

**Fuori dall'atmosfera.**

**Limiti e prospettive dell'esplorazione spaziale**

## ABSTRACT

Il presente elaborato si pone con il fine di restituire uno sguardo critico agli episodi iconici che hanno contraddistinto finora la storia dell'esplorazione spaziale. Sembra ormai passato molto tempo da quando, nel 1961, Yuri Gagarin ha compiuto con successo la prima missione umana nello spazio, eppure sono ancora molteplici le sfide che la ricerca scientifica deve superare per poter condurre con serenità degli autentici viaggi interstellari. Si è scelto, dunque, di individuare quattro episodi iconici della nostra storia spaziale: dalla missione di Gagarin ad Apollo 11, dal Felix Baumgartner e il *Red Bull Stratos* fino alla Tesla Roadster di Elon Musk lanciata nello spazio. In seguito, abbiamo voluto sviluppare una disamina critica di tutti i limiti fisici e ingegneristici che ancora vincolano le nostre capacità di esplorazione spaziale. Se da un lato, infatti, l'idea di una possibile colonizzazione di Marte sembra essere ormai penetrata nel nostro immaginario collettivo, dall'altro lato da un punto di vista tecnologico è necessario compiere ancora numerosi passi avanti, rivelando uno scenario che contrasta in parte la narrazione anche fin troppo idilliaca a cui siamo abituati. E ancora, non più sono unicamente i vincoli tecnico-scientifici a limitare la ricerca spaziale, ma è necessario anche indagare le implicazioni filosofiche e psicologiche da essa derivate, le quali devono divenire oggetto di una riflessione interdisciplinare rigorosa. In conclusione, abbiamo voluto collocare le tesi esposte in una rinnovata cornice filosofica di riferimento, in grado di leggere la ricerca umana dello spazio non più solo come una sfida ingegneristica, ma come un tratto costitutivo dell'essenza stessa dell'uomo. E dunque, come un nuovo passaggio evolutivo di cui tutta l'umanità fa parte, formandosi e ritrovando se stessa, mentre è capace di vedersi altrove.

## INDICE

1. Uno sguardo iconico alla storia dell'esplorazione spaziale	4
2. I limiti ingegneristici all'esplorazione spaziale	7
3. La complessa ricerca di esopianeti abitabili	9
4. I limiti fisici dei viaggi interstellari	11
5. Il problema dei raggi cosmici e delle radiazioni	12
6. Implicazioni psicologiche e filosofiche, uno sguardo	15
7. Da Homo Sapiens a Homo Cosmicus	18
8. Conclusioni	20

# 1. Uno sguardo iconico alla storia dell'esplorazione spaziale

*Da quali stelle siamo caduti? F. Nietzsche*

A Mosca erano da poco passate le ore 11 quando, vicino alla cittadina sovietica di Engels, un contadino e sua figlia vennero colti da una scena che sicuramente non si sarebbero mai aspettati: un uomo, con indosso una tuta spaziale, era atterrato con il paracadute vicino alla loro casa e iniziava a camminare verso di loro. Il cosmonauta, notando la paura nei movimenti di chi gli stava di fronte, alzò la voce e disse: “non abbiate paura, sono un sovietico come voi, che è atterrato dallo spazio e deve trovare un telefono per chiamare Mosca!”.

Era l'inizio dell'era spaziale. Yuri Gagarin aveva appena completato con successo un'orbita attorno alla Terra, un'impresa che nessun essere umano era ancora riuscito a compiere. L'intera missione fu descritta da lui stesso nell'autobiografia “Road to the stars”, e, tutt'oggi, sul portale dell'ESA<sup>1</sup>, sotto la voce “The flight of Vostok 1”, si possono rileggere i momenti salienti di quello storico 12 aprile 1961. La missione spaziale infatti, che durò complessivamente un paio di ore, fu costellata da problemi tecnici. Poco prima della partenza, si dovette ritardare il lancio della navicella a causa di una chiusura errata del portello, il quale, non essendo perfettamente sigillato, costituiva un pericolo per Gagarin stesso. Durante il volo orbitale attorno alla Terra, un susseguirsi di silenzi radio dovuti all'eccessiva lontananza della navicella rispetto alla sala comandi, impedì un dialogo continuativo tra il pilota e la base, comportando che alcune comunicazioni dell'astronauta non giunsero mai sulla superficie terrestre. Ma non solo: nella fase di atterraggio, i cavi del paracadute che avrebbero dovuto stabilizzare la navicella non si staccarono correttamente e Gagarin dovette subire forti turbolenze, alte temperature ed una forza di gravità ben otto volte più intensa di quella a cui l'essere umano è abituato. Nonostante questo, il primo uomo nello spazio riuscì

---

<sup>1</sup>[https://esa.int/About\\_Us/ESA\\_history/50\\_years\\_of\\_humans\\_in\\_space/The\\_flight\\_of\\_Vostok\\_1](https://esa.int/About_Us/ESA_history/50_years_of_humans_in_space/The_flight_of_Vostok_1)

comunque a rimanere cosciente e a gettarsi autonomamente al di fuori della navicella con il suo paracadute personale, atterrando nella cittadina di Engels due ore dopo la partenza. E, sebbene la descrizione dell'ESA per questo volo possa far pensare che Gagarin abbia vissuto attimi di terrore, l'atteggiamento del pilota venne invece descritto come limpido e quieto. Ed anche al momento dell'atterraggio, in una manovra tutt'altro che sicura e pianificata, tutti i testimoni lo hanno ritratto come "sereno e sorridente".<sup>2</sup>

La prima pagina della storia dell'esplorazione spaziale era stata scritta. E, forse, furono proprio questi i dettagli che contribuirono a fare di Gagarin una figura leggendaria non solo per la Russia, ma per l'intera umanità. La sua impresa andò ben oltre la divisione del mondo dettata dalla guerra fredda. Da un lato, il suo sorriso fornì una spinta motivazionale immensa a tutti gli esseri umani: lo spazio non era mai stato così vicino; dall'altro inaugurò una nuova dimensione estetica nel nostro rapporto col mondo capace di condizionare profondamente la nostra percezione della realtà, donando un nuovo sguardo sulle cose, coronato da quella che fu la prima esclamazione umana fatta in orbita: "è semplicemente fantastico!"<sup>3</sup>.

Il prosieguo di questa pagina di storia è noto: nel 1969, otto anni dopo la prima avventura umana nello spazio, gli astronauti Neil Armstrong, Buzz Aldrin e Michael Collins compivano lo storico allunaggio della missione Apollo 11. Questa missione, non meno eroica di quella di Gagarin, faceva parte di un più vasto programma spaziale chiamato "Apollo", in cui ogni spedizione veniva analizzato un aspetto peculiare dei viaggi spaziali, partendo dalla qualità dei carburanti dei razzi fino ad arrivare alla corretta ossigenazione delle navicelle durante il volo. Il culmine del programma Apollo fu proprio l'allunaggio, un evento in cui tutte le conoscenze ottenute fino a quel momento si andarono ad unire in un unico grande obiettivo: la conquista dello spazio.

Con l'avvento dei nuovi media, e con la risonanza capillare dell'informazione nel mondo occidentale, questo frammento di storia, trasmesso in diretta mondiale, riuni

---

<sup>2</sup> È singolare notare come anche al momento del lancio il suo battito cardiaco fu registrato con un valore sorprendentemente stabile di 63 bpm.

<sup>3</sup> J. A. Školenko, *L'era spaziale. L'esplorazione del cosmo tra scienza e filosofia*, Anteo Edizioni, Novate Milanese (MI), 1987, p. 138.

migliaia di persone di tutto il mondo davanti alla TV, mostrando che non solo lo spazio era raggiungibile, ma che questa volta era anche percorribile. Fornire una fisicità ad un ambiente così lontano, per esempio lasciando sul suolo lunare l'impronta di uno scarpone oppure piantando la bandiera degli Stati Uniti, è stato probabilmente il primo grande momento in cui abbiamo compreso di appartenere ad un habitat ben più vasto della Terra: l'universo. E una nuova dimensione simbolica e culturale, che prima di allora aveva trovato luogo solo nelle arti visive e performative si stava definendo, divenendo tangibile sotto gli occhi di tutti.

Dopo l'allunaggio, la corsa allo spazio sembrò apparentemente rallentare, ma al suo posto ci fu invece un periodo di intensa ricerca scientifica e tecnologica, che non solo portò ad una migliore comprensione ed organizzazione delle missioni spaziali, ma contribuì allo sviluppo di tecnologie fondamentali per l'uomo sulla Terra<sup>4</sup>. Ed è anche all'interno di questo panorama di ricerca che, nel 2012, in una veste decisamente più "pop", Felix Baumgartner sembra invece voler rompere il ghiaccio una volta per tutte, lanciandosi in caduta libera da un pallone aerostatico posto a più di 39 chilometri di altezza, ovvero nella stratosfera terrestre. La sua impresa, il *Red Bull Stratos*, è stata progettata in cinque anni ed è stata considerata il più importante evento di sport estremo del secolo. Durante il salto, Baumgartner fu il primo uomo a superare la velocità del suono all'esterno di un veicolo e il primo uomo a lanciarsi in caduta libera da una così grande altezza: lui stesso ha affermato che la sua impresa "è stata una grande opportunità per contribuire allo sviluppo di misure salvavita per astronauti e piloti, e magari per i turisti spaziali del futuro"<sup>5</sup>. Ed ecco che, sebbene con tonalità emotive e culturali diverse, la storia dell'esplorazione spaziale ci rivela ancora una volta un messaggio chiaro, in grado di far risuonare da vicino alcune corde della nostra storia evolutiva: il cielo oggi non è più un limite, bensì una rampa di lancio per il futuro dell'essere umano.

---

<sup>4</sup> Tra queste, ad esempio il sistema di geolocalizzazione GPS.

<sup>5</sup> <https://www.redbull.com/int-en/red-bull-stratos-felix-baumgartner-interview>

Ma vogliamo compiere ancora un passaggio. È il 6 febbraio 2018 ed Elon Musk, sceglie una brillante campagna di marketing per inaugurare il nuovo razzo *Falcon Heavy* della celebre azienda *Space X*. La sua automobile personale, una Tesla Roadster color ciliegia, verrà lanciata in orbita da Cape Canaveral guidata da un astronauta-manichino chiamato “Starman”, in loop sull’autoradio le note di *Life on Mars* di David Bowie, e sul cruscotto solo una scritta: “Don’t Panic”. Questo è il nuovo messaggio che vuole chiudere un ventennio importantissimo per le ricerche spaziali e inaugurare un nuovo capitolo della storia dei viaggi interstellari: andremo presto su Marte, e lo faremo con tranquillità. Una Tesla Roadster nello spazio, che tuttora sta proseguendo il suo viaggio<sup>6</sup>, è allora forse il modo più diretto per dire che fuori dall’atmosfera l’uomo non dovrà cercare solo avventura, ma anche (e soprattutto) quotidianità.

## **2. I limiti ingegneristici all’esplorazione spaziale**

*“L’unico modo che gli umani hanno trovato per andare avanti, è lasciarsi qualcosa alle spalle” TARS, Interstellar*

Ci siamo riferiti finora ad alcuni episodi iconici della storia culturale e simbolica delle avventure umane nello spazio. Eppure, il viaggio spaziale, oltre ad essere il sogno a cui sembra tendere la razza umana contemporanea, è in primo luogo un percorso che porta con sé numerose sfide, sia per le scienze naturali sia per le scienze umane. Ciò che è in gioco, infatti, da un punto di vista filosofico, è proprio la nostra relazione con il mondo, che questa volta non implica solo il rapporto dell’uomo con gli altri e con se stesso, ma lo pone direttamente in relazione con l’universo. Ma procediamo con ordine.

Far volare un razzo al di fuori dell’atmosfera terrestre significa soprattutto sfuggire alla forza di gravità con cui il pianeta Terra lo attrae verso la sua superficie.

---

<sup>6</sup> È possibile localizzare il percorso dell’automobile sul sito <https://www.wherisroadster.com>

Per riuscire in tale compito si sfrutta il terzo principio della dinamica. Infatti, un'enorme massa di carburante viene continuamente fatta bruciare all'interno di motori diretti verso la superficie terrestre, in modo che il razzo risenta di una propulsione nella direzione opposta e quindi si allontani da essa. Durante il processo di combustione il razzo si alleggerisce a causa del graduale consumo di carburante e questo porta ad una progressiva diminuzione della massa in volo, con conseguente diminuzione di attrazione gravitazionale da parte del pianeta Terra. E questo facilita l'allontanamento dalla superficie.

In generale, la velocità di un razzo che espelle della massa mentre è in volo viene descritta efficacemente dalla cosiddetta equazione di Tsiolkovsky<sup>7</sup>: esiste quindi un modello matematico che ci permette di prevedere con largo anticipo l'evoluzione di un viaggio spaziale. Ma sebbene sul piano teorico tale procedimento sembri funzionare semplicemente, nella pratica non è affatto così. L'equazione di Tsiolkovsky pone infatti una condizione molto restrittiva sui razzi. La sua efficacia predittiva vale solo se si conoscono con precisione il punto di partenza e il punto di arrivo del viaggio spaziale, ovvero se si conosce con esattezza la quantità di carburante a disposizione. Questo significa che, se dovessimo intraprendere un'esplorazione spaziale vera e propria, cioè un viaggio interplanetario privo di una meta precisa, noi umani non saremmo in grado di tenere sotto controllo il nostro mezzo di trasporto, e ci esporremo quindi ad un alto rischio di fallimento.

In aggiunta a ciò, l'equazione di Tsiolkovsky impone dei limiti molto stringenti che non riguardano solo la quantità di carburante che è possibile utilizzare, ma anche la frazione della massa totale del razzo che effettivamente può essere portata nello spazio: bisogna infatti tener conto che gran parte della massa di un razzo (in media il 90% del totale) è costituita da propellente, i cui serbatoi, una volta svuotati, vengono staccati dalla struttura principale e abbandonati nello spazio.

Vogliamo quindi dedurre due considerazioni da questi principi fondamentali, al fine di poter effettuare un viaggio spaziale in sicurezza: la prima è che è necessario

---

<sup>7</sup> [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/expeditions/expedition30/tryanny.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/expeditions/expedition30/tryanny.html)



conoscere l'esatto itinerario da percorrere prima ancora della partenza, la seconda è che va accettato il fatto che solo una piccola percentuale di ciò che viene lanciato in orbita sarà effettivamente il materiale utile a tale viaggio.

### **3. La complessa ricerca di esopianeti abitabili**

*“Scommetterei tutta la mia fortuna sul fatto che almeno qualcuno dei pianeti che vediamo sia abitato”* I. Kant

Se per compiere una determinata missione spaziale è necessario utilizzare grandi risorse economiche e naturali, e bisogna conoscere con grande precisione la meta che si vuole raggiungere, allora è fondamentale che si scelga con estrema cura il pianeta di arrivo di tale spedizione. Nel caso in cui l'obiettivo della missione sia l'estrazione di risorse minerarie, allora sarà necessario conoscere in opportuno anticipo tutta la morfologia del corpo celeste; se invece lo scopo della missione è quello di fondare una colonia umana, allora sarà imprescindibile assicurarsi che il pianeta scelto per l'esplorazione sia effettivamente abitabile.

Da un punto di vista tecnico-scientifico, si parla di “esopianeta” per fare riferimento a un qualsiasi pianeta collocato al di fuori del sistema solare: rientrano in questa categoria i pianeti simili alla Terra, ovvero potenzialmente abitabili, e i pianeti assolutamente inospitali per la vita come la conosciamo. La ricerca di esopianeti abitabili e situati vicino alla Terra è uno dei temi più importanti dell'astronomia moderna e raggruppa dentro di sé numerose discipline<sup>8</sup>. Ovviamente, i candidati migliori per una colonizzazione umana sono i pianeti che più assomigliano alla Terra da un punto di vista astronomico, morfologico, fisico e che siano rapidamente raggiungibili. Per poter

---

<sup>8</sup> Si pensi ad esempio alla storia della cultura occidentale e al concetto di “Ecumene” in greco antico, ossia l'”Universo” non inteso come spazio sconfinato che avvolge la terra, bensì come ciò che è posseduto fisicamente o intellettualmente dall'uomo.

ospitare la vita umana, infatti, la nostra destinazione dovrebbe essere un pianeta roccioso in grado di compiere un moto di rotazione su sé stesso ed un moto di rivoluzione attorno ad una stella simile al nostro Sole. Inoltre, la massa di questo pianeta dovrebbe essere da un lato sufficientemente grande da poter attrarre in maniera stabile un'atmosfera gassosa spessa, ma dall'altro dovrebbe anche essere sufficientemente piccola per far sì che la gravità non sia troppo intensa. Aggiungiamo anche che il nostro pianeta ideale dovrebbe anche orbitare ad una distanza ben precisa dalla sua stella: ossia che la sua orbita sia contenuta nel cosiddetto "anello di Goldilock", una regione immaginaria dello spazio, caratteristica di ogni stella, in cui il calore proveniente da essa non è né troppo intenso né troppo fioco.

Partendo da questi assunti possiamo affermare che l'orbita di un pianeta ospitale per gli esseri umani dovrebbe restare in una regione dello spazio in cui la luce della stella permetta il mantenimento di una temperatura mite sulla sua superficie. Ma non solo, per poter assicurare la stabilità della vita umana, questo pianeta dovrebbe soddisfare anche delle richieste di tipo biologico, come la presenza di acqua liquida in superficie e la durata dei giorni e degli anni in modo che siano compatibili con quelli terrestri.

Tutti questi aspetti, che riflettono sul tema della "destinazione" nelle missioni spaziali, mettono in risalto ancora una volta la complessità di tali spedizioni. Ed è proprio il concetto di viaggio a trovare una declinazione peculiare, il quale, lungi dall'essere solo un mezzo per raggiungere una meta, richiede in primo luogo un'accurata individuazione e valutazione del proprio arrivo fin dalla Terra. Ma chiarito questo aspetto, è bene sottolineare - e questo ci conferisce molta fiducia - che l'universo in cui ci troviamo sembra essere ricco di pianeti potenzialmente colonizzabili, Marte compreso. Tuttavia, essi sono ancora difficilmente raggiungibili a causa di nuove limitazioni che ci apprestiamo ad analizzare.

#### **4. I limiti fisici dei viaggi interstellari**

*“L'uomo che non conosce il mondo in cui vive non sa dove si trova”* M. Aurelio

Abbiamo elencato finora alcuni dei criteri con cui si valuta la potenziale abitabilità di un esopianeta. Tra di essi, la vicinanza alla Terra è sicuramente uno tra i più importanti, ma cosa si intende per “vicino” quando si fa riferimento a una scala interplanetaria? La risposta ci viene data dalla fisica, ed in particolare dalla teoria della relatività generale di Einstein, che fornisce agli scienziati un modello matematico in grado di spiegare con estrema precisione la dinamica degli oggetti in moto nello spazio. Infatti, quando si parla di esplorazione spaziale, è errato supporre che l'incapacità dell'uomo nel raggiungere pianeti lontani sia solo frutto di lacune ingegneristiche da colmare con lo sviluppo tecnologico; piuttosto, è necessario sottolineare che in natura esistono dei limiti fisici, imposti dall'universo stesso, che non è possibile infrangere in nessun modo. E uno tra essi è la velocità della luce.

Qualsiasi oggetto dotato di massa, per quanto piccola o grande essa sia, è vincolato a muoversi nello spazio ad una velocità sempre inferiore a quella con cui la luce si propaga nello spazio vuoto, indicata dai fisici con la lettera  $c$ . Ciò significa che se il tempo impiegato dalla luce per percorrere la distanza Terra-Sole è di otto minuti, nessun corpo dotato di massa potrà mai percorrere la stessa distanza in un tempo minore o uguale a questo. Questo è un limite fisico invalicabile, indipendente dal progresso tecnologico ed ingegneristico. Di conseguenza, conoscere la distanza tra la Terra ed un esopianeta abitabile, permette automaticamente di stabilire qual è il tempo minimo necessario a raggiungere tale destinazione.

E non solo, purtroppo la realtà dei fatti sembra essere ancora più limitante. Infatti, se grazie alla teoria della relatività è possibile calcolare con precisione la quantità di energia che è necessario spendere per portare un oggetto dotato di una certa massa ad una determinata velocità - e dunque, maggiore è la velocità che si desidera raggiungere e maggiore sarà il dispendio energetico richiesto - allora un problema giace nella non-linearità della relazione tra queste due grandezze. Più la velocità richiesta è vicina a  $c$  e più l'energia necessaria a raggiungere tale obiettivo cresce

esponenzialmente, fino a diventare infinita per il raggiungimento di una velocità esattamente uguale a  $c$ . E quindi non solo  $c$  è un valore di velocità fisicamente invalicabile, ma anche tutte le velocità vicine ad essa sono sostanzialmente insormontabili da un punto di vista ingegneristico, in quanto richiedono troppa energia per poter essere raggiunte.

Possiamo dunque aggiungere un nuovo elemento alla complessità dei viaggi spaziali che stiamo analizzando: dato che gli esopianeti giudicati potenzialmente abitabili, escludendo Marte, distano almeno cinque anni luce dalla Terra, anche viaggiando alla velocità del *Nasa Parker Solar Probe*<sup>9</sup> sarebbero necessari circa diecimila anni per completare una missione spaziale di ipotetica colonizzazione. Pertanto, concentrarsi su un obiettivo posto al di fuori del sistema solare sembra essere ancora una mossa troppo azzardata: viaggi con destinazioni più lontane di Marte non sono ancora minimamente in grado di garantire risultati in tempi compatibili con la vita umana.

## 5. Il problema dei raggi cosmici e delle radiazioni

*“I mondi sono infiniti, e questo vale per quelli uguali al nostro e per quelli diversi, perché gli atomi, infiniti, [...] attraversano grandi spazi.”* Epicuro

Da quanto emerso finora e dalla risonanza scientifica e culturale che il pianeta Marte ha nel nostro immaginario, si potrebbe pensare che proprio quest'ultimo rappresenti la prima destinazione plausibile per una prossima missione di “colonizzazione” spaziale. E si potrebbe anche immaginare che, una volta disposti ad intraprendere un viaggio interstellare della durata di qualche mese, ed escludendo per il momento le difficoltà tecniche e morali dettate dalla creazione di una colonia umana

---

<sup>9</sup> A titolo esemplificativo, il *Nasa Parker Solar Probe* è l'oggetto più veloce mai creato dall'uomo, in grado di raggiungere una velocità massima di 700000 km/h, corrispondente a circa lo 0,05% di  $c$ .

sul pianeta rosso, tutti i problemi precedentemente illustrati sarebbero essenzialmente risolti. Eppure, un tale viaggio, ad oggi, risulta ancora essere insidioso e con molteplici sfide, le quali, questa volta, riguardano la salute dei cosmonauti durante il viaggio nello spazio.

Infatti, tutto l'universo è permeato da fasci di particelle cariche ed energetiche, solitamente protoni, che provengono da tutte le direzioni del cosmo ed attraversano continuamente i nostri tessuti ed i nostri organi. Questi fasci di particelle, che prendono il nome di raggi cosmici, fanno parte della dose di radiazione naturale a cui l'uomo, fin dall'inizio della vita sulla Terra, è stato costantemente sottoposto. Si potrebbe quindi pensare che, data la nostra continua esposizione a queste radiazioni, esse non siano particolarmente nocive per la salute umana e quindi siano un fattore di rischio generalmente trascurabile. In verità, la Terra così come ogni altro esopianeta giudicato abitabile, è avvolta da un campo magnetico il cui effetto è proprio quello di deviare gran parte dei raggi cosmici incidenti sull'atmosfera lontano dalla sua superficie. E quindi, la dose di radiazione cosmica a cui è sottoposto l'uomo sulla superficie terrestre non è altro che una piccola frazione della radiazione totale presente nello spazio.

Proprio quest'ultima, invece, viene sperimentata da chi, come gli astronauti, si trova al di fuori dell'atmosfera terrestre e non è schermato da un campo magnetico planetario. Tale radiazione non è affatto benefica per l'organismo, soprattutto nel caso di esposizioni durature come quelle che si avrebbero in una missione spaziale. A tal proposito, nell'articolo "Cancer risk from exposure to galactic cosmic rays: implications for space exploration by human beings" dei ricercatori F. A. Cucinotta e M. Durante, viene sottolineato come - nonostante manchino ancora dei dati sperimentali maggiormente attendibili - una missione spaziale verso la Luna o verso Marte esporrebbe gli astronauti ad una dose di radiazioni ben superiore al limite considerato critico per l'insorgenza di tumori.

Ciò pone un freno scientifico ed etico alla possibilità di compiere viaggi spaziali: fino a quando non si riuscirà a schermare gran parte della radiazione cosmica all'interno delle astronavi, viaggi con tempi di percorrenza dell'ordine dei mesi non

potranno essere effettuati in sicurezza. E anche da un punto di vista etico sarebbe inaccettabile permettere a degli esseri umani di intraprendere un viaggio in cui la probabilità di morte per radiazioni e la probabilità di insorgenza tumorale sono elevatissime. Mentre, allo stesso modo, facendo riferimento a quanto già affermato poco sopra, dei viaggi spaziali con tempi di percorrenza abbastanza brevi da preservare la salute dei piloti non sarebbero minimamente utili da un punto di vista coloniale e proprio per questo tutta la comunità scientifica contemporanea è impegnata nella ricerca di una soluzione al problema delle radiazioni.

Tuttavia, è altresì vero che questo ostacolo, il quale rappresenta, forse, il maggior freno all'esplorazione spaziale contemporanea, è affrontabile su diversi fronti. In primo luogo, si stanno cercando metodi di propulsione innovativi per abbreviare la durata dei viaggi e quindi anche dei tempi di esposizione alle radiazioni.<sup>10</sup> In secondo luogo, per quanto riguarda Marte, si sta ipotizzando una sua *terraformazione*, ovvero lo sfruttamento di sonde e satelliti per la creazione di un ecosistema biologico stabile e capace di proliferare autonomamente, nonché in grado di sviluppare un'atmosfera consistente: creare un sistema del genere equivarrebbe alla creazione di un habitat ospitale per l'uomo ancora prima che gli astronauti possano mettere piede sul pianeta rosso. In terzo luogo, ed è bene sottolinearlo, è considerevole porre molta fiducia in quello che è propriamente il *progresso tecnologico* dell'umanità: infatti, se l'uomo è riuscito a legare sorprendentemente insieme il primo volo aereo sulla Terra e la prima missione umana nello spazio a nemmeno un secolo di distanza, possiamo ben immaginare che le possibilità che il ventunesimo secolo ci sta riservando siano pressoché infinite.

## **6. Implicazioni psicologiche e filosofiche, uno sguardo.**

---

<sup>10</sup> In questo ambito, la comunità scientifica pone molta fiducia nei motori a curvatura e nelle vele solari: due modelli teorici di propulsione in grado di portare le navicelle a velocità molto maggiori di quelle attualmente accessibili.

*“Ma è concesso librarsi sulle ali della ragione e con occhio migliore, che non fallisce, spingere ovunque lo sguardo, cosicché una specie infinita è colta da ciò che è infinito”*

G. Bruno

Tra i limiti ingegneristici e fisici dell'esplorazione spaziale abbiamo individuato il limite invalicabile della velocità della luce, ma questa non è l'unica conseguenza della teoria della relatività di Einstein. Essa, infatti, porta con sé una serie di implicazioni psicologiche e filosofiche sulla relatività del tempo, basate su evidenze empiriche oramai consolidate nel corso di decenni di esperimenti. Secondo questa celebre teoria, infatti, la velocità con cui scorre il tempo non è uguale per tutti gli oggetti dell'universo, ma varia a seconda della velocità a cui viaggia l'oggetto stesso; in particolare, i corpi che si muovono più velocemente di altri risentono di una dilatazione temporale maggiore, ovvero il loro tempo scorre più lentamente se osservato da coloro che hanno una velocità minore.

Calando questo fenomeno nel contesto delle esplorazioni spaziali, si ottiene quello che Einstein chiamò “il paradosso dei gemelli”, un esperimento mentale formulato da lui stesso negli anni in cui gettò le basi della teoria della relatività: se due gemelli nati sulla Terra si dovessero separare, in modo che uno rimanga sul pianeta e l'altro viaggi nello spazio per diversi anni e ad una velocità prossima a  $c$ , al ritorno del secondo gemello le due persone non avrebbero più la stessa età.

La spiegazione del paradosso risiede proprio nella relatività del tempo. Il gemello astronauta, avendo passato diversi anni della sua vita a viaggiare ad una velocità molto maggiore del gemello sulla Terra, ha risentito di un rallentamento temporale significativo ed è quindi invecchiato più lentamente, risultando più giovane del gemello una volta tornato sul pianeta. È importante sottolineare che tale effetto è concretamente riscontrabile solo quando la velocità del gemello astronauta è comparabile con la velocità della luce, e quindi estremamente maggiore della velocità dei razzi attualmente in circolazione. Infatti, anche se l'astronauta viaggiasse alla velocità del Nasa Parker Solar Probe (0,05% di  $c$ ), l'effetto di dilatazione temporale

corrisponderebbe ad un ringiovanimento di quattro secondi per ogni anno di viaggio e sarebbe quindi impercettibile all'occhio umano.

In un'ottica più futuristica invece, questo fenomeno non è affatto da ignorare. Infatti, il futuro dell'esplorazione spaziale risiede principalmente in due fattori: il primo è la costruzione di navicelle in grado di viaggiare a velocità paragonabili a  $c$ , mentre il secondo è la capacità di sfruttare i campi gravitazionali di altri corpi celesti per muoversi agilmente - e con poco carburante - nello spazio profondo. Pertanto, un ipotetico astronauta del futuro potrebbe dover affrontare un viaggio spaziale in cui è continuamente sottoposto agli effetti della relatività del tempo: un possibile scenario in quest'ottica è quello di un astronauta che a bordo della sua navicella legge un tempo di volo di qualche anno, ma che sulla Terra viene percepito come lungo decenni. Ciò avviene proprio perché l'astronauta risente di un tempo alterato, che quindi scorre più lentamente rispetto a quello misurato sulla Terra, esattamente come accadeva ai due gemelli di Einstein.

Questo porta a una serie di considerazioni sul futuro della razza umana nello spazio. A titolo d'esempio, un'ipotesi: se in un futuro lontano l'uomo dovesse riuscire a colonizzare dei pianeti sparsi per la galassia, e ognuno di questi pianeti, in virtù della relatività, possedesse la sua velocità di scorrimento del tempo, come farebbero le colonie a comunicare tra loro? Questa domanda non è da intendersi in senso pratico, bensì filosofico. Infatti, se due colonie risultassero essere troppo distanti tra loro, potrebbe accadere che un ipotetico scambio di messaggi tra di esse superi il tempo di vita medio dell'uomo, con conseguente abbandono di ogni tentativo di comunicazione per via dell'eccessiva lentezza della "conversazione": in uno scenario del genere, è plausibile supporre che le due colonie inizino ad evolversi in maniera indipendente l'una rispetto all'altra, andando di fatto a generare, nel corso dei secoli, una vera e propria ramificazione della specie umana.

A tal proposito, l'esperto di Biologia Evolutiva Scott Solomon, professore di Biologia presso la Rice University di Houston, sostiene che la creazione di colonie stabili su Marte possa portare l'uomo ad evolversi in una nuova specie, similmente a



quanto accade per animali sulla Terra dopo un cambio di habitat. Nell'articolo "Evolutionary lesson for an interplanetary future" pubblicato sul Room Science Journal<sup>11</sup>, egli evidenzia come, sia l'elevata dose di radiazioni sia la minore intensità dell'attrazione gravitazionale marziana rispetto a quella terrestre, siano fattori evolutivi determinanti per una possibile biforcazione nello sviluppo della razza umana. In particolare, Solomon sottolinea come già sulla Terra l'uomo presenti una diversa pigmentazione della pelle a seconda della regione in cui vive e quindi in base alla dose di radiazione luminosa a cui è sottoposto; allo stesso modo, l'effetto si andrebbe ad amplificare su Marte, dove la continua esposizione alle radiazioni solari, schermate dall'atmosfera marziana in maniera molto ridotta rispetto a quanto accade per la Terra, potrebbe portare ad una pigmentazione arancione della pelle umana<sup>12</sup>.

Invece, per quanto riguarda gli effetti dell'attrazione gravitazionale di Marte, che vale circa il 38% di quella terrestre, la conseguenza principale sarebbe l'indebolimento delle ossa, con successiva riduzione della loro densità e del loro spessore. Pertanto, gli esseri umani più adatti a sopravvivere in un ambiente marziano sono coloro che presentano una struttura scheletrica più robusta della media, e quindi in grado di sopportare meglio l'effetto di indebolimento osseo causato dal pianeta stesso. In conclusione, gli studi di Solomon hanno come obiettivo quello di mettere in risalto un aspetto delle missioni spaziali estremamente rilevante sia dal punto di vista scientifico sia dal punto di vista etico, ovvero la possibile comparsa di nuove specie umane come frutto dell'evoluzione interplanetaria degli abitanti della Terra.

## **7. Da *Homo Sapiens* a *Homo Cosmicus***

*"Il nostro pianeta è la culla dell'intelligenza, ma non si può vivere per sempre nella culla"* K. E. Ciolkovskij

---

<sup>11</sup> <https://room.eu.com/article/evolutionary-lessons-for-an-interplanetary-future>

<sup>12</sup> Si può infatti affermare che una pelle ricca di pigmenti carotenoidi è in grado di adattarsi meglio all'habitat marziano.

Il percorso da noi tentato in questo elaborato ha voluto in un primo momento analizzare alcuni dei episodi iconici che hanno caratterizzato la storia dell'esplorazione spaziale, per poi provare a evidenziare - di contrasto all'immaginario più diffuso - i limiti tecnici e fisici che ancora ci separano dal poter affrontare degli autentici viaggi interstellari. Eppure, abbiamo volutamente tralasciato una domanda fondamentale che merita una disamina attenta. E cioè: se tutto questo è vero, e se sono così tante le difficoltà che ci impediscono di viaggiare nello spazio, perché vogliamo così ostinatamente andarci? È evidente il tema è complesso e non di poco conto. Tuttavia, non sarà oggetto di questa sede affrontare tali questioni, seppur fondamentali, addentrandoci nelle dinamiche economico-sociali che permeano il tessuto della nostra società. Quanto piuttosto, è nostro interesse cercare di far risuonare la portata ontologica di questa domanda e tentare di collocarla nel desiderio di scoperta che da sempre guida l'evoluzione del genere umano.

Come afferma brillantemente J. A. Školenko nel suo saggio *L'era spaziale. L'esplorazione del cosmo tra scienza e filosofia*, l'uomo, con la scoperta dello spazio, avrebbe compiuto a tutti gli effetti un vero e proprio salto evolutivo passando da *Homo Sapiens* a quello che potrebbe essere definito *Homo Cosmicus*. Non cercando con questo termine di introdurre una nuova specie biologica, destinata a sostituire *Homo Sapiens*, bensì con il fine di sottolineare ancora una volta che «l'uomo nel cosmo è, in molti modi, un essere speciale»<sup>13</sup>, propriamente degno della sua unicità.

I viaggi nello spazio sembrano infatti essere la conferma della congiunzione della biosfera con quella che viene definita *noosfera*, ossia la sfera del raziocinio e dell'intelletto. Un legame che nel tempo ha dimostrato di essere una nuova grande forza geologica, la quale ha saputo trasformare «un antico corpo celeste morto in un sistema vivente, diffondendo la vita sia nelle sue profondità di granito che nella sua membrana gassosa»<sup>14</sup>. Se si pensa allora che al momento della prima missione

---

<sup>13</sup> J. A. Školenko, *L'era spaziale. L'esplorazione del cosmo tra scienza e filosofia*, cit., p. 15.

<sup>14</sup> Ivi, pp. 44-45.

spaziale, non vi era praticamente più spazio sconosciuto e inesplorato sulla terra, il viaggio spaziale diventa oggi la nostra nuova Odissea, ma questa volta con confini interstellari, in grado di svelare nuove prospettive fisiche e percettive, e di accompagnarle con l'apertura di «nuovi orizzonti intellettuali ed emotivi»<sup>15</sup> capaci di arricchire profondamente la storia e la vita dell'essere umano.

L'uomo infatti non sarebbe se stesso se non legato al desiderio di superare i propri limiti che da sempre caratterizza la sua storia: dalla necessità della *tecnica*, per la propria salvaguardia e sopravvivenza, fino al desiderio secolare di scoperta che ha guidato i celebri viaggi esplorativi di Colombo, Magellano e Vasco da Gama.

Ma c'è di più: è forse il riuscire a guardare le cose da un nuovo punto di vista, complesso e differente, il valore più grande che l'esplorazione spaziale è capace di donare alla formazione dell'individualità umana, soddisfacendo il nostro «atteggiamento creativo-trasformativo nei confronti del mondo»<sup>16</sup>. Allora, è nello sfidare le proprie capacità e nell'affrontare criticamente i misteri della conoscenza che l'uomo ritrova, rivoluzione dopo rivoluzione, il suo posto nel mondo. E forse oggi, proprio grazie ai viaggi spaziali egli può letteralmente interrogare il proprio essere da una nuova prospettiva, riconsiderando i propri valori e i propri limiti, poiché «anche Odisseo non sarebbe stato Odisseo senza il suo viaggio»<sup>17</sup>.

E si badi bene, viaggiare nello spazio non significa affatto dimenticarsi della Terra, quanto piuttosto restituire una nuova luce al nostro sguardo su di essa, e sulle affascinanti vicende che contraddistinguono la formazione e il progresso umano.

## 8. Conclusioni

In questo elaborato abbiamo voluto evidenziare come le missioni spaziali siano un argomento tanto affascinante quanto complesso, le quali hanno ispirato, e stanno

---

<sup>15</sup> Ivi, p. 117.

<sup>16</sup> Ivi, p. 120.

<sup>17</sup> Ivi, p. 122.

ispirando, scrittori, registi, psicologi e filosofi, ma hanno anche tormentato, e stanno tormentando, fisici, matematici, ingegneri e biologi. Ogni abitante della Terra, chi più chi meno, è coinvolto nel futuro interplanetario della razza umana. Alla luce dei cambiamenti climatici, preservare il pianeta Terra nelle migliori condizioni possibili, è oggi più che mai un modo per permettere alla ricerca scientifica di operare in modo sereno, senza giungere a conclusioni affrettate e poco ponderate: si pensi infatti che, se i cambiamenti climatici dovessero peggiorare irreversibilmente, la ricerca di un nuovo pianeta abitabile non sarebbe più un obiettivo, bensì l'unico modo per scongiurare un'estinzione di massa sulla Terra. E se il lettore nel corso dell'elaborato si è chiesto quanto tempo sarà necessario aspettare prima che una missione interplanetaria abbia veramente inizio, la risposta ad oggi è difficile da stabilire, ma sicuramente tale missione coinvolgerà come meta il pianeta Marte. A tal proposito, l'obiettivo più concreto dei prossimi decenni è racchiuso ad oggi nella missione Artemis della NASA<sup>18</sup>, il cui scopo è la costruzione di una base spaziale lunare da sfruttare come trampolino di lancio verso Marte e verso il resto dell'universo: il programma completo di Artemis è già stato stilato e attende solo di essere affrontato e completato dalle nuove generazioni di astronauti, addestrati appositamente a tale fine.

In conclusione, nonostante la presenza dell'uomo su scala interplanetaria sembri essere ancora un'utopia, la creatività e l'intelligenza che da sempre caratterizzano l'unicità dell'essere umano stanno operando incessantemente alla ricerca di soluzioni per la lunga lista di problemi descritti in questo elaborato, alimentando la speranza e la fiducia in un futuro un po' meno terrestre e un po' più universale.

---

<sup>18</sup> <https://www.nasa.gov/specials/artemis/>