizio», *Wired Italia*, 17 aprile 2021.

³¹ David Shultz, «Los Angeles paints streets white to stay cool», in *Science*, 7 settembre 2017.

³² «ESA Euronews: Previsioni meteo infallibili con il satellite *Aeolus*», a cura di ESA, 24 settembre 2018.

³³ «Tests show positive impact of new *Aeolus* wind data on forecasts», a cura di ECMFW, 12 novembre 2019.

³⁴ Un petaflop equivale a mille trilioni di calcoli al secondo (un trilione è un milione alla terza).

³⁵ Si rimanda al report di BryceTech, «Smallsats by the Numbers 2022».

³⁶ Il dato è tratto dal sito ufficiale di UNOOSA, sezione «Online Index of Objects Launched into Outer Space».

³⁷ «Space Foundation Releases The Space Report 2022 Q2 Showing Growth of Global Space Economy», a cura di Space Foundation; «Euroconsult estimates that the global space economy totaled \$370 billion in 2021», a cura di Euroconsult.

³⁸ Si invita a consultare il sito ufficiale di Digital Agriculture Management (DiAgram).

³⁹ «How Satellite Imagery Is Helping Hedge Funds Outperform», in *International Banker*, 26 giugno 2020.

⁴⁰ Eamon Javers, «Spying for Profits: The Satellite Image Indicator», in *CNBC*, 17 agosto 2010.

⁴¹ Lily H. Newman, «Researchers Used a Decommissioned Satellite to Broadcast Hacker TV», in *Wired*, 30 marzo 2022.

⁴² Si rimanda al sito ufficiale di Hack-A-Sat.

⁴³ Gli altri quattro domini operativi sono terra, mari, aria e cyberspazio. Si rimanda all'articolo «NATO's approach to Space», disponibile sul sito ufficiale della NATO, 21 marzo 2024.

⁴⁴ Hannah Ritchie, Pablo Rosado, «Fossil fuels», in *Our world in Data*, ottobre 2022.

⁴⁵ L'energia cinetica è direttamente proporzionale al quadrato della velocità. Un frammento spaziale con la stessa massa del proiettile di una pistola avrà, quindi, un'energia cinetica quattrocento volte più grande.

⁴⁶ «The Kessler Effect and how to stop it», a cura dell'ESA.

⁴⁷ Matteo Marini, «Satelliti in collisione, l'allerta arriva via mail. L'ESA: "Serve nuovo sistema"», in *La Repubblica*, 17 settembre 2019.

⁴⁸ «Explosions of satellites & rocket bodies», a cura dell'ESA, 20 febbraio 2009.

⁴⁹ Marcello Spagnulo, *Capitalismo stellare. Come la nuova corsa allo spazio cambia la Terra*, Rubettino, Soveria Mannelli 2023, p. 76.

⁵⁰ Si veda, per questo tema, il capitolo «Star wars X» di Spagnulo, *ibidem*, che offre una sintetica ma interessante analisi sia dei dispositivi per neutralizzare i satelliti con stazioni a terra, sia sul ruolo di

compagnie come SpaceX, il monopolio orbitale della quale ha ormai un ruolo geopolitico difficile da ignorare, che preoccupa le potenze orientali e costituisce un potenziale obiettivo da colpire.

PARTE QUINTA Astropolitica

¹ La prima parte di questo capitolo riprende, non del tutto fedelmente, un articolo dell'autore, *Il futuro dello Spazio*, pubblicato sul sito dell'Istituto per gli Studi di Politica Internazionale, l'ISPI.

² Michel Cabirol, «La guerre dans l'Espace a déjà commencé, la Russie espionne la France», in *La Tribune*, 7 settembre 2018.

³ Come già scritto, il dato è del maggio 2023: si rimanda a «UCS Satellite Database», a cura di Union of Concerned Scientists, 1° maggio 2023.

⁴ Come già scritto, quasi ogni oggetto, nello Spazio, potrebbe essere considerato un'arma; anche un satellite alla deriva o uno *Space debris*. Nella teoria, con «Space weaponization» si intende però la messa in orbita di asset con capacità distruttive. Non mancano gli esperti che considerano armamenti spaziali anche i sistemi d'arma basati a terra.

⁵ Alessandro Aresu e Raffaele Mauro, *I cancelli del cielo*, Luiss University Press, Roma 2022, p. 15.

⁶ *Ibidem*.

⁷ Così la descrive in sintesi il saggista britannico Tim Marshall: Eleonora Barbieri, «“Il futuro è astropolitica. Si lotterà per il controllo delle risorse lunari”», in *Il Giornale*, 25 aprile 2023.

⁸ Everett C. Dolman, *Astropolitik. Classical Geopolitics in the Space Age*, Routledge, Londra 2003.

⁹ Si legga a questo proposito il numero monografico dedicato allo Spazio e pubblicato da *Limes* il 31 dicembre 2021: *Lo Spazio serve a farci la guerra*.

¹⁰ George Friedman, «Lo Spazio serve a preparare le guerre di domani», in *Limes*, 2021, n. 12, p. 5.

¹¹ Christopher Miller, Mark Scott e Bryan Bender, «UkraineX: How Elon Musk's space satellites changed the war on the ground», in *Politico*, 8 giugno 2022.

¹² «NATO's approach to Space», a cura della NATO, 21 marzo 2024.

¹³ *Ibidem.*

¹⁴ Definizione di SatCen, European Union Satellite Centre.

¹⁵ Il documento relativo è Document A/C.1/77/62.

¹⁶ Simonetta Di Pippo, *Luna, laboratorio di pace*, Egea, Milano 2024.

¹⁷ David E. Sanger, Julian E. Barnes, «US Fears Russia Might Put a Nuclear Weapon in Space», in *The New York Times*, 17 febbraio 2024.

¹⁸ L'espressione è di Clementine G. Starling, Mark J. Massa, Christopher P. Mulder, Julia T. Siegel, *The future of security in space: A thirty-year US strategy*, a cura di Atlantic Council Strategy Papers, aprile 2021.

¹⁹ Ivi, p. 28

²⁰ Per approfondire, si rimanda a «Dieci previsioni al 2030 in orbita», articolo firmato dall'autore insieme con Emma Gatti e pubblicato da ISPI il 29 settembre 2023.

²¹ George Friedman, *The Next 100 Years: A Forecast for the 21st Century*, Doubleday, New York 2009, p. 168.

²² *Ibidem.*

²³ Vettori in grado di viaggiare almeno cinque volte più velocemente del suono, di cambiare traiettoria in volo per centrare l'obiettivo e di penetrare le difese antimissile. Si dividono in tre tipologie: gli Hypersonic Glide Vehicle, a planata ipersonica; gli Hypersonic Cruise Missile, dotati di propulsione propria; gli Hypersonic Aircraft, droni o velivoli in grado di raggiungere velocità prossime o superiori a Mach 5.

²⁴ Il programma era noto in precedenza come Discover.

²⁵ Le righe successive rimandano a Emilio Cozzi, «Il futuro dello Spazio», cit.

²⁶ You Ji, «Xi Jinping and PLA Transformation through Reforms», in *Working Paper*, maggio 2018, n. 313.

²⁷ Liu Tiewa e You Ji, «La lunga marcia della Cina verso lo Spazio», tr. it. di A. de Sanctis, in *Limes*, 2021, n. 12, p. 134.

²⁸ Ye Zahan, *On informatized Operations, Beijing 2007*, The PLA Academy of Military Science Press, p. 247.

²⁹ Tiewa e Ji, «La lunga marcia della Cina verso lo Spazio», cit.

³⁰ Carlos Alatorre, «Hiding in plain sight: Is China's spaceplane a co-orbital ASAT in disguise?», in *The Space Review*, 25 settembre 2023.

³¹ Convenzionalmente fissata a 100 chilometri di altitudine, secondo la Federazione Aeronautica Internazionale la linea di Kármán segna l'inizio dello Spazio.

³² Si rimanda a «GPS & China's "Unforgettable Humiliation" – Defense Strategies Institute remarks», in *Resilient Navigation and Timing Foundation*, 9 maggio 2023. Si veda anche Minnie Chan, «“Unforgettable humiliation” led to development of GPS equivalent», in *South China Morning Post*, 13 novembre 2009.

³³ Cifre non confermate a livello internazionale: altre voci hanno sempre sostenuto che ci siano state centinaia di vittime.

³⁴ Dal nome del rappresentante statunitense che guidò l'indagine, Christopher Cox. Per esteso: Rapporto del Comitato ristretto sulla sicurezza nazionale e le preoccupazioni militari/commerciali degli Stati Uniti nei confronti della Repubblica Popolare Cinese.

³⁵ A oggi, dei 292 miliardi di dollari che il SIPRI stima quale stanziamento per la Difesa nel solo 2022, non è dato conoscere la porzione investita nello Spazio; già fra il 2013 e il 2018, tuttavia, la cifra potrebbe essere cresciuta dai 6 agli 11 miliardi, budget secondo solo a quello americano.

³⁶ Così sostiene una lettera di impegno dell'agenzia cinese mostrata a BBC Mundo e resa pubblica il 17 marzo 2016 da Félix Menicocci, segretario del CONAE, la Commissione Nazionale delle Attività Spaziali Argentina.

³⁷ Tiewa e Ji, «La lunga marcia della Cina verso lo Spazio», cit., p. 131.

³⁸ Jason Szeftel, «Red Heaven: China sets its sights on the stars (part 2)», in *The Space Review*, 21 marzo 2022.

³⁹ Marc Julienne, *China's Ambitions in Space: The Sky's the Limit*, Etudes de l'IFRI, gennaio 2021.

⁴⁰ È scritto esplicitamente a p. 2 del Regolamento UE 2023/588 del Parlamento Europeo e del Consiglio, 2023.

⁴¹ Andrea D'Ottavio, «L'Europa alla ricerca della sovranità spaziale», in *Ambizioni e vincoli dell'autonomia strategica europea. Aspetti politici, operativi e industriali*, a cura di Osservatorio di Politica Internazionale, ottobre 2023.

⁴² Dal documento *European Union Space Strategy for Security and Defence* del 2023.

⁴³ *Ibidem*.

⁴⁴ D'Ottavio, «L'Europa alla ricerca della sovranità spaziale», cit.

PARTE SESTA (Extra) Terra promessa. La new Space economy

¹ «Lo Spazio extra-atmosferico, compresi la Luna e gli altri corpi celesti, non è soggetto ad appropriazione nazionale tramite rivendicazione di sovranità, uso od occupazione, o con qualsiasi altro mezzo» si legge nel *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, Including the Moon and Other Celestial Bodies* delle Nazioni Unite.

² Emilio Cozzi, *Le ricchezze dello Spazio. Scrigni aperti e tanta (fanta)scienza*, a cura di Space Economy Institute, 2 novembre 2023.

³ *The Lunar Gold Rush: How Moon Mining Could Work*, a cura della NASA, 29 maggio 2015.

⁴ Atossa Araxia Abrahamian, «How the asteroid-mining bubble burst», in *MIT Technology Review*, 26 giugno 2019.

⁵ *SpaceResources.lu: the Luxembourg Government becomes a key shareholder of Planetary Resources, Inc., the U.S.-based asteroid mining company*, comunicato stampa del Gran Ducato di Lussemburgo, rilasciato il 3 novembre 2016.

⁶ Abrahamian, «How the asteroid-mining bubble burst», cit.

⁷ *Asteroid Psyche. A Unique, Metal Rich World*, a cura della NASA.

⁸ Peter Coy, «A “\$10 Quintillion” Asteroid», in *The New York Times*, 8 febbraio 2023.

⁹ «Se tutti i metalli disponibili su 16 Psyche fossero trasportati sulla Terra, la nostra economia collasserebbe, avendo un valore oggi di poco più di 75mila miliardi di dollari. Spiegato in altro modo, ogni persona sulla Terra si vedrebbe assegnati, idealmente, circa 1,3 miliardi», da Simonetta Di Pippo, *Space Economy. La nuova frontiera dello sviluppo*, Bocconi University Press, Milano 2022, p. 86.

¹⁰ Questo capitolo prende forma anche da due articoli pubblicati in precedenza dall'autore: il primo, reperibile sul sito dello Space Economy Institute e pubblicato il 2 novembre 2023, è «Le ricchezze dello Spazio: scrigni aperti e tanta (fanta)scienza»; il secondo, pubblicato sull'*Espresso* il 24 ottobre 2022, «Ricavare energia solare dallo Spazio non è un'utopia».

¹¹ Il racconto è il terzo della raccolta *Io Robot* (1950).

¹² «In a First, Caltech's Space Solar Power Demonstrator Wirelessly Transmits Power in Space», a cura di Caltech, 1° giugno 2023.

¹³ Andrew Jones, «Chinese university completes space-based solar power ground test facility», in *SpaceNews*, 14 giugno 2022.

¹⁴ «Solaris», a cura dell'ESA.

¹⁵ «Cost vs. benefits studies», a cura dell'ESA.

¹⁶ «Study on Cost-Benefit Analysis of Space-Based Solar Power (SBSP) Generation for Terrestrial Energy Needs Final Report», a cura di Frazer-Nash Consultancy, luglio 2022.

¹⁷ Citi GPS, *Space. The Dawn of a New Age*, maggio 2022.

¹⁸ Per arrivare fino a Vega, escludendo che qualche civiltà che lì risiede ci invii davvero un manuale per costruire un *wormhole ad hoc*, stanti le tecnologie attuali, impiegheremmo qualche decina di migliaia di anni. Si rimanda a Matt Williams, «How Long Would it Take to Travel to the Nearest Star?», in *Futurism*, 7 maggio 2017.

¹⁹ Carl Sagan, *Contact*, Simon & Schuster, New York 1985 (tr. it. Bompiani, Milano 1986). L'aggettivo «numinoso» (dal latino *numen*, «nume») indica «l'esperienza peculiare, extra-razionale, di una presenza invisibile, maestosa, potente, che ispira terrore e attira: tale esperienza costituirebbe l'elemento essenziale del "sacro" e la fonte di ogni atteggiamento religioso dell'umanità» (fonte: Treccani).

²⁰ Todd S. Purdum, «\$20 Million Paid for a Ticket, But Tenacity Paved the Way», in *The New York Times*, 27 aprile 2001.

²¹ «Durante questo periodo, la presenza di un membro dell'equipaggio non professionista che non è addestrato su tutti i sistemi di stazione critici, non è in grado di rispondere e assistere in qualsiasi situazione di emergenza che possa sorgere e che richiederebbe una supervisione costante, aggiungerebbe un onere significativo alla Spedizione e pregiudicherebbe la sicurezza generale della Stazione Spaziale Internazionale», si legge in un comunicato stampa della NASA del 19 marzo 2001.

²² John Daniszewski, «Russia Welcomes us "Space Tourist" as a Hero», in *Los Angeles Times*, 7 maggio 2001.

²³ Chi volesse dare un volto ad Arceneaux e agli altri membri dell'equipaggio può consultare la pagina web di Inspiration4 crew, «We're Sending 4 Humans to Space».

²⁴ Giacomo Tognini, «Meet the new billionaire who dropped out of high school and flies fighter jets for fun», in *Forbes*, 7 ottobre 2020.

²⁵ Jim Clash, «Astronaut Jared Isaacman On Two Firms That Made Him A Billionaire, Shift4 And Draken», in *Forbes*, 18 luglio 2022.

²⁶ Ben Gose, «Billionaire's space trip brought \$125M to St. Jude hospital», in *AP News*, 11 febbraio 2022.

²⁷ I limiti di altezza e peso sono 6 piedi e sei pollici (192 centimetri) per 113 chili. Hippchen, alto 178 centimetri circa, pesava quasi 150 chili. Si rimanda a Maya Yang, «SpaceX flight winner gives ticket to friend because he exceeded weight limit», in *The Guardian*, 31 gennaio 2022.

²⁸ Le Crew Dragon sono state battezzate via via che venivano utilizzate. La prima, durante la missione Demo-2, da Hurley e Behnken, in onore dello *Shuttle Endeavour*, sul quale entrambi avevano volato. La seconda, per la missione Crew-1, *Resilience*. *Endeavour* è stata utilizzata anche per la missione Crew-2. Crew-3 ha visto decollare invece *Endurance* per ricordare lo sforzo di tutti coloro che hanno lavorato durante la pandemia, mentre per Crew-4 ha esordito una nuova capsula: *Freedom*, per onorare la navetta che portò nello Spazio Alan Shepard, il primo astronauta americano, nel 1961.

²⁹ Si perdoni qui l'artificio retorico. Sia la NASA che l'ESA utilizzano il termine «astronaut candidate» per indicare chi ha superato la selezione ed è stato inserito nel percorso di addestramento del corpo degli astronauti. La definizione di astronauta varia da paese a paese: negli Stati Uniti riceve le «ali» da astronauta chiunque superi le 50 miglia (ossia 80 chilometri) di altezza (per questo sono conteggiati nelle statistiche anche otto piloti degli x-15, aerei sperimentali degli anni sessanta, che superarono quella quota). La Federazione Aeronautica Internazionale, invece, prende come riferimento di inizio dello Spazio la linea di Kármán, posta convenzionalmente a 100 chilometri. Un solo pilota degli x-15 riuscì a superarla, Joseph A. Walker, nel 1963, diventando così il Primo Uomo ad aver raggiunto lo Spazio per due volte.

³⁰ Jeffrey Kluger, «Four Civilian Astronauts. Three Days in Orbit. One Giant Leap. Meet the Inspiration4 Crew», in *Time*, 10 agosto 2021.

³¹ Stefano Piccin, «Samantha Cristoforetti torna nello Spazio. Ecco tutti i dettagli della missione», in *Astrospace*, 3 marzo 2021; Matteo Marini, «Cristoforetti: «Ritorno nel mio amato Spazio. Ora le donne osino di più»», in *La Repubblica*, 3 marzo 2021.

³² Jeff Foust, «Pace of work put strain on private astronaut mission to iss», in *SpaceNews*, 13 maggio 2022.

³³ Parte del segmento Axiom sta prendendo forma a Torino, negli stabilimenti di Thales Alenia Space, selezionata da Axiom per realizzare i primi due moduli pressurizzati. Si rimanda a «Thales Alenia Space to Provide the First Two Pressurized Modules for Axiom Space Station», a cura di Thales, 14 luglio 2021.

³⁴ «Axiom Space to train Italian Air Force's Col. Walter Villadei as professional astronaut for future space mission», a cura di Axiom, 11 gennaio 2022.

³⁵ Si rimanda al report «Space Activities in 2022», a cura di Jonathan McDowell.

³⁶ Kenneth Chang, «Private Astronauts Launching to Space Station Don't Want to Be "Tourists"», in *The New York Times*, 8 aprile 2022.

³⁷ Nel caso di Villadei, la cifra pagata dall'Aeronautica militare italiana e rendicontata è di 33 milioni euro: Matteo Marini, «Walter Villadei, il colonnello che andrà in orbita con un volo privato da 33 milioni di euro», in *La Repubblica*, 17 ottobre 2023.

³⁸ Matteo Marini, «17 persone in orbita: è record», in *La Repubblica*, 30 maggio 2023.

³⁹ Mark Brown, «First picture drawn in space to appear in cosmonauts show in London», in *The Guardian*, 31 agosto 2015.

⁴⁰ Daniel Kreps, «Astronaut Chris Hadfield Releasing Album Recorded in Space», in *Rolling Stone*, 20 aprile 2015.

⁴¹ «Assenza di gravità», forse vale la pena ripeterlo, non è corretto. La Stazione Spaziale Internazionale è un ambiente *a gravità zero*: qui si fluttua in assenza di peso perché la iss è in costante caduta libera, un po' come se ci si trovasse in un ascensore che precipita verso il suolo (ma per fortuna, data la grande velocità con cui orbita, quasi 8 km al secondo, il suolo non lo raggiunge mai).

⁴² Si legga così sul sito ufficiale di Polaris.

⁴³ Michael Sheetz, «The first SpaceX spacewalk: What the Polaris Dawn commander says about the bold upcoming mission» in CNBC, 17 agosto 2024.

⁴⁴ Sono il dj americano Steve Aoki; il coreografo e direttore artistico ceco Yemi Akinyemi Dele; lo youtuber e divulgatore Tim Dodd, famosissimo per il suo canale *Everyday Astronaut*: due fotografi professionisti, l'irlandese Rhiannon Adam e l'inglese Karim Iliya; il filmmaker americano Brendan Hall; l'attore indiano Del Joshi; infine,

il cantante coreano Choi Seung Hyun, noto come Top. Ci sono anche due riserve, che prenderanno il posto di chi, eventualmente, non dovesse essere più in grado di partire: la campionessa olimpionica di snowboard Kaitlyn Farrington e la danzatrice giapponese Miyu. Si rimanda alla relativa pagina web di dearMoon («Crew Members»).

⁴⁵ L'evento, trasmesso in diretta dal canale YouTube di SpaceX il 18 settembre 2018, è ancora oggi visionabile presso lo stesso: *First Private Passenger on Lunar Starship Mission*.

⁴⁶ Emilio Cozzi, «C'era una volta l'ATV. O di come l'ESA (ri)penzi a una capsula cargo e al trasporto astronauti», in Space Economy Institute, 30 novembre 2023.

⁴⁷ «NASA Selects First Commercial Destination Module for International Space Station», a cura della NASA, 27 gennaio 2020.

⁴⁸ Emilio Cozzi, «Botte spaziali – La startup italiana che vuole mandare i lottatori nello Spazio», in *Wired*, 24 giugno 2022.

⁴⁹ Emilio Cozzi, «La corsa dei privati alle stazioni spaziali», in *Wired*, 28 novembre 2022. Il corsivo è dell'autore.

PARTE SETTIMA Dalla Luna a Marte. Oltre ogni illusione

¹ «The first man travelling to Mars has already been born», a cura dell'ESA, 12 novembre 2010.

² Paolo Ferri, *Le sfide di Marte. Storie di esplorazione di un pianeta difficile*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2023, pp. 13-14.

³ Wernher von Braun, *The Mars project*, University of Illinois Press, Urbana 1953.

⁴ Kenneth Chang, «On to the Moon, And to Mars, Via von Braun», in *The New York Times*, 14 gennaio 2004.

⁵ «How much did the Apollo program cost?», a cura di The Planetary Society.

⁶ Per la precisione, 24875 milioni. Il taglio più corposo, di circa 500 milioni di dollari, ha interessato la missione Mars Sample Return.

⁷ Italo Calvino, «Un deserto in più. Marte visitato dal "Viking"», in *Il Corriere della Sera*, 22 luglio 1976.

⁸ Schiaparelli non disse alcunché sulla natura dei canali che aveva individuato su Marte, una serie di linee rette che intersecava il pian-

ta. Nella traduzione in inglese del suo testo, però, «canali» fu trasformato in *canals* («canali artificiali») invece che *channels*. Il malinteso ebbe notevole successo e un altro grande astronomo, Percival Lowell, iniziò una lunga serie di nuove osservazioni con l'intento di dimostrare che i canali di Schiaparelli erano dei veri e propri *canals*.

⁹ Calvino, «Un deserto in più», cit.

¹⁰ «Lost in translation», in *System Failure Case Study*, vol. 3, n. 5, a cura della NASA, agosto 2009.

¹¹ Le immagini scattate dalla sonda NASA Mars Reconnaissance Orbiter mostrano come *Beagle 2* si sia posato al suolo come previsto, ma i suoi pannelli solari non si siano dispiegati tutti impedendo all'antenna di trasmettere dati a terra. «*Beagle-2* lander found on Mars», a cura dell'ESA, 16 gennaio 2015.

¹² «*Schiaparelli* landing investigation completed», a cura dell'ESA, 24 maggio 2017.

¹³ «*Perseverance* Explores the Jezero Crater Delta», a cura della NASA.

¹⁴ Pooja Kasiviswanathan *et al.*, «Farming on Mars: Treatment of basaltic regolith soil and briny water simulants sustains plant growth», in *Plos One*, 17 agosto 2022.

¹⁵ Sebastian E. Lauro *et al.*, «Multiple subglacial water bodies below the south pole of Mars unveiled by new MARSIS data», in *Nature*, 28 settembre 2020.

¹⁶ «Buried water ice at Mars's equator?», a cura dell'ESA, 18 gennaio 2024.

¹⁷ Ryan Gosse, «New Class of Bimodal NTP/NEP with a Wave Rotor Topping Cycle Enabling Fast Transit to Mars», a cura della NASA, 9 gennaio 2023.

¹⁸ Harry W. Jones, «Humans to Mars Will Cost About “Half a Trillion Dollars” and Life Support Roughly Two Billion Dollars», a cura della NASA, luglio 2016.

¹⁹ Morgan McFall-Johnsen e Dave Mosher, «Elon Musk says he plans to send 1 million people to Mars by 2050 by launching 3 Starship rockets every day and creating “a lot of jobs” on the red planet», in *Business Insider*, 17 gennaio 2020.

²⁰ Alan Yuhas, «Trump has grand plan for mission to Mars but Nasa advices: cool your jets», in *The Guardian*, 30 aprile 2017.

²¹ Loren Grush, «Trump repeatedly asks NASA administrator why we can't go straight to Mars», in *The Verge*, 19 luglio 2019.

²² William Shatner, «We Are Going», a cura della NASA.

²³ Matteo Marini, «Missione sulla Luna, Parmitano: "Sogno in grande, su quel suolo voglio camminare"», in *La Repubblica*, 30 agosto 2022.

²⁴ «Shackleton Crater's Illuminated Rim & Shadowed Interior», a cura della NASA.

²⁵ Gianfranco Piazzesi, «Tra pochi anni un villaggio?», in *La Stampa*, 5 febbraio 1971.

²⁶ Ufficialmente annunciato il 14 settembre 2011, lo Space Launch System avrebbe dovuto portare l'umanità su Marte entro il 2030. Cambi strategici e progettuali ne hanno ritardato lo sviluppo fino al debutto del 2022, non senza un aumento dei costi che ha destato forti preoccupazioni anche da parte del Government Accountability Office degli Stati Uniti. Nel frattempo nuovi sistemi di lancio, anche riutilizzabili, hanno reso la concezione dell'SLS non più al passo coi tempi.

²⁷ Lee Mohon e Catherine E. Williams, «Artemis III: NASA's First Human Mission to the Lunar South Pole», a cura della NASA, 13 gennaio 2023.

²⁸ Abbey A. Donaldson, «NASA Shares Progress Toward Early Artemis Moon Missions with Crew», a cura della NASA, 9 gennaio 2024.

²⁹ Kenneth Chang, «Moon Landing by Israel's Beresheet Spacecraft Ends in Crash», in *The New York Times*, 11 aprile 2019.

³⁰ «iSpace Announces Results of the "Hakuto-R" Mission 1 Lunar Landing», in *iSpace*, 26 maggio 2023.

³¹ H. Kumar *et al.*, «"India Is on the Moon": Lander's Success Moves Nation to Next Space Chapter», in *The New York Times*, 23 agosto 2023.

³² Emilio Cozzi, «India: scommessa spaziale», a cura di ISPI, 7 luglio 2023.

³³ Jonathan Amos, «Intuitive Machines: Odysseus Moon lander "tipped over on touchdown"», in *BBC*, 23 febbraio 2024.

³⁴ «NASA Announces New Partnerships for Commercial Lunar Payload Delivery Services», a cura della NASA, 29 novembre 2018.

³⁵ «What is ESA's Moonlight initiative?», a cura dell'ESA, 9 novembre 2022.

³⁶ Andrea Sommariva *et al.*, «The economics of moon mining», in *Acta Astronautica*, 170, maggio 2020: «Il modello di partenariato

pubblico-privato produce un Valore Attuale Netto positivo (VAN), a condizione che il governo completi con successo una missione di prospezione. La simulazione di Montecarlo mostra che la società privata ha quasi il 100% di probabilità di ottenere un VAN positivo e un Tasso interno di Rendimento (TIR) molto superiore al tasso di sconto del 17%, indicando un'elevata redditività del modello».

³⁷ Il testo è reperibile online: «2222 (XXI). Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies», a cura di UNOOSA, 19 dicembre 1966.

³⁸ Le prime quattordici aziende coinvolte sono Blue Origin, CisLunar Industries, Crescent Space Services LLC, Fibertek Inc., Firefly Aerospace, GITA, Helios, Honeybee Robotics, ICON, Nokia of America Corporation, Northrop Grumman Corporation, Redwire Space, Sierra Space e SpaceX.

³⁹ Jeff Foust, «NASA Selects Blue Origin as Second Artemis Lunar Lander Provider», in *SpaceNews*, 19 maggio 2023.

⁴⁰ Per fare un confronto, la Stazione Spaziale Internazionale, l'edificio residenziale più grande mai costruito fuori dall'atmosfera, ha un volume interno abitabile complessivo di 388 metri cubi. Lo si legge sul sito ufficiale della NASA, alla sezione «Station Facts».

⁴¹ L'Agenzia Spaziale Europea ha sviluppato un primo studio nel 2013 con la consulenza dello studio di architetti Foster + Partners. Si rimanda a «Building a lunar base with 3D printing», a cura dell'ESA, 31 gennaio 2013.

⁴² Il progetto si chiama Olympus, dello studio ICON.

⁴³ Lo si può visionare nella sezione «Moon Village» del sito di Skidmore, Owings & Merrill (SOM).

⁴⁴ Quanto a Pneumocell, si rimanda a «PneumoPlanet – Study of an Inflatable Moon Habitat», a cura dell'ESA. Per quel che riguarda Hassell, si veda «Lunar Master Plan: Hassell and European Space Agency launch pioneering habitat concept», a cura di Hassell Studio, 19 gennaio 2024.

⁴⁵ Matteo Marini, «Tornare ad abitare le caverne: ma sulla Luna. L'architettura spaziale per esplorare altri mondi», in *La Repubblica*, 8 maggio 2023.

⁴⁶ «Lunar Multi-Purpose Habitat activities officially underway», a cura di Thales Alenia Space, 23 novembre 2023.

⁴⁷ *Lunar View*, prima noto come *ESPRIT Erm*, è il modulo europeo del Gateway che contiene sistemi di *refueling*, oltre a una zona di magazzino e abitabile; Lunar I-Hab, prima solo I-Hab, è l'International Habitat, 10 metri cubi di volume abitabile; HALO, da Habitat and Logistics Outpost, realizzato da Northrop Grumman, sarà il primo modulo abitativo a essere lanciato, il primo nucleo residenziale della stazione spaziale in orbita lunare. Si rimanda a «Gateway Space Station», a cura della NASA, 12 giugno 2023.

⁴⁸ Ghidini, *Homo caelestis*, cit., pp. 12-13.

⁴⁹ Matteo Marini, «Daniel Inocente, l'architetto spaziale: "Costruire lassù significa portare la Terra con te"», in *La Repubblica*, 8 maggio 2023.

⁵⁰ «Chang'e-3 landing site named "Guang Han Gong"», a cura di China National Space Administration, 6 gennaio 2016.

⁵¹ «China reveals ambitious names for new-gen manned spacecraft, lunar lander; crewed moon landing expected by 2030», in *Global Times*, 24 febbraio 2024.

⁵² Si rimanda a «International Lunar Research Station (ILRS) Guide for Partnership», a cura di China National Space Administration, 16 giugno 2021; si veda poi il report «International Lunar Research Station (ILRS)» a cura dell'UNOOSA, maggio 2023.

⁵³ «Il *Tiangong kaiwu* ("Sfruttamento delle opere della natura")», un testo integrato che copre argomenti di agricoltura e artigianato, è uno dei contributi più importanti sulla scienza e la tecnologia nella storia della Cina. Uno studioso europeo l'ha definita una versione del XVII secolo dell'*Encyclopédie* di Denis Diderot, pubblicata in Francia nel XVIII secolo. L'autore era il noto scienziato della dinastia Ming Song Yingxing» si legge nella presentazione del volume a cura della Library of Congress di Washington.

⁵⁴ Andrew Jones, «Chinese scientist proposes solar system-wide resource utilization roadmap», in *SpaceNews*, 4 settembre 2023.

⁵⁵ Kenneth Chang, «India Moon Landing. In Latest Moon Race, India Lands First in Southern Polar Region», in *The New York Times*, 23 agosto 2023.

⁵⁶ Una panoramica degli *Artemis Accords* è reperibile presso il sito ufficiale dello us Department of State.

⁵⁷ Si rimanda a «*The Artemis Accords. Principles for a Safe, Peaceful, and Prosperous Future*», a cura della NASA.

⁵⁸ Simonetta Di Pippo, *Luna, laboratorio di pace*, cit.

⁵⁹ Matteo Marini, «Nuova corsa alla Luna, Di Pippo: “Andremo per restare, ma c'è il rischio che Cina e USA puntino alle stesse zone”», in *La Repubblica*, 12 agosto 2023.

⁶⁰ Stephen Clark, «Florida Starship pad construction ramps up with arrival of chopsticks carriage», in *Spaceflight Now*, 6 gennaio 2023.

Epilogo

¹ Oriana Fallaci, *Quel giorno sulla Luna*, BUR, Milano 2014, p. 7.

² Ivi, pp. 16-17, 3.

³ Hansen, *First Man. Il primo uomo*, cit., p. 298.

⁴ *Ibidem*.

⁵ Ivi, pp. 301-302.

⁶ Ivi, p. 201.

⁷ Ivi, p. 204.

⁸ Ivi, p. 116.

⁹ Ivi, p. 117.

¹⁰ Ivi, p. 118.

¹¹ *Ibidem*.

¹² Ivi, pp. 137-138.

¹³ Ivi, p. 138.

¹⁴ Ivi, p. 139.

¹⁵ Ivi, p. 162.

¹⁶ *First Man. Il primo uomo*, uscito in Italia nel 2018.

Finito di stampare nel settembre 2024
presso Galli Thierry stampa, Milano