

**MEMORIE DELLA SOCIETÀ GEOGRAFICA ITALIANA
VOLUME XCIV**

a cura di
GIANLUCA CASAGRANDE E ANNALISA D'ASCENZO

**OLTRE LA TERRA,
VERSO L'ESOGEOGRAFIA**



Roma - 2025

Oltre la Terra, verso l'Esogeografia
a cura di Gianluca Casagrande e Annalisa D'Ascenzo

Memorie
collana a cura di Claudio Cerreti

©ottobre 2025 Società Geografica Italiana Via della Navicella, 12 – 00184 Roma
www.societageografica.it

Il volume è stato pubblicato con il contributo del Dipartimento di Studi Umanistici
dell'Università Roma Tre.

ISBN: 978-88-85445-26-0 e-book
978-88-85445-27-7 print

**MEMORIE DELLA SOCIETÀ GEOGRAFICA ITALIANA
VOLUME XCIV**

a cura di

GIANLUCA CASAGRANDE E ANNALISA D'ASCENZO

**OLTRE LA TERRA,
VERSO L'ESOGEOGRAFIA**



Questo libro è dedicato ad Adelio Roviti, ufficiale dell'Aeronautica Militare recentemente scomparso. Vogliamo ricordarlo come appassionato storico del volo e uno dei fondatori della riflessione esogeografica in Italia; ma anche e soprattutto come amico sincero, dal sorriso aperto, luminoso e sereno come lo splendore di una stella

PRESENTAZIONE

di Gianluca Casagrande e Annalisa D'Ascenzo

Il volume che presentiamo giunge a valle di una serie di iniziative di ricerca e divulgazione realizzate nel corso degli ultimi anni sul tema dei rapporti fra l'umanità e lo spazio, continuamente dilatato da scoperte ed esplorazioni: una storia di osservazioni e viaggi, dai tempi lontani delle prime esperienze immaginate sino a quelle finalmente realizzate a partire dalla seconda metà del XX secolo.

Si è trattato di un lungo cammino, costellato da grandi sfide per la cultura e la tecnologia umane, svoltosi nell'arco di millenni attraverso gli spazi terrestri e, solo da poco più di mezzo secolo, al di fuori di essi, nelle regioni più prossime al nostro pianeta di quello che ancora oggi è chiamato, talvolta, «Outer Space», spazio esterno.

Questa lunga vicenda, fatta di faticosi e spesso sofferti spostamenti dei confini dell'ecumene, ha comportato un continuo confrontarsi delle capacità umane con i limiti imposti dalla diversità degli ambienti e, in tale confronto, sono germinati ripensamenti negli ambienti di provenienza delle civiltà e dei gruppi umani che hanno prodotto quelle avventure. In un complesso ma costante evolversi di azioni, ricerche, scoperte, invenzioni e applicazioni, molteplici comunità hanno contribuito al percorso di conoscenza che, superate varie contingenze storiche, è divenuto patrimonio di tutti; sicché dal viaggio di scopritori e conquistatori, per secoli, le società che li avevano espressi hanno acquisito nel proprio ambito percettivo regioni, paesi, uomini, donne, animali e piante un tempo sconosciuti.

Attraverso le epoche, queste dinamiche hanno ampliato gli orizzonti geografici e di conoscenza del pianeta, dalla Mezzaluna Fertile al Mediterraneo e poi ai Nuovi Mondi; dall'ecumene tolemaico allo Spazio con la s maiuscola. Come già per secoli lungo le vie di terra transcontinentali e le vie marittime transoceaniche, anche le

esperienze odepatiche recenti – in nuove forme – hanno continuato a raccontare viaggi intrapresi nell’atmosfera e poi con orbite e traiettorie interplanetarie.

I sempre più rapidi mutamenti degli ultimi decenni ci hanno spinti a interrogarci epistemologicamente per verificare se – ed eventualmente come – fosse possibile includere, nel processo materiale e teorico finora delineato dai geografi sulla Terra, anche le spinte che ci hanno portati a uscire dai confini del nostro pianeta. In tale viaggio, iniziato solo di recente e oggi ancora ai suoi primi passi, abbiamo imparato a guardare al di là del nostro pianeta; ma anche, di nuovo, verso di esso e alla sua incomparabile familiarità per noi, a mano che l’orizzonte si allargava. Nell’arco di poco più di un ventennio la consapevolezza umana si è rispecchiata nelle diverse tappe del viaggio, dalla grande «Terra azzurra» dei primi cosmonauti in orbita terrestre bassa, alla «Biglia Blu» contemplata da coloro che per primi camminarono sulla Luna, al piccolo «Pallido Puntino Blu» visto per noi dalle sonde automatiche dai remoti confini del Sistema Solare.

I termini e gli impianti teorici che utilizziamo per descrivere, anche in chiave storica, la vicenda della presenza e dell’azione umana sulla Terra, ossia l’allargamento dell’orizzonte geografico, la territorializzazione, l’assegnazione di toponomastica, non potrebbero essere impiegati anche al di fuori della Terra? Come dovrebbero cambiare i nostri strumenti di geografi di fronte alle nuove condizioni e situazioni estreme prima imprevedute o comunque non perlustrate?

Al centro dell’attenzione si colloca, in modo evidente, il tema quanto mai attuale della tensione umana verso i mondi extraterrestri. Per introdurre esplicitamente questa prospettiva all’interno del dibattito geografico, proponendone una rilettura di natura epistemologica, in relazione alla progressiva espansione degli spazi abitati – dagli avamposti non autosufficienti già esistenti fino ai progetti più ambiziosi di insediamenti stabili capaci di ricreare ambienti compatibili con la vita come la conosciamo – si è scelto di ricorrere all’artificio, fondato

e argomentato, di una nuova definizione: Esogeografia. Questa proposta mira a riconoscere l'Esogeografia come ambito specifico all'interno della Geografia, analogamente a quanto avviene, per esempio, nella Geografia umana con la Geografia della popolazione o la Geografia culturale, e nella Geografia politica con la Geografia della produzione industriale o gli studi postcoloniali. I confini di questo nuovo campo di ricerca, come quelli delle altre specializzazioni ormai consolidate, si presentano per loro stessa natura mobili, estesi nel tempo, alimentati da fonti diverse e profondamente multidisciplinari.

La riflessione che abbiamo cercato di sviluppare ha puntato a coinvolgere colleghi ricercatori esperti di vari saperi, ma anche bambini delle scuole, studenti universitari e il largo pubblico; per oltre quindici anni il tema è stato oggetto di pubblicazioni di ricerca, nonché eventi divulgativi e iniziative culturali di vario tipo. Solo per rievocare alcuni momenti che abbiamo celebrato, spinti dalla curiosità di ripercorrere la nostra lunga storia per cogliere similitudini e differenze tra i viaggi del passato e quelli contemporanei, ricordiamo quando nell'aprile del 2019 abbiamo festeggiato il cinquecentenario della partenza della prima circumnavigazione della Terra a opera della flotta di Ferdinando Magellano (1519) insieme ai cinquant'anni del primo allunaggio di Neil A. Armstrong e Edwin E. Aldrin con la missione Apollo 11 (1969). L'iniziativa è stata organizzata nel quadro della Notte Europea della Geografia con una serata scientifico-divulgativa. La grande suggestione dell'evento, nel duplice anniversario, è stata accresciuta dal suo svolgimento nella stimolante sede del Museo storico dell'Aeronautica Militare, sulle rive del Lago di Bracciano. Della «magia culturale» di quella occasione abbiamo conservato – insieme, pensiamo, al pubblico intervenuto – un ricordo indelebile, associato a quello della squisita ospitalità offerta dall'arma azzurra nella persona del T. Col. Adelio Roviti, scomparso prematuramente pochi giorni fa; al suo ricordo vogliamo dedicare queste pagine, insieme alla nostra convinzione di aver trovato in lui un co-iniziatore della riflessione

esogeografica in Italia. Dopo l'incontro di Vigna di Valle sono state presentate e sostenute altre iniziative, a margine di incontri scientifici o divulgativi.

Nel 2022, ad esempio, ci siamo interrogati – di nuovo nella cornice della GeoNight – sulla comprensione e rappresentazione dei corpi celesti e poi, a fine anno, con un incontro di ricerca e divulgazione sulle rappresentazioni e virtualizzazioni dei contesti esogeografici. Proprio da quest'ultima occasione derivano alcuni saggi qui raccolti, parte degli interventi della ricca giornata di studi svolta presso la Società geografica italiana.

A introdurre questo libro è una riflessione di Andrea Cantile sulla Esogeografia quale disciplina che si occupa di studiare il rapporto tra l'umanità e lo Spazio cosmico, riconoscendo nel nuovo termine una dilatazione semantica che amplia i campi di ricerca e di applicazione della Geografia dalle relazioni umanità-ambiente in contesti extraterrestri, nelle varie forme di territorializzazione da tempo operative e che verranno incrementate in futuro. Tale ragionamento ripercorre alcune delle tappe del riconoscimento della multidimensionalità dei confini geografici amministrativi, verso il sottosuolo e nel relativo ambito aereo esterno degli Stati, con la necessità di individuare termini giuridici per la loro delimitazione nell'atmosfera e dell'inizio dello Spazio. Si aprì così l'epoca della «corsa allo Spazio» alimentata dal desiderio di andare oltre per conoscere e conquistare, nel senso più ampio del termine. Tanto che, ancor prima dell'allunaggio, è stata avvertita dalle Nazioni Unite l'esigenza di redigere principi generali che indirizzino verso esplorazioni spaziali a mero scopo pacifico, a beneficio e nell'interesse di tutta l'umanità, e non generino posizioni predominanti di fatto né problemi per lo sviluppo sociale ed economico delle generazioni future. Un tema, quest'ultimo, particolarmente avvertito nel corrente decennio e presente tra gli obiettivi strategici dell'Agenda 2030 i cui principi devono confrontarsi, nella realtà, con gli interessi della New Space Economy. Simili attenzioni universalistiche hanno comportato

nel campo toponomastico l'individuazione di regole e procedure di denominazione condivise, che attestano il diritto di tutti i Paesi del mondo a proporre nomi per i corpi e le entità topografiche extraterrestri, la necessità della loro standardizzazione, come pure l'identificazione dell'Unione Astronomica Internazionale (IAU) quale organismo che deve sovrintendere all'aggiornamento del *Gazetteer of Planetary Nomenclature*.

La prima parte della raccolta è dedicata a illuminare la storia del pensiero geografico di fronte a quella che abbiamo definito, riecheggiando la nota frase di apertura della fortunata serie Star Trek, che a sua volta è una parafrasi in ambito spaziale di un discorso di John Fitzgerald Kennedy, l'ultima frontiera della nostra disciplina: l'Esogeografia.

L'ampliamento della presenza e delle attività dell'umanità sulla Terra, lo spostamento dei confini dell'ecumene sempre più lontano con la non retorica «spinta» a elevarsi in volo nell'atmosfera, grazie all'avvio dell'aeronautica e poi ai più recenti sviluppi dell'astronautica, sono al centro della riflessione di Gianluca Casagrande. L'evoluzione dei mezzi ha consentito la realizzazione di voli effettivi e analog test, viaggi mediante cui la questione dell'ampliamento dei limiti raggiunti, raggiungibili o desiderati, ha stimolato sotto molti punti di vista le nostre capacità di risposta a problemi legati, ad esempio, alla sopravvivenza e al mantenimento in salute delle persone coinvolte in queste nuove, futuribili forme di esplorazione. Il passaggio successivo ha visto l'impegno delle Agenzie spaziali nella progettazione e realizzazione, in collaborazione, di spazi vivibili per brevi o lunghi periodi, addirittura moduli abitativi destinati a ospitare insediamenti umani su altri corpi celesti. Per realizzare quest'ultima prospettiva sono sempre più fondamentali la ricerca scientifica e la predisposizione di attrezzature automatiche che consentano l'utilizzo delle risorse extraterrestri, l'istituzione di basi orbitanti, di avamposti di superficie e poi, per ipotesi, sedi permanenti.

A seguire vengono proposte le considerazioni di Annalisa D'Ascenzo che, in forma idealmente dialogica, a partire da *L'invenzione della Terra* di Franco Farinelli inteso come manuale di storia della Geografia, riflette sulla continuità tra i viaggi di scoperta ed esplorazione della Terra del passato e quelli più recenti verso i «nuovi mondi» extraterrestri. Un processo millenario che non si presenta come sviluppo lineare, progressivo e positivo, ma è costellato da scontri (anche molto violenti), prevaricazioni e imposizioni di potere, tentativi di conciliazione e momenti di apertura, afflitti universalistici e fasi di regresso, abusi di capacità tecnologiche e finanziarie. Accanto e oltre agli Stati, il massiccio e aggressivo intervento dei privati, che da sempre rispondono a logiche di guadagno, anche nello Spazio è un aspetto già chiaramente attestato dalle cronache. In tema di persistenze di fondo, in prospettiva geostorica e multidisciplinare si osserva che, non casualmente, nel periodo in cui fu realizzato il maggiore allargamento dell'orizzonte geografico e si avviò un fondamentale ripensamento epistemologico dei saperi (XV-XVI secolo) l'umanità rilanciò decisamente lo sguardo sulla superficie degli altri corpi spaziali e iniziò a cercare di comprenderli e dominarli virtualmente, da lontano, attraverso la Cartografia. Lo sviluppo della tecnologia e le spinte geopolitiche terrestri hanno consentito, dagli anni Cinquanta e Sessanta del Novecento, di inviare mezzi ed equipaggi umani che hanno aperto – con l'invenzione del World Wide Web – una nuova rivoluzione epistemologica. Quanto di contraddittorio e biasimevole è avvenuto sulla Terra, ci si domanda, è relegato a epoche della nostra storia che nello Spazio troveranno nuovi impulsi virtuosi e rispettosi delle culture, delle aspirazioni e delle necessità dell'umanità tutta? E ancora, i geografi, ovvero coloro che studiano il rapporto fra le società e l'ambiente terrestre, possono riconoscersi nella definizione di esogeografi per indicare (se e quando) che si interessano anche alle relazioni fra l'umanità e gli ambienti extraterrestri in cui la nostra specie si muove e verso cui si proietta?

Nella raccolta troviamo la seconda parte che riunisce riflessioni sulle Geografie (al plurale) e alle sfide poste dello Spazio.

Giuseppe Borruso si interroga sulla trasformazione della Geografia da scienza del territorio a scienza dello Spazio, approcciando all'Esogeografia inserendola dapprima nell'ambito della Cartografia e dei Sistemi informativi geografici, ricordando come da anni l'International Cartographic Association lavori su questi temi e che la Planetary Cartography sia così avanzata da essere presente nei sistemi virtuali online più conosciuti. Considerando poi l'estensione dello spazio in cui si svolgono le relazioni uomo-ambiente nell'«Outer Space», anche nell'ambito dei temi geoeconomici e geopolitici si (ri) aprono nuove prospettive di ricerca riguardanti la Geografia degli insediamenti, i rapporti fra il centro (Terra) e le nuove periferie (Luna, Marte ecc.), l'utilizzo delle risorse e l'organizzazione dei trasporti su scala interplanetaria, i già ricordati equilibri fra pubblico e privato.

Alfonso Giordano presenta alcune riflessioni iniziali su una prospettata Esogeografia della popolazione nello Spazio esterno, proponendo la trasposizione in quell'ambito di alcuni concetti basilari come: migrazione, insediamento, aspettativa di vita e fertilità. Ancora poco studiati all'interno della nostra disciplina, ma non da altre, tali concetti aprono a domande di ricerca dominate dalle distanze. Come potrebbero avvenire migrazioni «di massa» fuori dal pianeta? In che modo gli insediamenti umani inciderebbero in un ambiente extraterrestre? Come sarebbero regolate la politica e la governance territoriale locale? Come garantire la sopravvivenza dei coloni e la riproduzione all'esterno dalla Terra? Per poter affrontare queste nuove frontiere disciplinari la geografia tradizionale dovrà innovarsi, internazionalizzarsi e ibridarsi.

Il tema dell'ibridazione disciplinare tra scienze umanistiche della Terra e quelle dure del Cosmo – ambito nel quale il collega colloca l'Esogeografia – torna nel saggio di Daniele Mezzapelle che, a partire da metafore letterarie novecentesche (Calvino), riflette su

quanto la avviata territorializzazione dello Spazio cosmico abbia un significato (eso)geografico importante per la conoscenza e l'esplorazione umana. Il processo di territorializzazione sviluppato da Angelo Turco viene qui assunto come fondamento metodologico e schema comparativo di riferimento nell'analisi che si sofferma, particolarmente, sul significato ambivalente – e non solo in senso letterario – di un segno nello spazio. In tale ottica, elementi già conosciuti e studiati sulla Terra, come le esplorazioni, le narrazioni odepatiche e i relativi atti denominativi, rappresentano anche fuori dal nostro pianeta elementi fondamentali che territorializzano lo Spazio esterno e gli conferiscono significato, confermando i medesimi archetipi della spazialità indagati finora dalla Geografia.

La didattica della Geografia, le altre discipline e gli ambienti extraterrestri sono i temi della terza e ultima parte del volume.

Cristiano Pesaresi svolge alcune considerazioni per guardare oltre la Terra, verso nuovi mondi, con spirito geografico, a partire dal ruolo didattico della Geografia. L'exkursus proposto inquadra inizialmente il nostro pianeta nel Sistema Solare e nell'Universo, per intraprendere un cammino di conoscenza che porti ad affrontare questioni di Geografia astronomica e di Esogeografia con rigore e interrogativi concreti, unendo immaginazione e realtà, prospettive e perplessità, tra raccordi interdisciplinari e uso di geotecnologie.

Germana Galoforo e Angelo Zinzi, dell'Agenzia Spaziale Italiana, offrono un'ulteriore riflessione sull'utilizzo dell'Esogeografia nella didattica, come disciplina che può abituare le future generazioni a un nuovo paradigma secondo cui la Terra non è il solo corpo celeste abitabile. Gli esempi concreti portati a supporto partono dall'esperienza dell'avamposto spaziale della Stazione spaziale internazionale per arrivare, con il progetto Artemis della NASA, a realizzare insediamenti sulla Luna o i suoi dintorni, nella prospettiva di giungere poi, effettivamente, su Marte. L'Agenzia spaziale italiana si candida a essere uno degli attori di tale trasformazione, grazie

alle sue conoscenze tecnico-scientifiche e alle competenze nella divulgazione educativa.

Riprendendo una analisi di più lungo periodo, Ettore Perozzi, anche lui dell’Agenzia Spaziale Italiana, ci ricorda come a fine del Seicento Isaac Newton fu il primo scienziato a pensare, in linea di principio, al viaggio spaziale di una pietra; un’esperienza straordinaria che solamente all’inizio del Novecento si avviò a divenire possibile con gli studi di Konstantin Tsiolkovsky sulla propulsione a reazione e la concezione di un modello di un razzo a più stadi. Si apriva agli scienziati la complessa questione delle traiettorie interplanetarie a bassa energia e delle orbite di trasferimento in un sistema tridimensionale di movimento nel quale i corpi – grandi e piccoli – interagiscono tra di loro, secondo modelli dinamici. Altro aspetto «scoperto» grazie ai viaggi fuori dalla Terra è stata l’utilità di realizzare spazioporti posizionati strategicamente per garantire le comunicazioni. Le esperienze e le disattenzioni degli ultimi decenni, complice il vuoto normativo, hanno infine reso oggi ineludibile il dare risposta legislativa alla proliferazione dei detriti orbitanti nello spazio circumterrestre.

Per concludere, nel volume si ricostruisce come da millenni abbiamo rivolto attenzione al cielo e ai corpi che vi si muovono; osservato le stelle e i pianeti e, mentre scoprivamo nuovi continenti e popoli sul nostro pianeta, sognato di raggiungere i mondi al di fuori di esso. Abbiamo dato nomi, dalla Terra, a regioni site sulle superfici di questi ultimi, riconosciute (o immaginate) grazie alle nostre fantasie e denominate sulla scorta della cultura – particolarmente quella classica greco-romana di ambito mediterraneo – di cui gli astronomi erano portatori. Negli ultimi secoli le potenze impegnate nell’allargamento dell’orizzonte geografico (Stati, compagnie sociali, compagnie commerciali, Enti) sono aumentate e così pure sono cambiate le comunità dominanti, ma non si è modificato il processo di fondo. La grande novità più recente è che in pochi (per ora) casi abbiamo viaggiatori spaziali umani e mezzi robotici che possono vantare e

trasmetterci «esperienze dirette», grazie alle quali stiamo conoscendo, esplorando e assegnando nomi a luoghi su altri corpi celesti, costruendo itinerari immaginari, progettando insediamenti umani e colonie extraterrestri.

Le tappe sono sempre più ravvicinate, dopo la prima «corsa allo Spazio» degli anni Cinquanta-Settanta del Novecento, nell'ultimo decennio circa si è aperta una nuova corsa allo Spazio caratterizzata da ambizioni politiche, economiche e tecnologiche, dalla forte spinta dei competitori privati, da un rinnovato interesse verso le risorse degli altri corpi celesti, che vede la Luna come un punto strategico per il futuro dell'esplorazione umana e la colonizzazione di altri pianeti, come Marte.

Se la prima corsa è stata dominata dalla spartizione in zone di influenza tra le potenze del Novecento, la seconda, quando saranno realizzati viaggi che diverranno nuovi primati nella storia dell'umanità e consentiranno il raggiungimento di colonie extraterrestri da cui dare avvio a una nuova «corsa all'oro», riproporranno, di fatto, il colonialismo nello Spazio? Sembrano, questi ed altri, temi appropriati per la Esogeografia.

INTRODUZIONE

di Andrea Cantile

È corretto parlare di Esogeografia? Se no, come dovrebbe denominarsi una disciplina che si occupa di studiare il rapporto tra l'umanità e lo Spazio extraterrestre?

Certo, se la considerazione si limitasse solo all'origine e al significato della seconda parte di questo neologismo (*gê* e *gráphō*), si potrebbe essere indotti a pensare che il prefisso *eso-* escluda *gê*, proprio perché quest'ultimo circoscrive l'oggetto del «descrivere» al solo ambito planetario terrestre e ai suoi immediati paraggi. Se, però, si considera che il prefisso *eso-* indica proprio tutto ciò che, stando fuori (*éksō*) dalla Terra, è in rapporto con essa anche per il tramite dei suoi abitanti, si può riconoscere nel nuovo termine una dilatazione semantica che non sposta, ma amplia i campi di ricerca e di applicazione della Geografia, estendendone gli studi alle relazioni tra l'umanità, lo spazio terrestre e quello extraterrestre, nelle varie forme di una territorializzazione già in atto che si annuncia destinata a sicuro ampliamento nel futuro prossimo.

L'estensione dei processi di territorializzazione verso l'esterno del pianeta ha trovato una prima, significativa applicazione nell'ambito della Geografia politica, con l'introduzione di un nuovo concetto di confine statale. Verso la metà del XX secolo, superando la bidimensionalità della rappresentazione cartografica, si è preso atto che la giurisdizione di uno Stato, e quindi l'estensione del suo territorio, non poteva essere limitata alla sola porzione di superficie planetaria materializzata con appositi termini di confine e segnata sulle carte. Questa doveva necessariamente considerare la Terra come un solido nello spazio e riguardare, quindi, anche l'ambito aereo esterno alla stessa superficie e il sottosuolo. Furono poi le riflessioni di Theodore von Kármán, in merito all'esistenza di una corona sferica di circa 100 km, attorno alla Terra – zona che delimita l'ambito

proprio dell'aerodinamica, al di là della quale inizia l'astronautica, a causa della perdita progressiva della portanza aerodinamica dei veicoli – che offrono la possibilità di riconoscere nella cosiddetta *Linea Giurisdizionale di Kármán* un possibile termine giuridico per la delimitazione dell'ambito di pertinenza territoriale di ciascuno Stato verso l'atmosfera e l'inizio dello Spazio.

Da quel fatidico 12 aprile 1961, che segnò l'inizio dell'esplorazione diretta degli spazi extraterrestri con l'impresa del cosmonauta sovietico, Yuri Gagarin, la «corsa allo Spazio» non ha avuto uno sviluppo lineare; è stata caratterizzata, come noto, da accelerazioni e rallentamenti, mutamenti di strategia e di interessi, ma è sempre stata alimentata dal desiderio di andare oltre per conoscere e conquistare, nel senso più ampio del termine.

L'importanza e la dimensione del fenomeno di territorializzazione dello Spazio hanno presto assunto una rilevanza tale da alimentare, fin dal suo nascere, un dibattito internazionale che ha portato l'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) alla formulazione del *Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies* (Nazioni Unite, risoluzione 2222/XXI, 19 dicembre 1966, entrata in vigore il 10 ottobre 1967). Tale trattato, considerato la *Magna Carta dello Spazio*, ha definito principi generali, tesi ad affermare, tra l'altro, la libertà di compiere esplorazioni spaziali da parte di ciascun Paese, a beneficio e nell'interesse di tutti i popoli della Terra e senza che da esse possano derivare appropriazioni o rivendicazioni di sovranità, il divieto di collocazione nello Spazio di armi nucleari o di distruzione di massa, l'impiego dei corpi celesti esclusivamente per scopi pacifici, la responsabilità degli Stati nella conduzione di attività spaziali anche da parte di organizzazioni non governative e l'impegno a evitare contaminazioni dannose nello Spazio (Nazioni Unite, risoluzione 2222/XXI, 1966).

Le Nazioni Unite hanno affrontato anche il problema della

standardizzazione delle denominazioni delle entità topografiche extraterrestri, in occasione delle conferenze UNGEGN svoltesi tra il 1972 e il 1987 (II, III, IV e V), avvertendo le prioritarie necessità di giungere alla definizione di regole e procedure di denominazione condivise e di affermare il diritto di tutti gli Stati del mondo di proporre nomi per i corpi e le entità topografiche extraterrestri. Ciò ha impedito che tale compito fosse lasciato ai soli Paesi maggiormente impegnati nel campo delle esplorazioni spaziali e ha riconosciuto nell'Unione Astronomica Internazionale (IAU) l'organismo che avrebbe potuto provvedere alla creazione e all'aggiornamento del *Gazetteer of Planetary Nomenclature* (<https://planetarynames.wr.usgs.gov/>), oggi attivo e disponibile per tutti, grazie alla collaborazione tra la stessa IAU, l'United States Geological Survey (USGS) e la National Aeronautics and Space Administration (NASA).

Nel 1992, presso l'ONU, è stato poi costituito lo United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA) che opera per consentire a tutti i Paesi (e in particolare a quelli in via di sviluppo) di accedere e beneficiare dei vantaggi offerti dallo Spazio per accelerare la realizzazione degli obiettivi strategici di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030, tenendo, tra l'altro, aggiornato, per conto del segretario generale, il registro ONU degli oggetti lanciati nello Spazio, quale strumento di trasparenza, sia per gli Stati membri sia per gli operatori della nascente «New Space Economy».

Una visione positiva e la speranza di concreti vantaggi per l'umanità tutta e per il pianeta permeano l'attività dell'ONU nei confronti della rinnovata attenzione alla «corsa allo Spazio», tuttavia, a fronte di un quadro generale di riferimento, ispirato a principi etici incontrovertibili, assistiamo a effetti che, al momento, sembrano essere alquanto diversi dall'idilliaco scenario delineato dalla *Magna Carta dello Spazio*. Oggi, il processo di territorializzazione esterno al pianeta ha determinato l'occupazione di un'ampia corona esterna

alla superficie terrestre, considerandola come una *res nullius*, priva di una sovranità statale specifica, sulla quale poter comunque vantare in qualche modo dei diritti di posizione. L'atmosfera terrestre sta diventando zona di conquista per l'assoggettamento di una posizione o un'orbita e per svolgere funzioni legate a telecomunicazione, meteorologia, telerilevamento, posizionamento, spionaggio, attività militari, economiche e scientifiche.

Dal 1961 a oggi, dopo un lungo periodo di calo delle attenzioni dei Paesi tradizionalmente *leader* nella corsa alla conquista dello Spazio, una rinnovata attenzione verso questi temi è scaturita dalla recente crescita degli interessi politici ed economici verso l'esplorazione lunare e marziana, in particolare.

Le opportunità offerte dalla tecnica rendono il problema ancor più ampio e complesso del passato, quando gli attori erano solo le superpotenze mondiali impegnate nella «corsa allo spazio». Oggi, altri Stati e soggetti privati alimentano la New Space Economy e possono ambire all'esplorazione lunare e/o marziana, alla ricerca di materie prime rare e alla creazione di nuovi mercati.

In tempi recenti abbiamo assistito a un incremento notevole del numero delle missioni spaziali e all'esplorazione delle superfici dei pianeti appartenenti al Sistema Solare, annunciate dai media con l'enfasi e la retorica di sempre, evidenziando di volta in volta l'eccezionalità delle imprese, dai lanci, all'uso di innovative strumentazioni. Tale conquista si è, tuttavia, consumata disseminando nell'atmosfera, in modo apparentemente incontrollato, apparati di navigazione e strumenti di osservazione che con la loro obsolescenza o il loro «fine vita» hanno esteso anche all'esterno della superficie terrestre il fenomeno dell'inquinamento, abbandonando nell'atmosfera scorie e rifiuti vari con quella che viene definita «spazzatura spaziale». Parallelamente, il lancio di un crescente numero di satelliti in orbita terrestre sembra essere programmato dai soggetti oggi impegnati nel settore della

New Space Economy e, dopo il danno, si profila anche la beffa. I detriti che vagano intorno alla Terra iniziano a preoccupare gli stessi operatori, pubblici e privati, che ne stanno determinando il costante aumento nel tempo. Questo accade perché, a causa della loro quantità e dell'impossibilità del loro controllo, tali oggetti stanno diventando sempre più fonti di pericolo sia per l'attraversamento dell'atmosfera da parte di veicoli di esplorazione spaziale sia per il funzionamento dei satelliti attivi e di quelli futuri, richiedendo un'azione decisiva di «bonifica», con finanziamenti straordinari, o ricorrendo al *de-orbiting* dei satelliti esausti nelle cosiddette «orbite cimiteriali», come riferisce Ettore Perozzi, in questo volume.

Allo stato attuale, si può affermare che il processo di territorializzazione di queste zone conferma l'ispirazione ai peggiori criteri di occupazione e sfruttamento, già sperimentati nella conquista degli «spazi vitali» delle passate epoche coloniali e insiti tutt'ora nel comportamento umano, in generale.

Ogni specie vivente della Terra cerca nell'ambiente ciò che può essere utile alla propria sopravvivenza, ma la specie umana non si limita a soddisfare i bisogni primari, in essa c'è chi mira all'accumulo di tutto ciò che può costituire una fonte di arricchimento per esercitare con esso ogni forma di prevaricazione sugli altri: un avido sfruttamento da parassita delle risorse, fino al loro esaurimento, per poi cercare altrove e fare altrettanto, ripetendo lo stesso modello. Come ogni parassita che vive e prolifica, sottraendo sostanze al suo ospite, fino a determinarne la morte e a morire poi con esso, l'avidità di ricchezza e di potere e una vana speranza nel «miracolo della natura» che tutto aggiusta rinnovandosi, impediscono l'affermarsi di un comportamento consapevole dell'importanza di rispettare la vita in tutte le sue espressioni e con essa l'ospite stesso.

Se qualcosa non cambierà radicalmente nell'atteggiamento umano, in generale, saranno forse alimentati nuovi mercati, ma sarà perpetuato

un modello fallimentare, basato solo sul solito, immutato «occhio di rapina», proponendo il miraggio di un illusorio benessere e generando solo l'incremento della smodata ricchezza di pochi a detrimento dei più.

Quanto agli aspetti legati alla odierna nomenclatura spaziale, a differenza di quanto è avvenuto e avviene sulla Terra, non si può non considerare che essa delinea di fatto un riflesso di vicende umane negli spazi siderali. Tale nomenclatura è stata generata nell'arco di millenni, sulla base di una proiezione nello Spazio di *cloni* tratti dalla storia e dalla geografia, dalla mitologia, dalla letteratura, dal pantheon degli scienziati più illustri, mentre solo in tempi recenti l'atto onomaturgico comincia a divenire conseguenza di esplorazioni dirette o per il tramite di *rover*, secondo criteri già applicati sulla Terra. La denominazione di ogni singolo cratere lunare, in assenza di una concreta e imminente esigenza di mobilità sulla superficie del satellite terrestre, non può certo essere paragonata alle dinamiche di possesso tipiche della colonizzazione sulla Terra, ma, ha dato inizio a un incremento di familiarità con entità esogeografiche dal quale deriveranno, forse un giorno lontano, in qualche caso, anche l'*esprit du lieu* e il senso di appartenenza di coloro che trasformeranno alcuni di quei siti in luoghi, dai quali riverbererà forse un nuovo valore culturale – come un'immagine riflessa di particolari che altrimenti sarebbero sfuggiti all'osservazione diretta.

La IAU pone in particolare l'accento sull'utilità pratica della nomenclatura, limitando le denominazioni a oggetti e particolari topografici superiori a determinate dimensioni, utilizzando nomi in lingua originaria (non tradotti, ma traslitterati negli altri alfabeti) ed escludendo dal novero eventi politici, militari, religiosi anteriori al XIX secolo. Con una soluzione pratica e ampiamente condivisibile, la IAU ha di fatto scelto di operare una selezione che esalta determinati aspetti del comportamento umano ma, anche se l'identificazione costituisce l'obiettivo primario di tale nomenclatura, non si può non

rilevare la non neutralità dell'atto in sé e, nello stesso tempo, il potere di uno «specchio», nel quale l'umanità potrà forse trovare il senno cercato dagli «uomini di buona volontà», a vantaggio della vita sulla Terra.

Come osserva Annalisa D'Ascenzo, gli scenari possibili sono certamente vari e non è forse da escludere la possibilità che possano essere un giorno creati insediamenti stabili e autosufficienti, distretti estrattivi e produttivi, abitati da comunità miste di umani e di androidi minatori o edificate colonie penali spaziali per criminali, condannati al lavoro forzato e confinati in stabilimenti di pena marziani. Il *genius loci* di un nuovo insediamento extraterrestre deriverà forse dal sito di approdo della prima navicella spaziale, come nel caso della lunare Base della Tranquillità, toponimo attribuito dall'astronauta statunitense, Neil A. Armstrong in quel celebre 21 luglio 1969, che ci ricorda il *Mare Tranquillitatis*, dell'*Almagestum novum* di Giovanni Battista Riccioli e Francesco Grimaldi (1651), o dai resti dei relitti delle prime esplorazioni, trasformati in monumenti ed esaltati nell'immaginario collettivo da narrazioni tese ad esaltare imprese e personaggi.

Certo è che una nuova era sta per iniziare e bisogna evitare di farsi abbacinare dai miraggi, da narrazioni edulcorate che trovano facile presa nelle innate aspirazioni dell'umanità, spingendo l'uomo comune in una «illusoria» partecipazione a un processo di ampliamento di orizzonti spaziali, come ben evidenzia Gianluca Casagrande nel saggio introduttivo al volume.

L'ideale e nobile sentimento che spinse Ulisse ad oltrepassare le colonne d'Ercole per «seguir virtute e canoscenza» è certo la molla principale della ricerca scientifica e ciò che spinge ancora oggi uomini e donne verso viaggi siderali, ma se ricerca ed esplorazione dello Spazio sono ancora mossi dal desiderio della scoperta di nuovi orizzonti, nuovi mondi, altre, possibili forme di vita per rispondere all'atavico bisogno umano di conoscenza e alla sfida dell'oltrepassare il limite, non bisogna dimenticare che la leva principale è ancora oggi

costituita dallo sfruttamento economico, accompagnato a possesso e controllo di fatto, se non giuridico.

Tra tutti i possibili fini, prevale sempre l'antico desiderio di trovare altrove le mitiche Chryse e Argyre, magari sotto forme diverse da quelle narrate dall'antichità e non necessariamente ricche di oro e argento, ma di nuove risorse, di giacimenti per la *Space Mining*; ma non sono certo da escludere l'aspetto militare, il turismo per ricchi, il rifugio temporaneo sicuro per pochi eletti, magari, mentre sulla Terra si consuma un esiziale conflitto planetario.

Il cammino da percorrere è ancora lungo e irto, ma non è più solo compito della fantascienza immaginare la trasformazione in luoghi di quelle lande desolate che oggi ci mostrano i moderni telescopi, le telecamere e le mappe rilevate da *rover* teleguidati. Se sarà confermata la tendenza in atto, la creazione delle prime comunità umane dello Spazio, permanenti o temporanee, esigerà riflessioni che non possono essere lasciate solo alle scienze dure e ai mercati: la triade «osservazione, rappresentazione, simulazione», qui sintetizzata da Gianluca Casagrande, unita all'imprescindibile considerazione delle dinamiche che hanno caratterizzato nel tempo le attività di territorializzazione sul pianeta Terra, alimenterà i campi di ricerca e di applicazione dell'Esogeografia.

LA ESGEOGRAFIA, *NIHIL SIGNIFICANTIA?*

di Annalisa D'Ascenzo

*Come la nostra anima, che è aria, ci tiene insieme e ci governa,
così il soffio e l'aria abbracciano il Cosmo intero
(Anassimene, VI secolo a.C.; DK13B2) Diels-Kranz*

Preambolo

Il titolo del presente lavoro richiamerà nella memoria dei geografi un passaggio del volume di Franco Farinelli, *L'invenzione della Terra* (2007), inserito in un ragionamento intorno all'opera di Tommaso Moro su cui ritorneremo più avanti. Il collega è stato ospite d'onore all'incontro *Luoghi nello spazio. Rappresentazione e virtualizzazione di contesti esogeografici*, svolto a metà novembre del 2022 presso la Società Geografica Italiana. In quella occasione vennero portate all'attenzione sua e della comunità geografica convenuta alcune riflessioni maturate negli ultimi anni intorno alla continuità tra i viaggi di scoperta ed esplorazione realizzati dall'umanità sulla Terra, connessi al processo di comprensione della natura e della varietà degli ambienti presenti sul nostro pianeta, della sua forma e dimensioni, con i viaggi fuori dall'atmosfera e verso i «nuovi mondi» extraterrestri¹. Una continuità, nel lungo periodo, che

¹ Tra gli appuntamenti principali segnaliamo i convegni del Centro Italiano per gli Studi Storico-Geografici (CISGE) tra cui quello svolto nel 2007, a San Leucio (CE), sul tema delle *Città e sedi umane fondate fra realtà ed utopia* (Pellicano, 2010) e il più recente incontro internazionale tenutosi a Roma nel 2019, intorno a *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri* (D'Ascenzo, 2021a). A questi si ricollegano le due edizioni della Notte della Geografia del 2019, *Exomundus Novus. Le esplorazioni umane verso nuovi mondi*, e del 2022, *Marte è quadrato? Discorsi serissimi sulle esplorazioni terrestri ed extraterrestri e sulle forme e dimensioni dei corpi celesti*; gli appuntamenti del ciclo *L'esplorazione umana dalla Terra allo Spazio* nella Notte europea dei ricercatori e delle ricercatrici del settembre 2021,

non difetta di irregolarità né di diversità nella mancata combinazione, o assenza, di alcuni elementi che nulla tolgono, però, al ragionamento, anzi lo rendono ancor più interessante – e complesso – nell’analisi delle molteplici implicazioni. Non trascuriamo di rilevare le differenze e le novità che, in tale *continuum*, emergono essenzialmente dal fatto di muoverci, negli ultimi 50-60 anni almeno, in ambienti privi – per quanto è dato sapere al momento – di forme di vita, vegetali, animali e intelligenti.

Il titolo scelto, come si diceva, riassume la domanda che in conclusione di quell’intervento venne rivolta al geografo esperto, ovvero se a suo parere le riflessioni presentate allora e riproposte in questa sede fossero o meno Geografia, se potessero essere accolte tra i vari *discorsi* di cui i geografi si interessano e non accessoriamente come la cronaca ormai rende – preoccupantemente – evidente. Franco Farinelli le ha accolte allora come valide e fondate e così ora vedono la luce con una patente di legittimità *intra moenia*.

Le considerazioni e i ragionamenti che seguiranno intendono ripercorrere brevemente quanto è stato finora analizzato in diversi appuntamenti, presentare la maturazione di una nuova sensibilità – o di una nuova prospettiva – affrontata da un punto di vista interno alla storia della Geografia, all’epistemologia della disciplina, eppure con un carattere fortemente interdisciplinare (l’evoluzione del discorso si dipana a partire da D’Ascenzo, 2010 fino a Casagrande e D’Ascenzo,

durante la quale fisici e geografi si sono confrontati sulle assonanze fra i viaggi sulla Terra, quelli nell’atmosfera e fuori dall’orbita terrestre (<https://nottericerca.uniroma3.it/?p=498>, ultimo accesso: 20.IV.2024). Per ultimi, in ordine di tempo, l’evento *Dalla Terra allo Spazio. Le carte e le frontiere* con la mostra *Disegnando altri Mondi* organizzati presso l’Università Europea di Roma (febbraio 2023) e la mostra bilingue *Maps and Toponyms from our World to other Worlds – Carte e toponimi dal nostro Mondo agli altri Mondi* inaugurata a Roma, presso la Società geografica italiana, in occasione dell’International Scientific Symposium della Romano-Hellenic Division dell’United Nations Group of Experts on Geographical Names, intitolato *Toponyms As a Means of Expressing Identification, Location, Possession, Belonging, Division, and Respect for Peoples’ Cultures* (Casagrande e D’Ascenzo, 2024).

2024). Si cercherà di delineare, da geografi storici, il processo, la continuità fra il passato e il presente che ci sembra di rilevare nella storia dell'umanità, dalla conoscenza ed esplorazione della Terra fino ad arrivare alla conoscenza ed esplorazione dei corpi celesti più vicini e dello Spazio.

Ciò sia detto per spiegare come e perché l'avvio del ragionamento, in questo ideale dialogo, ironico, sia così centrato su una possibile diatriba interna all'accademia, funzionale a esorcizzare quella esterna con quanti, in tempi recentissimi, tornano a mettere in dubbio la sfericità del pianeta invocando complotti e interessi dei poteri «forti». Le difficoltà di astrazione e concettualizzazione – non il negazionismo ottuso e gli interessi dei poteri «deboli» – vengono richiamate nel primo capitolo del libro di Farinelli dedicato a *Le due forme della Terra*, nel confronto fra il filosofo e lo storico della scienza, fra il sapere e l'opinione comune; qui vengono citati Cristoforo Colombo, quale campione della Modernità, e il sentimento del Sublime, che mette l'umanità in condizioni di viaggiare da una scala micro- a un'altra macrofisica «grazie al fatto che le ultime scoperte scientifiche, astronomiche e aeronautiche hanno consentito di arrivare fino in fondo alla materia da un lato, e fin quasi ai limiti dell'universo dall'altro» (Farinelli, 2007, p. 15). Il tema del viaggio, il suo ruolo nella storia dell'umanità e del sapere, diacronicamente e transcalarmente fino alle frontiere extraterrestri, emergono sullo sfondo ed è intorno a questo filo rosso che vogliamo tessere la nostra riflessione.

L'invenzione della Terra come disegno

Come anticipato, dato il previsto confronto d'apertura nell'appuntamento ricordato, ho riletto *L'invenzione della Terra* confermando l'opinione che si tratti di una storia – seppure sostenuta da uno sguardo filosofico – della Geografia e delle scoperte geografiche nella forma, però, di un metatesto per esperti, poiché

molti dei rinvii, delle citazioni e degli esempi, appaiono trasparenti solamente a chi abbia una preparazione specifica. Utilizzerò tale *synthesis* delle vicende della nostra disciplina quale base di riferimento per la costruzione del discorso, di un sistema ipertestuale, per agganciarvi alcune considerazioni in tema geostorico utili a chiarire il ragionamento di fondo che accompagna dalla storia della disciplina fino alla Esogeografia.

Farinelli racconta l'evoluzione della Geografia e della Cartografia come progressivo disincanto, un processo di appropriazione intellettuale della Terra quale «riduzione» dell'universo-tutto, di astrazione, per arrivare ad abbracciare con il pensiero il Mondo (con la M maiuscola) fino a ricomporlo nell'idea e nell'atto della carta geografica. Il filosofo greco Anassimandro, antesignano del passaggio dalla Cosmogonia alla Cosmologia, compì un atto estremo di rottura e per primo «descrisse una figura», la tavola, la mappa, per farlo «ricorse ad un terribile modello, destinato ad un grande futuro: il modello geometrico» (Farinelli, 2007, p. 45). L'aggettivo «terribile» lo leggiamo in funzione della sfida lanciata al sapere costituito, alla *communis opinio*, al sentire condiviso, al dogma della consuetudine, un esercizio che può dimostrarsi pericoloso in ogni epoca. Il geografo della scuola di Mileto osò disegnare la Terra su una tavola, diede forma all'Ecumene – ossia alla Terra abitata e conosciuta – tratteggiandone caratteristiche e confini, astraendo e guardando ai limiti del noto tracciando segni. «L'invenzione della Terra procede [...] in Occidente per via epistemica, ponendo la forma terrestre *sopra il logos*» (*ibidem*, p. 25).

Oggi, a oltre ventisei secoli di distanza, accettiamo che l'antica idea di Ecumene non fosse concettualmente ridicibile alla Terra quale pianeta, sia nel senso geografico di porzione di un insieme più ampio, sia quale riduzione geometrico-matematica di una superficie tridimensionale in piano; ciononostante non vorremmo fare la fine di Anassimandro, ovvero meritare il disprezzo e la condanna dei nostri contemporanei, suscitare ostilità perché osiamo tentare

un'operazione assurda e sacrilega poiché travalica i limiti di quanto è già stato esplicitamente pensato e detto. O, peggio, seguire la sorte di Giovanni Battista sul *pinax*... che venne notoriamente decollato e morì martire non della Fede ma della Verità. Probabilmente, come Erodoto in passato (*ibidem*, p. 54), qualcuno «sghignazza» davanti ai nostri tentativi di ammodernare la Geografia sulla scorta dei rapporti con i risultati teorici e pratici delle altre discipline, ma abbiamo verificato che il confronto con loro ha dato esiti positivi sia sul piano della validità dell'argomentazione specifica che degli scambi. Siamo consci che, tutt'ora, le *Auctoritates* e gli schemi accettati siano difficili da confutare ma, lungi dall'illusione di eguagliare Anassimandro in empietà e ardire, come pure in acume – lui ha dato forma alla cultura occidentale, noi perseguiamo verso orizzonti dilatati ragionamenti in potenza già aperti –, vogliamo, vorremmo, innescare un dibattito, uno scambio franco e proficuo, un confronto nella comunità scientifica, geografica e non solo.

Riprendendo Farinelli, ricordiamo che dopo Anassimandro di Mileto – ma pure in seguito all'intuizione di Dicearco da Messina con il suo diaframma – venne Claudio Tolomeo, da Alessandria d'Egitto, il quale fornì ai successori i «modi di conoscenza» per la trasformazione del globo in spazio, ovvero suggerì la tridimensionalità della Terra nella bidimensionalità del disegno grazie a quelle che, dall'Umanesimo italiano, chiamiamo proiezioni (*ibidem*, p. 64). Una prova che, come sappiamo, nel XV secolo si fece ancora più ardita di quella precedente di epoca classica (venuta comunque dopo la forzatura alessandrina ai confini orientali del mondo noto) perché maggiori erano le distanze da colmare in una *Ecumene* che si dilatava in modo esperienziale a sud e a ovest. Letteralmente una nuova *Geografia* «ampliata [...] separata da quella di Tolomeo, nella quale secondo il parere de' più moderni geografi, fedelmente sono poste le provincie, regni... città... ed una breve descrizione di tutta la Terra» (Tolomeo, 1599).

Scoperte e riscoperte, via terra e via mare

La ripresa mediterranea dopo il Mille si appoggiò sulla conoscenza degli antichi sapienti e, ancor di più, sull'esperienza dei viaggiatori, via terra e via mare. Gruppi di italiani si trasferirono nei paesi delle fiere mercantili centroeuropee o in quelli affacciati sull'Oceano Atlantico, nei punti nevralgici sulle rotte dei commerci internazionali che si trasformarono in potenti colonie, ricche di capitali, di contatti, di ingegni, di nuovi problemi e soluzioni da inventare. Ne derivò un altro disegno (forma) del mondo basato sulla reiterazione delle esperienze e delle misurazioni, sulle rotte e sui venti, quello delle carte nautiche di cui la *Carta Pisana* è uno splendido esemplare, già maturo, di tentativi precedenti. Mancava però la capacità scientifica di stabilire dei riferimenti terrestri su basi celesti.

Spiega ancora Farinelli che, dopo la Cosmogonia e la Cosmologia, venne – prima della Geografia – la Cosmografia. Quando alle fine del Trecento le opere della tradizione greco-romana vennero riscoperte, lo studio degli astri insegnò, ovvero, istruì nuovamente sul come ridurre la sfera al piano secondo Tolomeo. Furono i cosmografi a riflettere sulla forma della Terra seguendo due direzioni principali: le fonti classiche e le scoperte dei marinai. A metà del Quattrocento i due modelli vennero fusi per dare conto delle novità ed evidenziare la funzione di vie di comunicazione che i mari oltre il Mediterraneo avevano assunto (è questo il messaggio, il progetto, del planisfero di fra Mauro).

In questa spinta dei mediterranei a superare le Colonne d'Ercole e imparare a conoscere i venti e le correnti dell'Atlantico, gli arcipelaghi africani (Canarie, Capo Verde, Azzorre) divennero tappe della scoperta e, nel contempo, trampolini per il successivo allargamento dell'orizzonte geografico occidentale. Un processo raccontato dalle carte nautiche del tempo e poi anche dalle edizioni moderne della *Geografia* tolemaica, un interesse che trascende la realtà affondando le radici nel mito, o meglio, nell'archetipo insulare, sancito dalla fortuna

degli *Isolarii*. Isole atlantiche quali esperimenti, come avamposti da colonizzare e inserire in un utilitaristico modello di sfruttamento che, di lì a poco, sarebbe stato destinato ad ampliare la scala territoriale di applicazione.

Farinelli scrive che Tolomeo fu il geografo di Colombo perché gli fornì «lo schema spaziale, il principio (la logica) che consentiva di pensare [le terre americane] in termini di continuità e di omogeneità rispetto a quelle già note» (2007, p. 67). Fu dunque lo scarto logico dato dal modello preesistente e predefinito, dall'opinione comune, a permettere al genovese di invertire la direzione e viaggiare verso Occidente per raggiungere l'Oriente. Non un comportamento irrazionale, tutt'altro, ma coraggioso sì. Colombo portò alle estreme conseguenze ciò che *in fondo* si sapeva ma non si faceva, osando affrontare proprio con la logica i limiti che i contemporanei non volevano sfidare: il conosciuto, il già percorso, la possibilità di aprire una nuova rotta, sia fisicamente che in maniera astratta. A questo punto Farinelli richiama quanto scritto da Kant sul fatto che «la ragione scorge soltanto ciò che essa stessa produce secondo il suo disegno», quindi si deve costringere la natura a rispondere alle domande della ragione senza lasciarsi guidare da essa sola (*ibidem*, p. 68). Sono state natura e ragione a muoverci nel corso dei millenni, certamente, ma anche istinto e pulsione, l'umanità persegue in egual misura il bisogno, il desiderio e la sfida. Le società sviluppate si rappresentano storicamente al centro dello spazio immaginato e competono ai limiti di quello conosciuto.

Seguendo il racconto di Farinelli acquisiamo che la prima regione a venire descritta nel Cinquecento, nel primo secolo della forzatura dei confini di quello che era divenuto il Vecchio Mondo, fu *Utopia* (*ibidem*, p. 99). Registriamo che, significativamente, Tommaso Moro rende *Utopia* un'isola, seppure artificiale e a forma di Luna, fisicamente uno spazio isolato, terra emersa fra le acque, un luogo fuori dal resto del mondo in cui gli abitanti sperimentano la repubblica e il comunitarismo, ove i nomi propri hanno un significato

che «“corrisponde a nulla”, *nihil significantia*», sono meri segni grafici, immagini (*ibidem*, pp. 104-105)². Il suo stesso nome richiama presenze e assenze ideali e geografiche. Notiamo inoltre che l'isola favolistica è descritta nel racconto odeporico, immaginario, di Raffaele Itlodeo, in continuità con il pellegrinaggio di San Brandano e il *Voyage d'outre mer* del cavaliere John de Mandeville. Il sogno utopistico rinascimentale si nutre del favoloso medievale che, a sua volta, affonda le radici nei miti dell'antichità greca passati poi in quella romana. L'isola di *Utopia* di Moro, che diviene per paradosso «nessun luogo» e insieme «luogo buono», è in forma moderna la chimera di Evemero, la *Pancaia* errante nell'Oceano Indiano (D'Ascenzo, 2023). L'ideale, come pure la mostruosità, da millenni abita lontano dai continenti, in aree non ben definite (ovvero localizzabili secondo latitudine e longitudine), circoscritte, mobili.

Oggi come allora, la questione sembra quella di forzare i limiti del già prefigurato, di quanto immaginato ed esperito dalle generazioni precedenti. Come Colombo e Magellano forziamo, o meglio, esploriamo i confini precedentemente tracciati anche questa volta «semplicemente» spostandoli un poco più lontano: fuori dall'ambiente terrestre. D'altra parte non siamo i primi. Alla ripresa rinascimentale dell'antico artificio dell'isola come spazio liminare ove confinare paure e speranze si accompagnò il superamento dei confini del pianeta per uno scopo non meno «folle». Rileviamo qui brevemente la curiosa, ma interessante, occorrenza di come Ludovico Ariosto nel secondo decennio del Cinquecento (1516), poco prima dell'esperienza straordinaria di Magellano-Elcano-Pigafetta, avesse collocato le cose perdute dall'umanità non più su un'isoletta sperduta, visto che la frontiera marittima era ormai aperta, ma addirittura sulla Luna³. Fuori

2 Per altro Utopia aveva la forma della Luna crescente, come si può apprezzare nella xilografia *Utopiae insulae tabula* di Ambrosius Holbein del 1516.

3 Astolfo, dopo aver viaggiato nei più frequentati mondi ultraterreni della tradizione cattolica (l'Inferno e il Paradiso Terrestre), vola con l'Ippogrifo in una valle fra le montagne del «piccolo mondo rotondo» che, visitato, si dimostra

dal paradosso, dal momento in cui «nuovi mondi» vennero scoperti, terre inimmaginate o addirittura sconosciute dalla tradizione biblica si palesarono nelle loro «stranezze» e differenze, la logica dovette farsi duale per contenere lo spazio e i luoghi. Non è soltanto una questione speculativa, ma una applicazione piena della nozione di scala, della testa e dell'occhio, adottando uno sguardo sistemico interno ed esterno al pianeta. Per conciliare le due visioni della Terra piatta e di quella sferica ci fu bisogno di ricorrere a due concetti distinti: l'Ecumene (cristiano), ossia il mondo abitato e conosciuto (in una certa epoca), e la Terra quale corpo celeste (Farinelli, 2007, p. 107). Successivamente, con le esperienze dei naviganti prima e l'acquisizione dell'enormità degli oceani poi, si giunse all'elaborazione della nozione di globo composto di terre e di acque come chiarito da Randles (1986)⁴.

Nel capitolo *Il fondo dell'abisso e il posto del corallo* Farinelli, ricostruendo la nascita dei veri e propri geografi nel Seicento, si domanda: «chi più dice oggi globo terracqueo» (Farinelli, 2007, p. 120)? Ebbene la cronaca ci consegna il ritorno all'utilizzo di quel termine, forse che ai politici attuali le profondità dei mari non facciano più paura? O, invece, ciò potrebbe essere sintomo del contrario, con il recupero di un timore ancestrale e viscerale da utilizzare come difesa verso i *barbari* e gli *infedeli* che premono alle frontiere⁵?

essere invece un grande paese, per recuperare il senno di Orlando e il proprio (*Orlando furioso*, XXXIV, 70-87).

4 L'intuizione, assai sediziosa, si trova già espressa nella seconda decade del Cinquecento nelle lettere di uno svizzero informato sulle scoperte di portoghesi e spagnoli il quale, traendo una lezione scientifica dall'esperienza dei marinai a confronto con il pensiero di Aristotele, elaborò un'idea nuova che superava la meccanica degli elementi delle sfere aristoteliche e l'aggregazione di terre e acque di Pierre d'Ailly e Alberto di Sassonia, verso una più complessa cognizione della configurazione della superficie terrestre: *partim latet, partim eminent* (dall'epistola del 1515 di Joachhim Vadianus citata in Randles, 1986, pp. 64-66).

5 Potrebbe ritenersi che, oltre a poggiare solidamente la propria visione del Mondo e dei rapporti sociali sulle terre emerse, dove possono essere eretti muri, essi gettino lo sguardo nell'abisso liquido in cerca di un confine riconoscibile e riconosciuto, oppure, poiché nei fatti e da millenni ostinatamente valicabile,

Viaggi e finanza, terre e acque, spazio e territorio

Come si legge più avanti nel nostro testo-guida⁶, la Lira di buona moneta genovese insieme alla prospettiva lineare inventata a Firenze nel Quattrocento, all'alta finanza e al principio dell'idea dello stato moderno, impostarono il pensiero nel Cinque- e nel Seicento portando, in Geografia, alla trasposizione dello spazio in territorio. L'arrivo dei navigatori e dei mercanti sulla scena sociale, come riconosciuti motori del processo di organizzazione di viaggi, per commercio e per scoperta, trasformarono quegli uomini in protagonisti diretti, in promotori di imprese di conoscenza che sfidavano l'erudizione dogmatica dei sapienti del tempo. Iniziarono a delinearsi due culture, una colta e libresca basata sulle opere del passato, l'altra pratica e svincolata dai limiti delle verità indiscusse. I viaggiatori, particolarmente quelli istruiti che sapevano far di conto e scrivere memorie, divennero coloro che, meglio di altri, potevano raccontare l'Ecumene che si riapriva alle esperienze odepatiche e, insieme ai cartografi, trasformarlo in disegno, inizialmente pur senza conoscere Tolomeo. Questa nuova forza economica diede rinnovato vigore al processo di conoscenza del pianeta. Furono i mercanti-banchieri (i privati) a sostenere le grandi imprese di scoperta e di esplorazione che caratterizzarono gli ultimi decenni del Quattrocento e i primi del Cinquecento. Essi organizzarono e finanziarono l'ampliamento dell'orizzonte geografico mediterraneo verso l'Africa, l'Oceano Indiano, le Indie orientali e quelle occidentali.

Dal punto di vista concettuale, in circa trent'anni dalla – un po' logora – locuzione «Non plus ultra» si passò al motto imperiale «Plus ultra» di Carlo V e allo stemma «Primus circumdedisti me»

per renderlo invalicabile forzatamente. Sarebbe interessante interrogarsi epistemologicamente su questa illusione che ritorna dopo la grande paura dei tartari e quella dei turchi.

⁶ Si fa riferimento ai capitoli *Perché il Rinascimento si chiama così; Terra, spazio, territorio e Nascita di una nazione*.

ricosciuto a Juan Sebastián Elcano in ricordo dell'impresa della prima circumnavigazione del globo⁷. Nel rispondere alla domanda su quante terre e quanti mari esistessero sul pianeta collaborarono Colombo e Magellano e tutti i grandi viaggiatori-esploratori che conosciamo, come Vespucci e Pigafetta, i Caboto, Verrazzano, Cartier, Drake, fino a Cook, per citarne alcuni. I cartografi e i geografi lavorarono, di tecnica e di intelletto, per mettere insieme i dati provenienti da quei viaggi con quanto si sapeva e poi, oltre i limiti dei dogmi, su varie tipologie di proiezioni. Ci fu bisogno di accordare «il sapere» e le esperienze odepatiche, la cartografia tolemaica e quella nautica, poi vennero la Geografia «da tavolino» e la «Geografia esploratrice».

Quando il processo della modernità venne avviato i geografi trasformarono la pluralità di realtà trovate, scoperte ed esplorate, in parti di un tutto, di un unico e coerente disegno cartografico esteso progressivamente a buona parte del pianeta, eccetto gli spazi liminari più vicini ai Poli. Dopo le *tabulae veteriores* arrivarono le *tabulae modernae*, poi i globi, terrestri e celesti. Una elaborazione di prodotti cartografici estremamente interessante volta a raffigurare e denominare la Terra e ciò che conteneva, ma anche quanto si poteva osservare intorno a essa (Casagrande, D'Ascenzo, 2024).

Per chiarire prendiamo a riferimento il primo globo terrestre noto, quello di Martin Behaim (Norimberga, 1492), ove la Terra disegnata manca delle Americhe e dell'Australia, ad esempio, come pure del Pacifico, non ancora scoperti (fig. 1). Tra le coste euro-africane atlantiche e quelle asiatiche l'autore, come altri al tempo (tra cui il fiorentino Paolo dal Pozzo Toscanelli), collocava la grande isola *Cipangu* descritta da Marco Polo vicino a quella di San Brandano. Nonostante ciò, il modello funzionava e venne ripreso successivamente in diversi contesti, terrestri e no.

⁷ Le celebrazioni spagnole del V centenario della prima circumnavigazione del globo hanno avuto proprio questo titolo: *Primus circumdedisti me. Claves de la primera globalización* (<https://vcentenario.es/actividades/actas-del-congreso-primus-circumdedisti-me-claves-de-la-primera-globalización/>; ultimo accesso: 20.II.2024).

Interessante notare che Alexander von Humboldt, esaltando il XV secolo delle grandi scoperte geografiche come il periodo nel quale il contatto con le nuove «cose» aveva dato appoggio allo sviluppo dell'intelligenza degli europei, modificandone le opinioni, le leggi, e i costumi politici, abbia messo in relazione la scoperta dell'altra metà della Terra con quella della faccia oscura della Luna:

Jamais une découverte purement matérielle, en étendant l'horizon, n'avait produit un changement moral plus extraordinaire et plus durable; il fut soulevé alors le voile sous lequel, pendant des milliers d'années, demeurait cachée la moitié du globe terrestre, semblable à cette moitié du globe lunaire qui, malgré les petites oscillations causées par la libration, restera invisible aux habitants de la terre tant que l'ordre actuel du système planétaire ne sera pas essentiellement troublé [Humboldt, 1992, I, p. IX; ed. or. 1863].

Dall'ammodernamento della cartografia tolemaica derivarono nel Cinquecento modelli destinati a grande fortuna. Solo per fare alcuni veloci esempi, intorno alla metà del XVI secolo comparvero le nuove tavole gastaldine dell'Africa, dell'Asia e delle Americhe ma, soprattutto, la proposizione della superficie terrestre in due emisferi piani, quello che oggi definiamo mappamondo (fig. 2)⁸.

Tale figura, spostandoci artificialmente più avanti nel tempo e nella ricostruzione di Farinelli⁹, ricorda metaforicamente le due facce della moneta che Acab incolla all'albero maestro, ovvero il doblone d'oro di Quito, che è sia il simbolo materiale delle ricchezze aeree del Nuovo Mondo, che il richiamo geografico ai paesi delle civiltà precolombiane andine la cui natura è effigiata con due montagne e un vulcano sormontate dal Sole e dai segni zodiacali. La testa femminile

8 Appare per la prima volta nella edizione della *Geografia* tolemaica di Giacomo Gastaldi (Venezia) ed è più conosciuta nella sola parte sinistra, con il titolo di *Universale della parte del mondo nuovamente ritrovata* (Tolomeo, 1548).

9 A metà dell'Ottocento Melville delineò il personaggio di Acab che, per Franco Farinelli, diviene esso stesso la ragione, la mappa, l'emblema dell'occidente, che si contrappone alla balena, mobile e imprevedibile, dalla grande testa curva e gli occhi distanti che rappresenta il globo (Farinelli, 2007, p. 129).



Fig. 1. Il globo di Martin Behaim in facsimile (immagine di pubblico dominio)
 Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/RavensteinBehaim.jpg>
 (ultimo accesso: 20.II.2024)



Fig. 2. L'*Orbis descriptio* di Giacomo Gastaldi nell'edizione della *Geografia* di Tolomeo curata da Girolamo Ruscelli, pubblicata a Venezia dal 1561
 Fonte: per gentile concessione di Stefano Bifulco, Antiquarius, grafica e cartografia antica, Roma

e il paesaggio ecuadoregno stilizzato chiusi nei loro cerchi, nel dritto e nel verso, ricordano la proiezione di Giacomo Gastaldi appena citata. Sferica la Terra, sì, ma raffigurata come due facce di una (stessa) medaglia.

Riprendendo il tema dal punto di vista della storia della Cartografia, è noto che da quel cinquecentesco fermento innovatore, dall'attenzione alla toponomastica storica e all'idea di Ecumene delle civiltà del passato, derivarono la proiezione e la carta di Gerardo Mercatore *ad usum navigantium*, il primo Atlante moderno, il *Theatrum Orbis Terrarum*, e il primo Atlante storico con l'elenco dei nomi di luogo e gli antichi riferiti ai moderni, il *Parergon* e il *Nomenclator ptolemaicus*, tutti di Abramo Ortelio (fig. 3)¹⁰.

Lo abbiamo detto, però, non c'erano solo le terre emerse, erano stati scoperti gli oceani e si era aperta la frontiera degli altri cieli. Cristoforo Colombo, come scrisse di ritorno dalle Indie, voleva dirigere i suoi viaggi al «nuevo cielo y mundo». Lo ricorda anche Humboldt nell'*Examen critique* e in *Cosmos*. Gli uomini di mare si orientavano con le stelle e dovettero trovarne altre a latitudini differenti, nell'emisfero opposto, impossibile prescindere da ciò, ma in senso più ampio è interessante sottolineare questa consonanza con le sfere aristoteliche, con gli elementi primigeni che collaborano alla definizione del tutto: terra, acqua, aria, fuoco.

I geografi, insieme agli intellettuali umanisti, tradussero le terre lontane in Paesi, germi di future nazioni, in spazi differenti tra loro, abitati da creature (umane e animali, come pure piante) diverse dal modello europeo (per quanto ardito sia definirlo). I miti ancestrali e quelli omerici continuarono progressivamente a essere spostati verso i confini del conosciuto, qualche concessione al fabuloso e al mostruoso medievale persistette a popolare le terre liminari o le zone interne,

10 Per una recente e completa ricostruzione della complessa dinamica culturale da cui sono generati gli atlanti moderni nella seconda metà del XVII secolo si rinvia a Cattaneo (2022).

le figure più interessanti (come il Prete Gianni e le Amazzoni) o le risorse più agognate (l'oro, l'isola dell'oro e l'Eldorado ad esempio) divennero erranti, si nascosero ma non scomparvero¹¹. Le «Indie», per le corone del tempo, si tramutarono non solamente in aree mercantili, ma in regioni e continenti da dominare, da colonizzare.

A proposito di ciò, tornando per un momento a Firenze, a Leon Battista Alberti e alla sua scoperta-invenzione della prospettiva sotto al Portico degli Innocenti, Farinelli scrive che la prospettiva colonizza «l'immaginario delle persone, la nostra maniera di immaginarci e di figurarci il mondo. Almeno dall'età di Pericle in poi, colonizzare significa non soltanto occupare materialmente una porzione di Terra, ma anche controllare a distanza, attraverso i modelli mentali che la gente adopera» (Farinelli, 2007, pp. 94-95). Torna, dunque, la forza del modello che sovrasta la realtà, la plasma a partire dagli occhi degli osservatori (i viaggiatori, i conquistatori, i coloni) che guardano e vedono ciò che già conoscono, quindi lo riconoscono. Questo è vero e vale ancora oggi, consciamente o meno noi stiamo esportando modelli, tecnici, biologici, culturali, in mondi altri e vergini, spopolati, in ambienti e corpi celesti che a quel modello non possono che adattarsi (Casagrande e D'Ascenzo, 2024).

Guardare sempre più lontano, al di là di altrove

Il titolo di questo paragrafo richiama esplicitamente l'evocativo titolo del manuale di Storia della Geografia e delle esplorazioni di Ilaria Luzzana Caraci (2024; ed. or. 2009). Dalla prospettiva cartografica

11 Come esempio concreto del lungo processo geostorico che lega il vagheggiamento di mete lontane prima che i viaggi per raggiungerle divengano possibili, sogni basati sulla fantasia e l'immaginazione, successivamente combinati con la rielaborazione di poche e confuse notizie giunte per vie indirette, poi con fonti di varia natura, insieme alle speranze e alle paure che da sempre animano gli uomini alle prese con l'allargamento dell'orizzonte geografico, si rinvia al caso di studio in D'Ascenzo, 2021b.



Fig. 3. L'*Aevi veteris* di Abramo Ortelio inserito nell'edizione *Theatro del mondo* (Anversa, 1608), prima versione italiana del *Theatrum Orbis Terrarum* e del *Parergon*
 Fonte: Stanford Libraries, <https://searchworks.stanford.edu/view/11403456> (ultimo accesso: 20.III.2024)

geometrico-matematica alla visione prospettica, dalle proiezioni geografiche allo sviluppo dell'ottica il percorso era segnato: si voleva guardare lontano, sempre più lontano con maggiore capacità ed esattezza nella restituzione delle informazioni. Per «mirare» l'Universo Galileo Galilei costruì il *perspicillum*, lo strumento ottico che gli permise di osservare la superficie lunare e i satelliti di Giove. Le sue scoperte contribuirono a indebolire il modello geocentrico e quanto sul dogma ancora si sorreggeva. Un'audacia pagata a caro prezzo.

Lo strumento realizzato da Galileo fu un mezzo innovativo per lo studio e la realizzazione di immagini della superficie dei corpi celesti ammirati da millenni dall'umanità, le cui caratteristiche cominciarono così a disvelarsi, anche se non vennero subito comprese.

Nell'iconografia a stampa iniziò a imporsi il modello dell'uomo di scienza, dello studioso (sempre un maschio, meglio se con la

barba), che scruta il cielo per comprendere la Terra, tanto vero nei fatti quanto artificiale poiché deriva dai canoni occidentali di moda all'inizio del Cinquecento e a essi – come immaginario – riconduce ancora oggi. A ciò non sfuggì nemmeno colui che aveva fornito i «modi di conoscenza» per la trasformazione del globo in spazio sulla Terra: Tolomeo (fig. 4).



Fig. 4. Ritratto di Claudio Tolomeo: l'astronomo osserva la Luna e le stelle, il geografo indica la Terra cui quelle osservazioni sono dirette e ove vengono applicate
Fonte: dalla riedizione della *Geografia* a cura di Girolamo Ruscelli, curata da Giovanni Malombra (Tolomeo, 1574)

Nella ricordata concordanza fra cieli e terre, quegli stessi principi tolemaici (insieme al telescopio) cominciarono a essere utilizzati fuori dal pianeta; binariamente l'innovazione e il freno si accompagnarono, poiché venne applicato il medesimo schema interpretativo e le parti chiare furono inizialmente definite quali mari e quelle scure quali terre emerse, poi vennero invertite. Si avviò la produzione di rappresentazioni, poi cartografie bidimensionali e di globi degli altri corpi celesti (fig. 5) come pure l'adozione di toponomastica (si legga esotoponomastica, definita nomenclatura nella divisione e specializzazione delle discipline) non inventata *ex novo* ma largamente

ripresa dall'immaginario antico e geografico, di viaggi reali e immaginari, con una fortissima matrice classica che è sopravvissuta fino a oggi¹².

Dopo la sfida agli oceani e alle alte latitudini ingaggiata nel tardo Seicento e poi nel Settecento da accademie e viaggiatori (ad esempio l'Académie des Sciences e la Royal Society, Jean-François de La Pérouse e James Cook), con le spedizioni scientifiche oceaniche organizzate per definire finalmente i rapporti fra le grandi masse continentali e per compiere le osservazioni astronomiche funzionali a sciogliere la millenaria *querelle* sulla forma della Terra e la determinazione della longitudine, si aprì l'ultima frontiera terrestre: l'ambiente montano. La misurabilità si confrontò con l'orografia.

Nacquero le curve di livello. Montagne e vulcani, le stesse immortalate sul doblone spagnolo, catturarono la curiosità, furono lo spazio di elezione del genio di Alexander von Humboldt, dei suoi grafici, cartografie, sezioni, paesaggi e pasigrafie (Greppi, 2021), ovvero gli strumenti didattici e scientifici utilizzati o inventati per spiegare – ad esempio – i misteri della comunicazione tra l'interno della Terra e le parti esterne, visibili, esperibili, calcolabili, misurabili. Le catene montuose incarnano il pittoresco, l'archetipo prediletto degli illuministi. Nel nostro para-manuale di storia della Geografia, il paesaggio non solamente inizia a

trasformarsi da idea estetica in modello scientifico, passa dalla produzione artistica e letteraria in geografia e nelle scienze della natura [...] [ma è anche] la versione opposta ma reciproca del mondo, è il mondo privato di tutto ciò che resta, per così dire, appiccicato alla carta. Il paesaggio è ciò che residua, ciò che resta fuori dalla logica cartografica, dalla riduzione del mondo a una tavola [...] il paesaggio è il rovescio dell'immagine cartografica (Farinelli, 2007, pp. 142-143).

12 Alcune riflessioni esogeografiche e casi di studio esotoponomastici sono stati presentati al convegno *Literary, Polar and Extraterrestrial Place Names* svolto a novembre 2023, a Roma, presso l'Accademia nazionale dei Lincei.

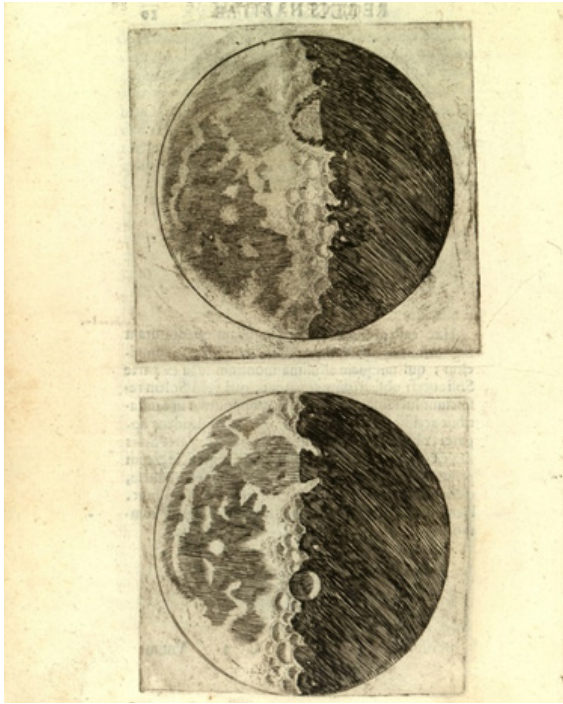


Fig. 5. Disegni della superficie lunare nel *Sidereus Nuncius* di Galileo Galilei (1610)
Fonte: INAF-Osservatorio Astronomico di Brera, <http://www.brera.inaf.it/guardacheluna/galleria.html> (ultimo accesso: 24.II.2024)

In effetti, a ben pensarci, la carta geografica è la visione zenitale, il paesaggio è l'alzato. I due punti di vista, ci dice ancora Farinelli, si sostanziarono intorno ad altrettante figure, al loro sforzo di comprendere e far comprendere la realtà: Linneo e la sua scienza, la classificazione, che derivò direttamente dalla logica cartografica, e Kant che nella *Geografia fisica* non partì dalla tavola, dal disegno, ma dal globo e parlò di sistema, di idea d'insieme, di saperi, quindi di paesaggio.

Divennero cartografie e globi anche i mondi extraterrestri. Gli strumenti permisero di avviare la realizzazione di rappresentazioni

sempre più precise e dettagliate della superficie della Luna e di Marte. Dopo i tentativi di mappare i canali del Pianeta Rosso di Giovanni Schiaparelli in un planisfero e in due emisferi (1878-1888)¹³, ad esempio, giunsero i fusi di Louis Niesten (1892; fig. 6) e l'innovativa mappatura di Glauco de Mottoni (1957).

La realtà, però, non è più solamente ciò che si vede a occhi nudi, ciò che possiede tre dimensioni: «la materia che ci circonda ha iniziato da qualche decennio (dal 1969 per la precisione) a mutarsi in immateriali unità d'informazione e allo spazio è subentrato il cyberspazio» (Farinelli, 2007, p. 151). L'ultima rivoluzione epistemologica si è aperta grazie alle reti di comunicazioni avviate nell'anno della prima missione umana sulla Luna, che sono divenute sempre meno materiali e demandate vieppiù a strutture – in numero crescente – che orbitano intorno alla Terra. Cyberspazio e Spazio (con la S maiuscola come giustamente richiedono gli amici astrofisici), nel senso di Cosmo, collaborano alle attività umane divenendo ambiti spaziali (di spazio utile) ove collocare oggetti funzionali allo svolgimento di attività di comunicazione (e non solo) usufruibili anche per ampliare l'orizzonte geografico oltre i limiti del pianeta, per trovare, cercare, scoprire e immaginare nuovi mondi abitabili. Oltre la stazione spaziale Mir e la Stazione Spaziale Internazionale (ISS).

Riagganciandoci a quanto prima ricordato a proposito della passata fortuna del concetto di globo terracqueo, dobbiamo rilevare che ha iniziato a ri-prendere corpo (o immagine) dagli anni Quaranta del XX secolo, quando alcune macchine fotografiche furono inviate in voli suborbitali e catturarono stralci – in bianco e nero – della curvatura terrestre; nel decennio a seguire fotografie – a colori – vennero montate per avviare la composizione del puzzle terrestre.

Il globo – in verità più «acqueo» che «terreo» – è divenuto finalmente una figura reale, che ha colonizzato l'immaginario di gran parte dell'umanità, quando gli scatti di quella sfera perfetta hanno circolato a

13 <https://it.wikisource.org/w/index.php?curid=29227> (ultimo accesso: 20.II.2024).

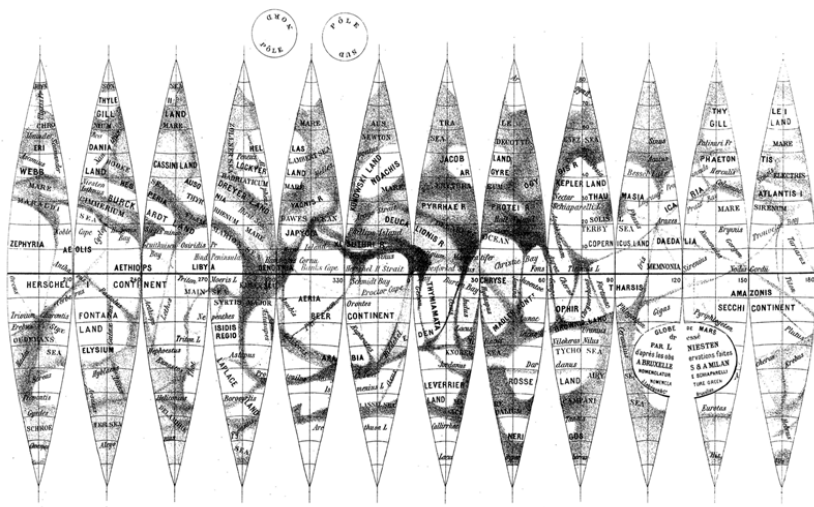


Fig. 6. Il globo di Marte disegnato da Louis Niesten (1892) sulla base delle osservazioni compiute a Bruxelles e Milano, utilizza la nomenclatura di Giovanni Schiaparelli (immagine di pubblico dominio)

Fonte: https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Niesten_Mars_globe_segments.jpg (ultimo accesso: 20.II.2024)

dare un volto e dei colori a una idea antica, a una astrazione teorica che nel 1961 l'aviatore e cosmonauta sovietico Jurij Alekseevič Gagarin, in orbita intorno alla Terra, ha descritto come «Pianeta azzurro».

L'iconografia ci consegna un evidente parallelo tra le immagini che immortalano lo sbarco di Cristoforo Colombo e i suoi compagni sul nuovo continente e quelle dell'allunaggio degli astronauti statunitensi nel luglio del 1969 (figg. 7-8). Il primo piano troviamo ancora un uomo bianco (o più d'uno) che ha vinto la sfida ai confini geografici del mondo da cui proviene, una bandiera segno di potere della nazione che ha organizzato e sovvenzionato il viaggio, il mezzo che ha consentito di realizzare l'avventura: una nave prima, un'astronave poi. Intorno elementi che evocano l'ambiente naturale, il paesaggio, magari le risorse disponibili.



Fig. 7. Un esempio, assai noto e molto successivo all'evento, di immagine che immortala Cristoforo Colombo mentre prende possesso del Nuovo Mondo (Prang Educational Co., Boston, 1893. 40802Y U.S. Copyright Office).

Fonte: United States Library of Congress's, *Prints and Photographs division*, digital ID *cpb.3b49587* (immagine di pubblico dominio), https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/Columbus_Taking_Possession.jpg (ultimo accesso: 20.III.2025)



Fig. 8. L'epopea del primo sbarco, in tutti i mondi, persegue finora un modello compositivo comune. Il protagonista (Buzz Aldrin), uomo bianco, pianta nel suolo conquistato un vessillo simbolo di potere e di possesso; sullo sfondo il mezzo che ha consentito il raggiungimento della frontiera

Fonte: NASA, *Neil A. Armstrong - Apollo 11 Image Library* (immagine di pubblico dominio), <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=137926>, (ultimo accesso: 20.II.2024)

Cartografie e paesaggi alieni

Seguendo questo filo rosso dell'immagine che si delinea, arriviamo anche a ricordare come la Luna e Marte siano stati osservati, disegnati, cartografati molto prima di essere raggiunti. Lo sguardo umano ha indagato le loro superfici, secondo teorie e modelli culturali dipendenti

dal periodo di riferimento, e ne ha tratto *pinax* anassimandrei, immagini bidimensionali, ma anche globi, prima di gesso e carta, poi digitali¹⁴. Cartografie che testimoniano il lungo processo di spostamento dell'orizzonte geografico umano fuori dalla Terra ben prima che i mezzi tecnologici per realizzare quei viaggi divenissero realtà. Il sogno e il desiderio hanno sostenuto l'ingegno: le navi che solcavano mari e oceani sono divenute astronavi e ci hanno portati sulla Luna, prima, e successivamente su Marte, grazie a dei robot. Attualmente la prossima frontiera umana è il Pianeta Rosso. Di Marte possediamo cartografia a scala di dettaglio già da decenni e lo conosciamo, lo immaginiamo, lo consideriamo spazio, insieme di luoghi, non solo perché la letteratura ce lo ha raccontato, ma perché lo abbiamo visto in diversi film, prima, e filmati, poi, inviati dalle macchine ammartate in contatto con noi. Si tratta di potenziali «Nuovi Mondi», più probabili delle chimeriche e letterarie isole oceaniche dell'età classica noti agli specialisti attraverso le cartografie (Linneo) e reali per milioni di persone grazie ai paesaggi (Kant).

Dopo la stampa (come non citare le *Navigazioni e viaggi* di Giovanni Battista Ramusio, con il supporto di Giacomo Gastaldi per le cartografie dei nuovi mondi di allora, che si rivolgeva con i suoi discorsi a *li lettori*¹⁵), i mezzi di comunicazione di massa hanno

14 Il veloce sviluppo delle osservazioni e degli strumenti, insieme alle possibilità di catturare immagini non più dalla Terra, ma da sonde in orbita intorno al pianeta, hanno permesso di giungere al mosaico prodotto dalla NASA grazie alle fotografie frutto del programma *Viking* degli anni Settanta e pubblicato dall'USGS Astrogeology Science Center nel 2009. L'Interactive Globe: Mars Viking Colorized Global Mosaic 232m v2 è disponibile online (https://www.davidrumsey.com/luna/servlet/detail/RUMSEY~8~1~329835~90098286:Interactive-Globe-Mars-Viking-Colorized?sort=pub_list_no_initialsort%2Cpub_list_no_initialsort%2Cpub_date%2Cpub_date&qq=w4s:/where%2FMars;q:mars;sort:pub_list_no_initialsort%2Cpub_list_no_initialsort%2Cpub_date%2Cpub_date;lc:RUMSEY~8~1&mi=43&trs=54); ultimo accesso: 20.II.2024).

15 Da cultori della letteratura odepórica ci chiediamo quando vedremo comparire raccolte di viaggio extraterrestri? Chi sarà l'autore di una tale impresa cosmica? In quale lingua/e verranno edite? Le testimonianze riunite saranno organizzate

continuato a veicolare notizie, racconti reali e fantastici, a milioni di persone, rendendo «veri» gli indiani, i pigmei, i patagoni, i pellerossa, gli extraterrestri¹⁶. Radio, televisione, cinema, serie ci hanno fatto viaggiare senza uscire di casa: mentre le brevi distanze si ampliavano, quelle siderali si accorciavano.

Per questioni di spazio rinviamo ad altre occasioni l'approfondimento dello spunto, ma è significativo riconoscere che sono i luoghi meno ospitali della Terra ad aver avuto il ruolo di set cinematografici per i *colossal* che hanno già riprodotto, per i viaggiatori da poltrona, le possibilità di vita sulla superficie del lontano Pianeta Rosso. Nel caso specifico del successo hollywoodiano, *The Martian* (*Sopravvissuto*, del 2015), rileviamo che le scene che mostrano i paesaggi marziani sono state ambientate in Giordania, nel deserto rosso di Wadi Rum o Valle della Luna. Nel film l'astronauta-botanico Mark Watney, rimasto da solo, torna contadino e sopravvive costruendo un ambiente biologico con quanto ha a disposizione: realizza una serra, dove accumula terra, ricicla acqua e fertilizzanti, ricrea atmosfera respirabile e temperature

esogeograficamente (per settori dello Spazio? Per pianeti e corpi celesti?) oppure, secondo quanto ricostruito da Marica Milanesi nell'opera di Ramusio per il passato per «aree omogenee di occupazione umana» extraterrestre, ovvero di grandi potenze (Milanesi, 1978, I, p. XXVI)?

16 Negli ultimi decenni l'immaginario collettivo, alimentato per millenni dalla speranza di Mondi lontani, ricchi e meravigliosi luoghi di beatitudine, oppure, di contro, di paesi pericolosi, popolati da creature aggressive e malvagie, assiste alla reiterazione della dualità tra bene e male. A titolo di esempio citiamo le positive esperienze odepatiche dell'Enterprise di *Star Trek* (1966-) e poi la saga di scontri cosmici di *Star Wars* (1977-). Ma una cosa è guerreggiare nello Spazio, altro essere aggrediti in casa. L'opinione pubblica venne scossa dall'arrivo di *Alien* (1979) poi rasserenata dall'incontro con *E.T.* (1982), con animatronic frutto del genio di Carlo Rambaldi. Le profondità dell'Universo sono così divenute gli abissi da cui possono giungere sulla Terra insidie e pericoli. Orson Welles (1938) aveva già tentato, via radio, di terrorizzare gli statunitensi raccontando l'arrivo degli extraterrestri, ma le immagini hanno un'altra forza. Nonostante non sappiamo per certo che esistano e come siano fatti, gli extraterrestri sono – dualmente – nella nostra fantasia.

controllate, coltiva patate¹⁷. A ben pensarci sono gli elementi della tradizione ellenica già ricordati (aria, fuoco, acqua, terra). Nel frattempo, il superstite riattiva pure il Mars Pathfinder (il *rover* realmente atterrato nel 1997 nella *Chryse Planitia*, un ampio bacino marziano, che ha inviato foto panoramiche della superficie) per trasmettere informazioni alla NASA e rocambolescamente ripartire dal cratere Schiaparelli per agganciare finalmente l'astronave con i suoi colleghi tornati a salvarlo. Realtà e finzione si mescolano, rendendo verosimile uno scenario futuribile.

In tema di cartografia, di uso pubblico della Geografia, di valorizzazione a fini turistici, rileviamo che in rete c'è l'itinerario marziano compiuto dal sopravvissuto Watney-Damon a disposizione dei turisti spaziali in cerca di avventure già vissute (fig. 9). Un'offerta che si aggiunge a quella, molto più nutrita, per i cineturisti terrestri, armati di cellulari e microcamere, interessati a *location* per il piccolo e il grande schermo.

Dal 1969 la Luna è stata oggetto di numerosi viaggi, non tutti coronati da successo, con una recente ripresa di interesse, di lanci di mezzi robotici, di esperimenti, di programmi sviluppati da

17 La questione di assicurare cibo, acqua e sostentamento agli uomini durante i lunghi viaggi è nota fin dal tempo dei fenici che, per il faraone Neco, compirono la circumnavigazione dell'Africa, e ne scrive anche Erodoto. Altrettanto conosciuta è la soluzione trovata solamente nel Settecento di integrare la dieta degli equipaggi sulle rotte oceaniche con alimenti ricchi di vitamina C. Nei viaggi spaziali e, ancor di più, in prospettiva delle missioni che dovranno stabilire basi permanenti sulla superficie lunare o in viaggi di esplorazione su Marte, gli astronauti avranno bisogno di cibo, acqua e ossigeno. Fondamentale è il riciclo dell'acqua, affrontato con la ricerca di batteri e alghe capaci di ricreare condizioni ambientali adatte alla vita. I problemi da risolvere sono da tempo al centro di specifici programmi di ricerca, come il progetto dell'ESA denominato MELiSSA (Micro-Ecological Life Support System Alternative), il cui obiettivo è quello di creare un sistema di appoggio alla vita che compia queste funzioni rigenerative: un ecosistema chiuso e controllato nel quale vengano sfruttati, mediante lavorazione, anche i materiali di scarto (https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Melissa; ultimo accesso: 20.II.2024).

agenzie internazionali (NASA, ESA) oppure da singole nazioni, con l'intervento di privati (SpaceX, ad esempio, come i mercanti-banchieri genovesi e fiorentini nel Tardo Medioevo e nella Modernità)¹⁸.

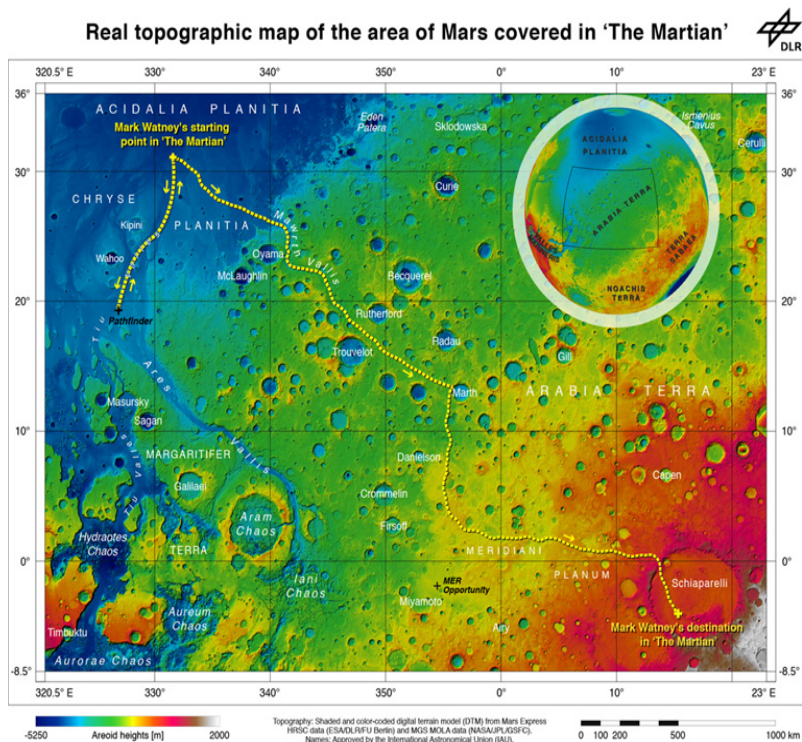


Fig. 9. Il percorso di Mark Watney sulla superficie di Marte

Fonte: ESA/DLR/FU Berlino, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=44839676> (ultimo accesso : 20.II.2024)

18 «L'evoluzione tecnologica ha permesso di abbassare la soglia di accessibilità degli strumenti alla portata dell'impresa privata, sottraendone almeno in parte i costi di sviluppo alle grandi agenzie governative. Non è stato un cammino semplice e non sarebbe stato possibile compierlo solo nell'ambito aerospaziale: esso ha richiesto oltre mezzo secolo di sviluppo industriale e un cambio di prospettiva sugli scopi per i quali sviluppare astronavi» [Casagrande, 2021, pp. 38-39].

Come scrive Simonetta Di Pippo, oggi la *Space Economy* a livello globale vale circa 500 miliardi di dollari e le previsioni di crescita percentuale nei prossimi decenni sono a due cifre (Di Pippo, 2022). Risulta chiaro che le cose cambiano molto velocemente, infatti si parla di *New Space Economy* per definire «il settore spaziale che, per lungo tempo ha goduto del prevalente sostegno istituzionale, [che] sta assistendo ad un ambizioso intervento di investitori privati. Si tratta di una vera e propria rivoluzione culturale che ridefinisce il rapporto pubblico/privato» (ASI, s.d.).

Sono esperienze dai molti risvolti, che servono a testare la tecnologia, a rimettere in moto la macchina organizzativa, a gettare le basi di primati da spendere successivamente in contesti che forse facciamo ancora fatica, ora, a delineare con chiarezza. Anche se negli ultimi mesi le questioni si sono velocemente e drammaticamente chiarite. Appare evidente infatti che, *in primis*, tali impulsi hanno le loro radici sulla Terra e puntano al controllo del nostro pianeta, dei suoi abitanti-consumatori, delle ricchezze dei potenti e delle loro libertà. Dobbiamo anche tenere conto delle difficoltà che i più recenti tentativi di allungaggio, di realizzazione di programmi spaziali e definizione di tappe certe di esplorazione stanno mostrando, ciò non può che esacerbare la «gara» fra i contendenti¹⁹. Benché abbiamo lasciato sulla sua superficie una rassicurante targa che recita «WE CAME IN PEACE FOR ALL MANKIND», non possiamo onestamente escludere future contese: chi arriva prima e pianta la sua bandiera, sulla Luna o su qualunque altro corpo celeste, ne rivendicherà un giorno il possesso (Scarpelli,

19 Come esempio del «duello» in atto, degli attori e dei mezzi con cui si gioca questa partita astrale, rileviamo che durante la redazione di questo articolo è arrivata la notizia del fallimento della missione, finanziata dalla NASA, di atterraggio morbido del lander statunitense di proprietà privata decollato l'8 gennaio 2024. Il modulo lunare *Peregrine* di Astrobotic ha mostrato di avere problemi già in volo. La notizia è circolata con un post su un social media posseduto da un privato concorrente. Lo stesso che ha lanciato migliaia di satelliti in orbita terrestre a fini commerciali, di comunicazione e di difesa.

2021)? Stabiliremo *astro-roye* per marcare zone di influenza galattiche? Osserveremo astro-pirati/bucanieri/corsari divenire astro-baronetti? Compagnie commerciali cosmiche si contenderanno il monopolio delle stelle? Vedremo eso-coloni entusiasti bramare le delizie dei nuovi mondi, per poi desiderare di tornare a casa, sulla Terra, per effetto della *saudade* o per le delusioni della scomoda realtà esperita, come coloro che accompagnarono Colombo già nel secondo viaggio²⁰? Stabiliremo colonie penali galattiche? Fattorie e aziende agricole monoculturali asteroidali? Miniere cometali²¹?

Non possiamo non rilevare che, come nelle novecentesche «gare per il Polo», Nord e Sud, tali rinnovati tentativi di allunaggio vadano letti a vari livelli, alcuni in chiave maggiormente propagandistica, altri di impresa economica, altri ancora più marcatamente scientifica. Sia nello Spazio che sulla Terra, ovviamente.

Dopo quella caratterizzata dallo scontro fra le potenze novecentesche, USA e URSS (fra trionfalismi e polemiche; Surdich, 2021), si apre una nuova stagione di corsa alla Luna, ma sappiamo che il satellite sarà solo un avamposto, un esperimento, una meta di passaggio per testare tecnologie e astronauti per un viaggio più lungo, attualmente per raggiungere Marte con un equipaggio umano. Di nuovo, come non vedere in ciò una strettissima assonanza con le navi e i marinai mediterranei che solcarono gli oceani diretti alle Indie, con il ruolo svolto dagli arcipelaghi africani prima come limite delle conoscenze

20 A titolo di mero esempio, segnaliamo il futuristico e chimerico *SpaceX Mars Colonization Program*, conosciuto anche nella divulgativa espressione di Occupy Mars, elaborato per stabilire una presenza umana permanente su quel pianeta perché, come ha affermato il CEO di SpaceX Elon Musk, «We don't want to be one of those single-planet species; we want to be a multi-planet species» (Sheetz, 2021). A sostenere il piano sono disponibili in rete molti materiali, tra questi una ricostruzione a fumetti dal titolo *Mars attacks* di una storia dell'esplorazione passata e futura (<https://thebulletin.org/2025/03/mars-attacks-how-elon-musks-plans-to-colonize-mars-threaten-earth/>; ultimo accesso: 27.III.2025).

21 Delle potenzialità di sfruttamento delle risorse contenute negli asteroidi e nelle comete si occupa la *Space Mining*.

geografiche e poi come trampolino verso i «Nuovi Mondi»?

La Luna, lo sappiamo, avrà la medesima funzione. Non più meta, ma tappa per spiccare il volo verso il Pianeta Rosso. E dopo? Che cosa avverrà? Risuona nelle orecchie il noto messaggio di apertura di *Star Trek*: «spazio, ultima frontiera. Eccovi i viaggi dell'astronave Enterprise durante la sua missione quinquennale, diretta all'esplorazione di strani, nuovi mondi, alla ricerca di altre forme di vita e di civiltà, fino ad arrivare là dove nessun uomo è mai giunto prima».

Geografia e viaggi tra realtà e immaginazione

In queste riflessioni a scala variabile abbiamo adottato una prospettiva di lungo periodo, storico-geografica, anzi meglio umanistica per dirlo alla Dainville (1940) e per sottolineare, ancora una volta, la progressiva apertura degli orizzonti che rintracciamo nelle vicende antropiche. In effetti, però, l'aggettivo qui richiama maggiormente la natura composita, ambivalente e conflittuale del genere umano. Perché l'umanità non è solamente istinto, ragione, pensiero, azione, sapere, tecnica, fantasia: è tutto insieme e allo stesso tempo. La capacità di desiderare e di immaginare ci contraddistingue e ci spinge da sempre a superare limiti reali e immateriali, fisici e mentali²², è la quint'essenza della storia della Geografia e dei saperi.

A tale proposito, non sembra un caso che recentemente Giuseppe

²² Non riprendiamo qui il modello che riassume, in fasi, il processo che intercorre tra il viaggio caratterizzato dal fortuito trovare qualche Paese o isola sconosciuta e una vera e propria scoperta geografica, come pure quello culturale che collega le esperienze odeporeiche alla costruzione di conoscenze geografiche stabili e durature, con la produzione di fonti descrittive e cartografiche. Lo schema esposto da Ilaria Luzzana Caraci in tre momenti distinti, che possono ripetersi, diviene vichiano con l'aggiunta della quarta fase immaginifica che sottolinea la forza della fantasia nell'alimentare i viaggi: immaginare (sogno/desiderio) – trovare (casualità) – cercare (esigenza) – scoprire (intenzionalità) – immaginare (sogno/desiderio) e via a ricominciare (Caraci, 1997; D'Ascenzo, 2015).

Dematteis, riunendo alcuni suoi saggi, li abbia riproposti sotto il titolo di *Geografia come immaginazione* in un denso volume che riporta uno stralcio della *Carta Cantino* in copertina. Il geografo torinese, come lui stesso scrive nell'introduzione, vuole rispondere alla domanda su «cosa può essere la geografia dopo che il mondo sembra tutto esplorato e descritto» (Dematteis, 2021, p. VII) situando la disciplina nei suoi rapporti con le scienze sociali, l'Ecologia, la Filosofia, l'Architettura e la Pianificazione, le opere artistiche e letterarie. Mancano all'elenco – non è evidentemente una *diminutio* ma dipende dall'impostazione stessa dello studioso – la Storia, l'Astronomia, la Fisica, l'Astrofisica. A dire che essendo la Geografia un sapere che espone i «rapporti sociali, culturali, politici, economici utilizzando le parole e i modelli che il linguaggio comune o il linguaggio scientifico usano normalmente per descrivere dei rapporti tra cose (e luoghi come cose)» (Dematteis, 2021, p. 8) si ibrida alle altre discipline per mostrare la pluralità dei segni, dei valori, dei modi di comprensione della realtà. Le discipline, umane, naturali, dure, sono molte. Non potendo qui fare l'esegesi di questo secondo testo alla ricerca di possibili agganci teorici e pratici, rinviando a un'altra occasione tale verifica, rileviamo solamente che Dematteis parla di Geografia *poetica* perché metaforica, in quanto non si chiude dentro a significati rigidi, ma apre i confini dell'oggetto descritto ad altri intendimenti, riferimenti, saperi e sentimenti. Evoca aspetti non evidenti, inattesi, della realtà.

Il processo che abbiamo delineato sinteticamente non è stato, nei fatti, uno sviluppo lineare, graduale e positivo, lo sappiamo; come avverte Dematteis, non siamo necessariamente davanti a un progresso nel senso di superamento, di miglioramento quali-quantitativo, quanto più di avanzamento da una o più situazioni precedenti fino alla realtà attuale. Sappiamo che il futuro si giocherà sulla base di contraddizioni già esistenti, di rapporti di forza impostati e che si modificheranno (come?). Sono stati compiuti sbagli e soprusi e altri ne compiremo. Quello che si vuole sottolineare è il fatto che tale processo, per quanto

ci insegna il passato, non è chiuso, non funziona per accumulazione, non è dato né stabile perché l'umanità cambia e con essa i significati, le priorità, i pensieri, i desideri. Possiamo solo augurarci che conoscere quanto già avvenuto ci aiuti a non ripetere errori e orrori.

Come ci muoveremo nel nostro viaggio lontano dalla Terra è appena delineato, ciò che possiamo riconoscere è quanto ciò sia legato a quello che è già avvenuto sul nostro pianeta. Anche in termini di errata percezione da parte dell'opinione pubblica di avere negli altri corpi celesti e pianeti, oggi, una soluzione ai problemi di inquinamento, sovraffollamento e sopravvivenza del genere umano. Possiamo comprendere che il futuro ripercorrerà il passaggio dal pensiero (la logica, il *logos*) al segno (grafico, la *forma*), magari ripetendo le fasi di supremazia del modello sul razionalità, ma senza poter prescindere dalla parola (linguaggio verbale) e dal sentimento (la pulsione non razionale) che abitano nell'uomo e tutto ciò dovrà essere declinato al plurale. Nel bene e nel male.

Conclusioni. Dalla Storia della Geografia all'Esogeografia

Il tema dei rapporti fra viaggi e scoperte che abbiamo qui ripercorso è stato trattato in precedenza da molti altri studiosi²³. Nel suo *Storia letteraria delle scoperte geografiche*, Leonardo Olschki scrive che:

la storia della conquista spirituale della terra [è] più lenta, più complessa e più incerta della sua conquista commerciale e politica; storia fatta di esperienze e di allucinazioni, di osservazioni e di tradizioni, di faticosi o di ardui superamenti dei luoghi comuni imperanti per ignoranza o per autorità. Gli accertamenti positivi e gli errori tenaci ne sono gli estremi e la sostanza, fintanto che la geografia trova, con le altre discipline, la via per divenire una scienza con obiettivi precisi e con metodi propri (Olschki, 1937, p. 8).

Egli identifica una geografia ideologica che ne contiene altre al suo

23 Si rinvia alla breve disamina in Casagrande, 2021.

interno. La prima è quella mitica, poi c'è la leggendaria, infine la geografia utopistica che figura terre immaginarie in cui si realizzano società ideali, vite perfette e beate in Nature generose. Tutte poggiano sulla stessa base, ovvero la capacità di sognare situazioni, terre e mondi in cui dare patria a ciò che si desidera o che si teme. Secondo Alexander von Humboldt la stessa natura umana si fonda sul bisogno di sognare qualche cosa al di là dell'orizzonte visibile, di supporre l'esistenza di altre isole, di altri continenti. Scrive ancora Olschki «oggi le immaginazioni geografiche sono del tutto escluse e ormai impossibili» (*ibidem*, p. 163); su questo non ci troviamo d'accordo tantomeno se, come abbiamo ricostruito, consideriamo la dilatazione dello spazio umano nello Spazio cosmico. L'immaginazione non è consumata e lo spazio si amplia a mano che riusciamo a guardare più lontano, a spostare i confini dei sogni, quando la tecnologia ci mette davanti nuovi orizzonti raggiungibili. Oppure già sognati²⁴ (fig. 10).

In merito alle nostre riflessioni sulla Geografia al di fuori della Terra, sull'esplorazione umana di mondi extraterrestri, non cerchiamo nuove leggi ma, dato il percorso delineato (non la rigidità dello schema), la continuità del processo. Siamo, evidentemente, esogeografi da tavolino e ci chiediamo quando (non se) arriveranno gli esoesploratori, gli esoconquistadores, gli esocoloni? Quale sarà la prossima *Terra australis nondum cognita*? Troveremo gli esoautoctoni? Non è una questione *nihil significantia*.

L'aspetto che, forse, allontana di più gli studiosi delle scienze umane dalla percezione piena di essere di fronte a nuovi mondi, in una situazione assimilabile a quella esperita tra la fine del Quattrocento e i primi decenni del Cinquecento, è proprio quella appena accennata: fino

24 Sulla continuità e persistenza dell'immaginazione e dei luoghi immaginati nella storia della conoscenza del mondo e delle esperienze odepatiche, almeno dal secolo IX a.C a oggi, si rinvia ai casi analizzati in passato riguardanti le mitiche isole di Cryse e Argyre, isole d'oro e d'argento, o di Panchaia-Socotra, che hanno «viaggiato» insieme all'umanità dai confini orientali dell'ecumene fino a Marte (D'Ascenzo, 2021b, 2023).

ad ora, non è stata rinvenuta alcuna forma di vita al di fuori del nostro pianeta, non sono state individuate tracce di esseri viventi semplici e adattabili né tanto meno intelligenti. Eppure gli extraterrestri sono stati immaginati da tempo, come gli Anteci o i Perieci di Cratete di Mallo, i Panozi, i Pigmei o i Ciclopi, l'uccello roc o rukh di Sindbad il marinaio, il kraken, in maniere ambigue e ambivalenti a seconda del prevalere della speranza o della paura. Prima la narrativa, poi il cinema e la televisione, infine i videogiochi, hanno avvicinato al pubblico le forme di vita provenienti dallo spazio²⁵.

Un'altra importante differenza rispetto alle grandi esplorazioni geografiche, ma anche alla scoperta delle parti interne del Vecchio Mondo (ad esempio l'Africa), è che abbiamo conosciuto e cartografato i mondi extraterrestri, a varia scala, prima di raggiungerli. Abbiamo assegnato nomi a vaste aree e siti puntuali, infittendo l'*esotoponomastica* dei corpi celesti verso cui indirizziamo lo sguardo.

Sulla cartografia degli altri corpi celesti (che non definiamo in maniera specifica, ad esempio esocartografia, non ne avvertiamo il bisogno mentre invece geograficamente potrebbe essere utile sottolinearlo) di dettaglio da remoto abbiamo scelto i siti più idonei per l'atterraggio dei nostri mezzi e stabilito *landmarks*. Ancora, abbiamo studiato la composizione e la geologia degli altri pianeti alla ricerca dei miti dell'antichità e dell'era dei computer: a parte l'oro, l'elemento iconico più importante, sul quale si incentrano per ovvie ragioni gli interessi scientifici e non solo, ci sono le terre rare, ma c'è anche l'acqua nelle sue varie forme. Non dover necessariamente portare acqua dalla Terra (per futuribili insediamenti umani) rappresenta un enorme vantaggio in termini materiali ed economici²⁶, oltre che un suggestivo motivo di

25 Nonostante non sappiamo come siano fatti, gli extraterrestri sono ormai una presenza accettata, sono nella nostra fantasia e con forme umanoidi. Da geografi, però, dobbiamo porci delle domande più specifiche: gli alieni di cui parliamo da quale pianeta provengono? Perché l'origine differente li fa divenire, di volta in volta, marziani, venusiani, gioviani, vulcaniani.

26 La scoperta dell'acqua su Marte, avvenuta tramite il rilevamento del Mars

interesse – simbolico e biologico – per l’opinione pubblica del globo terracqueo.

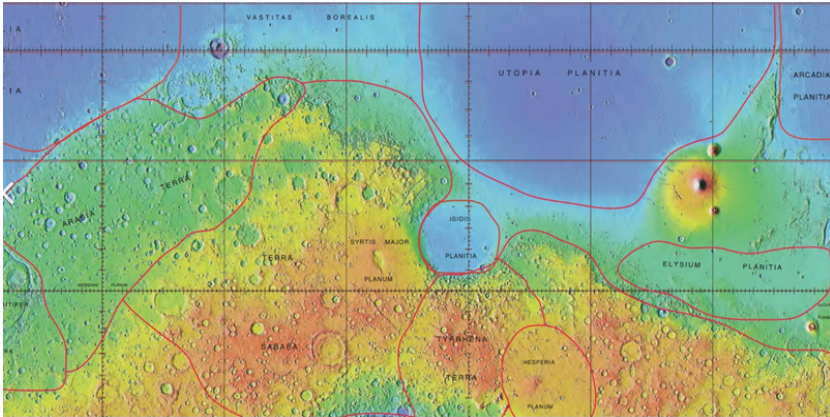


Fig. 10. Sulla superficie di Marte, nell’emisfero settentrionale, è presente un grande bacino d’impatto, il maggiore, definito Utopia Planitia. Un esempio interessante e suggestivo, per noi, sotto vari punti di vista: oltre ad avere ricevuto il suo nome in riferimento all’opera di Moro, ha il primato di essere stata l’area di atterraggio del *lander* della sonda spaziale statunitense *Viking 2* (1976) e del *rover* della missione cinese *Tianwen-1* (2021). Inoltre le fotografie hanno mostrato come sia un deposito di acqua ghiacciata

Fonte: Jim Secosky, immagine NASA modificata, di pubblico dominio, http://planetarynames.wr.usgs.gov/images/mola_regional_boundaries.pdf (ultimo accesso: 20.II.2024)

Altre discipline, altri interessi, diverse industrie²⁷, si stanno occupando o hanno già occupato di fatto lo Spazio, il territorio, i luoghi fuori dalla Terra. Mentre i geografi si interrogano se siano effettivamente spazio altro da quello terrestre, territorio o luoghi, altri saperi se ne sono

Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding (MARSIS) grazie a un nuovo metodo basato su procedure di elaborazione del segnale applicate alle calotte polari terrestri, apre nuove frontiere interessantissime tra i fisici e anche in funzione della Esogeografia (Lauro, Pettinelli, Caparelli e altri, 2021).

27 Gli alieni alimentano prodotti destinati a pubblici differenti, dagli adulti ai bambini; a questi ultimi, con cartoni animati educativi, giochi, serie, film, vengono proposti come modello dell’«altro» per antonomasia.

appropriati non ponendosi la questione del rapporto fra l'umanità e quei nuovi mondi extraterrestri, né tantomeno se il loro campo di studio o la propria professionalità debbano giustificarsi o accreditarsi solo perché operano fuori dal pianeta. Muoversi, progettare viaggi e sedi umane extraterrestri, sfruttamento di valli, pianure e montagne marziane non è forse un tema, un campo di applicazione della Geografia? Non siamo già di fatto nell'era della Esogeografia?

Quando nel lontano 2007, in occasione del convegno del Centro italiano per gli studi storico-geografici svolto a Caserta e San Leucio dal titolo *Città e sedi umane fondate fra realtà ed utopia*, iniziai a riflettere sull'esplorazione dello Spazio, le città e le sedi umane extraterrestri, mi chiesi, ragionando sulla ricerca di acqua e di forme di vita fuori dalla Terra, se insediamenti costruiti nello Spazio o su altri pianeti fossero solo utopia oppure una possibilità. Mi interessai agli esperimenti allora in corso e ai progetti per ricreare all'esterno del pianeta ambienti adatti alla vita umana, domandandomi se in quei piani vi fosse spazio per il geografo, se avremmo dovuto coniare per la geografia «una nuova definizione» o avremmo potuto «mantenere il nome di geografi per “estensione”» (D'Ascenzo, 2010, p. 323).

Sarà allora il caso, in conclusione, di riprendere le domande di fondo e chiedersi: cos'è la Geografia? La Geografia è la scienza che studia il rapporto fra l'umanità e il suo pianeta. Cos'è quindi la Esogeografia? Qualche tempo fa, definendo la stagione che viviamo prodromica, Casagrande ha scritto che «può intendersi – almeno in una fase iniziale – come studio della presenza e delle attività umane nello spazio extraterrestre e sui pianeti del sistema solare» (Casagrande, 2021, pp. 47-48). Vista però l'accelerazione che caratterizza questi tempi, ci sembra già possibile superare la cautela e definirla la scienza che studia il rapporto fra l'umanità e gli ambienti extraterrestri in cui l'umanità stessa si muove e verso cui si proietta.

La discussione, per chi vorrà, è aperta.

Riferimenti bibliografici

- ASI (s.d.), *La visione di ASI sulla Space Economy*, <https://www.asi.it/space-economy-catalogo-industria-spaziale/> (ultimo accesso: 20.II.2024).
- Broc N. (2007), *La geografia del Rinascimento. Cosmografi, cartografi, viaggiatori. 1420-1620*, C. Greppi (a cura di), Modena, Franco Cosimo Panini.
- Caraci Luzzana I. (1997), *Dall'esperienza del viaggio al sapere geografico*, in «Geotema», 3, 8, pp. 3-12.
- Caraci Luzzana I. (2024), *Al di là di altrove. Storia della geografia e delle esplorazioni*, Milano, Mursia [ed. or. 2009].
- Casagrande G. (2021), *Luoghi nello spazio: alcune prime sfide dell'esogeografia di fronte alla presenza e alle attività umane al di fuori della Terra*, «Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia» (SSRG), XXXIII, 2, pp. 37-50, <https://doi.org/10.13133/2784-9643/17477> (ultimo accesso: 20.II.2024).
- Casagrande G., A. D'Ascenzo (2024), *Maps and Toponyms from our World to other Worlds – Carte e toponimi dal nostro Mondo agli altri Mondi*, Roma, Labgeo Caraci.
- Cattaneo A. (2022), *Conoscere attraverso le immagini: genesi e forma degli atlanti. Una svolta epistemologica della prima età moderna*, in J.M. Besse (a cura di), *Forme de savoir, forme des pouvoirs. Les Atlas géographiques à l'époque moderne et contemporaine*, Roma, Collection Ecole Française de Rome, 593, pp. 239-270.
- D'Ascenzo A. (2010), *L'esplorazione dello spazio. Verso città e sedi umane extraterrestri*, in A. Pellicano (a cura di), *Città e sedi umane fondate fra realtà ed utopia*, Locri, Franco Pancallo Editore, pp. 323-335.
- D'Ascenzo A. (2015), *Lo schema (immaginare-)trovare-cercare-scoprire applicato alle rappresentazioni del Giappone (metà XIV-metà XVII secolo)*, in A. D'Ascenzo (a cura di), *Geostoria. Geostorie*, Roma, Centro Italiano per gli Studi Storico-Geografici (CISGE), pp. 65-95.
- D'Ascenzo A. (2021b), *Il viaggio prima del viaggio. Credenze, miti e desideri dalle esperienze odepiche terrestri a quelle extraterrestri*, in A. D'Ascenzo 2021a, pp. 265-297.
- D'Ascenzo A. (2023), *Rediscover Socotra: The Island on the Edge of the Ecumene*, in N. Slak Valek e A. Abdelmoneim Zedan (a cura di), *A Social View of Socotra Island*, Singapore, Springer Verlag, pp. 135-15, <https://doi.org/10.1007/978-981-99-4358-6> (ultimo accesso: 20.II.2024).
- D'Ascenzo A. (a cura di) (2021a), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma, CISGE.
- Dainville de F. (1940), *La Géographie des Humanistes*, Parigi, Beauchesne.
- Dematteis G. (2021), *Geografia come immaginazione. Tra piacere della scoperta e ricerca di futuri possibili*, Roma, Donzelli.
- Di Pippo S. (2022), *Space economy. La nuova frontiera dello sviluppo*, Milano, Bocconi University Press.
- Farinelli F. (2007), *L'invenzione della Terra*, Palermo, Sellerio.
- Galilei G. (1610), *Sidereus nuncius, magna longeque admirabilia spectacula pandens*, Venezia, Baglioni.
- Gil J. (1991-1993), *Miti e utopie della scoperta*, Milano, Garzanti.
- Greppi C. (2021), *Tracce di Humboldt. Osservare, descrivere, misurare*, Trieste, Asterios.
- Humboldt von A. (1992), *L'invenzione del Nuovo Mondo. Critica della conoscenza geografica*, C. Greppi (a cura di), Firenze, La Nuova Italia [ed. or. 1863].

- Lauro S.E., E. Pettinelli, G. Caprarelli, L. Guallini, A.P. Rossi, E. Mattei, B. Cosciotti, A. Cicchetti, F. Soldovieri, M. Cartacci, F. Di Paolo, R. Noschese, R. Orosei (2021), *Multiple Subglacial Water Bodies below the South Pole of Mars Unveiled by New MARSIS Data*, in «Nature Astronomy», 5, 1, pp. 63-70, <http://hdl.handle.net/20.500.12386/31576> (ultimo accesso: 20.II.2024).
- Olschki L. (1937), *Storia letteraria delle scoperte geografiche. Studi e ricerche*, Firenze, Olschki.
- Pellicano A. (a cura di) (2010), *Città e sedi umane fondate fra realtà ed utopia*, Locri, Franco Panciallo Editore (2 voll.) (collana «Historiae. Contributi per una storiografia del Mezzogiorno», 60).
- «Primus circumdedisti me». *V Centenario de la primera vulta al mundo, Acti del Congreso internacional de Historia (Valladolid, 20-22 marzo 2018)* (2019), Madrid, Ministerio de Defensa.
- Randles W.G.L. (1986), *Dalla terra piatta al globo terrestre: una mutazione epistemologica rapida (1480-1520)*, Firenze, Sansoni.
- Milanesi M. (a cura di) (1978-1988), *Introduzione*, in G.B. Ramusio, *Navigazioni e viaggi*, Torino, Einaudi, I, pp. XI-XXXVI.
- Scarpelli L. (2021), *Cinquant'anni fa... (la geoeconomia dell'uomo sulla Luna)*, in A. D'Ascenzo (a cura di), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma, CISGE, pp. 257-263.
- Schiaparelli G.V. (1909), *La vita sul pianeta Marte (1893)*, in «Natura ed Arte», 1, XIX, pp. 1-5.
- Sheet M. (2021), *Mars so humanity is not a 'single-planet species'*, CNBC, Published Fri, Apr 23, <https://www.cnbc.com/2021/04/23/elon-musk-aiming-for-mars-so-humanity-is-not-a-single-planet-species.html> (ultimo accesso: 27.III.2025).
- Surdich F. (2021), *Lo sbarco sulla Luna fra trionfalismi e polemiche*, in A. D'Ascenzo (a cura di), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma, CISGE, pp. 31-40.
- Tolomeo C. (1548), *La Geografia di Claudio Tolomeo alessandrino con alcuni commenti [...] da Sebastiano Munstero [...] con le tavole [...] di Iacopo Gastaldo [...] ridotta in volgare italiano da M. Pietro Andrea Mattiolo*, Venezia, Pedrezano.
- Tolomeo C. (1574), *La Geografia di Claudio Tolomeo alessandrino, già tradotta di greco in italiano da M. Giero Ruscelli e hora in questa nuova editione da M. Gio. Malombra ricorretta e purgata*, Venezia, Ziletti.
- Tolomeo C. (1599), *Geografia di Claudio Tolomeo alessandrino, tradotta di greco nell'idioma volgare italiano da Girolamo Ruscelli, et hora nuonamente ampliata da Gioseffo Rosaccio*, Venezia, Sela.

LOOKING OUT OF THE CRADLE. POSSIBLE GEOGRAPHICAL PERSPECTIVES ON THE BEGINNING OF HUMAN EXPANSION IN OUTER SPACE

di Gianluca Casagrande

*Our planet is the cradle of intelligence,
but one cannot eternally live in a cradle
(K. Tsiolkovskij, 2006, p. 114)*

A Geography to come: Exogeography

The core subject of geographical studies is human presence and actions in the spaces where they occur. Throughout the past centuries, communities and peoples expanded and developed their access to different environmental contexts by using resources, establishing settlements and creating increasingly complex economic, social and cultural systems. In some cases, collective entities relied on *ad-hoc* explorations carried out by individuals or specialized groups. This process developed entirely within the physical boundaries of planet Earth from the age of the Fertile Crescent to the beginning of the so-called Space Age. For the latter, one official, highly symbolical date, is April 12th, 1961. On that day, Soviet cosmonaut Yuri Gagarin reached low-Earth's orbit in the Vostok 1 spacecraft. His 108-minute flight can be considered a pivotal event in human history but was rapidly surpassed by new records, set in the first «race-to-space» between the USSR and the USA. So is the case for the first Lunar landing, by US Apollo 11 on July 20th, 1969, marking the first human travel from Earth to a destination outside of it (Marshall, 2023, pp. 40-49).

The acquired ability of moving from purely Terrestrial environments into what has long been called the «Outer Space» was not, *per se*, an indication that anything was radically different from the past. In fact,

the competition between the Cold War superpowers to put men on the Moon (and, had that not been conclusive, Mars) had mainly political reasons and was a demonstration of industrial power (Surdich, 2021, pp. 36-37). Furthermore, it would be unsustainable as a business when it took place and for many years after that. That is why after 1972 no crewed flight was attempted out of Earth's orbit and aerospace technologies focused on other goals. Exploration, up to the borders of the Solar System, was continued by automatic probes, while longer human presence was established in Earth's orbit through generations of spacecraft and Space stations. Public attention was easily captured by spectacular achievements such as records and «firsts», while science, technology, and industry progressed in the background. The combined outcome of these advancements engendered quite a different scenario: Astronautics began to affect our everyday life with only a few of us noticing that what was actually occurring in Space, albeit close to Earth, was in fact a geographical process.

According to the Space Debris User Portal, since the time of Sputnik 1, i.e. October 1957, as of December 6th 2023, over 6,500 successful rocket launches put a total of about 16,990 artificial satellites (i.e. industrial machinery for national and international services) in various orbits (i.e. commercial regions of different characteristics and value)¹. About 11,500 of them are still in Space and approximately 9,000 are active, but the numbers are rapidly growing. Space debris includes, now, millions of elements and fragments (European Space Agency, 2023). The Space environment near Earth appears increasingly clogged, especially in most valuable orbits such as the low-earth orbits (LEO) and the geostationary ones (GEO).

Generations of different technologies enabled to use these devices for communication, Earth observation, and global positioning, only to mention the most common cases. A vast majority of these technologies is in place to serve industrial, commercial and political

¹ See also <https://sdup.esoc.esa.int/discosweb/statistics/> (last accessed: February 20th, 2024).

purposes: little to do, then, with traditional motives for Space travel, such as exploration or science. A remarkable deal of research conducted by astronauts in orbiting stations is oriented to developing applications for different types of innovative industries, i.e. non related to the observation of cosmic phenomena or of our planet (De Wrck *et al.* 2018).

If this is the scenario, then it becomes clear that, although located outside of our planet's atmosphere, Earth's orbits are geographical spaces in their own right. Not by chance, indeed, they are subject to intense national and international interactions, regulation and competition (Glassner, 1991, p. 435).

Even if permanently visited by only a relatively small number of astronauts in the last decades, there can be no doubt that orbits around Earth are to be intended as fully territorialized. We can discuss on whether there will be, someday, a full-blown human geography on other planets. It is hardly questionable, however, that there is already a full-blown geography of human activities in the orbits around Earth. As stated, these activities consist in the use of spatially defined infrastructures (ground-based facilities, trajectories, orbits), for spatially defined purposes (i.e. the delivery of relevant services); by geographically, economically and politically defined players (Marshall, 2023, pp. 63-69). Satellites launched by different countries to provide data and services (whether civilian or military) are in this sense not different from the ships that have been sailing the seas for centuries. Even more than traditional shipping routes and aviation airways, satellite orbits, once established and associated to a specific operational purpose, are generally determined and predictable. They can be configured as essential parts of globally relevant infrastructures: satellite constellations and systems (e.g. GPS, Beidou, Starlink etc.) are to be considered fundamental elements of ground-based services, and their direct geographical role and value cannot be denied. Extending the same kind of pattern farther from Earth towards the Moon and

Mars might become a mere issue of technical development.

History teaches that when new territories are established, geopolitical confrontation, often mixed with supranational regulation and international cooperation, begins as soon as the value of geographical assets becomes worth exploiting. Such trends have been seen on Earth for centuries.

Historical good-will statements by political authorities and administrations, including the highest international organs, proclaiming the «all-humankind's» right to access Space and the Moon, e.g. the 1966 Outer Space Treaty (United Nations, 1966) and the 1979 Moon Treaty (United Nations, 1979), are *de facto* superseded by international bilateral agreements revealing clear geopolitical priorities and interests. This brings back to memory similar statements regarding the Arctic or Antarctica. In the case of the latter, in the past century official geopolitical claims by several countries on vast expanses of the White Continent (Collis, 2016) got somewhat suspended by the recognition of an «international» status of Antarctica as natural sanctuary devoted to science and environmental protection under the Antarctic Treaty of 1959. In the case of the Arctic, a *res nullius* status was assumed a few centuries ago and remained so until the late 1900s (Bratspies, 2009, p. 253).

The anthropization of the region was initially limited to relatively low-latitude areas inhabited by perfectly established Indigenous cultures. These regions, however, and those at higher latitudes had been unfavorable to European standard settlements for a very long time, delaying typical European-style geopolitical claims and contrasts. Powers in the continent were interested in the region only for the exploitation of a few, high-value, natural resources and for matters of prestige. In the 1800s, competition was often confined to the realm of exploration and record-setting, within the narrative of conquering new spaces beyond the extreme frontier. Yet, history has shown that similar views may change in relatively brief time. The Arctic began

to be widely territorialized, exploited and militarized when travel and life-support technologies achieved safer, easier and more stable operational conditions on the one hand; and, on the other, enabled to reach large, important reserves of very different types of resources, depending on the priorities of each era. Whaling, sealing and hunting were worth geopolitical competition in the perilous times of early European colonization. Later, military and civilian settlements, ships, aircraft and rigs can easily connect and be settled in virtually all nodes of the Arctic; competition for resources and strategic advantage is causing geopolitical tensions (McCannon, 2013). This trend is clearly evident today when, far from the old *res nullius* status, the Region is formally under layered supranational and national regulation and governance systems (Spence *et al.*, 2023).

Ironically, from the age of great geographic discoveries, the exploration of the new worlds, particularly in hostile environments, required an increasing degree of international cooperation, often forcing competing parties and alliances to work together for success.

Observing how views about the Arctic changed in time, one might argue, then, that the future of Antarctica as a neutral sanctuary for science and environmental protection – in which polar powers have already placed the dormant flags of their claims – may be in danger of lasting just until it becomes cost-effective or convenient to start a practical rush to territorialization. Will this be the destiny of the Moon and Mars as well in the future? It is too early for any answer; but it is probably about time to start considering some regions of the Solar System in geographical and geopolitical terms. To mention just one possibility, if Space migration and Space cities on Mars are definitely too far away in future perspectives, the hypothesis of extracting resources which would be rare and valuable on Earth – e.g. by automated mining on planets or asteroids – is one of the topics under current brainstorming by experts.

A discussion about the geographical value of human activity in the

Outer Space may get deeper. As it was previously stated, humankind has achieved a fairly clear intellectual control over Earth's orbital spaces, a relevant material control and a well-developed degree of structural and regulatory control as well.

In this first quarter of the 21st century, a new development stage of interplanetary voyages is beginning, as new available technologies can support exploration efforts. The most important element of this new phase, however, stands on its underlying concept and, so to speak, worldview, far more than it does on its merely technological aspects. First, more powerful technology and industry at a lower cost allow for a wider and more diverse competition to emerge. More developers can set goals and catalyze interest from more stakeholders; the latter, in turn, may envision actions and strategies which could push towards further steps and goals for developers (Meriç Yazıcı and Haqq-Misra, 2022, pp. 26-27; Marshall, 2023, pp. 257-270). Space activities and explorations boost many economic sectors and political claims, and this can be considered strategic by the public opinion in many contexts (European Space Policy Institute, 2023, pp. 21-28; Kennedy and Tyson, 2023). Second, extraterrestrial contexts (Earth's orbit, the Moon, Mars etc.) are becoming more and more familiar for ordinary people to imagine and dream, and – in the very end – a popularized knowledge is beginning to spread in society. This is similar to what happened during the first «race to Space» in the 1960s and the 1970s, with the relevant difference of a much wider plurality of actors and a far more pervasive social-communication, along with stronger means for education and popularization.

In a certain way, the current globalized societies witnessing the efforts of their respective champions to put a person on the Moon or establish settlements on Mars are not much different from the inhabitants of the European kingdoms in the age of the great geographic discoveries. Very few of them would actually visit or migrate to the new worlds. Most of them would, nevertheless,

receive news and stories (including fake-news and myths) about the discoveries; would see, in the course of their life, some new objects and products coming from far away; would even, possibly, meet the explorers and listen to their voices. This can be shared today through social networks, public science, newsreels. More information than ever can be conveyed to us creating impressions, emotions and, in the best case, knowledge.

A strong dissemination about Space activities is taking place, of course seamlessly fueled by the industry and its tycoons, gurus, decision makers, various types of businesses and lobbyists. Popular support to exploration can be sectorial, biased and variable even when space agencies and/or governments seek for it (Nadeau, 2013; Launius, 2017; Hines, 2022). It cannot be denied, however, that the general narrative has a clear grip in the heart, imagination and expectations of a worldwide audience.

Paraphrasing Tsiolkovsky's sentence, quoted at the beginning of this article, it can be said that, for the second time in history and more now than ever before, humankind is looking out of its cradle, towards new spaces that could someday become places. The well-known difference consists in the former being portions of human "volumes of action" that can be defined in terms of three spatial coordinates and a specific time coordinate; the latter being the same, but endowed with experiential, symbolical, cultural values from the standpoint of humans.

It is evident that, way before being in physical reach, places like the Moon and Mars are becoming acquired in the domain of human perception, conceptualization and imagination. They have been so, obviously, for millennia. Never before as in the past few decades, however, science got to know so much about their features and environments; never before as in the past few years, indeed, bits and parts of this knowledge have been so widely shared in public culture, communication and engagement. Never so much, as in the last years,

it became possible for ordinary people to perceive some kind of – albeit illusory – personal participation to endeavours towards the possible new worlds (Dunnett, 2023).

The term Exogeography points to the fundamental continuity between the expansion of ecumenical boundaries on Earth and that on other celestial bodies or interplanetary regions (Pyne, 1988; D’Ascenzo, 2010; Casagrande, 2021). At the moment, there is no such a thing as a full-blown human Exogeography to be discussed at an academic level. Nevertheless, it is possible to consider a nascent Exogeography of the earliest landings on the Moon and very few other planets, and an Exogeography of potential settlements. The latter can be discussed in terms of studies on siting and environmental configurations within which the first explorers could establish outposts for increasingly longer stays. Such perspective implies a more or less complex set of material variables to be considered through scientific and technical methods. Even more, it brings up fundamental questions of geographical nature. For example, we could ask ourselves how would human groups adjust to the new environments, or use local resources, or achieve self-support as well as sustainable and permanent presence. A subsequent set of questions involves how this all could be implemented so as to become a routine, allowing for stable connections between the communities of origin and the new settlements.

Preparing for the journey: observation, representation, simulation

In Yi-Fu Tuan’s conceptualization about space and place, direct knowledge of the latter can be partially substituted by the acquisition of analytical/scientific information (Tuan, 2011, p. 200). Although insufficient to convey the full sense of presence that may come from direct experience, analytical – and, we may add – culture-

based knowledge of spaces and places enabled humans to prepare and conduct travel and exploration far beyond their initial reach. In some sense, this information-based knowledge can contribute to the development of some awareness of far-off phenomena, leading in our opinion to the development of a certain limited but actual experience of those phenomena. Now, what kinds of indirect experience and information did humankind achieve so far about the vast expanses beyond Earth's atmosphere? In general, two possible domains could be considered. Respectively, the experience through scientific observation and the experience through simulation/analogy. The first is obtained by acquiring all possible data that current technological devices allow to gather and to process them so as to obtain meaningful synthetic representations. The second focuses on starting from representations to create practical experiences which could partially enable to practice presence and action in extra-Terrestrial settings. This is obtained by simulations of the expected phenomena in appropriately constructed or adapted Terrestrial settings. The two dimensions (observation and simulation) co-exist in the current development of Space research, education and popularization.

Let us first focus on observation and representation through maps.

From the ancient times of early astronomical observations to the current perspective of precision landings on large planets and on small and complex celestial bodies, human science and technology developed an increasing ability to observe Space objects and their physical characteristics. More advanced navigational capabilities allow to improve Space travel. Space travel, in turn, pushes exploration ahead, thus producing more observations and deeper knowledge in a virtuous cycle.

Exploration involves gradually increasing awareness of the nature of a particular environment, irrespective of human presence. Such awareness fosters human capability of constructing representations of the explored environment. Since the beginning of the Space Age

and to this day, many representations have been prepared in the form of maps, charts (along with more complex information systems) to be used *per se* or as models to create simulations. In any case, maps as specific «information systems» are meant to provide partial but accurate reproductions of spaces, whether interplanetary regions, orbits or trajectories of bodies and spacecrafts, or the features of planetary surfaces are to be represented.

With reference to the latter, it is worth noting that since the early days of interplanetary travel of uncrewed vehicles in the Solar System, detailed maps were developed through different types of remote sensing. Naturally, maps were constructed according to the well-established concepts developed for Terrestrial maps. Regardless of their being printed on large paper sheets with informational annexes as in the early days, or of their being stored in digital geodatabases as it occurs now, maps of bodies such as the Moon, Mars, Venus, and Mercury were developed following geographic information science as it was invented for Earth, merely adapted for the planetary context and the representation needs (Naß *et al.*, 2017, pp. 106, 108).

It is not by chance that a relevant contribution was given to NASA in its efforts to send manned missions to the Moon in the late 1960s by the United States Geological Survey (USGS), an institute tasked with preparing maps for most Terrestrial needs of the United States. Furthermore, it is not by chance that planetologists and geologists would find no problem in calling «geological» a geological map of Mars or the Moon. Space scientists conduct complex analyses on current planetary maps to investigate phenomena of geophysical relevance, to select optimal study areas for measurements and sampling, to determine the most appropriate places for landing a probe and so on.

If this is the case, then, one should ask what would be the appropriate use of the term «geographical» when the subject of the representation is not a section of Earth but, rather, that of another celestial body. We could then call «geographical» a map of an object outside of

Earth as long as it provides information about human *symbolization*, *action* and *presence*. *Symbolization* could be interpreted as tracing human conceptualization through a «symbolically charged» nomenclature or toponymy, i.e. not merely technical labels, but names imbued with cultural, emotional, or experiential meaning. *Action* may refer to tracking temporary human direct or indirect activity, e.g. astronauts' moonwalk or the «nomadic» roving of an automated vehicle. *Presence* might indicate the actual or potential long-term or permanent «settlement» of human beings or uncrewed infrastructures (e.g. a map for siting a permanent base on the Moon or – why not? – the orbital track of a permanent gateway). Obviously, these definitions may well overlap in practice.

In the current development of Space travel – and, therefore, in the current development of Exogeography – these «geographical maps» would hardly express more than a mere geography of outposts. Remarkably, most of these traces (e.g. the Apollo landing stations, the places of the dead rovers on the Moon or Mars) have already concluded their life-cycles. While they stand in their resting places as silent testimonies of human expansion, history is moving on and the generation of those who launched those missions is turning the work over to a new generation. The contribution of past explorations to human knowledge about the Solar System can now reasonably be deemed relevant in traditional historical and archaeological terms (O'Leary and Capelotti, 2015).

In the future, if human presence on other celestial bodies should become more relevant and persistent, exogeographical maps could overlap the role that normal geographical maps play on Earth, i.e. to facilitate the interpretation of human-driven processes in their interactions with the respective spatial contexts. In this perspective, the purpose of geographic information would include the support to the evaluation of the establishment of habitable bases and permanent settlements, as well as organization of essential services, search for

and access to natural resources. Environmental conditions – whether, for example, a certain area is more or less favorable for human settlers – can be studied and better understood with the help of accurate mapping and documentation.

Let us now briefly focus on analogy and simulation, i.e. the second aforementioned domain for experiencing exogeographical contexts.

Map data can be used to develop multimodal simulated environments. Although, in principle, this can be considered as a more complex – but conceptually consistent – way of organizing available geographic information on a certain subject, the role of simulations is crucial in Space science and so will be in the perspective of Exogeography. Virtual models created from observed data and geographic information can be used for simulations, enabling to verify the behavior of systems, whether human- or machine-driven, or both (Banks, 2009, pp. 5-7). This not only allows to familiarize operators and organizations with carrying out certain tasks for which practice in Space could not be conveniently offered: it also allows to more easily detect potential criticalities and issues that could emerge, before the problems show-up in concrete operation (Kranz, 2000, pp. 234-235).

Simulations in Space Science have been in place for decades, involving setting-up of technologies and crews for what could not be tested in practice. In recent years, more general analog missions are conducted in Terrestrial environments (so-called «analog») whose characteristics replicate (in part or in all) expected environmental conditions on other celestial bodies (von Ehrenfried, 2019, p. 199; Gingras *et al.*, 2020 p. 2; Ito *et al.*, 2022, p. 1; D’Incecco *et al.*, 2024, p. 1). Although some of these analog missions involve setting up technologies and procedures to be performed in future Extra-Terrestrial settings, some other involve more human-related aspects such as long term permanence in confined environments, medical or psychological dimensions, relational studies (Bell, Brown and Mitchell, 2019, pp. 1-4). If long spaceflights and/or stays in crewed gateways or surface stations are to

be considered, then this type of experimentation is just as important as medical or biological research, addressing general issues of suitability or unsuitability of direct human presence and action (Campa, Szocik and Braddock, 2019). Furthermore, all of these investigations should consider a progressively wider envelope of personnel categories, as future astronauts or Space/planetary settlers might not necessarily be of the traditional, highly skilled, highly trained and physically quasi-flawless human type.

It is way too early to envision large permanent settlements on the Moon and on Mars: mass-migrations are beyond present-day technical capabilities and they would only make sense in case of world-wide catastrophes which are possible but far from imminent (for some scenarios of the Moon as a refuge, see Szocik, 2021). It is already feasible – and reasonable – to start inquiring about small temporary communities of well qualified and trained personnel settling on the Moon and on Mars to directly supervise and maintain automated processes of some value for Earth's communities (Campa, Szocik and Braddock, 2019, pp. 162, 168). While solutions for dealing with exposure to cosmic radiation, meteoroids and other hostile phenomena are found by science, possible scenarios consider to settle human crews in appropriately equipped habitats or caves (Von Ehrenfried, 2019; Modi, Acker and Gutierrez, 2023; Puumala, Sivula and Letho, 2023; Vidimachenko, 2024), far more a viable approach than attempting terraforming processes (Javaheri Khah and Valiente Lopez, 2023). It is already possible, indeed at the operational level, to create long-term orbiting outposts around Earth, e.g. the ISS (Damjanov and Crouch, 2018) and around the Moon, e.g. the Lunar Gateway (Fuller *et al.*, 2022).

Scientific and technological progress allows for envisioning increasingly realistic and accurate simulations, capable of replicating at a very high level of similarity operational situations and contexts of Space travel and settlement. On the one hand, these simulations are a

set of powerful training tools for future Space scientists, travelers and operators; on the other hand, they dramatically boost the potential of teaching and learning, and also popularizing conditions, means and problems of the future travels that will expand human reach to unprecedented levels.

Place names leaving Earth

According to Angelo Turco (1988 and 2010), the first logical step in a new territorialization process is denomination, i.e. place-name assignment. An individual or a community assign toponyms based on their specific worldview and every new place name is both an anchor to a conceptualization of Space and an expression of meaning for the culture that generates it. In other words, the first step for creating a place is to assign to a certain space a name that serves as a marker towards layers of symbolical textures created as a product of material, historical and social interactions. Places are understood as outcomes of experience, shared by individuals and communities within a certain culture.

The observation of some specific place-name assignments to locations on the Moon and on Mars offers insights about the potential evolution of a territorialization process. They provide further evidence of the geographical process of human perspective moving potentially away from Earth, towards new possible future contexts.

When Apollo 11 arrived to the Moon, the descent of its Lunar Module (LM), callsign «Eagle», was more adventurous than expected. A computer malfunction forced commander Neil A. Armstrong to switch control to manual mode and personally guide the spacecraft down to the surface of the Moon. The landing site was therefore not exactly the planned one (Collins, 2019, pp. 399-404). Yet, upon touch-down, Armstrong wanted first of all to reassure ground controllers at Houston by confirming the successful arrival. He therefore used

the message: «Tranquility Base here, the Eagle has landed» (National Aeronautics and Space Administration, 1969, p. 317). This expression contained two important pieces of technical information. First, spacecraft Eagle had stopped its relative motion with regard to the Moon and was safely on the surface in a place to be called, from that moment on, Tranquility Base, after the wider geographical region of Mare Tranquillitatis (which means «Sea of Tranquility»). Second, Apollo 11 had just set the first static human outpost on the Moon. But then, the technical information had a major, anthropological implication: Armstrong had just given it a toponym, hence setting the first direct place-name assignment by a human explorer physically present somewhere outside of Earth. This act was similar – even more historically relevant – to Christopher Columbus naming his first landing island «San Salvador» after his dangerous voyage across the Atlantic (Columbus, 1493). The perspective of place-name assignment, once again, follows, outside of Earth, a process similar to that occurred for centuries on our planet.

The evolution of how toponyms are assigned to celestial bodies reflects, in a sense, that of human exploration of those bodies. I am not referring to the formal procedures: since 1922, the International Astronomical Union (IAU) rules Space objects naming and establishes criteria for the operation, its role having been recognized at the highest level by the United Nations (United Nations, 1982)². Rather, the focus is on the conceptual process that generates the names (or the candidate names) converging to the assignment, before and after the advent of IAU.

In the early days of Space observation, when Astronomical Geography was entirely based on data and measurements from the surface of the Earth, it was common to find echoes of purely Terrestrial concepts or categories in selected toponyms. The coexistence, layering and sometimes competition of names based on

² See also <https://www.iau.org/public/themes/naming/> (last accessed: February 20th, 2024).

similarities, or based on associations between new discoveries and ancient cultural and mythological references, made the process quite complex (Montgomery, 1999, pp. 192-218). Whatever the criteria for decision, while exploration technologies developed, features on other celestial bodies were initially named after objects and concepts of Earth; the correspondence was often literal: there are Alpes Montes on the Moon, named after the Alps on Earth by Hevelius in the 17th century; Hellas and Lybia on Mars, named after the corresponding geographical regions of Earth by Giovanni Schiaparelli in the 19th century (Vidimachenko, 2024, p. 219).

With the development of astronomical exploration, the capability of sensors brought closer to the observed landscapes, enabled to dramatically increase the resolution of imagery, boosting the cartographic scale of representation and even making it possible to see what had never been seen before in human history, e.g. the far side of the Moon. Massive new data and information were to be processed, a plethora of new toponyms were to be assigned. In this phase, scientists, technicians and prophets of Astronautics became increasingly aware of their pivotal role, thus opening a new season of toponyms chosen after those who made the new exploration possible (Shevchenko, Rodionova and Michael, 2016). Then came the first direct exploration by astronauts and unmanned spacecraft, physically moving on the Moon, Mars and Venus, taking direct measures, collecting rock samples, performing increasingly complex scientific tasks. Exploration, consequently, ceased to be conducted from Earth; and began to be carried out on the very celestial body, «on behalf» of scientists on Earth. The *event of exploration*, in other words, was not happening on Earth through observing something in a far-off place; rather, it was happening *closer* or even *in* the remote place. This change in perspective was reflected in some toponyms: Valles Marineris on Mars owes its name to the automated probe (Mariner 9) that surveyed it for the first time in 1971 (Duxbury *et al.*,

2014, p. 10). When Mars Exploration Rover «Opportunity» arrived at the rim of Endeavour crater, the spot was informally called «Spirit Point» by NASA (Jet Propulsion Laboratory, 2011) after the name of Opportunity's twin rover «Spirit», which had recently ceased operating after a successful mission. Around the aforementioned Tranquility Base on the Moon, small craters Armstrong, Collins and Aldrin were named after the astronauts who visited the place (Shevchenko, Rodionova and Michael, 2016, p. 100). This is the revealing reiteration of a century-old geographical process. Venezuela, for instance, owes its name to the resemblance found by Amerigo Vespucci of a stilt settlement in the gulf of Maracaibo with the appearance of Venice in the northern Italian peninsula. The concept of such association was soon lost and Venezuela became a widely known toponym with its own symbolical and experiential value, as European explorers and colonizers established their territorialization in the area (Iannettone, 2003, pp. 369-370). New Plymouth, on the coast of present-day Massachusetts where the Pilgrim Fathers set foot in 1620, had been named by Captain John Smith after the British city, like many other sites in the region he had called New England (Smith, 2006, pp. iii, 3).

Later, however, in the Americas, toponyms flourished with no connection whatsoever to remote homelands: rather, with direct reference to the physical, cultural and situational elements settlers encountered in the New World. Two easy examples: Yellowstone owes its name to a characteristic geological conformation (Keefer, 1972 pp. 3-4), Salt Lake City to its proximity with Utah's Great Salt Lake (Tullidge, 1886). The naming process in Outer Space just follows the same type of experience-based evolution in the new worlds beyond Earth.

Conclusions

Exogeography is Geography that continues out of the boundaries

of Earth, facing old questions in new contexts. It is clear that this new branch of research and application will need to foster cross-disciplinary approaches, similarly – and even more – to what happened in the historical evolution of Terrestrial Geography. The need of getting a comprehensive picture of opportunities and issues requires that kind of strategy (Tuckler and Alewine, 2023). It is evident that, along with the traditional hard science-perspectives, social sciences and humanities too will become more and more relevant in Space exploration.

Since the dawn of civilization, human groups began to develop Geography as a scientific and cultural discourse to answer fundamental questions about their place in the world. In order to succeed, they had to draw on elements from Astronomy, Math, Geometry, History, Philosophy, Anthropology. After many centuries, Geography integrates hard-sciences with social studies and, now that we are getting deeper into the 21st century, it should start reflecting on new possible worlds, bringing its specific point-of-view for a fruitful discussion (Pass, 2020). Moving its first small steps beyond its traditional frontiers, Geography is joining, along with other humanities, the usual fields of hard-sciences – Astronomy, Astrophysics, Planetology, Geology – in a wider, common quest for knowledge (Dick, 2016). The simple reason is that the time has come in which human expansion in the Solar System begins to *actually happen*. The possibility of permanent crewed orbiting stations (around Earth, the Moon and, possibly, Mars) is well studied and demonstrated by several decades of successful activities in low-Earth orbit. From what was achieved in the past, Lunar or Martian gateways and bases will not be much more than a matter of technical improvements (von Ehrenfried, 2019, p. 96). Many questions remain on how humans will be able to deal with long travel in hostile environments: however, similar, apparently overwhelming problems were solved several times in history. Present-day humankind's technological level is continuously increasing and there is no reason to believe that they

cannot be solved again by science in the future (Giang *et al.*, 2023).

Humans should be landing on the Moon and establishing permanent gateways and surface activities by the half of the current century. At some point between its end and the beginning of the 2100s, it is possible that there will be early settlements on Mars. Then what?

Our history on Earth teaches that the boundaries of the *Ecumene* have been pushed ahead, either constantly or by relatively sudden expansions, sometimes triggered by political and historical contingencies. Whatever the circumstances, spaces which were originally out of reach become first marginal, then actual contexts for human presence and activity. In each context, human groups take time and effort to establish methods so as to stay and to take advantage from the newly «conquered» status.

When this happens, accessibility and usability of acquired spaces progressively make them convenient to exploit, possibly generating geopolitical confrontation.

The current rush to the Moon after over half a century of virtual neglect, by traditional and new players, indicates that our satellite is now already worth the effort by its sole presence. As a target to be reached, it offers a goal to several nations for showing their power of proposal, along with their technical and industrial capabilities. Though for entirely Terrestrial purposes, with some continuity and variations from the race to Space of the old 1950s-1970s, the Moon is already proving to be a resource to be exploited, at least politically.

On the other hand, however, the history of Space exploration provided several elements to support that international cooperation and distributed efforts will be necessary.

They will be required to speed-up endeavours and, most of all, to increase their effectiveness. A demonstration-by-contrast of this fact is a side-consequence of the Russia-Ukraine war begun in 2022. The conflict reverberated quite heavily on international Space exploration programmes, by interrupting a long and fruitful collaboration between

the US, EU and Russia on some crucial *dossiers*. It *de facto* caused years of delay in already scheduled activities and some of them might turn out obsolete by the time they can reach operational status.

If the hypothesized human colonies and settlements will be successfully established – it all depends on whether they will be profitable in some sense or not – it is likely that their geographical relationship with «homeland» Earth will be for a long time in an «island-to-mainland» type of connection. It is far too early to try and see farther; but the way is open and the expansion of the *Ecumene* is moving to new chapters.

The future will be in the hands of new generations, as it has always been in the past millennia.

References

- Banks M. C., (2009), *What is Modeling and Simulation?*, in J. A. Sokolowski and C. M. Banks (eds.), *Principles of Modeling and Simulation. A Multidisciplinary Approach*, Hoboken, John Wiley & Sons Inc.
- Bell S.T., S.G. Brown and T. Mitchell (2019), *What We Know About Team Dynamics for Long-Distance Space Missions: A Systematic Review of Analog Research*, in «Frontiers in Psychology», 10, 811, pp. 1-21, (<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00811>; last accessed: March 4th 2024).
- Bratspies R. M. (2009), *Human Rights and Arctic Resources*, in «Southwestern Journal of Law and Trade in the Americas», 15, pp. 251-281.
- Campa R., K. Szocik and M. Braddock (2019), *Why Space Colonization will be Fully Automated*, in «Technological Forecasting & Social Change», 143, pp. 162-171.
- Casagrande G. (2021), *Luoghi nello spazio: alcune prime sfide dell'esogeografia di fronte alla presenza e alle attività umane al di fuori della Terra*, in «Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia» (SSRG), XXXIII, 2, pp. 37-50.
- Collins M. (2019), *Carrying the Fire. An Astronaut's Journey*, New York, Farrar Straus and Giroux.
- Collis C. (2016), *Res Communis?: A Critical Legal Geography of Outer Space, Antarctica, and the Deep Seabed*, in J.S. Ormrod and P. Dickens (eds.), *The Palgrave Handbook of Society, Culture and Outer Space*, London, Palgrave Macmillan, pp. 270-293.
- Columbus C. (1493), *Epistola Christofori Colom: de insulis Indie supra Gangem nuper inventis* [*Letter of Christopher Columbus: on the islands of India beyond the Ganges recently discovered*], The Gilder Lehrman Institute of American History, (<https://www.gilderlehrman.org/sites/default/files/content-images/01427.jpg>, last accessed: February 11th, 2024).
- D'Ascenzo A. (2010), *L'esplorazione dello spazio. Verso città e sedi umane extraterrestri*, in A. Pel-

- licano (ed.), *Città e sedi umane fondate fra realtà ed utopia*, Locri, Franco Pancallo Editore, pp. 323-335.
- D'Ascenzo A. (2021), *Il viaggio prima del viaggio. Credenze, miti e desideri dalle esperienze odepatiche terrestri a quelle extraterrestri*, in A. D'Ascenzo (ed.), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma, Centro Italiano di Studi Storico-Geografici (CISGE), pp. 265-297.
- D'Incecco P. J. Filiberto, J.B. Garvin, G.N. Arney, S.A. Getty, R. Ghail, L.M. Zelenyi, L.V. Zasova, M.A. Ivaniv, D.A. Gorinov, S. Bhattacharya, S.S. Bhiravarasu, D. Putrevu, C. Monaco, S. Branca, S. Aveni, I. López; G.L. Eggers, N. Mari, M. Blackett, G. Komatsu, A. Kosenkova, M. Cardinale, M. El Yazidi, G. Leone and G. Di Achille (2024), *Mount Etna as a Terrestrial Laboratory to Investigate Recent Volcanic Activity on Venus by Future Missions: A Comparison with Idunn Mons, Venus*, in «Icarus», 411, 115959, pp. 1-11, (<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2024.115959>; last accessed: March 4th, 2025).
- Damjanov K. and D. Crouch (2018), *Orbital Life on the International Space Station*, in «Space and Culture», 22, 1, pp. 77-89.
- De Weck O., A. Siddiqi, M. Moraguez, A. Trujillo, G. Lordos, M. Sarang (2018), *Commercial Space Technology Roadmap*, Boston, MIT Strategic Engineering.
- Dick S.J. (ed.) (2016), *Historical Studies in the Societal Impact of Spaceflight*, Washington D.C., NASA.
- Dunnett O. (2023), *The Spaces of Outer Space*, in Salazar, J.F. and A. Gorman (eds.), *The Routledge Handbook of Social Studies of Outer Space*, London, Routledge, pp. 84-95.
- Duxbury T.C., A.V. Zakharov, H. Hoffman and E.A. Guinness (2014), *Spacecraft Exploration of Phobos and Deimos*, in «Planetary and Space Science», 102, pp. 9-17.
- European Space Agency (2023), *ESA's Annual Space Environment Report*, September 12th (https://www.esa.int/Space_Safety/ESA_s_Space_Environment_Report_2023; last accessed: February 20th, 2024).
- European Space Policy Institute (2023), *More than a Space Programme. The Value of Space Exploration to Empower the Future of Europe*, (<https://www.espi.or.at/wp-content/uploads/2023/11/231115-More-than-a-Space-Programme.pdf>; last accessed: February 13th, 2024).
- Fuller S., E. Lehnhardt, C. Zaid and K. Halloran (2022), *Gateway Program Status and Overview*, in «Journal of Space Safety and Engineering», 9, pp. 625-628.
- Giang L.A., M.T. Tran, S. Balossino and M. Makki (2023), *Urbanizing Mars. Establishing an Urban Framework for Martian Settlement Through Sequential Evolutionary Simulations*, in «HUMAN-CENTRIC». Proceedings of the 28th International Conference of the Association of Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), vol. 1, Hong Kong, Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA), pp. 291-300.
- Gingras D., T. Lamarche, P. Allard, N. Jackson, S. Gemme, M. Taylor, C. Taylor, C. Dubois, G. Faubert and M. Picard (2020), *Lunar Exploration Analogue Deployment (LEAD): Overview of the 2017-2019 Robotic Sample Return Mission Simulations*, in «SAIRAS2020-Papers», 5015 (<https://www.bou.usra.edu/meetings/isairas2020fullpapers/pdf/5015.pdf>; last accessed: March 4th, 2025).
- Glassner M. I. (1991), *The Frontiers of Earth - and of Political Geography: The Sea, Antarctica and Outer Space*, in «Political Geography Quarterly», 10, 4, pp. 422-437.

- Hines R.L. (2022), *Heavenly Mandate: Public Opinion and China's Space Activities*, in «Space Policy», 60, 101460, pp. 1-11 (<https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2021.101460>; last accessed: February 4th, 2025).
- Iannettone G. (2003), *Italianos en la historia de Venezuela*, in «Ecclesia», XVII, 3, pp. 367-381.
- Ito G., J. Flahaut, O. González-Maurel, B. Godoy, V. Payet and M. Barthez (2022), *Remote Sensing Survey of Altiplano-Puna Volcanic Complex Rocks and Minerals for Planetary Analog Use*, in «Remote Sensing», 14, 2081, pp. 1-26, (https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/196448/Remote_sensing.pdf?sequence=1; last accessed: February 4th, 2025).
- Javaheri Khah A.H. and M. Valiente López (2023), «Construction on Mars». *Proceedings of the 5th International Congress on Engineering, Technology & Innovation (Darmstadt, Germany, October 7-8, 2023)*, in «Zenodo», (<https://doi.org/10.5281/zenodo.10775796>; last accessed: February 4th, 2025).
- Jet Propulsion Laboratory (2011), «Spirit Point» Vista from Opportunity, in «Stereo» (<https://www.jpl.nasa.gov/images/pia14531-spirit-point-vista-from-opportunity-in-stereo>; last accessed: February 4th, 2024).
- Keefer W.R. (1972), *The Geologic Story of Yellowstone National Park*, in «U.S. Geological Survey Bulletin», 1347, (<https://doi.org/10.3133/b1347>; last accessed: March 4th, 2025).
- Kennedy B. and A. Tyson (2023), *Americans' Views of Space: U.S. Role, NASA Priorities and Impact of Private Companies*, Washington D.C., Pew Research Center.
- Kranz G. (2000), *Failure is not an Option. Mission Control from Mercury to Apollo 13 and Beyond*, New York, London, Toronto, Sydney, Simon and Shuster Paperbacks.
- Launius R.D. (2017), *NASA's Quest for Human Spaceflight Popular Appeal*, in «Social Science Quarterly», 98, 4, pp. 1216-1232.
- Marshall T. (2023), *The Future of Geography*, London, Elliott & Thompson.
- McCannon J. (2013), *A History of the Arctic. Nature, Exploration and Exploitation*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Meriç Yazıcı A. and J. Haqq-Misra (2022), *Prediction and Possible Solutions for the Sustainability of Mars Settlement*, in «Studia Humana», 11, 1, pp. 22-31.
- Modi P., D. Acker and E. Gutierrez (2023), *Technical Probe and Rudimentary Analysis of the DIANA Lunar Base Site*, in *Proceedings of the 74th International Astronautical Congress (IAC)*, (Baku, Azerbaijan, 2-6 October 2023), Paris, International Astronautical Federation, pp. 1-12.
- Montgomery S.L. (1999), *The Moon and the Western Imagination*, Tucson, The University of Arizona Press.
- Nadeau F. (2013), *Explaining Public Support for Space Exploration Funding in America: A Multivariate Analysis*, in «Acta Astronautica», 86, pp. 158-166.
- Naß A., K. Di, S. Elgner, S. van Gasselt, T. Hare, H. Hargitai, I. Karachevtseva, E. Kersten, N. Manaud, T. Roatsch, A.P. Rossi, J. Skinner and M. Walisch (2017), *Planetary Cartography and Mapping: Where We are Today, and Where are We Heading for?*, in «The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences», Vol. XLII-3-W1, pp. 105-112.
- National Aeronautics and Space Administration - NASA (1969), *Apollo 11 Technical Air-to-Ground Voice Transcription (GOSS NET 1). Prepared for Data Logistics Office Test Division Apollo Spacecraft Program Office*, Houston, Manned Spacecraft Center, (July).
- O'Leary B.L. and P.J. Capelotti (eds.) (2015), *Archaeology and Heritage of the Human Movement into Space*, Cham, Springer.

- Pass J. (2020), *Astrosociology on Mars*, in G. Pezzella and A. Viviani (eds.), *Mars Exploration. A Step Forward*, London, IntechOpen, pp. 1-38 (<https://www.intechopen.com/chapters/72940>); last accessed: March 4th, 2025).
- Puumala M., O. Sivula and K. Letho (2023), *Moving to Mars: The Feasibility and Desirability of Mars Settlements*, in «Space Policy», 66, 101590.
- Pyne, S.J. (1988), *Space: A Third Great Age of Discovery*, in «Space Policy», 4, 3, pp. 187-199.
- Shevchenko V., Z. Rodionova and G. Michael (2016), *Lunar and Planetary Cartography in Russia*, Cham, Heidelberg, New York, Dodrecht, London, Springer.
- Smith J. (2006), *A description of New England (1616): An Online Electronic Text Edition*, in P. Royster (ed.), University of Nebraska (<https://digitalcommons.unl.edu/etas/4/>); last accessed: March 4th, 2025).
- Spence J., E. Alexander, R. Rødven and S. Harriger (2023), *What Makes the Arctic and its Governance Exceptional? Stories of Geopolitics, Environments and Homelands*, in «Arctic Yearbook 2023», pp. 1-17 (https://arcticyearbook.com/images/yearbook/2023/Scholarly_Papers/17_Spence_AY2023.pdf); last accessed: March 4th, 2025).
- Surdich F. (2021), *Lo sbarco sulla Luna fra trionfalismi e polemiche*, in A. D'Ascenzo (ed.), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma, CISGE, pp. 31-40.
- Szocik K. (2021), *Lunar Settlement, Space Refuge and Quality of Life: a Prevention Policy for the Future of Humans on Luna*, in M. Boone Rappaport and K. Szocik (eds.), *The Human Factor in the Settlement of the Moon. An Interdisciplinary Approach*, Cham, Springer, pp. 209-220.
- The Antarctic Treaty* (1959), December 1, ([https://www.ats.aq/e/antarctic treaty.html#:~:text=The%20Antarctic%20Treaty%20was%20signed%20in%20Washington%20on,since%20been%20acceded%20to%20by%20many%20other%20nations](https://www.ats.aq/e/antarctic treaty.html#:~:text=The%20Antarctic%20Treaty%20was%20signed%20in%20Washington%20on,since%20been%20acceded%20to%20by%20many%20other%20nations;)); last accessed: March 4th, 2025).
- Tsiolkovsky K.E. (2006), *Selected Works, Marov M.Ya.*, Moscow, Mauka (second edition).
- Tuan Y.F. (2011), *Space and Place. The perspective of experience*, Minneapolis, University of Minnesota Press.
- Tuckler B.P. and H.C. Alewine (2023) *Everybody's Business to Know About Space: Cross-Disciplinary and the Challenges of the New Space Age*, in «Space Policy», 66, 101573, (<https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2023.101573>); last accessed: March 4th, 2025).
- Tullidge E.W. (1886), *History of Salt Lake City*, Salt Lake City, Star Printing Company.
- Turco A. (1988), *Verso una teoria geografica della complessità*, Milano, Unicopli.
- Turco A. (2010), *Configurazioni della Territorialità*, Milano, FrancoAngeli.
- United Nations (1966), *Resolution Adopted by the General Assembly 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»*, 1499th Plenary Meeting, December 19th.
- United Nations (1979), *Resolution Adopted by the General Assembly 34/68. «Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies»*, 89th Plenary Meeting, December 5th.
- United Nations (1982), *Fourth United Nations Conference on the Standardization of Geographical Names. (Geneva, 24 August-14 September 1982)*.
- Vidimachenko A.P. (2024), «Which Caves are better Suited for Living on Mars?. Innovative Development of Science, Technology and Education». Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, (Vancouver, January 18-20, 2024), Vancouver, Perfect Publishing, UDC 523.43, pp. 237-246.
- Vidimachenko A.P. (2023), «Coordinates and Names of Surface Details on Mars. Science

and Technology: Problems, Prospects and Innovations». Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference (Osaka, April 13-15, 2023), CPN Publishing Group, Osaka, p. 217-226.

Von Ehrenfried M. (2019), *From Cave Man to Cave Martian. Living in Caves on the Earth, Moon and Mars*, Cham, Springer.

ESOGEOGRAFIA. DA SCIENZA DEL TERRITORIO A SCIENZA DELLO SPAZIO

di Giuseppe Borruso

Introduzione

Parlare di Esogeografia significa prendere in considerazione il rapporto uomo-ambiente, centrale negli studi geografici moderni relativi alla Geografia umana, alla luce delle sfide che, a partire dalla seconda metà del Ventesimo secolo il genere umano ha inteso cogliere seguendo un duplice istinto: quello dell'avventura, per «arrivare là dove nessuno è mai giunto prima» (come da citazione originale della serie TV Star Trek, ripresa a sua volta dal poeta portoghese Luís de Camões, nella sua celebrazione delle vicende portoghesi a seguito di Vasco de Gama nei suoi viaggi verso le Indie; Puchner, 2023) assieme a quello, più strategico, della ricerca di nuovi spazi, nuovi luoghi dove poter, un giorno, dirigersi per nuove opportunità di sviluppo, di acquisizione di risorse, di nuovi luoghi di possibile, futuro insediamento (Dunnet e altri, 2017; Scarpelli, 2021).

Il momento attuale vede un rinnovato interesse nei confronti dello Spazio, e una nuova «corsa allo spazio» sembra configurarsi, consolidata su aspetti più «maturi» e strutturati, volti ad affrontare, soprattutto, in prospettiva, il secondo punto citato sopra, ovvero lo stabile sfruttamento di possibili risorse, necessarie e fondamentali in un mondo energivoro e ipertrofico, nonché le future ipotesi di realizzazione di insediamenti extraterrestri.

Gli anni Duemila hanno probabilmente rappresentato la frontiera mancata, nelle aspettative delle generazioni cresciute a cavallo tra gli anni Sessanta e Ottanta del secolo scorso, testimoni del rapido avanzamento delle esplorazioni spaziali, dalle missioni Apollo alle missioni Space Shuttle, fino ad arrivare alla stazione orbitante internazionale. Il *trend* di lanci di successo e sbarchi sulla Luna, lo sviluppo di strumenti e

sensori lanciati in orbita per le telecomunicazioni e il telerilevamento, nonché le numerose sonde che solcano lo Spazio (ad esempio la sonda Voyager 2, ancora in contatto con la Terra dopo decenni e ormai uscita dal Sistema Solare) avevano ispirato la letteratura, la cinematografia e, in generale, l'immaginario collettivo verso nuove frontiere da varcare nei fatidici anni Duemila, celebrati come momento di svolta e di rivoluzione, anche nelle esplorazioni spaziali, compreso lo stabile insediamento umano in colonie extraterrestri.

Oggi, nella terza decade inoltrata del XXI secolo, una nuova «corsa allo spazio» sembra prendere piede, con lo sviluppo di progetti e di missioni spaziali di vario tipo, che sembrano porre le basi per una ripresa dell'entusiasmo e della capacità di sognare propri del secolo precedente. Il tutto con una notevole accelerazione, nonostante le crisi geopolitiche in atto da diverse parti del mondo.

In questo il ruolo della Geografia assume aspetti e caratteri centrali, nel fornire metodi, modelli e chiavi di lettura per interpretare i fenomeni in atto e provare a tratteggiare scenari di ricerca e di studio. Lo sviluppo di una Esogeografia richiama il concetto di spazio, già caro alla Geografia, ma nella sua accezione di spazio esterno, esplorato e rappresentato, in particolare dalla seconda metà del XX secolo, nella musica, nei fumetti, nella letteratura, nella cinematografia. La nuova corsa allo spazio richiama teorie, modelli e strumenti propri della Geografia e, di fatto, la ringiovanisce e la rilancia, in quanto mette la disciplina a contatto con sfide che hanno una scala e una dimensione diversa, fuori dall'ordinario, rispetto ai confini fisici della Terra. La corsa richiama l'era delle grandi esplorazioni del mondo, che hanno portato allo stimolo di nuovi paradigmi e nuove forme di conoscenza dell'ambito dell'agire umano (Casagrande, 2021; D'Ascenzo, 2010; 2021a; 2021b).

Le esplorazioni terrestri per un lungo periodo di tempo sono state l'oggetto principale della Geografia. Scoprire nuovi mondi, nuovi territori: gli studi geografici monografici erano il modo principale per

conoscere parti di territorio e luoghi fino ad allora incogniti. D'altra parte nell'ambito della Geografia, e della Geografia economica in particolare modo, occuparsi di insediamenti, risorse, localizzazione di attività produttive è diventato rilevante e centrale, così come affrontare i rapporti fra pubblico e privato. La scarsità delle risorse porta, soprattutto, a guardare la Luna, il nostro satellite più vicino, in particolar modo per quanto riguarda i materiali richiesti dalla transizione digitale, energetica ed ecologica. La Luna potrebbe diventare una delle destinazioni dove insediare attività di estrazione, e quindi insediamenti, sicuramente in buona parte automatizzate, ma che avranno in ogni caso bisogno della presenza umana, riprendendo quindi e ripensando gli studi tradizionalmente legati alla Geografia mineraria.

La domanda sviluppata in questo lavoro è rivolta alle sfide poste alle Scienze geografiche nell'affrontare le evoluzioni dell'esplorazione umana verso luoghi «altri» rispetto a quelli legati allo spazio geografico in senso stretto e tradizionalmente analizzato, ovvero quello terrestre. L'interazione uomo-ambiente, infatti, già ricordata come oggetto centrale degli studi geografici, si amplifica e si estende al di fuori dei confini terrestri, verso nuovi corpi celesti, quali la Luna e Marte, tanto per citare quelli più vicini e oggetto di missioni esistenti o programmate nel futuro più prossimo, ma anche allo spazio di prossimità alla Terra o quello esterno, ancora più lontano. Strumenti di interazione indiretta, come le sonde, i satelliti, ecc., sono già ampiamente presenti nell'orbita terrestre e in quelle extraterrestri, oltre che su corpi celesti diversi. Nuove missioni umane sono altresì previste, nell'ottica di mantenere presenze più strutturate e stabili al di fuori della Terra. Duplici sono pertanto le sfide analizzate e brevemente tratteggiate nel presente lavoro, che non pretende di riuscire a fornire un'esauritiva copertura dell'argomento, quanto di accennare alcune possibili direttrici di ricerca e di approfondimento. Nella restante parte del contributo si cercherà di porre l'attenzione su due aspetti principali.

Il primo riguarda soprattutto questioni legate alla rappresentazione cartografica, che, soprattutto grazie alle riprese satellitari e alle immagini inviate dalle sonde, ha contribuito ad aggiornare le diverse interpretazioni e visualizzazioni dei corpi celesti da parte dei nostri predecessori. Si vedrà come le tecniche di visualizzazione cartografica possano beneficiare delle esperienze legate alla rappresentazione della Terra e di quali possibili prospettive di evoluzione vi possano essere. Il secondo punto si concentra sui metodi e i modelli propri della Geografia che possano trovare applicazione in qualità di studi esogeografici, collegati, quindi, a contesti differenti rispetto a quelli terrestri. Aspetti geopolitici, geoeconomici, di Geografia industriale, urbana e dei trasporti, oltre che legati alla popolazione, sono sicuramente quelli più immediatamente configurabili, da un lato riferendosi alle dinamiche già in atto e previste nel futuro più prossimo e immediato, dall'altro nell'ipotesi, quasi fantascientifica – ma non troppo lontana dalla realtà – di nuovi insediamenti stabili in luoghi diversi da quelli terrestri.

Tale disamina richiederà quei metodi e modelli propri della Geografia che potrebbero avere una futura evoluzione e adattamento alla scala esogeografica. Una discussione finale evidenzierà le criticità, le prospettive, le opportunità che la scala esogeografica offre nell'affrontare le evoluzioni del rapporto uomo-ambiente. La Geografia assume un ruolo nuovamente importante nel suggerire approcci, soluzioni e opportunità nelle scelte future legate a questo rinnovato concetto di «spazio». Argomentazioni conclusive forniranno possibili spunti per filoni di ricerca da approfondire nell'immediato futuro.

Cartografia e rappresentazioni spaziali

Il ricorso alla rappresentazione cartografica e ai sistemi informativi geografici è centrale nel discorso della Esogeografia e della mappatura dei corpi celesti diversi da quello terrestre.

Gli argomenti nodali riguardano gli studi che connettono la Geografia e i suoi strumenti allo Spazio. Ciò è vero, in particolare, per quanto attiene all'aspetto cartografico e geodetico, strumentale alla visualizzazione e alla rappresentazione nonché alla pianificazione delle attività che andranno a svilupparsi nei «nuovi» contesti planetari. Nostre «protesi lunghe» stanno solcando il suolo marziano e quello lunare, oltre che «volando» nello Spazio esterno: un'interazione mediata con ambienti diversi da quello terrestre, di fatto, la stiamo già vivendo (Batson, 1976; Deuchlera e altri, 2004; Hargitai e altri, 2017).

Dalle forme analogiche a quelle digitali, la rappresentazione dei corpi celesti ha destato l'interesse umano sin dal passato più lontano, con le osservazioni a occhio nudo, tramite telescopi, e, più recentemente, con l'avvio dei programmi spaziali, come le missioni Apollo (fig. 1).

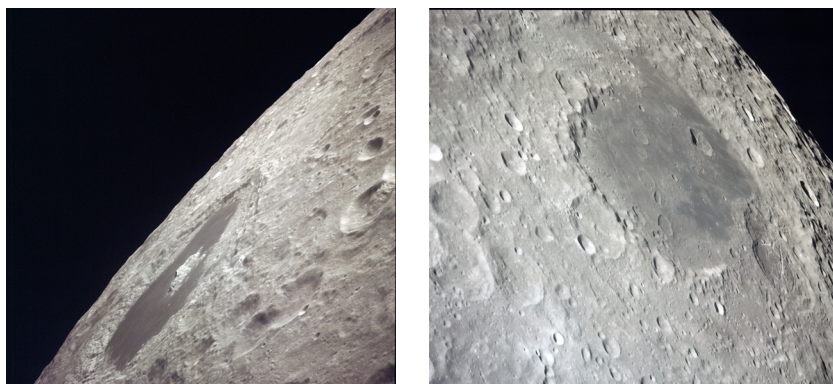


Fig. 1. Cratere Tsiolkovskiy e Mare Moscoviense, Missione Apollo 13

Fonte: NASA's Scientific Visualization Studio (2020), <https://svs.gsfc.nasa.gov/4791> (ultimo accesso: 25.III.2025)

L'Esogeografia, la Cartografia planetaria e l'applicazione dei Sistemi Informativi Geografici rimangono un ambito relativamente nuovo nel panorama italiano, almeno per quanto attiene alle scienze e discipline geografiche (a parte recenti eccezioni: D'Ascenzo, 2021a, 2021b). Il tema è alquanto consolidato, al contrario, in numerosi

contesti internazionali, non ultime presso le commissioni *ad hoc* che l'International Cartographic Association (ICA) dedica alla Cartografia planetaria (fig. 2), che si occupa di studiare il *mapping* e gli aspetti geodetici e cartografici dei corpi celesti, o presso la XXX Conferenza Internazionale di Cartografia (ICC) tenutasi a Firenze nel 2021 (Hargitai, 2019; Shingareva e altri, 2005; Stooke, 2012).



Fig. 2. Iniziative di cartografia planetaria: a) International Cartographic Association; b) Europlanet Science Congress; c) Digital Museum of Planetary Mapping
 Fonti: a) <https://planetcarto.wordpress.com/> (ultimo accesso: 2.II.2024); b) <https://www.europlanet-society.org/eps2022/> (ultimo accesso: 2.II.2024); c) <http://planetariummapping.elte.hu/> (ultimo accesso: 2.II.2024)

Da decenni i satelliti da telerilevamento scandiscono la superficie e l'atmosfera terrestre, raccogliendo dati importanti riguardo al nostro pianeta, e fornendoci serie oramai storiche utili a osservare i mutamenti in atto sul nostro corpo celeste. Anche le missioni spaziali, tuttavia, fin dalla loro origine, hanno contribuito a fornire immagini, dapprincipio sgranate e sbiadite, poi via via più dettagliate, dei corpi celesti più o meno vicini a noi. I dati a disposizione da parte di enti e agenzie che si occupano di missioni spaziali possiedono, infatti, serie di dati molto importanti, sempre più accessibili in modalità aperta, che possono rappresentare fonti utilissime per i ricercatori e gli studiosi. I globi virtuali che ormai conosciamo bene (es. Google Earth) contengono esempi dei maggiori e più familiari corpi celesti mappati (es. Luna e Marte; Messeri, 2017) e tutta una serie di strati informativi disponibili, tra cui i siti in cui le diverse sonde ne hanno toccato il suolo (figg. 3, 4 e 5).

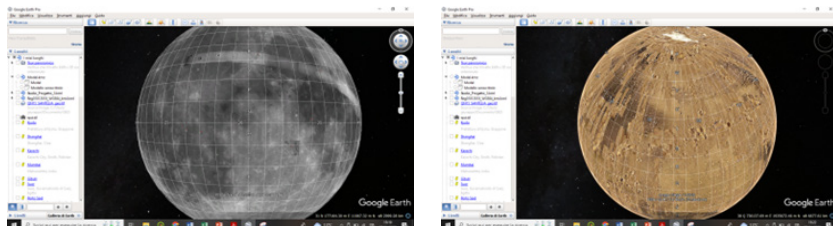


Fig. 3. Globi virtuali di corpi celesti extraterrestri (Luna; Marte)
Fonte: GoogleEarth

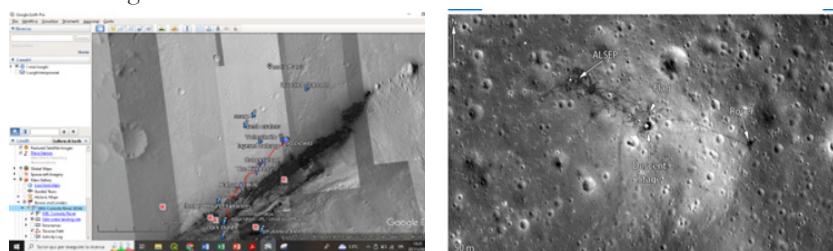


Fig. 4. I siti interessati dalle missioni lunari e percorsi sulla superficie
Fonte: a) GoogleEarth; b) Nasa, Lunar Reconnaissance Orbiter Camera, siti Apollo 15; <https://www.lroc.asu.edu/about> (ultimo accesso: 2.II.2024)

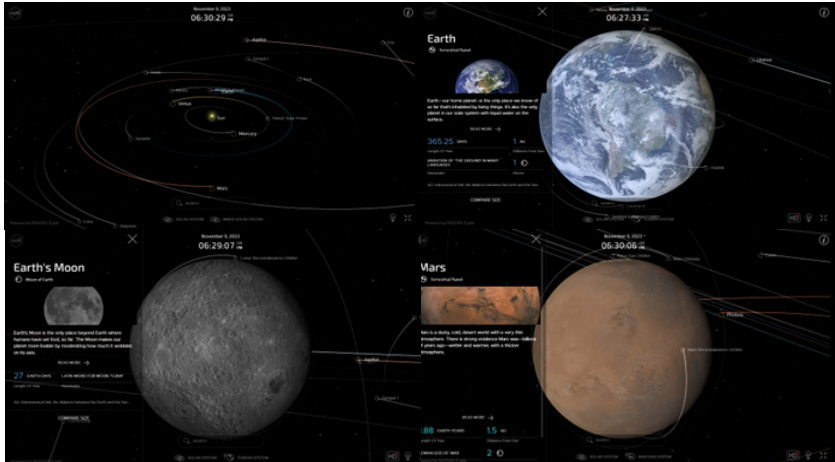


Fig. 5. Simulazioni di: a) il Sistema Solare; b) la Terra, c) la Luna, d) Marte
 Fonte: Nasa, <https://science.nasa.gov/mission/lro> (ultimo accesso: 2.II.2024)

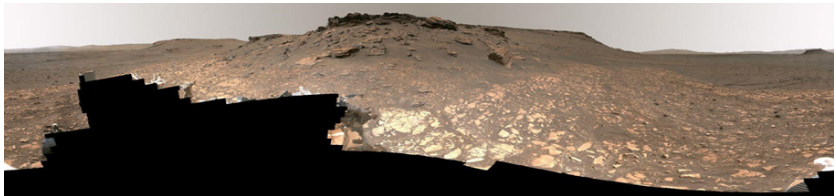


Fig. 6. Ricostruzione del cratere Jezero (Marte)
 Fonte: NASA, <https://www.planetary.org/articles/jezero-landing-site-mars-2020-rover#:~:text=Jezero%20crater%20is%20located%20at,Nili%20Fossae%20region%20of%20Mars> (ultimo accesso: 2.II.2024)

Ciò va unito altresì all'utilizzo di tecnologie integrate per la visualizzazione non solo bidimensionale, ma anche multidimensionale, come nel caso della rappresentazione del cratere Jezero su Marte, oggetto di osservazione della missione Perseverance (fig. 6). Anche gli stessi Sistemi Informativi Geografici consentono di disporre, per esempio, librerie apposite per definire sistemi di riferimento extraterrestri, in grado quindi di gestire dati relativi ad ambiti differenti rispetto a quelli terrestri. QGIS, a titolo esemplificativo, ma ciò vale,

in generale, per vari programmi, riporta alcuni sistemi di coordinate per Marte e per la Luna: adattamenti dei nostri sistemi di riferimento terrestri per rappresentare i dati spaziali (fig. 7).

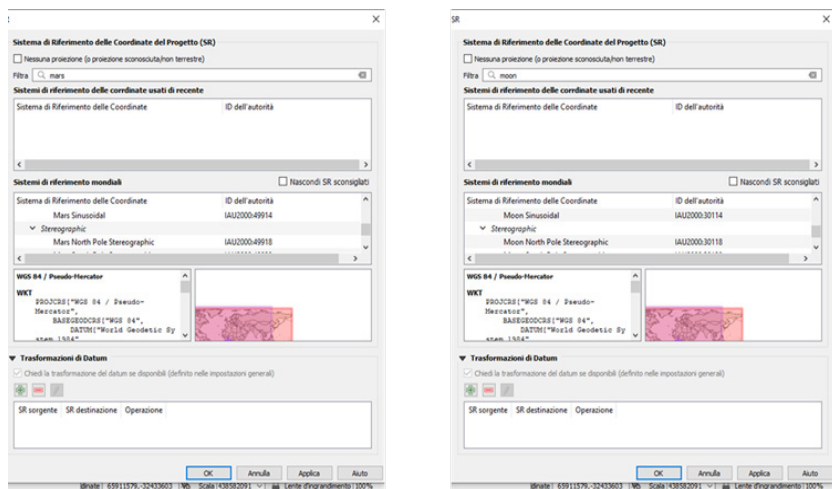


Fig. 7. Impostazione di sistemi di riferimento per la rappresentazione cartografica di Marte e della Luna

Fonte: QGIS

Le serie storiche di dati relative ai diversi corpi celesti forniscono, similmente, anche se a una scala e con un impatto diverso, strumenti utili per capire come è variato il nostro rapporto con queste realtà e, allo stesso tempo, come è mutata la nostra conoscenza. Ciò diventa particolarmente significativo e importante per sviluppare, anche in ambito extraterrestre, quelle applicazioni e quelle analisi essenziali nell'ottica di future missioni ed esplorazioni. Dati quali la composizione dell'atmosfera e quella del suolo, la forma del rilievo nonché gli aspetti geologici dei diversi corpi celesti, rappresentano le basi informative essenziali per pianificare missioni automatiche e, successivamente, missioni con equipaggio umano, soprattutto nell'ottica di una più strutturata stanzialità, con la costruzione di basi, unità insediative,

impianti estrattivi e produttivi e, successivamente, potenzialmente, città.

Esogeografia, quali eso-Geografie?

Diverse sono le branche della scienza geografica che possono essere sviluppate dall'Esogeografia. Cercando di richiamare alcuni concetti e temi propri della Geografia e loro possibili applicazioni ai contesti esterni al pianeta Terra, si può cercare di costruire un possibile elenco, non esaustivo, e che non potrà essere analizzato nel dettaglio nel presente contributo (tab. 1). Aspetti geopolitici, geoeconomici, di Geografia politica ed economica vengono sicuramente alla mente in diverse declinazioni ed espressioni. Dal punto di vista della Geografia politica, questa si concentra sulle dinamiche politiche della corsa allo Spazio, dimostrazione di potenza militare (non a caso, durante la Guerra Fredda, il lancio di satelliti era finalizzato a operazioni di *intelligence*).

Oggi tali aspetti sono collegati al controllo dei sistemi di comunicazione nonché di trasferimento in orbita di carichi utili, in cui Stati o gruppi di Stati o soggetti privati, competono, da un punto di vista economico, ma anche politico. Gli Stati che hanno la capacità di lanciare satelliti in orbita hanno un notevole vantaggio militare e di *intelligence*. La corsa allo spazio ha una forte componente geopolitica, con un trasferimento allo Spazio delle dinamiche di proiezione di tipo terrestre e con delle analogie rispetto a quelle di carattere marittimo, soprattutto per quanto riguarda la capacità di proiezione verso nuovi contesti (Vallega, 1997; Sellari, 2013). Fra i «nuovi» protagonisti, infatti, la Cina sembra riprendere un ruolo importante, alternativo a quello sovietico prima e russo poi, con l'avvio di un programma spaziale e il recente allunaggio di una sonda. Gli Stati cercano di proteggere i propri interessi nazionali nello Spazio e di mantenere un equilibrio di potere tra le potenze globali. Anche lo sviluppo delle relazioni commerciali fra Stati ha delle influenze dirette

(Impey, 2015), collegato all'acquisizione di risorse strategiche e allo sfruttamento delle opportunità economiche offerte dalle esplorazioni spaziali: numerose sono, infatti, le aziende che stanno investendo e sviluppando tecnologie legate all'estrazione di risorse minerarie nello Spazio (come la Caterpillar).

Tabella 1. Possibili ambiti ed esemplificazioni negli studi esogeografici

Teorie / Temi	Esempi
Teorie della localizzazione	Localizzazione industriale, luoghi centrali
Esogeopolitica dello Spazio	Nodi globali o planetari. Spaziporti e rotte di comunicazione
Esogeografia economica	Dalla Esogeografia delle risorse, alla esogeografia mineraria, all'economia circolare e ritorno
Dalla globalizzazione alla "spazializzazione"	Rapporti pubblico / privato
Esogeografia dei trasporti	Nuove rotte, nuovi mezzi e l'importanza della distanza
Esogeografia urbana	Nuovi insediamenti. Quali modelli?
Esogeografia della popolazione	Migrazioni, nuove colonie e relazioni interplanetarie
Esogeografia del turismo	Turismo spaziale

Fonte: elaborazione propria

Proprio quest'ultimo aspetto richiama, prepotentemente, in campo un ambito di studio e di ricerca che, recentemente, sta riprendendo piede anche nel contesto terrestre a seguito del rinnovato interesse per le risorse, la loro localizzazione e la loro estrazione, ovvero quello

della Geografia delle risorse, del trasporto, dello sviluppo di attività economiche, anche di tipo industriale, e degli insediamenti collegati alle medesime. Si pongono dunque le basi per la ripresa delle teorie della localizzazione industriale a la Weber (1909), con un'attenzione nei confronti della capacità dei luoghi, delle risorse e dell'energia o dei luoghi di mercato, di attrarre insediamenti di carattere produttivo, nonché degli studi legati ai sistemi di trasporto in ambito spaziale.

Non sembra forzato riprendere gli studi di Weber (1909) con la sua teoria della localizzazione delle industrie. La novità e le difficoltà connesse al reperimento di materie prime in ambiti difficili sembrano, infatti, richiamare dei contesti concettualmente simili. I modelli weberiani venivano idealmente applicati ad aziende manifatturiere che acquisivano quantità fisiche di materie prime, beni intermedi e carburante come *input* nel processo produttivo, finalizzati alla produzione di una certa quantità di semilavorati o prodotti finiti. Nel categorizzare le risorse, Weber distingueva fra risorse localizzate e ubiquitarie: nel caso delle prime, una sotto categorizzazione riguardava le risorse «pure», cioè completamente assorbite nel prodotto finale, e lorde, ovvero perdenti peso e con una parte limitata entrante nel prodotto finale; le risorse ubiquitarie sarebbero, per l'appunto, quelle non localizzate, ovvero facilmente disponibili in tutti i contesti. Ecco che, nel modello, entrano in gioco i costi di trasporto: divisi tra costi di assemblaggio (ovvero trasferimento delle materie prime dall'origine al luogo di produzione) e costi di distribuzione (trasporto dei prodotti finiti al mercato).

Tali semplificazioni (unite ad altre, qui tralasciate per concentrarsi sugli aspetti meramente localizzativi) portano alla formulazione più semplice del modello, ovvero quella in uno spazio a due dimensioni, in cui vi sia un solo luogo di estrazione delle risorse e un solo mercato, ovvero, che la localizzazione di tutti i fornitori di *input* e dei mercati sia fissa e che il produttore scelga la localizzazione migliore che minimizzi la somma dei costi di trasporto in ingresso e in uscita. In tal caso il

problema localizzativo dell'attività produttiva è relativamente semplice.

Nell'accezione classica weberiana, i due casi estremi riguardano la situazione in cui il peso delle materie prime sia maggiore del peso del prodotto finito (e quindi ci troviamo di fronte a materie «perdenti peso») e in cui, quindi, risulta preferibile localizzare l'impianto nel luogo di estrazione delle materie prime, evitando il trasporto del materiale più pesante; nel caso in cui il prodotto finito abbia un peso uguale o maggiore del peso delle materie prime (utilizzando quindi massicciamente anche materie ubiquitarie, come l'acqua), allora risulterà preferibile localizzare l'impianto in prossimità del luogo di mercato. I casi intermedi prevedono la minimizzazione di una funzione di costo totale di trasporto T e conseguente localizzazione dell'impianto di produzione F in qualche punto fra i luoghi R e M (fig. 8).

Ovviamente si tratta di un modello, per di più nella sua espressione originaria, pertanto sicuramente figlio del periodo storico da cui è scaturito. Risulta tuttavia interessante con riferimento alla nuova «frontiera» che la corsa allo Spazio implica e implicherà. Una riflessione, in ogni caso, va posta sulle risorse e sulla loro reperibilità, oltre che sulla distanza necessaria per accedervi (e sulla tecnologia che renda possibile percorrerla).

Alcuni possibili contesti su cui focalizzare l'attenzione sono le Lune di Giove e Saturno, come Europa, Ganimede, Titano ed Encelado poiché potrebbero contenere risorse come acqua e minerali. Europa possiede un oceano sotterraneo di acqua liquida, che potrebbe essere utilizzata come fonte di idrogeno e ossigeno - necessari, tra le altre cose, come componenti fondamentali del carburante per razzi. Titano ha una vasta gamma di idrocarburi, mentre Encelado ha geysers di acqua che potrebbero essere utilizzati per produrre carburante e acqua potabile. Anche gli asteroidi sono potenzialmente interessanti, ricchi di metalli (come: ferro, nichel, platino, terre rare, ma anche platino e palladio) da utilizzare nell'industria aerospaziale e *high-tech*. L'asteroide Psyche è ricco di metalli come ferro e nichel, mentre

l'asteroide Bennu potrebbe contenere acqua e altri composti volatili. Marte, su cui l'insediamento continua a essere un sogno dell'uomo, è un pianeta roccioso che potrebbe contenere risorse preziose come acqua e minerali. Ad esempio, l'acqua su Marte potrebbe essere utilizzata per produrre carburante per razzi e per sostenere una colonia umana. Inoltre, la superficie di Marte contiene minerali come l'ossido di ferro, che potrebbe essere utilizzato per la costruzione e la produzione di materiali da costruzione. Andando più vicini a noi, la Luna può contenere diverse risorse da utilizzare nella corsa allo Spazio (Crawford, 2015) sia a servizio della Terra medesima, sia come «base» per ulteriori esplorazioni e alla ricerca di altre fonti. La regolite è sicuramente il materiale più abbondante e presente sulla superficie lunare, la cui consistenza «polverosa», tuttavia, può rappresentare un elemento ostativo in un suo utilizzo strutturato come materiale da costruzione, anche se sono in corso delle ricerche per sfruttarne il potenziale per la realizzazione di manufatti nonché per la realizzazione di «strade», riducendo le asperità del suolo lunare e rendendo più facili gli spostamenti. La Luna è anche ricca di materiali come il silicio, il ferro, l'alluminio e il magnesio. L'elio-3 è un gas raro presente sulla Luna in quantità molto maggiori rispetto alla Terra, utilizzabile come combustibile per la fusione nucleare. Sulla Luna sono presenti anche alcuni metalli preziosi come oro, argento e platino, e, non ultima, l'acqua. Nonostante l'aspetto arido, recenti scoperte hanno rivelato la presenza di ghiaccio d'acqua nei poli lunari (Colaprete e altri, 2010; fig. 9).

Per sfruttare queste risorse, sono necessarie tecnologie avanzate e costose. Numerose compagnie (ad esempio Caterpillar) stanno collaborando con i principali enti e agenzie spaziali, a partire dalla NASA, per trovare fin d'ora possibili soluzioni (fig. 10).

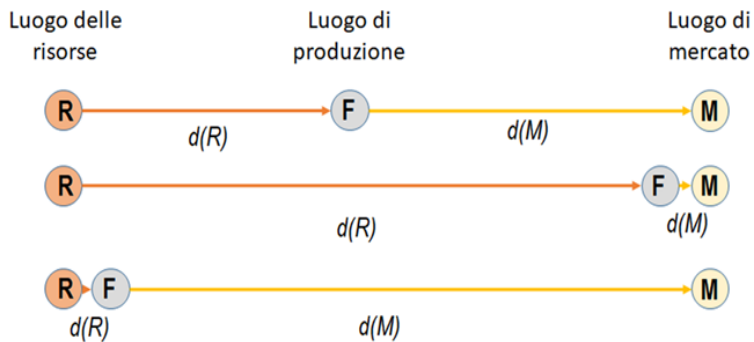


Fig. 8. Modello di localizzazione industriale à la Weber «semplificato» (luogo delle risorse, luogo di mercato e luogo di produzione)
 Fonte: elaborazione a partire da Weber (1909)

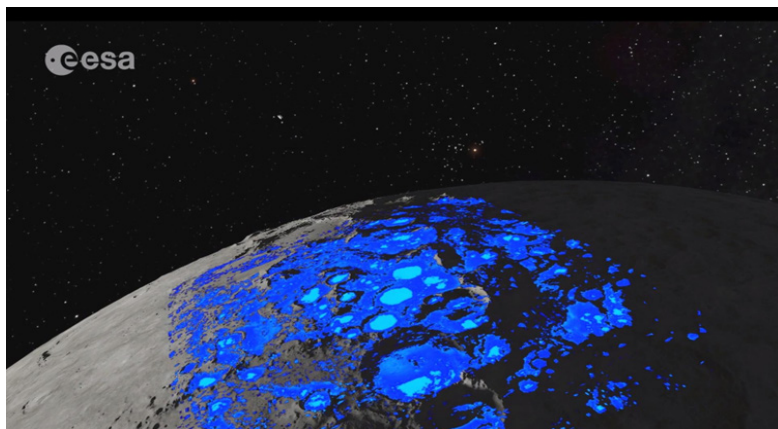


Fig. 9. Stima della distribuzione di acqua sotto la superficie della Luna
 Fonte: ESA, 2020, https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/01/Water_under_the_surface_of_the_Moon (ultimo accesso: 2.II.2024)



Fig. 10. Estrazione mineraria lunare. Esempi e possibilità

Fonte: JPL, <https://www.jpl.nasa.gov/infographics/the-lunar-gold-rush-how-moon-mining-could-work> <https://futurism.com/the-byte/nasa-caterpillar-moon-mining-machines> (ultimo accesso: 2.II.2024)

Con riferimento ai sistemi di trasporto, questi, in particolare, possono riguardare nuovi sistemi di propulsione (Collins Petersen, 2019) e nuovi mezzi nonché lo sviluppo di nodi logistici in prossimità dei luoghi di origine e di destinazione di tali risorse: postazioni di lancio sul lato «spaziale» e su quello terrestre. Già oggi numerosi sono gli spaziporti (fig. 11) da cui missioni di lancio nazionali, internazionali, private, vengono avviate nell'ambito della *New Space Economy* (Aresu e Mauro, 2022), la cui portata, tuttavia, è ancora relativamente prossima al nostro pianeta. In futuro, tali nodi di trasporto e logistici si troveranno ad assumere un ruolo ancora più importante nelle relazioni alla scala, non solo globale, regionale e locale, come già oggi i sistemi di trasporto consentono, ma anche a quella planetaria, seguendo un approccio multiscalare (Rodrigue e altri, 2020) che trova nella sua dimensione Spaziale un ulteriore livello di proiezione.

Se l'attenzione in questa breve rassegna è stata concentrata sul tema principale delle risorse e delle implicazioni di carattere industriale che

queste comportano, la realizzazione di insediamenti extraterrestri rimane sicuramente nell'immaginazione, nel sogno, ma anche nelle concrete possibilità di realizzazione, quanto meno limitatamente e relativamente alle funzioni specifiche delle prime missioni a carattere più stanziale. La letteratura popolare del Ventesimo secolo è ricca di riferimenti e di spunti riguardanti la componente insediativa. Nell'immaginario sicuramente la serie TV *Spazio 1999* ha ispirato concettualmente molte ipotesi legate alla realizzabilità di insediamenti (basi) sul suolo lunare (fig. 12), oltre ad aver contribuito a ispirare un design «spaziale», divenuto molto caratteristico nel corso degli anni Settanta.

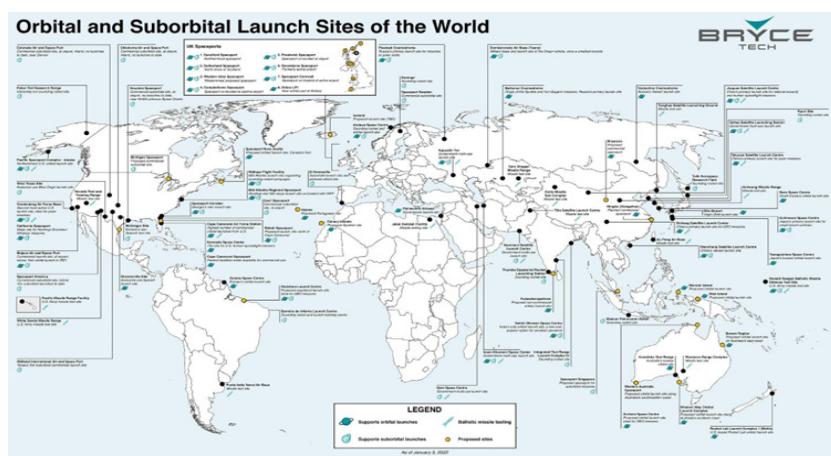


Fig. 11. Siti di lancio nel mondo

Fonte: *Visual Capitalist*, elaborazione da Bryce Report, <https://www.visualcapitalist.com/worlds-spaceports-mapped/>; https://brycetechnology.com/reports/report-documents/Bryce_Launch_Sites_2023.pdf (ultimo accesso: 2.II.2024)

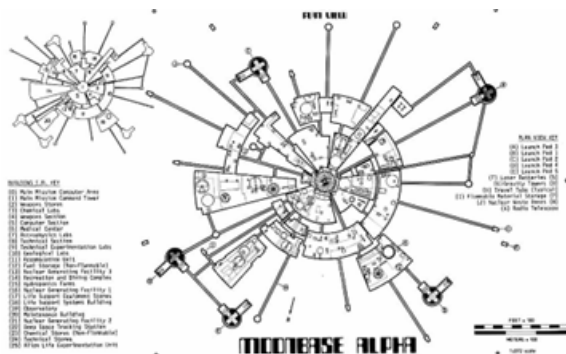


Fig. 12. Basi lunari nella cinematografia fantascientifica
 Fonte: *Space: 1999*. Alpha Moonbase Technical Notebook / Manual Starlog Press – 1977. Screenshot dalla sigla della serie TV

Una delle recenti edizioni della Biennale di Architettura a Venezia (2021), ha presentato interessanti spunti per la realizzazione di insediamenti lunari. In particolare, il villaggio lunare «gonfiabile» (fig. 13), con la realizzazione di *pod* gonfiabili e componibili, adattabili a differenti utilizzi, a formare blocchi di «villaggi» multifunzionali, primi esempi di possibili insediamenti.



Fig. 13. Moduli lunari del *Moon Village* alla Biennale di Architettura di Venezia (2021) https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/CDF/ESA_engineers_assess_Moon_Village_habitat (ultimo accesso: 2.II.2024). Fonte: fotografia di Giuseppe Borruso, 2021

Tali prime esemplificazioni, ovviamente, sono legate alla

pianificazione di attività che prevedano una presenza umana stanziale, ovvero di ricerca e legate alla componente industriale estrattiva, pertanto mirate e non ancora strutturate e strutturabili come città in senso stretto come vengono intese in un contesto terrestre, ma ancora relativamente simili, concettualmente, a insediamenti fissi in ambienti estremi (quali per esempio basi artiche e antartiche).

Discussione. Il ruolo dell'(eso)geografo e alcune domande

Le riflessioni esposte pongono numerosi spunti di osservazione, di ricerca e, auspicabilmente, di applicazione a contesti e scenari di cui è difficile prevedere l'effettiva evoluzione e realizzazione, ma che appaiono tutt'altro che improbabili. La definizione di nuovi «luoghi», ovvero realtà cui l'umanità attribuisca significati e aspetti e significati propri, peculiari e riconoscibili, a diverse distanze dalla Terra, sia nello Spazio orbitale, sia nei corpi celesti più vicini a noi (la Luna e Marte, per ricordare i più papabili di future missioni che vedano una stabile presenza umana), sia in contesti più lontani, rappresenta un'importante occasione per il rinnovo della professione del geografo.

L'occasione stimola quindi alcune questioni, cui la scienza geografica può cercare di rispondere: quali metodi e modelli della Geografia economica potrebbero essere applicati alla nuova corsa allo Spazio, per esempio considerando l'esplorazione di nuovi pianeti per estrarne risorse? La Geografia economica è dotata di metodi e modelli applicabili alla corsa allo Spazio, per studiare e valutare gli effetti dell'esplorazione di nuovi pianeti e per predisporre l'estrazione di risorse. In tal senso, gli strumenti della Geografia del commercio internazionale e della geoeconomia possono essere utilizzati per studiare come gli Stati possano commerciare tra loro le risorse estratte dallo Spazio e come queste possano divenire elemento di vantaggio competitivo di carattere strategico nei rapporti fra Stati.

In tal senso, la corsa allo Spazio si configurerebbe come una fonte di sviluppo economico per gli Stati che sono in grado di parteciparvi, o, allo stesso tempo, potrebbe spingere alla formazione di consorzi o organizzazioni di Stati diversi per i medesimi obiettivi. I modelli legati alla localizzazione delle attività economiche sono a loro volta importanti nell'analisi della corsa allo Spazio, con ovvi adattamenti. Se i modelli di localizzazione si focalizzano sulla distribuzione delle attività economiche nello Spazio, nel caso dell'Esogeografia i modelli potrebbero essere utilizzati per studiare dove sono localizzate le attività di estrazione delle risorse nello Spazio e per ottimizzare la localizzazione in relazione anche alle fonti energetiche e alle possibilità del sistema trasportistico, in ciò confrontando la convenienza fra estrazione nello Spazio o sulla Terra.

Una seconda riflessione riguarda le modalità con cui i modelli della Geografia urbana e regionale potrebbero essere applicati alla nuova corsa allo Spazio. Qui, i modelli possono essere applicati da un duplice punto di vista. Dal punto di vista terrestre, la presenza di nodi di trasporto globali e planetari potrebbe avere influenze nell'evoluzione dei sistemi urbani e regionali. Già oggi la presenza di spazioporti rappresenta un importante presupposto alla formazione di sistemi insediativi produttivi legati al settore aerospaziale. In un'evoluzione strutturale, e a regime, di collegamenti con lo spazio esterno, è ipotizzabile la formazione di sistemi metropolitani e regionali avanzati di livello gerarchicamente superiore. Già oggi, per esempio, molte attività spaziali sono localizzate in specifiche regioni degli Stati Uniti o dell'Europa (compresi i territori d'oltremare).

I modelli trovano altresì applicazione anche con riferimento al futuro sviluppo di nuove città: la Geografia urbana si concentra anche sullo sviluppo e l'espansione delle città e in tal senso, nella corsa allo Spazio ciò si potrebbe applicare alla realizzazione di nuove città nello Spazio, come colonie lunari, su Marte o su altri pianeti simili. Non si possono non citare gli aspetti legati alla mobilità geografica.

Movimenti di popolazione si renderanno in ogni caso necessari, sia nell'ottica dei viaggi planetari, sia nella realizzazione di colonie che, a causa delle distanze, avranno bisogno di insediamenti fissi e di una presenza umana stabile. In tal senso, programmi di colonizzazione richiederanno la migrazione di persone dalla Terra verso altre destinazioni nello Spazio. Pensare ai modelli di insediamento potrà essere oggetto di studio geografico, così come, in un ulteriore futuro, pensare ai rapporti fra pianeta madre e colonie esterne (lunari, marziane, ecc.) riguarderà, ancora, guardare al passato e ai rapporti fra territori.

Un'ultima riflessione, ai fini della presente disamina, considera gli aspetti più tecnici, di rappresentazione geografica e cartografica dei fenomeni spaziali e pone un'ulteriore domanda riguardo al ruolo della cartografia e della scienza dell'informazione geografica nella prospettiva della corsa allo Spazio in atto e prossima. Il suo utilizzo può essere legato alla pianificazione delle missioni spaziali, all'identificazione dei siti di atterraggio e alla selezione delle aree da esplorare. La comprensione della topografia, della geologia, della morfologia e degli altri aspetti fisici dei corpi celesti è fondamentale alla pianificazione di esplorazioni ed estrazioni, all'insediamento di siti di atterraggio di interesse per l'estrazione di risorse e allo sviluppo di attività produttive e insediative. Ciò attraverso la scienza dell'informazione geografica che consente di analizzare e gestire grandi quantità di dati geografici provenienti dalle missioni spaziali: immagini satellitari, dati spettrali e misurazioni topografiche. L'organizzazione e l'analisi dei dati spaziali facilita la loro interpretazione e l'individuazione di tendenze e *pattern*. L'integrazione con le tecnologie BIM, sempre più utilizzate nei sistemi di costruzione sulla Terra, consentirà altresì di gestire la costruzione e l'esercizio delle infrastrutture spaziali. Stazioni spaziali, basi lunari o marziane richiedono la pianificazione e la gestione accurata delle risorse e delle attività. Modelli spaziali e simulazioni possono essere sviluppati per comprendere le condizioni ambientali e di pianificare

le attività umane nello Spazio.

Conclusioni. Future linee di ricerca

La disamina sviluppata in queste righe ha rappresentato una sfida, una forma di speculazione intellettuale concentrata sulla possibilità di sviluppare solide e valide ipotesi di ricerca nell'ambito della Esogeografia, ovvero della Geografia estesa ad analizzare i rapporti fra umanità e ambiente in contesti diversi da quelli strettamente terrestri, estendendo, di fatto, il concetto di spazio geografico a coprire anche lo spazio esterno alla Terra. In tal senso, l'analisi sviluppata, lungi dall'essere esaustiva, ha evidenziato alcuni aspetti sicuramente promettenti e nei quali la Geografia può fornire sia un importante e solido apparato teorico, sia una serie di metodi di indagine, di strumenti operativi e di proposte che ben si integrino con le altre discipline e professioni connesse allo Spazio.

Aspetti geopolitici planetari o dello spazio esterno diventeranno rilevanti, proprio per i rapporti fra Paesi, o fra soggetti pubblici e privati appartenenti a Paesi diversi, che si verranno a instaurare in una nuova corsa allo Spazio. Aspetti di sfruttamento delle risorse, nell'ottica di una nuova (eso)Geografia mineraria, che potrebbe essere l'occasione di vedere nell'ottica di un'economia circolare, evitando gli errori del passato. Aspetti di tipo più strategico legati a reti di trasporti e di comunicazioni, che già si stanno mettendo in piedi, e al ruolo dei nuovi nodi di questo sistema di connessioni interplanetarie. Da ultimo, non per importanza, il turismo spaziale, di cui iniziano già a vedersi alcune prime manifestazioni, anche se, per adesso, limitate ai primi strati esterni all'atmosfera terrestre. La nota che, però, per fascino, e nell'immaginario collettivo, rimane di fondo quale sfida e quale opportunità, è quella legata ai (possibili) movimenti di popolazione, più o meno grandi, al di fuori del contesto terrestre, e la realizzazione di insediamenti. Un'ultima immagine vuole

essere portata a conclusione della presente trattazione, ovvero quella della Miniera di Naracauli (Sardegna, fig. 14), a ricordare il legame fra luoghi di estrazione e lavorazione delle materie prime, mezzi e sistemi di trasporto, inclusi i collegamenti con la costa, e lo sviluppo di insediamenti per lo svolgimento e la realizzazione delle attività connesse all'estrazione e alla vita dei lavoratori coinvolti.



Fig. 14. a) Miniera di Naracauli; b) Laveria Brassey (Sardegna)
Fonte: a) elaborazione personale da Google Earth; b) fotografia di Giuseppe Borruso

I luoghi delle materie prime sono sempre stati legati a un'importante dimensione di investimenti, legati agli aspetti tecnici, operativi,

ma sicuramente anche delle attività umane che vi si svolgono. Azzardando un parallelismo con situazioni passate, e pensando a un passato minerario, possiamo ritrovare degli schemi, dei modelli tutto sommato simili rispetto a quanto potremmo, forse fantasticando, ipotizzare in una corsa verso lo sfruttamento di risorse distribuite su pianeti o asteroidi. Anche il nostro Paese ha visto una competizione internazionale per le risorse del nostro territorio nonché la realizzazione di opere infrastrutturali necessarie alla gestione delle materie prime estratte e il loro trasferimento verso i porti e poi verso le destinazioni finali. Le nostre aree minerarie sono state altresì infrastrutturate per ospitare le comunità di lavoratori, le loro famiglie e tutte le strutture utili allo svolgimento delle attività quotidiane, dalla scuola, al commercio, all'intrattenimento.

Riferimenti bibliografici

- Aresu A., R. Mauro (2022), *I cancelli del cielo. Economia e politica della grande corsa allo spazio 1950-2050*, Roma, Luiss University Press.
- Batson R. M. (1976), *Cartography of Mars: 1975*, in «The American Cartographer», 3, 1, pp. 57-63.
- Casagrande G. (2021), *Luoghi nello Spazio: alcune prime sfide dell'Esogeografia di fronte alla presenza e alle attività umane al di fuori della Terra*, in «Semestrale di studi e ricerche di geografia» (SSRG), 33, 2, pp. 37-50.
- Colaprete A., P. Schultz, J. Heldmann, D. Wooden, M. Shirley, K. Ennico, B. Hermalyn, W. Marshall, A. Ricco, R.C. Elphic, D. Goldstein, D. Summy, G.D. Bart, E. Asphaug, D. Korycansky, D. Landis e L. Sollitt (2010), *Detection of Water in the LCROSS Ejecta Plume*, in «Science», 330, 6003, pp. 463-468.
- Collins Petersen C. (2019), *Space Exploration: Past, Present*, Gloucestershire, Amberley Publishing.
- Crawford I. A. (2015), *Lunar Resources: A Review*, in «Progress in Physical Geography: Earth and Environment», 39, 2, pp. 137-167.
- D'Ascenzo A. (2010), *L'esplorazione dello Spazio. Verso città e sedi umane extra-terrestri*, in A. Pellicano (a cura di), *Città e sedi umane fondate fra realtà ed utopia*, Locri, Franco Pancallo Editore, pp. 323-335.
- D'Ascenzo A. (a cura di) (2021a), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma, Centro Italiano di Studi Storico-Geografici (CISGE).
- D'Ascenzo A. (2021b), *Il viaggio prima del viaggio. Credenze, miti e desideri dalle esperienze odepatiche terrestri a quelle extraterrestri*, in A. D'Ascenzo (a cura di), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma, CISGE, pp. 265 - 297.

- Deuchlera C., M. Wählschla, S. Gehrke, E. Haubera, J. Obersta e R. Jaumanna (2004), *Combining Mars Data in GRASS GIS for Geological Mapping*, Istanbul, ISPRS.
- Dunnet O., A. S. Maclaren, J. Klinger, K. M. D. Lane, e D. Sage (2017), *Geographies of Outer Space: Progress and New Opportunities*, in «Progress in Human Geography», pp. 1-23.
- Hargitai H. (2019), *Planetary Geography and GIS*, Berlino, Springer.
- Hargitai H., J. Wang, P.J. Stooke, I. Karachevtseva, A. Kereszturi e M. Gede (2017), *Map Projections in Planetary Cartography*, in M. Lapaine ed E. Usery (a cura di), *Choosing a Map Projection. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, Cham, Springer, pp. 177-202.
- Impey C. (2015), *Beyond: Our Future in Space*, New York, W.W. Norton & Company.
- Light M. (1999), *Full Moon*, London, Digital Cape.
- Messori L. (2017), Extra-terra incognita: *Martian Maps in the Digital Age*, in «Social Studies of Science», 47, 1, pp. 75-94.
- Puchner M. (2023), *Culture: The Story of Us, from Cave Art to K-Pop*, New York, W. W. Norton & Company, p. 281 (ed. EPUB).
- Rodrigue J.P. (2020), *The Geography of Transport Systems* (5a Edizione), London, Routledge.
- Scarpelli L. (2021), *Cinquant'anni fa... (la geoeconomia dell'uomo sulla Luna*, in A. D'Ascenzo (a cura di), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma, CISGE, 2021, pp. 257-263.
- Sellari P. (2013), *Geopolitica dei Trasporti*, Bari, Laterza.
- Shingareva K. B., J. Zimelman, M. F. Buchroithner e H. I. Hargitai (2005), *The Realization of ICA Commission Projects on Planetary Cartography*, in «Cartographica», 40, 4, pp. 105-114.
- Stooke P. J. (2012), *The International Atlas of Mars Exploration, I, 1953 to 2003: The First Five Decades*, Cambridge (MA), Cambridge University Press.
- Vallega A. (1997), *Geografia delle strategie marittime. Dal mondo dei mercanti alla società transindustriale*, Milano, Mursia.
- Weber A. (1909), *Über den Standort der Industrien. Erster Teil: Reine Theorie des Standortes. Mit einem Mathematischen Anhang von G. Pick*, Tübingen, Verlag von J. C. B. Mohr (P. Siebeck).

HUMAN MIGRATION, SETTLEMENTS AND LIFE IN OUTER SPACE: SOME INITIAL REFLECTIONS ON AN IMAGINED POPULATION EXOGEOGRAPHY

di Alfonso Giordano

Population and Space, Imagination and Science

The advancement of scientific knowledge and the development of new technologies in Space exploration have stimulated various fields of academic research – from biology to philosophy, from medicine to engineering, from astrophysics to geology, from law to economics – to produce studies, reports, and scientific publications on the possibility of human settlements on other planets. However, from this point of view, academic Geography's involvement with so-called Outer Space seems limited. One can undoubtedly count studies carried out within the strand of critical geopolitics analysis called «critical astropolitics», which have examined the power relations on Earth embedded in Space industries (Beery, 2012; Collis, 2009; Warf, 2007), organisations promoting Space exploration (Dunnett, 2017; MacDonald, 2007), and State activities aimed at exploring and exploiting Space resources (Beery, 2016b; Doboš, 2020, 2022, 2023; Klinger, 2021; Williams, 2010). Other research has analysed the critical legal geography of Space ownership issues (Collis, 2016 and 2017; Armstrong and Klinger, 2025), the representation of Space in popular culture (Beery, 2016a; MacDonald, 2008), and the significance of national Space programmes (Sage, 2014) and Space cultures (Dunnett, 2012), highlighting the intertwining of Space with legal spatiality, national identities, and military-industrial complexes. There is also no shortage of «geopolitical» and «geo-economic» analyses of Outer Space, often not in the form of academic research and, in any case, frequently by authors who do not belong to the geographical discipline.

On the other hand, analyses of the relationship between human communities and spaces beyond Earth's orbit, i.e. those that aim to promote a population geography applied to extra-terrestrial contexts, require academic research and scientific systematicity. A plausible explanation for this shortcoming could be the difficulty of concrete analytical elaboration resulting from the absence, so far, of two propaedeutic and necessary phases of field research, crucial for geographers: that of human exploration – limited for the time being to a single and fleeting appearance on the Moon – and that of the permanent anthropic presence in an environment, i.e. destined to constitute the *Ecumene*¹. The concept of ecumenical space changes, of course, with the development of exploratory technologies and adaptive architectures (Bishop, 1994; Hannerz, 1992; Sedky, 2020). Indeed, on the one hand, the globalised world – in which the fates of states, communities and ethnicities are inextricably intertwined (Khanna, 2017) – and the age of the Anthropocene – in which the natural and the human, the anthroposphere and the biosphere, are increasingly intertwined (Steffen, 2011) – have led to the maximum expansion of the terrestrial *Ecumene*. On the other hand, the urge to explore, albeit accompanied by a fear of the unknown, and both utopian and dystopian narratives² – increasingly likely given the rapid

1 In Human Geography, the term «*Ecumene*» is used to define that part of the Earth where humans find the environmental conditions that allow them to establish their dwelling and carry out their activities. Indeed, *Ecumene* derives from the ancient Greek word «οἰκουμένη» (*oikoumenē*), which literally means «inhabited» or «inhabited world».

2 Evidence of this can be found in human attitudes, which have produced pages and pages of novels and pseudo-scientific texts, as well as countless shots from science fiction films, too numerous to mention here. However, it is worth mentioning two of the novels that explicitly refer to geographers and exogeographers. In Antoine de Saint-Exupéry's famous work *The Little Prince* (1943), the protagonist, a child from an asteroid, meets several characters on his planetary journey, including a geographer who sits at his desk but has no idea what his planet looks like because he has no explorers to send to analyze the terrain and report back. The novel *Cosmic Egg For Breakfast and Six More Short Stories*

technological development – such as those of interplanetary travel, perhaps due to terrestrial catastrophes, arrival on other planets, coupled with the difficulties of environmental adaptation and possible conflicts with alien communities, seem capable of extending the same concept of Ecumene to the extra-terrestrial sphere.

The imaginative and narrative capacity inherent in human beings (Harari, 2014), which is then partly translated into operational reality by the mighty technological progress (Sachs, 2020), thus plays a crucial role. One story of constitutive relevance to how we look beyond the Earth is worth mentioning. During the Italian Renaissance, Giordano Bruno (1548-1600) emerged as the most influential philosopher of his time. He boldly challenged the divisive and finite Aristotelian view of the universe, which was deeply rooted in and supported by the Roman Church and consisted of a dichotomy between the imperfect terrestrial world and the supposedly perfect celestial realm. Using his powerful imagination to speculate on the nature of reality beyond the Earth, Bruno was the bearer of a cosmic vision in which the universe was eternal in time, infinite in space and ever-changing, as well as atomistic and divine (Bruno, 1584, 2014). He also claimed that it contained infinite stars and planets and that intelligent beings existed in other worlds³. For this reason, Bruno's bold ideas were far more

(Qualls, 2018) depicts a journey that ranges from the farcical to the ominous, from the macabre to the horrific. In other words, as you progress through the book, the stories move from being appropriate for children to being forbidden to anyone under the age of seventeen. One of these six stories concerns Steven George (pp. 35-45), an exogeographer and his AI ship who land on a world to map and colonize it, but their models of intelligent life do not prepare them for what they find.

3 Even the great philosopher Immanuel Kant, whose interests included physical geography, took seriously the likelihood that there were rational beings elsewhere in the universe (Kant, 2008), just as more recently, the famous astronomer, planetary scientist, and cosmologist Carl Sagan rigorously advocated an ongoing scientific and technological search for intelligent life forms on other worlds in the cosmos, helping to found the Search for Extraterrestrial Intelligence (SETI) programme.

advanced than the discoveries of Cusanus, Copernicus, Kepler, and Galileo (among other astronomers and philosophers of the time)⁴. In fact, it was his extraordinary metaphysical vision that paved the way for modern scientific research into exoplanets (Deeg and Belmonte, 2018; Kenney, 2017; Perryman, 2018; Summers and Trefil, 2017), life forms, sentient beings and even civilisations that might exist elsewhere in the sidereal depths of extrasolar space. The scientists and innovators Newton, Einstein, Tesla, Sagan and Hawking (as well as many other thinkers) who made fundamental contributions to the development of modern cosmology in terms of science and mathematics owe much to «Bruno's incredible imagination had glimpsed the subject matter of our modern interests in the emerging sciences of both exogeography and exobiology» (Birx *et al.*, 2018, p. 62).

Although, as argued earlier, a hypothetical geographical analysis of human settlement in Space lacks the stages of human exploration and anthropogenic presence in an exogeographic environment, it may be beneficial to resort to the imagination by drawing on current scientific knowledge of population geography, as well as other necessary and interdependent disciplines that have instead seen advances in scientific research in these areas. In this sense, geographers have given the concept of «geographical imagination» several definitions, many of which can be traced back to the work of John Kirtland Wright (1947), Hugh Prince (1962), David Harvey (1990), Stephen Daniels (1992), Derek Gregory (1994) and Denis Cosgrove (2008). In particular, many of the scientific narratives of Mars at the turn of the century drew much of their power and popularity from their links to the developing discipline of geography. From cartography to travelogue-style writing, astronomers borrowed powerful representational strategies from Geography to legitimise their claims about the Red Planet (Lane, 2005 and 2010) and even beyond Mars (Messeri, 2016).

4 Fittingly, a lunar crater with spectacular geographical features was named after Giordano Bruno.

On the other hand, the same photographs of the Earth taken during the Apollo Space programme in 1968 and 1972 stimulated the geographical imagination of how to see and understand our planet (Cosgrove, 1994 and 2001). Similarly, media representations during the Mars Pathfinder mission in 1997 encouraged the configuration of Mars as a site of economic and social activity, enabling the language of Space colonialism (Dittmer, 2010). Long before that, the famous explorer Alexander von Humboldt – considered one of the fathers of human geography – wrote: «I have the crazy idea to represent in one work the entire material universe, everything we know today of the phenomena in the celestial spaces and of life on earth, from the stars in the nebulae to the geography of mosses and gigantic rocks, in a vivid language that will stimulate the imagination» (von Humboldt, 1845)⁵. The geographical imagination has, therefore, often been used with the understanding of landscape, the power of maps, studies of identity and oppression, and the meaning of large territories concerning everyday life, such as the city, nature, or the Nation-state, but also to Outer Space. In short, at its best, the geographical imagination allows the user to break through the power of assumptions, stereotypes and expectations associated with space and place, and to explore how and why they are connected.

Imagining a Population Exogeography

However, before attempting a hypothetical – of course, without constitutive claims and exhaustive considerations – Population Geography applied to extra-terrestrial contexts, it is worth recalling that Population Geography is a sub-discipline of Human Geography that initially focused on the study of people and their demographic characteristics, with particular attention to their spatial distribution and territorial density (Zelinsky, 1966). More specifically, the analysis

5 From Humboldt's letter to Karl Varnhagen in 1834.

focused on demographic processes from a geographical perspective, looking at how the spatial variation of births and deaths and the distribution, composition, migration, and growth of populations are related to human place and settlement (Baley, 2004; Findlay, 2005; Jones, 1981). Obviously, the link with demography – a discipline with a more statistical-quantitative approach – is strong and has often seen scholars from both disciplines collaborate (Université de Tous les Savoirs, 2002), allowing the consolidation of research fields such as spatial demography and geodemography (Wachter, 2005; Woods, 1982), which have facilitated alternative ways of studying the relationship between geographical space and populations.

Until the 1970s, Population Geography was traditionally the first chapter in Human Geography textbooks, and it could not have been otherwise since the anthropisation of territory, i.e. human settlement, is one of the epistemological cornerstones of the discipline. The subject was studied mainly by looking at how the world's population had grown, how it had been distributed over the earth's surface, and at what density. In this way, knowledge was produced for popular purposes, aiming to show, through births, deaths, and migrations, the «human coverage» of the planet in its various configurations in different historical epochs. However, such an approach has not adequately addressed the problems of population and settlement, which are essentially the imbalances arising from the relationship between population growth and the limits of natural resources and the relationship between human pressure and ecosystem conditions (Vallega, 2004). This inattention was not so much because these imbalances were less acute and widespread than they are today but because geographers did not feel the need to make them central to the study of population (Noin, 1979).

In recent decades, however, the situation has changed profoundly (White and Jackson, 1995). Issues related to population and its relationship with territories are increasingly present, albeit indirectly, in

academic, political, and public debate: overpopulation, environmental pollution, food security, and availability and use of energy resources. Not only vertical geographical relationships between people and the environment are being questioned, but also horizontal ones linked to logics of location, circulation, and communication, such as the delocalisation of production, urbanisation, international trade, migratory flows from poor, overpopulated or refugee-seeking countries, environmental refugees driven by the effects of climate change (Giordano, 2017). With the advent of more sophisticated methodologies, particularly those related to geographic information systems (GIS) or remote sensing, and the increasing availability of data at multiple spatial scales, the fundamental importance of geographic space has become more commonplace in population studies across the social sciences (Balk, Grace, 2019; Casagrande *et al.*, 2018; Shuosheng *et al.*, 2005).

Geographers – particularly those who study population – therefore seek to understand the society around them through how populations see their demographic structure changing and through population movements that involve displacement, settlement, and adaptation in different areas of the globe (Dorling and Gietel Basten, 2017; Giordano, 2015; Newbold, 2021). These are issues that can be projected into the realm of Space exploration and human settlement in non-terrestrial contexts, with many of the variables, opportunities, and criticalities summarised above. Drawing on the imaginative potential highlighted earlier, a recent Italian study have explicitly linked demography and science fiction, offering insights into possible population dynamics and societal structures beyond Earth (Fornasin and Scalone, 2024). If the other disciplines have been reflecting for some time on the question of human settlement in other worlds, with their respective methodological approaches, it is time for Human Geography to prepare itself for the new scientific field of Exogeography.

In this context, it should be noted that the term «Exogeography»

first appeared in a scientific journal in 1988, in the hands of an environmental and exploration historian (Pyne, 1988) who attributed it to a «Third Great Era» of discovery that claimed the Solar system, starting with planet Earth, as its geographical domain. According to this interpretation, the world would have undergone three great epochs of exploration: the first, with the circumnavigation of the globe and the consequent discovery of new lands; the second, with the crossing and cataloguing of new continents (Goetzman, 1987); the third, with the exploration of the uninhabited regions of Antarctica, the deep ocean basins, and Space. In particular, the Third Age would have «vigorously restored the original conception of exploration as *geographic* discovery by unveiling the Exogeography of the Solar system» (Pyne, p. 190). Within the discipline of Geography, on the other hand, the term Exogeography is first mentioned in Alexis Bautzmann's (2001, p. 19) subsequently published PhD thesis in Geography, which contributes to an in-depth examination of the relationship between the numerous technological advances in the fields of information technology, aeronautics and telecommunications and the consequent profound change in geographical space. At the dawn of the third millennium, it is argued, these advances have enabled humanity to invest in or shape two new spaces, termed «exogeographic»: Outer Space and cybernetic space. From this point of view, geographical space no longer appears to be limited to the Euclidean and finite expression of the Earth's surface, defined as «endogeographical» space, but on the contrary, it appears to be open and constantly changing⁶.

Therefore, direct and indirect human expeditions outside the terrestrial environment configure the possible scenario of analysis of a new branch of the geographical discipline, which can be called

6 In reality, the text then focuses on the development of information technology as the privileged vehicle of the globalisation of communication and an indicator of the profound geopolitical changes of a world system increasingly structured on the control of the exogeographic spaces constituted by the information media of communication, leaving the question of Outer Space in the background.

Exogeography. It «can be understood, at least in a first phase, as the study of human presence and activities in extraterrestrial space and on the planets of the Solar System» (Casagrande, 2021, pp. 47-48, author's translation), but perhaps in the future also on exoplanets. The aim of Exogeography should, therefore, be to study the physical structure and inhabitants outside the Earth⁷. There is no doubt that in order to participate effectively in the current scientific debate, which is clearly international and interdisciplinary, it will be necessary to go beyond the essential concept of the geography of exploration (D'Ascenzo, 2010 and 2021) and also to move towards a geography of interplanetary settlement, which envisages various (Human) Exogeographies: Environmental, Cultural, Economic, Social, Urban etc., as well as Population. For the purposes of this article, which aims to sketch an imaginary initial Exogeography of Population, a brief reference is proposed – through a minimal review of the vast interdisciplinary literature available, using a geographical lexicon that probably needs to be partially modernised, and is worth repeating without constitutive or exhaustive pretensions – to four fundamental concepts of population geography transposed to the exogeographic sphere: migration, settlement, life expectancy and fertility. In fact, these concepts reveal aspects that geographers have studied little but should be taken seriously, as other disciplines have done: how could «mass» migration take place in an Outer Space characterised by

⁷ According to some authors (McSween *et al.*, 2019), basic research in biology and Earth system sciences can only occur when considering a planet's physical geography. According to this interpretation, Exogeography would be concerned with recording, representing, and explaining the surfaces of non-terrestrial celestial bodies. This is evidently an approach based on physical geography alone that does not contemplate the human-environment relationship typical of human geography. It should also be considered that in terms of spatial proximity and number of missions, the Moon and Mars are currently the focal points of this still-young research discipline. The lack of biospheres on the moons and planets of our solar system means that the emphasis on geomorphology, a branch of physical geography, is prevalent in Exogeography, often referred to as planetary geomorphology (Kuhn, 2021).

physical conditions and distances incomparable to those on Earth? How would human settlements affect an extraterrestrial environment? Should we take care of the exogeographic environment as we try to do with Earth, and what would happen if we polluted it too? How would a human settlement's politics and territorial management on another planet work? What would be the risks to survival and reproduction off Earth? Moreover, what would be our relationship with these other humans living so incredibly far away?

Departure: Human Migration into Outer Space

For as long as humanity has had the capacity for cognition, it has been driven by the desire to know what lies beyond and elsewhere. From their position on the plains, those with a migratory impulse have wondered what lies beyond the distant hills. Having climbed the hills, they wondered what lay beyond the mountains. From the tops of the mountains, they wondered what lay beyond the sea. Furthermore, when they had conquered the sea, they turned to the sky and began to explore the stars. Space travel, with the launch of the first satellites, the landing on the Moon and the desire to colonise other planets, could therefore be seen as a simple extension of this search for answers that characterises the human species. In a sense, we could be in the preparatory stages of a new form of mass migration that could make humanity a multi-planetary species. When it finally occurs, the human-cultural impact of migration into Space will be more profound than in previous migration phases (Jakhu and Pelton, 2017).

To conceptualise extra-terrestrial human migration, one must first understand the geography of cosmic Space. Concepts such as travel distances, transit times, supply routes, communication nodes and networks, accessibility conditions, technological modes, and political tensions are applicable on Earth as well as in Outer Space. Indeed, Outer Space is not without landmarks: there are regions of intense

radioactivity to navigate, oceanic distances to cross, highways where a planet's gravitational pull can speed up the journey, and strategic corridors that can link preferred areas. Just as valleys, rivers, mountains, and natural and political borders have formed the terrestrial scenario in which migratory dynamics have occurred, characterised by poles of departure and arrival, diffusion paths, crossroads, and gravitational zones.

The geography of interplanetary movement begins on the Earth because it is from the Earth's surface that one starts with the most suitable sites for launching rockets. Just as the ports from which ships sailed marked the era of great terrestrial migrations (Castles *et al.*, 2013), Space launch sites represent the starting point for futuristic Space missions and, in the future, probably for interplanetary migrations (Lockard, 2014). As always, the key is scientific knowledge and technological capabilities: first wind power, then engine power, and now the Earth's rotation and rocket design. Indeed, the most helpful launch sites make the best use of the Earth's rotational speed to reach Space at maximum speed with minimum fuel consumption. These characteristics are found in places close to the Equator, where the Earth's rotational speed reaches about 1669 km/h. This is why, for example, Cape Canaveral Air Force Station, the US Department of Defence's launch base, the Guyana Space Centre, which houses Europe's leading launch site, and Jiuquan, China's launch site. To this must be added the issues of locating the site as close to the Equator as possible according to border possibilities, the launch direction⁸, and the drop zone for auxiliary rockets corresponding to predominantly uninhabited areas (Doboš, 2019).

However, imagining constant patterns of migratory flows in Space is a challenge of no small magnitude, given the very different environmental context from the terrestrial one in which they have

⁸ The Earth rotates from west to east, so the rockets are launched easterly to gain additional thrust from the Earth's rotational speed, thus saving fuel and time.

historically manifested themselves. Indeed, the physical environment of Space has been shown to be very different from any terrestrial landscape and demanding, requiring the ability to develop very advanced technologies. By its very nature, Space keeps all objects in constant motion relative to each other, and the force of gravity governs this motion. This principle of constant movement and mutual attraction, which gives rise to the prevalence of orbital motion, is the first factor that cannot be observed in terrestrial conditions, where even in the air, objects can remain relatively stationary if the right design is used (e.g. a balloon). To enter this world of great physical forces, for most of human history, every human-made object has had to overcome an insurmountable barrier: the Earth's gravitational well (Harris, 2009). Gravity also plays a role in activities that aim to remain in orbit for whatever purpose or to break out of the Earth's gravitational pull to explore the vastness of the Solar system. Gravity also establishes something like the geography of Space, creating – to paraphrase Dolman (1999) – «higher» and «lower» places depending on their position within different gravity wells. Furthermore, given the depth of the Earth's gravity well, gravity effectively limits the weight of any launched object, as each additional kilogram imposes further demands on propulsion power and fuel consumption.

This brings us to the second important feature of the physical nature of Space: the large distances between all objects. As we read in the famous novel *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*, «Space is big. You just won't believe how vastly, hugely, mind-bogglingly big it is. I mean, you may think it's a long way down the road to the chemist's, but that's just peanuts to space» (Adams, 2001, p. 79). Even the Moon, the nearest object to the Earth's surface, is on average 390,000 km away. For comparison, the diameter of the Earth is just over 12,700 km. Light from the Sun takes 8 minutes to reach the Earth. These large distances pose a significant obstacle to manned missions to places far from Earth, as the crew would have to survive for long

periods in enclosed capsules surrounded by many environmental hazards (Hapgood, 2019). It is also one of the critical factors that will influence the understanding of the space domain in the following sections on human activities in Space (Jekins, 2021).

In addition, some hazards show another risk that is absent (at least not to such a significant extent) on the Blue Planet. The free-fall environment is an effect to which the human body must adapt. Free-fall conditions can be simulated in terrestrial space, but only for a limited period of time. The low gravity leads to problems of restricted movement and has a negative effect, albeit small compared to the effects of the free-fall environment, on the muscular system and bone structure: this affects the limits of Space use. High doses of radiation, carried into Space by deadly explosions on the Sun and from within the Galaxy, are another risk to be considered for interplanetary migration. Radiation is lethal to living organisms and any technology that is inadequately protected, hit by a solar storm, or exposed to prolonged doses of radiation. Then, there are psychological health issues, microbiological balance, or long-term changes resulting from adaptation to changing physical conditions by future Space migrants on long exogeographic journeys. This also leads to ethical considerations about the possibilities of «human enhancement» that new medical biotechnologies offer (Gouw, 2020; Schwartz, 2020). Indeed, crews on long-duration spaceflights, such as missions to Mars for exploration and settlement, will face unprecedented challenges. In addition to the recognised concerns for human health and performance, which have already been addressed through various mitigation strategies, there will be problems that have not yet been identified, some of which will be the consequence of the web of interactions between the many subsystems that make up such a complex enterprise. Due to the remoteness and isolation from Earth, the people involved in these missions must also have the tools to assess and correct these problems themselves (Shelhamer, 2019).

Landing on the surface of the most familiar celestial bodies, such as the Moon or Mars, also has its specificities. The bodies, considered as potential candidates for human use in the near future, have no magnetic fields and, except for Mars, no atmosphere to speak of. Even Mars' atmosphere is too weak to provide significant protection against most of the hazards of the Space environment. However, many of the peculiarities of Space can be overcome by technological development, and Space itself offers several significant opportunities to make the effort worthwhile. There are many other problems with more possible solutions that will require time, attention, and resources to develop. Space has its physical laws and limitations, which must be considered in the analyses in the following paragraphs, as physical laws and other specificities cannot be excluded from the equation and play a crucial and probably dominant role.

Finally, another aspect of the environmental impact of human activities in Space is that it would increase with the development of interplanetary migrations. Indeed, increasing human activity in orbital Space has already generated numerous material externalities known as «orbital debris». Geographers Hunter and Nelson (2021) argue that the geographical imaginary of powerful actors, such as States and multinational corporations, shapes conceptions of orbital debris and limits engagement with these objects. They, therefore, analyse the links between debris and injustice, arguing that these objects must also be considered concerning power and terrestrial ecology. These environmental footprints (Rowan, 2017) are embedded in geopolitical power dynamics and vulnerability, meaning that human engagement with Space is also a matter of environmental justice. On Earth, environmental (in)justice, argues geographer Julie Michelle Klinger (2019), takes place at multiple scales: the local and stratospheric emissions of Space launches, the location of Space-related infrastructure in so-called peripheral locations, and the role of power in determining whether the use of such infrastructure

favours constructive or destructive socio-environmental practices. Recent research connects Earth's extractive supply chains to waste-making practices in outer space (Klinger *et al.* 2024). Beyond Earth, environmental geopolitics are similarly multi-scalar, manifested in contemporary pollution issues such as orbital debris and conservation debates such as planetary protection protocols (Marino and Cheney, 2023). Thus, since the launch of Sputnik 1 in 1957, interplanetary Space has been filled with human material culture. A «Space landscape» now consists of terrestrial Space sites, such as rocket launch sites, satellites and Space debris in Earth orbit, and planetary landing sites (Giordano, 2025). Appropriate management of the cultural heritage of Space exploration requires the broader scope and commitment that a cultural landscape approach can provide (Gorman, 2005).

Destination: Exo-settlements and Exo-territorialisation Processes

Since 1948, visionaries and scientists have been working towards a permanent human settlement in Space. The first real pioneer was Wernher von Braun⁹, famous for piloting the Saturn V, which sent men to the Moon, which he saw as a testing ground for the more difficult journey to Mars. Although US politicians never recognised the feasibility of his vision, he single-handedly set humanity on the path to colonising the Red Planet. However, establishing a permanent settlement on another celestial body is a challenging task, and for the

⁹ Wernher von Braun used his rocketry genius to develop the V2 for Hitler before being transferred to the US as a «prisoner of peace» and put in charge of the most successful space projects. Published in 1952, *Das Marsprojekt* (The Mars Project) was von Braun's magnum opus on space travel, still of great relevance and use today, detailing exactly what it would take to land a man on Mars. Although NASA never implemented his proposals, von Braun foresaw many of the technological developments needed to realise his vision that has since come to fruition, such as the Space Shuttle and SpaceX's reusable rockets (Petranek, 2015, footnote 3, pp. 13-15).

current generation of humans, realistic settlement options are limited to the Moon and Mars. Various organisations, both governmental and private, have begun planning such missions. Although some information has been made public, most details are still hidden, and the mission times are so long that it is likely that the proposed plans will undergo significant changes or be abandoned altogether.

In this context, some authors (Billings, 2019; Levchenko *et al.*, 2019; Marino, 2019; Szocik, 2019) believe that humans are not technologically and socially advanced enough to establish settlements on Mars or elsewhere in Outer Space. Instead, they advocate a vision of a human future in Space in which humanity finds its way to a peaceful collective existence on «Spaceship Earth». These sceptical observations aim to show that the idea of making humans a multi-planetary species is in fact, an extrapolation and projection of all known problems and challenges on Earth, compounded by placing astronauts on Mars in a dangerous Space environment. Perhaps humans will be technologically and socially ready to live peacefully on other planets in the distant future. For now, it is believed that we are not there yet. Other scientists (Green, 2019; Munevar, 2019), however, believe that settling in Space is not only technologically possible but also a moral imperative, as it would offer humanity the opportunity to significantly increase our species' chances of survival. It would also provide access to the Solar system's resources and increase our scientific knowledge of the heavens and the Earth. Other research (Campa *et al.*, 2019) argues that Space colonisation will take place in the short term, but not in the form often depicted in scientific and science fiction literature. That is, Space settlements will be fully automated. There are three main reasons why this is the most plausible scenario: 1) mining in Space is very profitable; 2) humans cannot survive in Space for long periods of time, which limits the prospects for human colonisation of Space; 3) automation is already a leading trend on Earth. Human missions will play a supporting role, while machines or

human/machine avatars will «inhabit» other celestial bodies to pursue economic ventures and advance scientific discovery.

However, a settlement in an extraterrestrial environment can be imagined as the creation of a second home for humanity. It is a concept that is at once «simple» to imagine and very complex to realise: its minimum requirement lies in the ability to keep its inhabitants alive, while its optimum lies in competing with the amenities offered by the terrestrial environment. This means that a permanent settlement would have to provide at least the essential services of shelter, energy, water, and food, and over time, some terrestrial facilities to ensure its long-term sustainability. It would, therefore, start with a small settlement to provide a base from which infrastructure could gradually be developed to support more people and, over time, provide more diverse services as needed. In geographical terms, this development could be defined as a process of «exo-territorialisation».

It should be noted that the concept of settlement is different from that of a colony. A settlement is characterised by being self-sufficient, independent, and internally motivated to prosper. In contrast, a colony is designed to support a motherhouse, operate to satisfy external beneficiaries, and depend on various forms of support and control from the motherhouse itself. In many cases, colonies evoke concepts of imperialism, subjugation, welfare, etc., at the cost of impoverishment, resource depletion and extinction of indigenous biota (Dunnett, 2021; Noon *et al.*, 2023; Treviño, 2023). Moreover, past Earth colonies' social and cultural struggles are unlikely to be replicated in Space, especially for physical reasons of distance¹⁰. It follows that to ensure the survival of the human species and human permanence in an exogeographic environment, settlements - rather than colonies - should be vehicles through which humanity establishes new points of exo-territorialisation in the Solar System and perhaps

10 For these reasons, the term «(exo)settlement» is preferred to «colony» in this paper, although the latter is sometimes used in the reference bibliography.

beyond.

Initially, population growth in the exo-settlement will depend on people migrating from Earth, most likely on a one-way journey, to join those already living in the previously established exo-settlement. The founders of the exo-settlement are likely to be tech-savvy, well-educated and pioneering. Over time, as the costs and need for highly specialised people diminish, more and more people of average ability may undertake the migration from Earth in new ways, but driven by old motivations such as economic opportunity, a sense of adventure, the need for a new start, the need for a change of environment, or worse, the need to escape conflict and disaster. Subsequently, thanks to an increasingly advanced process of exo-territorialisation, more and more people could be born into exo-settlement, at a rate that could exceed the number of terrestrial migrants. Consequently, some people born in this new exogeographic context would only know life on a planet other than Earth, effectively making humanity multi-planetary and ensuring the continuation of human existence beyond Earth. As human settlement in a hostile exogeographic environment may require the use of somatic and germline genetic engineering, this raises ethical implications for its potential impact on the evolution of *Homo Sapiens*, as well as the socio-political balances that would be altered by these genetic variations (Norman and Reiss, 2020).

Since the permanence of exo-settlements will depend on their self-sustainability, careful and foresighted planning and construction will be required to increase this capacity over time. However, the genesis of exo-settlements will come from Earth's materials, supplies and people. Initially, habitats to live in, food to eat and water to drink will have to be sent from Earth, along with the first founding settlers and through frequent supply missions, prior to the arrival of the settlement community as a whole. However, this process would be difficult, expensive, and unsustainable in the medium to long term. Therefore, the sooner the exo-inhabitants can use in situ spatial

resources, the greater their chances of survival, sustainability, and independence. The ability to use in situ resources depends on their habitability. This is a measure of the potential of an environment to support life, and for exoplanets, it is linked to the presence of liquid water on the surface. The ability or inability of a planet to support liquid water on its surface is due to a complex interplay of planetary, stellar, and planetary system properties over the planet's lifetime (Carter *et al.*, 2023). The processes that can alter a habitable planet's environment include photochemistry, stellar effects on the climate balance, atmospheric loss, gravitational interactions with the star, moons, other planets and asteroids, and galactic phenomena. Ultimately, understanding these processes will allow the identification of exoplanets that are most likely to be habitable and will reveal the global properties of habitable planets that may be observable (Alibert *et al.*, 2018; Meadows and Barnes, 2018). Figure 1 below illustrates the water situation on Mars.

Thus, this reliance on Earth should not be seen as creating a relationship of dependence but rather one of assistance: as the home planet of the human species, Earth should act as a springboard, rather than a conveyor belt, to create new exo-settlements. In this sense, exo-settlements should not only be self-supporting but also self-directed. The interests of the exo-dwellers, as representatives of the human species, should be paramount in the decision-making processes that determine the functioning of the exo-settlement (Bhatt, 2015). From its inception to its establishment, the exo-settlement should be set up to collaborate to promote its survival and permanence. This may include the creation of commercial partnerships with specific Earth States or internal operations (Giordano, forthcoming). However, the main goal should be to transform the exo-settlement into a self-sustaining enterprise as quickly as possible to increase the exo-community's chances of survival. As parts of humanity move into Space, exo-settlements will need a political structure to define their

political relationship with Earth (Anderson, 2019). It is clear, therefore, that the success of exo-settlement will depend on many human and environmental factors. Some scholars (Yazici and Haqq-Misra, 2022, among others) highlight some of the anticipated problems of sovereignty, trade, production and proliferation that will require pragmatic solutions to ensure the sustainability of exo-settlements.

However, early travellers to Mars or other planets will face an environment incompatible with that in which their genomes, epigenomes and psyches evolved. Even if technical barriers are overcome to provide adequate resources for basic physiological needs, *Homo Sapiens* will not survive on an alien Earth if a fracturing psychology prohibits using these resources. Environmental Psychology can be used to shape the architecture of choices for a spacecraft to Mars and a settlement on it, guiding choices towards satisfying basic existential, relational, safety and fitness needs (Yashar *et al.*, 2019). Aspects of the environment that should be designed to create optimal psychological states for survival and well-being include primaries, defaults, private spaces, shared spaces, ceiling heights, object shapes, colours, nature, pets, light, windows, noise, temperature, smells, contaminants, order, and distractions.

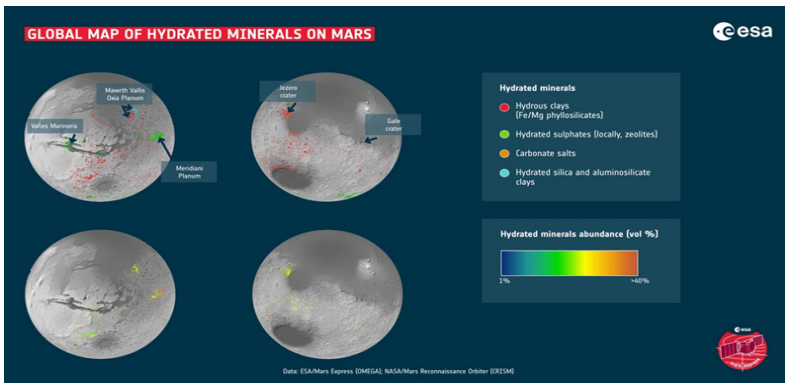


Fig. 1. Global map of hydrated minerals on Mars pillars

Source: European Space Agency, 2022

No matter how far we soar through the stars, human psychology will always be tied to the totality of our surroundings. By shaping the environment in which we live, we indirectly shape our psyche and prepare it for a mission of unprecedented alienation and duration (Abood, 2019).

Designs have been proposed for a Space settlement in orbit or on Mars. Among the most influential contributors to this vision is Elon Musk, founder of SpaceX, who has played a central role in shaping contemporary ambitions for interplanetary colonisation. His influence expanded notably during the Trump administration, which actively promoted the integration of commercial actors into U.S. space policy. Musk's advocacy for a multi-planetary future and his company's concrete technological achievements have positioned him as both a visionary and a key stakeholder in the emerging space economy. One of his proposals (Musk, 2018) envisages a structure consisting of several domed buildings, each dedicated to a specific purpose. These domed structures would be constructed from regolith found on the surface of Mars. The different domes would serve the following purposes: living quarters, electrolysis laboratories for oxygen extraction and water recycling systems, agricultural domes, waste disposal systems, and multifunctional domes with recreational activities for the inhabitants (fig. 2).

Much of the work to build these domes would have to be done by robots placed on the surface of Mars months before astronauts could set foot on the planet. In fact, the work would be very tiring, and the astronauts might find it difficult to do such tedious work themselves. Depending on the different functions and structures required on Mars, connecting separate domes underground to protect the inhabitants from solar radiation would be possible. These underground connections could be made using lava tubes or caves¹¹. These underground pathways

11 On Earth, a lava tube is a long cavern formed when magma flowed through it and then emptied over time to form uniform tunnels. Lava tubes and caves

could also be considered for the construction of housing complexes, as they would protect from harmful cosmic radiation.

Regarding exogeographic location, research carried out by rovers on Mars has shown that a low-altitude zone is preferable. Geological studies of the Red Planet carried out by satellites and rovers indicate that the northern hemisphere has a lower altitude than the southern hemisphere. In addition, the atmosphere around the northern hemisphere is thicker. This is an advantage because it means that less dangerous solar and cosmic radiation would penetrate. In addition, the process of slowing down and landing on the Martian surface would be easier in the northern hemisphere. Considering that several launches from Earth would be required to get the crew and payload to Mars, it would make sense to choose a location that would make landing easier (Swaminathan and Malhotra, 2021).

In terms of living structures, as part of NASA's international 3D Printed Habitat Challenge, the architectural design firm Hassell was selected to design the first human home on Mars (NASA 3D Printed Habitat Challenge, Hassell Studio, 2023).

The design includes an outer shell of local Martian regolith – to be built by autonomous robots before exploration teams build the interior – and a series of inflatable «pods» containing everything needed to work and live on Mars. The interchangeability of the system's parts becomes one of the main ideas, with each module being replaceable, and, even if one is lost, the system will continue to function thanks to the circular arrangement. The size of the habitat and each module is such that several actions, events or jobs can be carried out simultaneously.

have been found on Mars, but the site's altitude and water availability need to be verified.

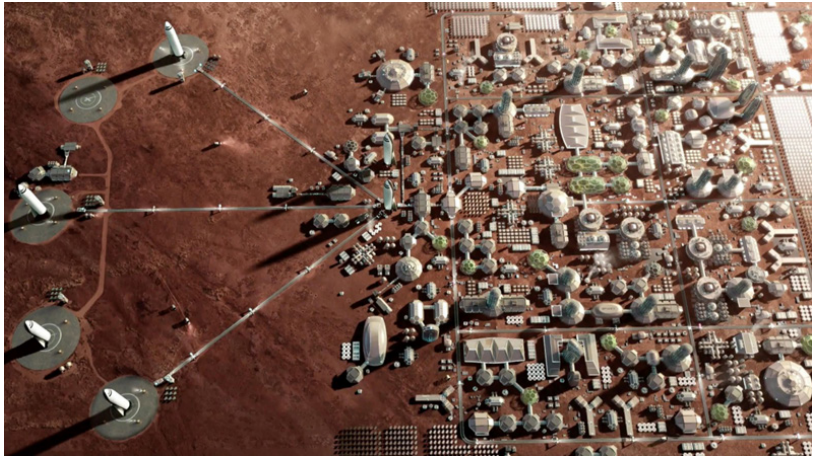


Fig. 2. Rendering of SpaceX's plan for a settlement on Mars
Source: Musk 2018



Fig. 4. NASA 3D Printed Habitat Challenge (modular and interchangeable functioning)

Source: Hassel Studio, 2023

The following sections discuss the probability of survival in terms of socio-political organisation and the possibility of permanence in terms of reproductive capacity in possible exo-settlements on Mars or the Moon (Szocik, 2021), as these two bodies currently appear to be the most realistic potential candidates for human settlement. Conceptually, however, exo-settlements could occur on any planet other than Earth that has characteristics suitable for supporting human life. While capable of supporting life, it is worth noting that some planets may not be suitable for human life. For example, it is speculated that planets in our Solar system (such as Enceladus, Titan, Europa and possibly Venus¹²) could support life. However, these environments may be too cold, too far from the Sun, have toxic

¹² Most of these planets contain liquid water (or liquid ethane/methane in the case of Titan and a sulphur dioxide atmosphere in the case of Venus), which is necessary to support life.

atmospheres, lack land masses, or have no accessible water. Although it is unlikely that humanity will find a celestial body entirely identical to Earth, the species needs only some Earth-like characteristics on which it has become dependent to survive. Homo Sapiens has proven quite adaptable to tolerate less-than-perfect environmental conditions and, with the help of technology, even less-than-ideal conditions (Braddock, 2020).



Fig. 5. NASA 3D Printed Habitat Challenge (residential example)
Source: Hassell Studio, 2023

Endurance: Socio-political Risks to Survival in Non-Terrestrial Environments

Despite the expected preparation of engineers, scientists, astronauts and crew, there may be some unforeseen and dangerous challenges in extra-terrestrial environments. For example, the thin atmosphere of Mars, the lower intensity of gravity compared to Earth, and exposure to solar and cosmic radiation could all have detrimental effects on astronauts and exo-inhabitants. There may already have been life

on Mars of which we are unaware. This raises the risk of forward or backward contamination. Forward contamination is the risk of terrestrial life-threatening Martian life. Backward contamination is the risk of human life being threatened by Martian life on its return to Earth. In addition, a journey to Mars takes at least six months, of which the astronauts would be outside the Earth's magnetic field for more than three months. The astronauts will be exposed to cosmic radiation and the solar wind. Prolonged exposure to this radiation could cause cancer and even cause astronauts to develop symptoms of Alzheimer's before landing on Mars. There are certain risks associated with radiation exposure and prolonged living in low gravity: loss of muscle and bone mass, vision problems, poor fluid distribution, loss of balance, spinal misalignment, cardiovascular problems and weakening of the immune system. Please refer to the relevant scientific medical literature for these types of risks.

However, this section will focus on some of the risks associated with the socio-political organisation for the survival of human communities settled in exogeographic environments. Such an undertaking naturally involves titanic complications in various fields, from Space technology to ethical, environmental, biological, medical, and social challenges. One can imagine that the creation of a Martian outpost will likely involve many of the same social problems on Earth (Nature, 2016).

Therefore, sustaining a long-term settlement on Martian soil will require solving many technical and human problems. Several studies have already been carried out but focus on technical issues. For example, there are proposals for the first manned mission to Mars, for building materials, for the choice of industrial processes or the settlement's location. On the other hand, apart from general studies (Hamilton *et al.*, 2021) science fiction novels dealing with the psychological, sociological, and economic problems of long-duration Space missions or, few studies have focused on the human

factors related to settlement on Mars and in Outer Space (Froehlich, 2021; Irons and Irons, 2023; Smith, 2019; Szocik *et al.*, 2020).

One study (Salotti *et al.*, 2015) assumed establishing a Mars base of several hundred people, which would serve as the starting point for a global colonisation process. It has also been suggested that interplanetary transport exists between Earth and Mars to allow the import of complex goods and systems. However, without major technological breakthroughs, such imports will be rather limited, and it is assumed that industrial development will be required to exploit local resources and meet basic settlement needs. With regard to human factors, the study aimed to identify the principal risks, their severity and likelihood of occurrence, and the direct and indirect impacts (or influences) on other important parameters such as resource quantity, quality of life and well-being, organisation of society and sustainability of development. Some variables are closely linked to the population's ability to survive. A dramatic event or poor organisation can lead to the failure of the settlement process. For this reason, the frequency and severity of each of these variables have been examined, as shown in figure 6 below.

As a first approximation, each variable belongs to one of the following categories: energy, industry, built environment, ecosystems, and human factors. A pyramidal view is given in figure 7.

Although four out of five categories are not strictly «human factors», it is clear that there is a strong link between these categories, as they are highly interdependent and have a significant impact on survivability. For example, a social conflict may not directly impact energy, industrial production, or ecosystem quality. However, if it results in the destruction of buildings or even a civil war, it will have a dramatic indirect impact on these, ultimately leading to the end of the exo-settlement process.

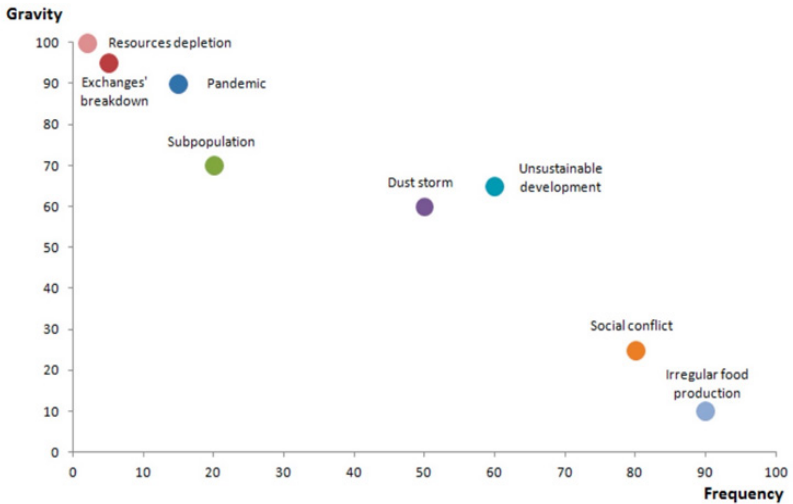


Fig. 6. Frequency and severity of risks related to a Mars settlement
 Source: Salotti *et al.*, 2015

Several important variables were identified, and three scenarios were developed. Interestingly, most of the variables considered are closely related to the causes of human extinction proposed by Jared Diamond (2005), Pulitzer Prize-winning author and Professor of Geography at the University of California. The three scenarios are: 1) an environmental disaster that could lead to the destruction of important systems or means of production (e.g. energy supply); 2) an endogenous or imported pandemic from the Earth that could lead to the death of part of the population; 3) unsustainable development linked to dependence on external resources, disruption of trade or mismanagement of skills that could prevent the adaptation necessary to ensure the survival of the population.

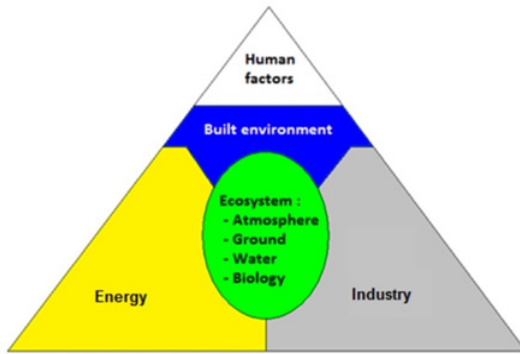


Fig. 7. Categorisation of variables
 Source: Salotti *et al.* 2015

A key survival factor is the ability to produce food in an exo-settlement once supplies from Earth have been exhausted. In fact, food production on Mars is usually thought of in terms of growing plants to partially sustain small crews of explorers for short to medium-term stays. Research (Cannon and Britt, 2019) has considered the more radical goal of producing enough food on Mars to support a permanent exo-settlement of private citizens, growing to one million people within one hundred Earth years. The model is based on a population growing both by immigration and naturally. Calorie requirements per person were calculated, and land use was modelled with a diet including staple crops, insect products and cellular agriculture. According to the study, food self-sufficiency could be achieved within a hundred years with reasonable inputs, but in the meantime huge quantities of imported food would still be required. Various strategies can significantly reduce the amount of imported food relative to the speed of building pressurised food facilities. Future research should, therefore, focus on methods of producing plant nutrients, insect feed and raw materials for cultured cells from predominantly local resources on Mars. Engineering and architectural

work should develop automated methods to rapidly construct shielded and pressurised volumes to house food production facilities.

Finally, several uncertainties exist in estimating the number of people an exo-settlement could sustain. Considering the Martian requirements for sustainability in terms of energy, surface area, political status, and technological advancement, one study (Tiwari, 2021) argues that Mars could support a population of two billion people based on current Norwegian population density. However, actual population limits may vary depending on resource extraction capabilities and possible policy guidelines. This may suggest scepticism about applying Norwegian population density to the Martian environment. On the other hand, what would be the minimum number of exo-inhabitants necessary for the survival of a settlement on another planet? Research (Salotti, 2020) shows that a mathematical model can be used to determine the minimum number of people and lifestyle required to survive on Mars. It has been calculated that the minimum number of people required would be 110. The proposed method allows for evaluation and comparison, opening the debate on the best survival strategy. If this relatively low number is confirmed, survival on another planet could be easier than expected, provided that the organisation of the exo-settlement is adequate.

Regeneration: Exogeographic Human Fertility

The existence and prosperity of an exogeographic human community depends, as mentioned, on the socio-political organisation of the exo-settlement. In the long term, the only way to continue the community's evolutionary trajectory, to ensure that it remains adaptable to the environment and thus survives, is to ensure its genes are passed on to the next generation. As the environment continues to change, species must continue to adapt. The fact that humans can change the environment does not diminish the truth of this statement.

On the contrary, as humans change the environment, they must adapt even more rapidly to the unforeseen consequences of that change to ensure survival. The only way to ensure such survival is to pass on the genes of a species to future generations.

Indeed, current knowledge of human population dynamics suggests that human reproduction on Mars will be necessary for the survival and subsequent expansion of a Martian settlement. Until the exo-settlement has a population capable of maintaining an adequate natural population replacement rate¹³, immigration from Earth will also be necessary. Possible unpredictable catastrophes, diseases and other demographically damaging phenomena must also be considered. It should be borne in mind that the scenarios considered have limitations because they are based on ecological studies in the terrestrial environment while considering possible extra-terrestrial extinction events.

However, reaching a large number of people in the years following the first missions is considered very unlikely because interplanetary transport¹⁴ projects are currently costly and dangerous, of long duration

13 To ensure generational replacement of a population and to keep the number of individuals stable in the absence of migration flows, the replacement rate must be as close as possible to the number of two children per couple to replace the two parents.

14 Interestingly, over the next decade (2023 to 2033), orbital space tourism is expected to grow, with flights lasting from days to weeks. The motivations for spaceflight and the expected in-flight behaviour of participants are likely to differ from those of professional astronauts. According to some (Cullen *et al.*, 2023), it is unrealistic to assume that all space tourism participants will abstain from sexual activity while exposed to microgravity and higher levels of ionising radiation during spaceflight. This raises the possibility of uncontrolled human conception in space, which poses a significant risk to the emerging space tourism industry. Knowledge of the effects of these space environments on the early stages of human reproduction and the long-term consequences for offspring is still in its infancy. Possible adverse effects include those of a biological nature – such as abnormalities in the development of human offspring and those of a social and commercial nature – such as litigation, reputational damage, and financial loss.

(7-9 months) and with a small number of astronauts. Moreover, it is not known how many people would be willing to live permanently on Mars.

In any case, reproduction in an exo-settlement on Mars is very challenging in many ways. Significant medical and biological issues during and after the voyage relate to muscular, nervous, reproductive, cardiovascular, and sensory ailments. There are also ethical and moral issues closely related to sexual politics and the regulation of fertility rates. Human history provides examples of the control and regulation of human reproduction. Ethical and legal systems, both secular and religious, include dating, mating, and reproduction rules. Human sexuality and reproduction have been and continue to be hotly debated on Earth. Some of the issues debated on Earth that will need to be addressed in an extra-terrestrial context concern the value of human life, the politics of abortion, sexual selection, and artificial genetic engineering. Though deeply rooted on Earth, some moral rules may need to be revised to build a new world. Reproduction on Mars could lead to new moral and ethical concepts and significant medical, biology and biotechnology advances. However, it is believed that humans born and raised on Mars will be psychologically and physiologically better adapted to life on the planet and more willing to accept the ideologies, training, and culture of an extra-terrestrial settlement. Therefore, human reproduction on Mars is considered a substantial modality to create a permanent human community (Szocik *et al.*, 2018).

However, other authors (Balistrieri and Umbrello, 2022) argue that it is not morally justified a priori that the first phase of space settlement is based on sexual reproduction. This position is founded on the argument that, at least in the first settlements, those born in Outer Space may not have a good chance of living a good life. This problem does not depend on the fact that life on another planet will face problems such as solar radiation or the reduction or total absence of gravity. These problems could plausibly be addressed, as planets or exo-planets could be completely transformed by geo-engineering

processes. Similarly, the ability of humans to live in Outer Space could be improved by genetic modification. Even if the problems of survival in Space were solved, it is believed that, at least in the early stages of settlement on other planets, having children in Space might be a morally irresponsible choice since the life they might be given might not be good enough. This principle applies both on Earth - at least where there is a choice - and should also apply to Space travel. Another aspect to consider is genetic drift, the variation in the frequency of gene variants or alleles due to random sampling. The effect is most significant in smaller populations and works by reducing genetic variation, which reduces a population's ability to respond to new selective pressures. This sounds bad, but genetic drift and the founder effect are the main drivers of evolution on Earth. That is, they lead to the formation of new species. Throughout generations, the first exo-settlements should evolve and change. On Earth, these processes are pretty slow. But for the Moon or Mars inhabitants, the process will be accelerated by the very different physical environment and the higher incidence of mutations due to cosmic rays (Impey, 2019).

Yet, the moral and ethical challenges outlined above cannot be fully tested or predicted prior to the launch of a mission and the establishment of a human community in exo-settlement form. For this reason, thought experiments and science fiction-like speculations, obviously rooted in the scientific background and terrestrial parallels, are probably the most prudent methodology to try to clarify future scenarios in Outer Space. Once again, the vital role of imagination must be stressed. One such inspiration, which could be applied to the topics of reproduction and artificial sexual selection, can be found in *Noumenon*, written by Lostetter (2017). The book is about population management during the long journey into cosmic Space. Of course, the journey itself is not parallel to a 6-9-month trip to Mars, but it serves as a good comparison for the stay on Mars and a good starting point for thought experiments on possible ethical challenges. The

ethical dilemmas discussed by Lostetter include reproductive and population policies determined by the specific environment and the future benefits of the mission. Questions of population management seem crucial in such a confined and limited space as the future long-term Mars base, which involves a state of resource scarcity leading to a highly threatened possibility of survival. This science fiction scenario shows how a deep Space mission can challenge current moral intuitions and ethical standards.

Conclusions: Innovation, Internationalisation, and Interdisciplinarity for the Challenge of Exogeography

Nature has endowed humanity and other species with a space, planet Earth, that is undoubtedly limited: 51 billion hectares, two-thirds of which are submerged. However, only the photographs of the Earth taken from the Moon in 1969 during the Apollo mission and transmitted by Neil Armstrong have plastically rendered the image of a finite planet with limits. For human societies, territory has always constituted an «anchor» for life on the planet. Gradually, passing through different forms of organising power over territory, the activity of competition and appropriation of territory and space has become more and more prominent. The territory is both «tangible» to be humanised and «imagined» to be represented, for example, through maps. The viewpoint provided by Spatial activities allows for a new perspective – the image of a single planet inhabited by a single people: humanity. Perhaps more than on the sea or on the land, these new realms constituted by Space could represent the testbed for a new form of truly global cooperation to achieve an effective and lasting common benefit. It would be opportune at this point to return to a Modern Geography that recognises, as in the past, the reciprocity between heaven and Earth. Indeed, the opposition between limited and unlimited, confined and boundless, is constantly and reciprocally

affirmed. Indeed, contemporary Human Geography has been slow to explore the innumerable connections that link social life on Earth to the celestial realm (Giordano, 2018).

Today, in fact, the desire to (re)discover the heavens manifests itself in astounding ways: designs for Space lifts that could replace rockets at a fraction of the cost; experiments in suspending and resuscitating life for very long-distance travel; prototypes of solar sails that traverse Space on the thrust of microwaves emitted from Earth. According to astronomer Chris Impey (2015), a vibrant commercial Space industry will be active in twenty years. In thirty years, there will be small but efficient colonies on the Moon and Mars. In fifty years, mining technology will be sufficiently advanced to harvest resources from asteroids. In a hundred years, a cohort of humans born off Earth will come of age without ever visiting humanity's home planet. This is not science fiction, Impey argues, but the logical extension of technologies already available. However, if the history of humankind, from the archaic human species of the Stone Age, through the emergence of *Homo Sapiens* to the 21st century, has been marked by several «revolutions», complexity theory can teach us that unpredictability and uncertainty will be ineradicable. Human and environmental risks can be catastrophic and not easily calculable and manageable. The evocation of «interplanetary sin transfer», the danger of exporting terrestrial evils to Outer Space, is ever present (Peters, 2020). The rewards, however, are potentially substantial. From the mineral riches of celestial bodies to the human race's survival, space exploration offers much. Space can bring many benefits to armed forces, from reconnaissance to communications or even the placement of weapons in orbit. At the same time, many of these technologies have dual-use potential and contribute to civilian life: satellite navigation enhances global transportation and logistics; Earth observation aids disaster response, climate monitoring, and sustainable development; and space-based research can drive innovation in medicine, materials, and

energy. Weather reports or positioning systems improve life on our planet. Celestial bodies are composed of minerals that will be needed to further develop Earth's civilisation and support Space endeavours. The detection and deflection of a giant asteroid or comet heading towards Earth would ensure the survival of terrestrial life (Spagnulo, 2021).

From the above, it can be concluded that Geography will be forced to renew itself in terms of its themes, spatial horizons, terminology and methodology (Dunnnett, 2023) to meet the challenges of a world constantly changing technologically and redefining its spaces. On the other hand, as early as 1991, Glassner argued that the time was ripe for geographers to move into Outer Space analysis after the Political Geography of the sea and Antarctica. But even Cosgrove suggested in 2000 that the historically deep connections between Geography and Cosmography – the description and representation of the universe as a whole – broken by the processes of modernity¹⁵ deserved to be reconsidered. Philosophical and epistemological changes, the author argued, weakened the claims that underpinned the modernist intellectual project. At the same time, there was a growing human presence (virtual and real) in the spaces beyond the earth. Both of these trends should push us towards rethinking the cosmographic connection, making it possible to re-imagine a Human Geography of celestial space, a Cosmography for the 21st century (Cosgrove, 2000). The actuality of the virtual world, information technologies, remote sensing, GIS and the Net, and space exploration proves that an Extra-terrestrial Human Geography already exists (Pike, 1974 and 1987). This has happened, but, as noted above, only partly and mainly for the issues covered by critical astropolitics. Indeed, the perspectives and new opportunities offered by the different fields of

15 Von Humboldt's own text (1845) clearly reported the tensions that such a break entailed.

study of Outer Space should be evident (Dunnett *et al.*, 2017), as its future will be determined by its geography (Marshall, 2023; Wooding, 2023). In addition to innovation, it will be necessary and spontaneous – given the limitless, is the right word, space of analysis – to open up to international collaborations to better address issues of such vast and varied human interest. Giovanni Schiaparelli himself, the Italian astronomer with whom the history of Mars observation is inextricably linked, used to tell stories about the political order of the planet, governed by a highly advanced civilisation which, in order to manage the common good, had to cooperate in order to survive, which led to the elimination of wars and international tensions. In this way, Schiaparelli can ultimately be described as a utopian (Schiaparelli, 2019). Finally, like traditional Geography, Exogeography will necessarily have to demonstrate a capacity for dialogue and interbreeding with other disciplines. The usual and necessary characterisation of Geography as a «discourse of synthesis» should help here. At least conceptually, elements of continuity can be traced between historical explorations and colonisations on our planet and those in the Cosmos. Perhaps less obvious, but equally undeniable, is that some of the tools used today to understand processes of territorialisation may remain valid in the new contexts (Casagrande, 2021, p. 48). After all, the classic key questions of Population Geography regarding human communities – *where are they? And why are they there?* (De Blij and Murphy, 2002, p. 53) – remain valid for Population Exogeography.

References

- Abood S. (2019), *Martian Environmental Psychology: The Choice Architecture of a Mars Mission and Colony*, in Szocik K. (eds.), *The Human Factor in a Mission to Mars. An Interdisciplinary Approach*, Cham, Springer, pp. 3-34.
- Adams D. (2001), *The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*, Hannover, Hanomag.
- Alibert Y., S. Ataiee and J. Venturini (2018), *Planet Formation, Migration and Habitability*, in H.J. Deeg and J.A. Belmonte (eds.), *Handbook of Exoplanets*, Cham, Springer, pp. 2879-2895.
- Anderson G. (2019), *The Politics of Settling Space*, in «Futures», 110, pp. 64-66.
- Armstrong E.S., and J.M. Klinger (2025), *Earthly Entanglements with Outer Space: Introduction*

- to the Theme Issue, in «Environment and Planning D: Society and Space», 43, 2, pp. 207-214.
- Baley A.J. (2005), *Making Population Geography*, Londra, Hodder.
- Balistreri M. and S. Umbrello (2022), *Should the Colonisation of Space be Based on Reproduction? Critical Considerations on the Choice of Having a Child in Space*, in «Journal of Responsible Technology», 11, 100040.
- Balk D. and K. Grace (2019), *Investigating Demographic Processes Using Innovative Combinations of Remotely Sensed and Demographic Data* in «Population and Environment», 41, 2, pp. 71-73.
- Bautzmann A. (2001), *Exogéographie politique des autoroutes de l'information: globalisation de la communication et mutation du système-monde*, Université de Provence. UFR des sciences géographiques et de l'aménagement.
- Beery J. (2012), *State, Capital and Spaceships: A Terrestrial Geography of Space Tourism*, in «Geoforum», 43, pp. 25-34.
- Beery J. (2016a), *Terrestrial Geographies in and of Outer Space*, in J.S. Ormrod and P. Dickens (eds.), *The Palgrave Handbook of Society, Culture and Outer Space*, Basingstoke, Palgrave Macmillan, pp. 47-70.
- Beery J. (2016b), *Unearthing Global Natures: Outer Space and Scalar Politics*, in «Political Geography», 55, pp. 92-101.
- Bhatt M. (2015), *Constituting Outer Space: The Governance of Planetary Settlements and Artificial Habitats*, in C.S. Cokell (ed.), *Human Governance Beyond Earth. Implications for Freedom*, Cham, Springer, pp. 149-171.
- Billings L. (2019), *Colonizing Other Planets is a Bad Idea*, in «Futures», 110, pp. 44-46.
- Birx J.H., B. Milićević and A.V. Tenodi (2018), *Giordano Bruno: The Cosmic Perspective*, in «Anthropologia Integra», 9, 1, pp. 61-74.
- Bishop P. (1994), *Residence On Earth: Anima Mundi and a Sense of Geographical Belonging*, in «Ecumene: A Journal of Cultural Geographies», 1, 1, pp. 51-64.
- Braddock M. (2020), *Limitations for Extraterrestrial Colonisation and Civilisation Built and the Potential for Human Enhancements*, in K. Szocik (ed.), *Human Enhancements for Space Missions*, Cham, Springer, pp. 71-93.
- Bruno G. (2014), *On the Infinite, the Universe and the Worlds: Five Cosmological Dialogues*, CreateSpace (ed. or. 1584).
- Campa R., K. Szocik and M. Braddock (2019), *Why Space Colonization Will be Fully Automated*, in «Technological Forecasting and Social Change», 143, pp. 162-171.
- Cannon K.M. and D.T. Britt (2019), *Feeding One Million People on Mars*, in «New Space», pp. 245-254.
- Carter J., L. Riu, F. Poulet, J.P. Bibring, Y. Langevin and B. Gondet (2023), *A Mars Orbital Catalog of Aqueous Alteration Signatures (MOC4AS)*, in «Icarus», 389, 115164
- Casagrande G. (2021), *Luoghi nello spazio: alcune prime sfide dell'esogeografia di fronte alla presenza e alle attività umane al di fuori della Terra*, in «Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia» (SSRG), 32, 2, pp. 37-50.
- Casagrande G., A. Sik, G. Szabó (2018), *Small Flying Drones. Applications for Geographic Observation*, Cham, Springer.
- Castles S., H. de Haas and M.J. Miller (2013), *The Age of Migration: International Population Movements in the Modern World*, New York, Red Globe Press.

- Collis C. (2009), *The Geostationary Orbit: A Critical Legal Geography of Space's Most Valuable Real Estate*, in «Sociological Review», 57, 1, pp. 47-65.
- Collis C. (2016), *Res Communis?: A Critical Legal Geography of Outer Space, Antarctica, and the Deep Seabed*, in J-S- Ormrod and P. Dickens, *The Palgrave Handbook of Society, Culture and Outer Space*, London, Palgrave Macmillan, pp. 270-293.
- Collis C. (2017), *Territories Beyond Possession? Antarctica and Outer Space*, in «The Polar Journal», 7, 2, pp. 287-302.
- Cosgrove D. (1994), *Contested Global Visions: One-World, Whole-Earth, and the Apollo Space Photographs*, in «Annals of the Association of American Geographers», 84, 2, pp. 270-294.
- Cosgrove D. (2001), *Apollo's Eye: A Cartographic Genealogy of the Earth in the Western Imagination*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press.
- Cosgrove D. (2008), *Geography and Vision: Seeing, Imagining and Representing the World*, London, I.B. Tauris.
- Cosgrove, D. (2000). Extra-Terrestrial Geography: Cosmography Before and After Von Humboldt, *The Alexander Von Humboldt Lectures*, California Digital Library, University of California.
- Cullen D.C., M.C. Hudnall, S. Ali, S.S. Behram, E. Edelbroek, A. Layendecker, R.E. Marques, S. Mushtaq and A.C.J. Vermeulen (2023), *Sex in Space: Consideration of Uncontrolled Human Conception in Emerging Space Tourism*. (Green paper for public consultation), Zenodo.
- D'Ascenzo A. (2010), *L'esplorazione dello spazio. Verso città e sedi umane extra-terrestri*, in A. Pellicano (ed.), *Città e sedi umane fondate fra realtà ed utopia*, Locri, Franco Pancallo Editore, pp. 323-335.
- D'Ascenzo A. (2021), *Il viaggio prima del viaggio. Credenze, miti e desideri dalle esperienze odepatiche terrestri a quelle extraterrestri*, in D'Ascenzo A. (ed.) *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*. Roma, Centro Italiano di Studi Storico-Geografici (CISGE), pp. 265-297.
- Daniels S. (1992), *Place and the Geographical Imagination*, in «Geography», 337, pp. 310-22.
- De Blij H.J. and A.B. Murphy (2002), *Human Geography: Culture, Society and Space*, Hoboken, John Wiley & Sons.
- de Saint-Exupéry A. (1943), *The Little Prince*, New York, Reynal & Hitchcock.
- Deeg H.J. and J.A. Belmonte (2018), *Handbook of Exoplanets*, Cham, Springer.
- Diamond J. (2005), *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed*, London, Penguin Books.
- Dittmer J.N. (2010), *Colonialism and Place Creation in Mars Pathfinder Media Coverage*, in «Geographical Review», 97, 1, pp. 112-130.
- Doboš B. (2020), *Astropolitics: Yes, That is Really a Thing*, in «Medjunarodni Problemi», 72, 1, 236-253.
- Doboš B. (2022), *The Eagle Returned: Geopolitical Aspects of the New Lunar Race*, in «Astropolitics», 20, 2-3, 121-134.
- Doboš B. (2023), *The Geopolitics of Space Colonization*, London, Routledge.
- Doboš B. (2019), *Geopolitics of Outer Space. A European Perspective*, Cham, Springer.
- Dolman E. (1999), *Geostrategy in the Space Age: An Astropolitical Analysis*, in «Journal of Strategic Studies», 22, 2-3, pp. 83-106.
- Dorling D. and S. Gietel-Basten (2017), *Why Demography Matters*, Cambridge, Polity.

- Dunnett O. (2012), *Patrick Moore, Arthur C. Clarke and «British outer space» in the Mid-twentieth Century*, in «Cultural Geographies», 19, 4, pp. 505-522.
- Dunnett O. (2017), *Geopolitical Cultures of Outer Space: The British Interplanetary Society, 1933–1965*, in «Geopolitics», 22, 2, pp. 452-473.
- Dunnett O. (2021), *Imperialism, Technology and Tropicality in Arthur C. Clarke's Geopolitics of Outer Space*, in «Geopolitics», 26, 3, pp. 770-790.
- Dunnett O. (2023), *The Spaces of Outer Space*, in J.F. Salazar and A. Gorman (eds.), *The Routledge Handbook of Social Studies of Outer Space*, London, Routledge, pp. 84-95.
- Dunnett O., A.S. Maclaren, J.D. Klinger, K.M. Lane and D. Sage (2017), *Geographies of Outer Space: Progress and New Opportunities*, in «Progress in Human Geography», 43, 2, pp. 314-336.
- European Space Agency (2022), *New Water Map of Mars Will Prove Invaluable for Future Exploration*, https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Mars_Express/New_water_map_of_mars_will_prove_invaluable_for_future_exploration, last accessed: 9th September 2024.
- Findlay A.M. (2004), *Population Geographies for the 21st Century*, in «Scottish Geographical Journal», 119, pp. 177-190.
- Fornasin A. and Scalone F. (eds.), (2024), *Fantascienza e demografia*, Firenze, Associazione Neodemos. <https://www.neodemos.info/2024/03/01/fantascienza-e-demografia/> last accessed: 9th September 2024.
- Froehlich A. (ed.) (2021), *Assessing a Mars Agreement Including Human Settlements*, Cham, Springer.
- Giordano A. (2015), *Movimenti di popolazione*, Roma, Luiss University Press.
- Giordano A. (2017), *Mondialisation et révolution géodémographique*, in «Outre-Terre, Revue Européenne de Géopolitique», 50, pp. 60-75.
- Giordano A. (2018), *Limiti. Frontiere, confini e la lotta per il territorio*, Roma, Luiss University Press, pp. 91-96.
- Giordano A. (2025). *Orbital Threshold: Exogeography and the Evolving Geopolitics of the High Boundary*, in «Geopolitica. Journal of Geopolitics and Related Matters», XIV, 1, pp. 119-142.
- Giordano A. (forthcoming). *From Access to Agency: Digitalisation and Space Technology Partnerships between Europe and Emerging Economies for Sustainable Development*, in Reiners W. and S. Lucatello (eds.), *Digitalisation Towards Sustainable Development – Comparative Perspectives from Emerging Economies and Europe*, Londra e New York, Taylor and Francis.
- Glassner M.I. (1991), *The Frontiers of Earth – and of Political-Geography – the Sea, Antarctica and Outer-Space*, in «Political Geography Quarterly», 10, 4, pp. 423-437.
- Goetzman W.H. (1987), *New Lands, New Men: America and the Second Great Age of Discovery*, London, Penguin.
- Gorman A. (2005), *The Cultural Landscape of Interplanetary Space*, in «Journal of Social Archaeology», 5, 1, pp. 85-107.
- Gouw A.M. (2020), *CRISPR Challenges and Opportunities for Space Travel* in K. Szocik (ed.), *Human Enhancements for Space Missions*, Cham, Springer, pp. 19-34.
- Green B.P. (2019), *Self-preservation Should be Humankind's First Ethical Priority and Therefore Rapid Space Settlement is Necessary*, in «Futures», 110, pp. 35-37.
- Gregory D. (1994), *Geographical Imaginations*, Cambridge (MA), Blackwell.

- Hamilton C. et al. (eds.) (2021). *Duke Project on Going to Mars. Martian Migration: Policy Report on Science, Society, and Sustainability*, Durham, Duke University Bass Connections and Duke Center on Risk in the Science and Society Initiative, p. 137.
- Hannerz U. (1992), *The Global Ecumene as a Network of Networks*, in A. Kuper, *Conceptualizing Society*, London, Routledge, pp. 34-56.
- Hapgood M. (2019), *The Impact of Space Weather on Human Missions to Mars: The Need for Good Engineering and Good Forecasts*, in K. Szocik (ed.), *The Human Factor in a Mission to Mars. An Interdisciplinary Approach*. Cham, Springer, pp. 69-91.
- Harari Y.N. (2014), *Sapiens: A Brief History of Humankind*, London, Harvill Secker.
- Harris P.R. (2009), *Human Space Exploration and Settlement*, in P.R. Harris (ed.), *Space Enterprise. Living and Working Offworld in the 21st Century*, Cham, Springer, pp. 65-102.
- Harvey D. (1990), *Between Space and Time: Reflections on the Geographical Imagination*, in «Annals of the Association of American Geographers», 80, 3, pp. 418-434.
- Hunter H. and E. Nelson (2021), *Out of Place in Outer Space? Exploring Orbital Debris through Geographical Imaginations*, in «Environment and Society: Advances in Research», 12, 1, pp. 227-245.
- Impey C. (2015), *Beyond: Our Future in Space*, New York, W.W Norton & Company.
- Impey C. (2019), *Mars and Beyond: The Feasibility of Living in the Solar system*, in K. Szocik (ed.), *The Human Factor in a Mission to Mars. An Interdisciplinary Approach*, Cham, Springer, pp. 93-111.
- Irons L.G. and M.A. Irons (2023), *Pancosmorio (World Limit) Theory of the Sustainability of Human Migration and Settlement in Space*, in «Frontiers in Astronomy and Space Sciences», 10, 1081340.
- Jakhu R.S. and J.N. Pelton (2017), *Space Migration and Colonization*, in «Global Space Governance: An International Study», 479-518.
- Jekins M. (2021), *Strategic Geographical Points in Outer Space*, in «The Space Review», <https://www.thespacereview.com/article/4273/1>, last acceded: 9th September 2024.
- Jones H.R. (1981), *A Population Geography*, London, Harper and Row.
- Kant I. (2008), *Universal Natural History and Theory of the Heavens: An Essay on the Constitution and the Mechanical Origins of the Entire Structure of the Universe*, Arlington, Richer Resources (ed. or. 1755).
- Kennedy K. L. (2017), *Exoplanets: Worlds Beyond Our Solar system*, Minneapolis, Twenty-First Century Books.
- Khanna P. (2017), *Connectography. Mapping the Global Network Revolution*, London, Orion Publishing.
- Klinger J. M., Armstrong E., and Richaud R. (2024). *Wasting and Wanting: An Extractive Supply Chain Approach to Outer Space Geographies*, in «Environment and Planning D: Society and Space», 41 5, 823-840.
- Klinger J.M. (2019), *Environmental Geopolitics and Outer Space*, in «Geopolitics», 26, 3, pp. 666-703.
- Klinger J.M. (2021), *Critical Geopolitics of Outer Space*, in «Geopolitics», 26, 3, pp. 661-665.
- Kuhn N. (2021), *Geographie auf dem Mars: der Beitrag der Universität Basel zur ExoMars 2022 Mission*, in «Regio Basiliensis», 62, 1, pp. 35-44.
- Lane K.M.D. (2005), *Geographers of Mars: Cartographic Inscription and Exploration Narrative in Late Victorian Representations of the Red Planet*, in «Isis», 96, 4, pp. 477-506.

- Lane K.M.D. (2011), *Geographies of Mars: Seeing and Knowing the Red Planet*, Chicago, University of Chicago Press.
- Levchenko, I., S. Xu, S. Mazouffre, M. Keidar and K. Bazaka (2019), *Mars Colonization: Beyond Getting There*, in «Global Challenges», 3, 1, 1800062.
- Lockard E.S. (2014), *Human Migration to Space. Alternative Technological Approaches for Long-Term Adaptation to Extraterrestrial Environment*, Cham, Springer.
- Lostetter M. (2017), *Noumenon*, Glasgow, Harper Voyager.
- MacDonald F. (2007), *Anti-Astropolitik – Outer Space and the Orbit of Geography*, in «Progress in Human Geography», 31, 5, pp. 592-615.
- MacDonald F. (2008), *Space and the Atom: Popular Geopolitics of Cold War Rocketry*, in «Geopolitics», 13, 4, pp. 611-634.
- Marino A. and T. Cheney (2023), *Centring Environmentalism in Space Governance: Interrogating Dominance and Authority Through a Critical Legal Geography of Outer Space*, in «Space Policy», 63, 101521.
- Marshall T. (2023), *The Future of Geography: How Power and Politics in Space Will Change Our World*, London, Elliot and Thompson.
- McSween H.Y. Jr., J.E. Moersch, D.M. Burr, W.N. Dunne, J.P. Emery, L.C. Kah and M.C. McCanta (2019), *Planetary Geoscience*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Meadows V.S. and R.K. Barnes (2018), *Factors Affecting Exoplanets Habitability*, in H.J. Deeg and J.A. Belmonte (eds.), *Handbook of Exoplanets*, Cham, Springer, pp. 2771-2794.
- Messeri L. (2016), *Placing Outer Space. An Earthly Ethnography of Other Worlds*, Durham, Duke University Press.
- Munevar G. (2019), *An Obligation to Colonize Outer Space*, in «Futures», 110, pp. 38-40.
- Musk E. (2018), *Making Life Multi-Planetary*, in «New Space», 6, 1, pp. 2-11.
- NASA 3D Printed Habitat Challenge, Hassell studio (2023), <https://www.hassellstudio.com/project/nasa-3d-printed-habitat-challenge>, last accessed: 9th September 2024.
- Nature (2016), *Fed up of Earth? Try Mars*, 539, 330.
- Newbold K.B. (2021), *Population Geography. Tools and Issues*, Lanham, Rowman & Littlefield.
- Noin D. (1979), *Géographie de la population*, Paris, Masson.
- Noon K.A., K. De Napoli, P. Swanton, C. Guedes and D. Hamacher (2023), *Safeguarding Indigenous Sky Rights from Colonial Exploitation*, in J.F. Salazar and A. Gorman (eds.), *The Routledge Handbook of Social Studies of Outer Space*, London, Routledge, pp. 238-251.
- Norman Z. and M.J. Reiss (2020), *Two Planets, One Species: Does a Mission to Mars Alter the Balance in Favour of Human Enhancement?*, in K. Szocik (ed.), *Human Enhancements for Space Missions*, Cham, Springer, pp 151-167.
- Perryman M. (2018), *The Exoplanet Handbook*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Peters T. (2020), *Evolving from Earthlings into Martians?*, K. Szocik (ed.), *Human Enhancements for Space Missions*, Cham, Springer, pp. 239-251.
- Petranek S. (2015), *How We'll Live on Mars*, New York, Simon and Schuster.
- Pike R.J. (1974), *Why Not an Extraterritorial Geography*, in «The Professional Geographer», 26, 3, pp. 258-261.
- Pike R.J. (1987), *Geography on the Planets: Gift of Remote Sensing*, in «The Professional Geographer», 39, 2, pp. 131-145.
- Prince H.C. (1962), *The Geographical Imagination*, in «Landscape», 11, pp. 22-25.
- Pyne S.J. (1988), *Space: A Third Great Age of Discovery*, in «Space Policy», 4, 3, pp. 187-199

- (republished, 2016, 37, pp. 113-119).
- Qualls R. C. (2018), *Cosmic Egg For Breakfast and Six More Short Stories*, CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Qualls R.C. (2018), *Cosmic Egg for Breakfast and Six More Short Stories*, Scotts Valley, US, CreateSpace, p. 121.
- Rowan R. (2017), *Cosmic Legal Geographies: Asteroid Mining, NewSpace and the Contested Sovereignty in Extra-planetary Space*, in «Annual meeting of the American Association of Geographers», Boston, MA.
- Sachs J.D. (2020), *The Ages of Globalization. Geography, Technology, and Institutions*, New York, Columbia University Press.
- Sage D. (2014), *How Outer Space Made America: Geography, Organization and the Cosmic Sublime*, London, Ashgate.
- Salotti J.M. (2020), *Minimum Number of Settlers for Survival on Another Planet*, in «Scientific Reports», 10, 9700.
- Salotti J.M., L. Labache, E. Pellet, P. Riffaud and O. Chator (2015), *Human Factors Issues for a Sustainable Settlement of Mars*, in *Proceedings of the 9th IAA Symposium on the Future of Space Exploration* (July 7th-9th, Turin).
- Schiaparelli G. (2019), *La vita su Marte. 1093-1909*, Roma, Luiss University Press.
- Schwartz J.S.J. (2020), *The Accessible Universe: On the Choice to Require Bodily Modification for Space Exploration*, in K. Szocik (ed.), *Human Enhancements for Space Missions*, Cham, Springer, pp. 201-215.
- Sedky R.R. (2020), *The Influence of Human Movement on the Formation of Adaptive Architecture*, in «International Journal of Architectural Engineering and Urban Research», 3, 1, pp. 58-66.
- Shelhamer M. (2019), *Enabling and Enhancing Human Health and Performance for Mars Colonies: Smart Spacecraft and Smart Habitats*, in K. Szocik (ed.), *The Human Factor in a Mission to Mars. An Interdisciplinary Approach*, Cham, Springer, pp. 59-67.
- Shuosheng W., Q. Xiaomin and L. Wang (2005), *Population Estimation Methods in GIS and Remote Sensing: A Review*, in «GIScience & Remote Sensing», 42, 1, pp. 80-96.
- Smith C.M. (2019), *Principles of Space Anthropology. Establishing a Science of Human Space Settlement*, Cham, Springer.
- Spagnulo M. (2021), *The Geopolitics of Space Exploration*, Cham, Springer.
- Steffen W. et al. (2011), *The Anthropocene: From Global Change to Planetary Stewardship*, in «Ambio, A Journal of Environment and Society», 40, 7, pp. 739-761.
- Summers M. and J. Trefil (2017), *Exoplanets: Diamond Worlds, Super Earths, Pulsar Planets, and the New Search for Life Beyond Our Solar system*, Washington D.C., Smithsonian Books.
- Swaminathan A. and V. Malhotra (2021), *A Spatial Perspective of Space Colonization on Mars*, in *Proceeding of the 2021 IEEE Aerospace Conference* (March 6th-13th, Big Sky, MT, USA), pp. 1-7.
- Szocik K. (2019), *Human Place in the Outer Space: Skeptical Remarks*, in K. Szocik (ed.), *The Human Factor in a Mission to Mars. An Interdisciplinary Approach*, Cham, Springer, pp. 233-252.
- Szocik K. (2021), *Lunar Settlement, Space Refuge, and Quality of Life: A Prevention Policy for the Future of Humans on Luna*, in M.B. Rappaport and K. Szocik (eds.), *The Human Factor in the Settlement of the Moon*, Springer, Cham, pp. 209-220.
- Szocik K., R.E. Marques, S. Abood, A. Kędzior, K. Lysenko-Ryba and D. Minich (2018), *Bi-*

- ological and Social Challenges of Human Reproduction in a Long-term Mars Base*, in «Futures», 100, pp. 56-62.
- Szocik K., T. Wójtowicz and M. Braddock (2020), *The Martian: Possible Scenarios for a Future Human Society on Mars*, in «Space Policy», 54, 101388.
- Tiwari S. (2021), *Factors Influencing the Future Martian Population*, in A. Froehlich (ed.), *Assessing a Mars Agreement Including Human Settlements*, Cham, Springer, pp. 85-98.
- Treviño N.B. (2023), *Coloniality and the Cosmos*, in J.F. Salazar and A. Gorman (eds.), *The Routledge Handbook of Social Studies of Outer Space*, London, Routledge, pp. 226-237.
- Université de Tous les Savoirs (2002), *La Géographie et la Démographie*, Paris, Poches Odile Jacob.
- Vallega A. (2004), *Geografia umana. Teoria e prassi*, Firenze, Le Monnier.
- Von Humboldt A. (1845), *Cosmos: A Sketch of the Physical Description of the Universe*, London, Henry G Bohn. (reprinted New York, Harper & Brothers, 1858 and 1997).
- Wachter K.W. (2005), *Spatial Demography*, in «Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America», 102, 43, pp. 15, pp. 200-300.
- Warf B. (2007), *Geopolitics of the Satellite Industry*, in «Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie» 98, 3, pp. 385-397.
- White P. and P. Jackson (1995), *(Re)Theorising Population Geography*, in «International Journal of Population Geography», 1, pp. 111-123.
- Williams A.J. (2010), *Beyond the Sovereign Realm: The Geopolitics and Power Relations in and of Outer Space*, «Geopolitics», 15, 4, pp. 785-793.
- Wooding P (2023), *Space as a Strategic Geography*, in «Air/Space 2», BP31693322.
- Woods R.I. (1982), *Theoretical Population Geography*, London, Longman.
- Wright J.K. (1947), *Terrae Incognitae: The Place of the Imagination in Geography*, in «Annals of the Association of American Geographers», 37, pp. 1-15.
- Yashar M., C. Ciardullo, M. Morris, R. Pailles-Friedman, R. Moses and D. Case (2019), *Mars X-House: Design Principles for an Autonomously 3D- Printed ISRU Surface Habitat*, in *Proceedings from the 49th International Conference on Environmental Systems (7th-11th, Boston)*, pp. 1-20. <https://spacearchitect.org/portfolio-item/mars-x-house-v2/> last accessed: 9th September 2024.
- Yazici A.M. and J. Haqq-Misra (2022), *Predictions and Possible Solutions for the Sustainability of Mars Settlement*, in «Studia Humana», 11, 1, pp. 22-31.
- Zelinsky W. (1966), *A Prologue to Population Geography*, New York, Prentice-Hall.

UN SEGNO NELLO SPAZIO. OSSERVAZIONI ESOGEOGRAFICHE

di Daniele Mezzapelle

*L'uomo è l'occhio attraverso cui
l'universo ha imparato a osservare sé stesso
(Victor F. Weisskopf)*

*Ce puissant concept unissant
le Cosmos et le Monde: l'Harmonie
(Henri Lefebvre)*

*Seguimmo per istinto le scie delle comete
come avanguardie di un altro sistema solare
no time, no space
another race of vibrations
the sea of the simulations
(Franco Battiato, No Time No Space – Mondi lontanissimi)*

Introduzione. Ibridazioni disciplinari, traslazioni concettuali

Sin dalle prime ricerche bibliografiche per la preparazione di questo contributo, gli scritti di Italo Calvino hanno costituito un naturale richiamo, per via delle innumerevoli convergenze tematiche con gli argomenti in discussione, nonché una entità ispiratrice per la sistematizzazione delle riflessioni maturate. Quest'ultime, per chi scrive, sono risultate particolarmente madide di una complessità intrinseca, derivante dall'innesto pluridisciplinare tra le scienze dure del Cosmo e quelle più umanistiche della Terra, che la germogliante Esogeografia certamente si appronta a rendere fruttuoso (Casagrande, 2021; D'Ascenzo, 2021a, *passim*). In tale contesto, per questo scritto, il ricorso all'opera *Le Cosmicomiche* (2023, ed. or. 1965) – e sullo sfondo,

Palomar (2022, ed. or. 1983) – ha rivestito un ruolo preminente, anche in virtù dell'evidente chiasmo calviniano tra una letteratura scientifica e una umanistica, che ben metaforizza gli intenti di una stimolante contaminazione tra i saperi geografici classicamente intesi e quelli relativi all'astrofisica e alla cosmologia. Non di meno, probabilmente proprio per gli stessi motivi, occorre evidenziare come le opere di Calvino, da sempre, abbiano esercitato su geografe e geografi una certa rilevanza, come Giuseppe Dematteis (2021, pp. 27 e ss.) eminentemente ricorda. Procedendo in tale solco, quindi, si è intravisto sia il fascino del genio letterario perfettamente applicabile allo scopo, sia la calzante chiave allegorica per poter coniugare quanto detto sinora. Non solo: già dal titolo di questo contributo il riferimento è a una delle storie raccolte nelle *Cosmicomiche*, laddove Qfwfq (il protagonista dei racconti – si noti il palindromo che richiama la molteplicità di lettura ben chiara negli intenti dell'autore) tenta di porre un segno in un punto nella galassia per poi riconoscerlo circa duecento milioni di anni dopo, ossia il tempo di rivoluzione del Sole attorno al centro della Via Lattea. Un segno nello spazio, appunto. Deflagra la potenza della metafora, in cui lo spazio è certamente lo Spazio cosmico (l'*outer space* della terminologia anglosassone che, tuttavia, rimanda a un rapporto di centralità-esternalità rispetto a un *inner* autoriferito), ma è anche lo spazio divenuto geografico in virtù di quel segno, di quell'atto territorializzante (Turco, 1988) che smantella la riproducibilità e la sostituibilità infinita di quel punto adagiato in un «intervallo metrico lineare standard» (Farinelli, 2003, pp. 12-13), facendone un luogo ben preciso e unico¹. Per dirla con Calvino:

Esatto, quel tempo là ci si impiega, mica meno, - disse Qfwfq, - io una volta passando feci un segno in un punto dello spazio, apposta per poterlo ritrovare

1 Da qui in avanti, vista l'equivocabile sovrapposizione lessicale dei due termini, utilizzerò il termine «spazio» per riferirmi al concetto generale di spazio geografico così come definito in precedenza nel testo; al contrario, per indicare lo spazio cosmico, si utilizzerà il termine «esospazio», ricalcando la dicitura anglosassone.

duecento milioni d'anni dopo, quando saremmo ripassati di lì al prossimo giro. Un segno come? [...] Avevo l'intenzione di fare un segno, questo sì, ossia avevo l'intenzione di considerare segno una qualsiasi cosa che mi venisse fatto di fare, quindi avendo io, in quel punto dello spazio e non in un altro, fatto qualcosa intendendo di fare un segno, risultò che ci avevo fatto un segno davvero [Calvino, 2023, pp. 36-37].

L'obiettivo, quindi, è quello di utilizzare i differenti e molteplici «segni nello spazio» come tracce che costituiscono la fenomenicità di un evento dato ma, simultaneamente, indicatori di un percorso plausibile, ovvero piste analitiche da seguire per giungere ad un livello cognitivo ulteriore (eso)geograficamente fondato, basato su *input*, eventi, scoperte, ricerche e nozioni². In questo senso, la riflessione qui proposta intende esplorare la sussistenza di una rimodulazione dei fondamenti disciplinari propri della geografia attraverso dei parallelismi rintracciabili nelle evidenze spaziali e nei contesti cosmologici presi a riferimento. In altro modo, si intende comprendere se la Geografia prima, e l'Esogeografia poi, possano produrre una lettura trascendente rispetto al pianeta Terra ma del tutto immanente rispetto all'idea geografica di Mondo, inteso come totalità di configurazioni (tanto culturali e relazionali quanto territoriali) concretizzate e definite ma, contemporaneamente, in continua evoluzione. Così facendo, si staglia una sorta di multiverso – qui inteso con estrema cautela muovendo dalla ricostruzione di Linde (2017) – laddove le configurazioni della realtà osservabile, in particolar modo extra-terrestre, possano condurre all'appropriazione concettuale di ulteriori configurazioni possibili, per ora esistenti in potenziali immaginari, cioè una sorta di schema

2 Come informa il vocabolario Treccani, infatti, la comune accezione del sostantivo «traccia» designa «un segno visibile o, anche, non materiale che rimane come testimonianza, eco o ricordo di un fatto, di una situazione, di una condizione». Ne affianca, tuttavia, una successiva, di uso particolare, che rimanda a un «disegno schematico di una struttura da costruire», ovvero uno schema in cui sono preliminarmente individuabili linee generali – ma caratterizzanti – di un fenomeno non ancora pienamente definibile, che seguirà uno sviluppo proprio in funzione di quella traiettoria. Mi si consenta il rinvio a Mezzapelle (2019).

concettuale di riferimento, grazie alla prefigurazione (eso)geografica adattabile a inedite conformazioni ma profondamente immutabile nella sua ontologia. Così, alcuni concetti preminenti della geografia possono essere rimodulati in chiave esogeografica. In particolare, un certo interesse ricade nel concetto di scala nello spazio-tempo, l'applicazione di una processualità territorializzante nella dimensione esospaziale, attraverso la denominazione di «nuovi mondi» – con gli annessi risvolti politici e geopolitici; lezioni dal trattato di Tordesillas e dalla Conferenza di Berlino –, le reificazioni e funzionalizzazioni connesse alla sostenibilità (la scoperta di nuove soluzioni extra-terrestri può configurare una estesa strategia di ottimizzazione delle risorse?) fino ad arrivare alle speculazioni per una rappresentazione cartografica necessariamente basata su metriche e finalità ulteriori.

In viaggio: la dimensione cognitiva e il controllo spaziale nell'esplorazione (eso)geografica

Risulta agevole associare alle grandi tappe dell'esplorazione esospaziale (si pensi, ad esempio, alle imprese di Sputnik, Jurij Gagarin, Apollo 11 e le sonde Voyager), quelle delle grandi scoperte geografiche nei secoli d'oro della modernità o nei successivi. Il parallelismo è facilmente intuibile: si tratta del medesimo atto di esplorazione, sebbene collocato in momenti storici del tutto differenti, da cui affiora l'inesauribile moto umano verso la scoperta, l'anelito di conoscenza (an)ecumenica, rendendo in qualche modo possibile l'affermazione di un intrinseco e indispensabile dominio, se non altro mentale, sullo Spazio. Lasciando sospesa tale proiezione di cui si dirà a breve, appare interessante evidenziare come la dimensione odepórica rivesta un ruolo del tutto rilevante, non solo come esperienza nel mezzo tra partenze e arrivi più o meno possibili, ma come estensione della realtà capace di rendere possibile la scoperta di «nuovi mondi» siano essi terrestri o esospaziali.

Vi è, dunque, una stretta assonanza tra le imprese di Colombo, Magellano, Caboto, Cook, Nobile e Amudsen e quelle di Gagarin, Armstrong, Aldrin e Collins non tanto, o non solo, per la realizzazione della impresa-scoperta in sé, quanto per la forza del «viaggio» compiuto e condiviso, vissuto nella contemporaneità della propria epoca con racconti dei protagonisti e dirette televisive o rivissuto continuamente da chiunque sfogli un atlante, ascolti le gesta o entri nelle potenti dimensioni letterarie, multimediali e cinematografiche collegate. In altri termini, come non evidenziare l'importanza dell'immaginario collettivo che tali dimensioni anticipano, creano, rievocano e riproducono? Dal momento che il viaggio è una esperienza duplice, cioè atto esplorativo in sé ma soprattutto motore dell'esplorazione sulla base di un immaginario predefinito e autocostruito, prima di confrontarsi con la realtà oggettiva – perfettamente condensato nei quattro punti dello schema di conoscenza e nell'espressione «il viaggio prima del viaggio» di Annalisa D'Ascenzo (2021b; vedasi, inoltre, Caraci, 1997) – è del tutto importante mettere in luce proprio il senso evocativo, di trasporto, impulso e immaginazione che permette la partecipazione collettiva all'impresa (un «moral drama» per Pyne, 2016, p. 117). Il viaggio, e nondimeno il suo racconto più o meno fantastico, dall'*Odissea* al *Milione*, da *Guida galattica per autostoppisti* a *Interstellar*, passando per le memorie di Pigafetta, Vespucci e dei fratelli Yanez Pinzón, produce delle immedesimazioni particolari che rivestono un notevole interesse per il parallelismo qui in discussione. Si tratta, dunque, non soltanto del sapere oggettivo e tecnico che da quella scoperta promanerà (nel senso di confronto razionale e scientifico, l'*Examen critique* di Von Humboldt; *ibidem*, p. 266), ma delle «rappresentazioni» del mondo sconosciuto ma immaginato, secondo alcune peculiari congetture o preliminari informazioni. Insomma, si potrebbe agevolmente adottare l'iperbole secondo la quale Colombo «prende a calci il mondo» (Farinelli, 2003, p. 19), modellandolo secondo la mappa che aveva in mente, sapendo – cioè credendo – di

arrivare verso qualcosa che altri non reputavano possibile (Farinelli, 2016).

Ecco, allora, che più che del sapere tecnico puntuale costituito dalla precisa rotta di navigazione, dalle esatte miglia nautiche percorse dei vascelli o dalla determinazione ineccepibile dei punti di attracco, nozioni chiaramente importantissime, qui si intende ragionare sul percorso in generale, sul modello del passaggio riuscito da un punto a un altro del pianeta, del cosmo o del satellite, grazie al potente sguardo immaginato, prima di esperire quello inevitabilmente conformato alla realtà fenomenica. In un certo senso, l'importanza disciplinare della Geografia, e di rimando dell'Esogeografia, sta proprio nell'affrancarsi dall'approfondita padronanza tecnica e operativa per offrire portati analitici basati sulla visione d'insieme e universalistica delle cose, certamente ricostruendone ed utilizzandone le morfologie ma non trascurandone le sintassi, gli usi, le logiche (Vallega, 2004). Così, sintetizzando simultaneamente le causalità tra eventi e oggetti, donando una contestualizzazione epistemologica, riproducendone le materializzazioni – addirittura in chiavi trans-scalari – attraverso molteplici rappresentazioni e ipotizzando delle traiettorie evolutive, le discipline in questione sublimano se stesse nel produrre narrazioni sia delle partenze e degli approdi che dei successivi sviluppi, intravedendone strutture e sovrastrutture inferenziali, difficilmente collocabili in rigidi schemi progettuali. Si configurano, quindi, degli importanti scenari di riferimento grazie all'utilizzo, in chiave scientifica e universalistica, di una raccolta di analisi e metodologie compatibili con le relazionalità tra umanità e spazio, tra umanità e Cosmo.

Facilmente, allora, all'immaginario e «all'armamentario» geografico si affianca quello esogeografico, capace di rendere fruibile tutte le temporalità del viaggio (il prima, il durante e il dopo) ma anche le motivazioni e gli effetti delle stesse. Alle necessarie equazioni di telemetria o alle costanti di espansioni dell'Universo e alle conseguenti mutevoli localizzazioni dei corpi celesti, si affiancano senza dubbio

le speculazioni universalistiche – anche in senso stretto – che richiamano l'accennata natura esplorativa e dominativa, chiaramente realizzabile attraverso il viaggio. Infatti, pur nella diversità di epoche, contesti e dimensioni fisiche da solcare, la nave diventa l'archetipo della scoperta che attraversa il mito, la storia e la fantascienza; un ulteriore e potente motore dell'immaginario odeporico, proprio in virtù delle configurazioni possibili, certamente ignote ma non per questo improbabili. Seguendo l'archetipo, allora, è possibile mettere a sistema le imprese di esploratori, Argonauti, Astronauti, equipaggi dell'Enterprise che su caravelle, sonde planetarie e moduli lunari inevitabilmente cercano attracchi inediti e appaganti nei differenti Mari della Tranquillità.

Esoterritorializzazione? Denominazioni, risorse, utilizzi e funzioni

Sulla base delle argomentazioni sinora condotte, il contributo intende scandagliare le particolari e multiformi configurazioni più o meno connesse alla dimensione odeporica, guardando ai rapporti tra la cognizione e l'appropriazione simbolica, materiale, organizzativa dell'esospazio, inevitabili tappe di qualsiasi processualità territorializzante³. Va chiarito senza equivoco: il processo di

3 Il processo di territorializzazione formalizzato da Angelo Turco, prevalentemente negli scritti *Per una teoria geografica della complessità* (1988) e *Configurazioni della territorialità* (2010), riguarda le fasi e gli esiti dell'agire territoriale. Si basa su tre tipologie di controllo dello spazio che producono altrettante fasi: del controllo simbolico attraverso la parola e quindi la denominazione; del controllo materiale attraverso la corporeità del modo e quindi la reificazione; del controllo organizzativo attraverso l'efficacia funzionale dell'agire stesso e quindi la strutturazione. Così, «l'agire territoriale passa dunque attraverso queste tre grandi categorie di atti trasformativi. Si articola in un'attività di costruzione, di uso e di mediazione del territorio. Quest'ultimo ci appare dunque come un esito dell'azione sociale, ma anche come una condizione perché l'azione sociale stessa possa ulteriormente dispiegarsi» (Turco, 2010, p. 53).

territorializzazione costituisce la base metodologica su cui edificare il discorso seppur nella palese differenza dei contesti in discussione, l'uno dell'affollata e sedimentata tangibilità quotidiana della vita terrestre, l'altro della rarefatta e quasi disabitata intangibilità dell'esistenza cosmica. Tuttavia, la proposta di tale traslazione concettuale trova fondamento nello schema sostanziale della teorizzazione stessa, generalizzante e profonda, attinente alle imprescindibili cose umane in rapporto con il relativo dominio spaziale. Il contributo si muove metodologicamente nel tentativo di sistematizzare alcune manifestazioni esospaziali secondo le logiche richiamate, sperimentando l'idea di fondo della riproducibilità disciplinare, necessariamente rimodulata ma non sconosciuta.

Nomen omen

Una prima considerazione va rivolta alle occorrenze e alle implicazioni denominative. Come ricorda lo stesso Turco, «denominare significa creare identità [...] dotando il mondo di attributi nuovi» (Turco, 1988, p. 81). La denominazione è dunque una forma di creazione: tramite attribuzione di un termine se ne «certifica» non tanto l'esistenza quanto la rilevanza. Sorge spontanea la domanda: rilevanza per chi e da parte di chi? Lo stesso autore, infatti, prosegue: «l'attribuzione di un nome è espressione di una cultura, è un prodotto sociale; parimenti questa attività intellettuale si pone come condizione per l'agire ulteriore che soddisfa i bisogni e realizza gli obiettivi della collettività» (*ibidem*). Emergono chiaramente i tratti distintivi della questione: c'è una matrice culturale (e sociale) che si estrinseca attraverso l'atto denominativo e che, probabilmente, si servirà dello stesso per muovere verso propri e peculiari fini in una prospettiva autocentrata, connotando una embrionale forma di dominio sullo spazio circostante che si materializzerà nelle fasi successive. È intuibile, però, che tale linearità possa incontrare un limite al suo svolgersi, ovvero possa alterarsi in presenza di un'altra matrice culturale atta a denominare il

medesimo spazio secondo criteri o finalità differenti. Tale condizione certamente onnipresente nella dimensione geografica terrestre in virtù delle innumerevoli matrici culturali che si succedono, coesistono, sovrappongono, parrebbe scongiurata in quella esogeografica, dal momento che l'atto denominativo non sarebbe altro che primigenio e unico: ebbene, è vero esattamente l'opposto!

Il caso della Luna e della selenografia scientifica⁴ è emblematico a riguardo. La più antica carta del satellite terrestre recante toponimi, *Plenilunii Lumina Austriaca Philippica*, fu realizzata nel 1645 da Michel Florent van Langren (1600-1675), ma bastarono solo pochi anni per vedere i toponimi cambiare, con le scelte arbitrarie di van Langren altrettanto arbitrariamente modificate. Nel 1651, infatti, la carta a corredo dell'opera *Almagestum novum* dei gesuiti Giovanni Battista Riccioli S.J. (1598-1671) e Francesco Maria Grimaldi S.J. (1613-1663) presentava nuove denominazioni ancora oggi utilizzate (tra queste, il famoso *Mare Tranquillitatis* ha sostituito il *Mare Belgicum* di Van Langren), proponendo per la prima volta una sorta di «suddivisione» lunare, verosimilmente sovrapponibile al meridiano e parallelo fondamentali del reticolato geografico attualmente in uso (fig. 1).



Fig. 1. Il confronto tra la prima mappa della Luna con toponimi di M.F. van Langren (1625), quella di G.B. Riccioli e F.M. Grimaldi (1651) e la visione del reticolato

⁴ La selenografia scientifica si occupa dello studio delle caratteristiche fisiche della superficie lunare. Prende il nome dall'opera dell'astronomo polacco Jan Heweliusz, latinizzato Johannes Hevelius (1611-1687), *Selenographia sive Lunae Descriptio* del 1647, in cui si dedicava a una descrizione accurata dell'oggetto celeste.

geografico lunare con l'indicazione del Mare della Tranquillità (Google Moon)
Fonte: <https://brunelleschi.imss.fi.it/galileopalazzoostrozzini/sezione/Nascita.Selenografia.html>,
ultimo accesso: 20.II.2024

Insomma, la questione denominativa è la prima mossa di un «potere territoriale» e il primo motivo di «disputa» tra espressioni differenti. Traslare tale concettualizzazione nel contesto esospaziale significa verificarne l'applicabilità, naturalmente tenendo in conto i necessari distinguo. Tra questi, una prima obiezione potrebbe riguardare l'entità dell'oggetto denominato (pianeta, corpo celeste, zona, punto specifico) e, in secondo luogo, chi e perché realizza tale azione. Rispetto al primo punto, pur nella differenza oggettiva di grandezze – e importanze – in gioco, per le argomentazioni qui presentate, sembrerebbe poco rilevante, poiché l'azione denominativa è sostanzialmente analoga nei casi richiamati, ovvero non trova differenza in ragione delle grandezze degli oggetti ma si realizza ugualmente tra gli stessi. La seconda obiezione, al contrario, richiede un approfondimento più dettagliato.

Storicamente, la denominazione celeste non può che essere stata appannaggio di una categoria molto ristretta di soggetti, sapienti antichi o studiosi vari, per lo più, beneficiari del mecenatismo di qualche sovrano. Col progredire della storia e della conoscenza (tecnica e scientifica), si è assistito al consolidamento delle accademie scientifiche illuministiche, delle istituzioni nazionali, fino ad arrivare alle agenzie statali, unioni internazionali sovra-statali o alle organizzazioni globali (nel 1958, presso l'ONU, venne istituito il Committee on the Peaceful Uses of Outer Space) che oggi, appunto, sono incaricate di tali compiti⁵. Ebbene, è pacifico dire che, ai nostri giorni, il processo di appropriazione simbolica denominativa passi attraverso tali enti.

5 Attualmente, tramite diritto internazionalmente riconosciuto, la denominazione dei corpi celesti è affidata alla International Astronomical Union (IAU), a seguito della Risoluzione 13 dell'ONU Extraterrestrial features names del 1982 (<https://unstats.un.org/unsd/geoinfo/ungegn/docs/4th-uncsgn-docs/4-uncsgn-rpt-en.pdf>, ultimo accesso: 1.XI.2023).

Tuttavia, vista la natura divulgativa degli stessi, il loro intento di coinvolgimento della popolazione mondiale nonché l'esigenza di rendere più «vicine» le algide sigle alfanumeriche che identificano gli oggetti dell'Universo conosciuto, l'Unione Astronomica Internazionale (IAU) offre la possibilità di denominare oggetti celesti tramite delle opportunità pubbliche. Si tratta di progetti divulgativi in cui esperti, appassionati, studiosi e studenti, riuniti in gruppi, si cimentano in tale pratica, ovvero proponendo una denominazione di una stella e di un pianeta appartenenti al medesimo sistema stellare esoplanetario (cioè localizzato oltre il Sistema Solare).

Questo è il caso del progetto *NameExoWorlds*⁶, organizzato dalla IAU, registrando per l'edizione 2022 la partecipazione di 91 Paesi e 603 proposte⁷. Dunque, oltre alla stimolante possibilità offerta, quello che qui si intende rilevare è il criterio metodologico di fondo, legato a un articolato sistema che, ammettendo denominazioni in tutte le lingue o incoraggiando quelle native, necessariamente richiede una codificazione in lingua inglese. Inoltre, e a maggior rilievo, scorrendo la lista delle venti denominazioni attribuite (IAU, 2023, p. 2), si nota un toponimo che proietta su mondi lontanissimi dei tratti a essi sconosciuti, ovvero riguardanti aspetti biologici, floro-faunistici, naturali terrestri o riferiti a elementi culturali in senso stretto come opere letterarie e musicali. Probabilmente non potrebbe essere altrimenti e questi «atti battesimali» costituiscono delle valide alternative alle stringhe alfanumeriche, ma è proprio sull'uso di tali denominazioni che si vuole riflettere. A pensarci, nella ormai acclarata forma di dominio simbolico che si attua attraverso

6 Il sito dell'iniziativa è https://www.nameexoworlds.iau.org/Name_exoworlds, ultimo accesso: 20.III.2025. Vi è anche un rimando al sito della IAU: https://www.iau.org/public/themes/naming_exoplanets/#n2, ultimo accesso: 20.III.2025, dove è possibile visionare il comunicato stampa: <https://www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau2304>, ultimo accesso: 20.III.2025.

7 Una più approfondita rendicontazione è disponibile qui: https://www.nameexoworlds.iau.org/_files/ugd/042af1_f0e317f6a7924853ad0dd118401460c2.pdf, ultimo accesso: 20.III.2025.

tale processo resta da considerare il valore di tali utilizzi proprio in una condizione di totale inutilità rispetto a un'esigenza che non sia scientifica. Detto altrimenti, la Geografia e quindi l'Esogeografia, nel caso qui in discussione, informano di una «appropriazione» del tutto simbolica fatta da attribuzioni insussistenti rispetto alla realtà esoplanetaria o del tutto indifferenti l'un l'altra a cui, presumibilmente, non seguirà alcuna materializzazione concreta basata sul confronto tra aspetto denominativo e realtà oggettiva. In altre parole, al netto dell'utilizzo scientifico che necessita di una referenza definita e univoca (validamente svolta tanto da una stringa alfanumerica quanto da una denominazione particolare), l'attribuzione di un nome del tutto arbitrario – ma portatore di una chiara matrice culturale – non avrebbe ragion d'essere in quanto riferito a un elemento non vissuto, cioè un elemento il cui allineamento referente-significato sarebbe del tutto estraneo a qualsivoglia utilità non strettamente scientifica.

Ecco, allora, che l'Esogeografia può assumere un ruolo decisivo, anticipando e veicolando in un ambito intangibile come quello esospaziale, i rapporti, le relazionalità e le evoluzioni già note di tali processi, passanti necessariamente per le decadenze, le sostituzioni o i rafforzamenti gli utilizzi «effettivi» del dominio semantico, ovvero attraverso la reificazione e la tutela degli aspetti materiali della vita, che sia terrestre o meno (O'Leary e Capelotti, 2015).

Terra nullius

Se gli utilizzi, allora, sono necessari nel determinarsi degli atti territorializzanti, è utile ragionare su cosa possa essere ricondotto a tale categoria in ambito esogeografico. A ben vedere, un qualsiasi utilizzo spaziale denota una sorta di «diritto» a farlo: infatti, non è tanto una questione di proprietà ma di liceità nel poterlo eseguire. In tal senso, senza voler ricorrere al monumentale *corpus* delle teorie costitutive della dottrina giuridica, qui basti rilevare che una delle più rispondenti nozioni applicabili al ragionamento geografico prima, ed

esogeografico poi, è senza dubbio quella della sovranità. Quest'ultima, infatti, è alla base della completa appropriazione materiale di uno spazio, rivendicandone l'assoluta autorità senza che alcunché possa – letteralmente – sovrastarla. A meno di un conflitto, naturalmente, ovvero di un atto volto alla definizione di una superiorità tra due sovranità contendenti, sostituendo l'una all'altra.

Nella sua teorizzazione probabilmente più nota, Samuel P Huntington (1993) introduceva l'idea di uno *scontro di civiltà* come inevitabile ed estrema forma di belligeranza poiché legata a ragioni di matrice culturale che sopperivano al progressivo venir meno di quelle strettamente relative alle dispute territoriali. In maniera molto evocativa, l'autore apriva la sua opera (Huntington, 1997, p 12, ed. italiana) ricordando dell'importanza delle bandiere e dell'intrinseco simbolismo che queste veicolano. Ora, nell'immediata associazione mentale proprio con l'immagine del primo vessillo «piantato» sulla Luna dall'equipaggio dell'Apollo 11, si potrebbe ipotizzare che nell'esospazio le cose probabilmente seguano tale progressività: al momento, non sussistono elementi dirimenti a riguardo, ma, di certo, l'interesse nella sfera esogeografica è da rivolgere verso tali possibili conflittualità connesse ai probabili e prossimi utilizzi «territoriali». In ogni caso, va specificato chiaramente: secondo i trattati internazionali vigenti⁸, sembrerebbe fuori luogo speculare sul concetto di sovranità

8 Il cosiddetto Outer Space Treaty, più precisamente Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies è stato siglato nel gennaio del 1967 ed è entrato in vigore nell'ottobre dello stesso anno. Costituisce il primo trattato internazionale sui temi esospaziali e pone le basi del diritto spaziale – altrimenti noto come Corpus Iuris Spatialis (Franzoso, 2022). Tra i suoi punti cardine vi è il divieto di appropriazione nazionale o di reclamare la sovranità nello Spazio, sulla Luna e gli altri corpi celesti; l'esplorazione e lo sfruttamento sono liberi ma funzionali solo a beneficio e negli interessi di tutti i Paesi (celebre la dicitura dell'articolo 1: «the exploration and use of outer space [...] shall be the province of all mankind»); la Luna e gli altri corpi celesti possono essere usati esclusivamente per finalità pacifiche. Il trattato è disponibile: <https://>

esospaziale, ma la condizione di una potenziale sovranità *de facto* piuttosto che *de jure*, proprio in quanto basata sugli usi di una sorta di *terra nullius*, risulterebbe centrale per la disciplina.

La processualità denominazione-reificazione passa per la relazionalità toponimi-artefatti-utilizzi(-sovranità *de facto*?); l'eventuale progressivo aumento degli ultimi (il dominio tecnico è ormai scontato) innescherebbe delle implicazioni sugli altri elementi, siano essi termini definitivi o modalità di sfruttamento. Le analogie con la geografia terrestre sarebbero molte, richiamando non solo le dinamiche delle grandi scoperte geografiche citate in precedenza ma anche le successive esplorazioni dei fondali marini e della regione antartica, accomunate da tratti fondamentali e strutturali: una *Third Age*, esospaziale, segue una *Second Age* (post *International Geophysical Year* del 1957) e una *First Age of Discovery* inaugurata da Colombo (Pyne, 2016; Sachs, 2020). In ogni caso, lo scenario sembrerebbe di tutto rilievo: da un lato, come detto, allo stato attuale, non è possibile una rivendicazione di sovranità proprio in ragione del citato *Outer Space Treaty* (1967), dall'altro però vi è tutto l'interesse a un utilizzo delle risorse esospaziali – segnatamente quelle lunari – in virtù delle più recenti scoperte, come si dirà a breve. In un certo senso, rievocando le parole del presidente Kennedy pronunciate pochi mesi dopo l'impresa sovietica di Gagarin⁹, si

www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introouterspacetreaty.html, ultimo accesso: 20.II.2024. Oltre al presente trattato, ve ne sono quattro che regolano le attività e le procedure inerenti all'esospazio: The Rescue Agreement (vigente dal 1968); The Liability Convention (vigente dal 1972); The Registration Convention (vigente dal 1976); The Moon Agreement (vigente dal 1984) (<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties.html>, ultimo accesso: 20.II.2024).

9 Il 25 settembre 1961 il presidente degli Stati Uniti d'America John Fitzgerald Kennedy pronunciò un importante discorso presso l'Assemblea generale dell'ONU. Si delineava, da un lato, l'estensione nello spazio esterno della Rule of Law, dall'altro un futuro pacifico, collaborativo e vantaggioso per tutta l'umanità nel nuovo dominio. Di seguito, l'estratto con passaggi-chiave: «As we extend the rule of law on earth, so must we also extend it to man's new domain--outer space. [...] All of us salute the brave cosmonauts of the Soviet Union. The new horizons of outer space must not be driven by the old bitter concepts of imperialism and

vuole rilevare come la dimensione del – inevitabile? – progressivo sfruttamento conduca a un interessante occasione di riflessione per l'Esogeografia.

Il contributo di quest'ultima risulterebbe decisivo per l'analisi, muovendo dai riverberi delle dinamiche spaziali della storia terrestre, per anticipare delle plausibili traiettorie evolutive o, perché no, indicare nuovi «emancipati» percorsi esospaziali, ammettendo l'opportunità di «istituire» delle processualità del tutto differenti rispetto a quelle note. Insomma, l'idea di una traslazione della statualità terrestre – sebbene non possa sussistere visto che la sovranità costituisce uno dei cardini fondamentali dello Stato – pur se nelle forme di una propensione alla sovranità *de facto*, rappresenta uno scenario di prim'ordine, ivi compreso il dilemma dell'opportunità o meno di una riproposizione *tout court* di modalità vestfaliane.

In ogni caso, se a primo sguardo la vicenda potrebbe esser rubricata nella categoria delle suggestioni, a ben vedere, alcune circostanze particolari permettono di proseguire a ragionare in tal senso. Si tratta di due eventi militari nell'ambito delle forze armate e dunque nel più ampio scenario della difesa alla sovranità nazionale. Il 20 dicembre 2019, infatti, sotto la prima presidenza di Donald Trump (2017-2021) gli Stati Uniti, tramite il *National Defense Authorization Act*, hanno dato vita alla United Space Air Force (USSF),¹⁰ l'unica forza armata ad avere come esclusivo dominio di riferimento l'esospazio. Pochi anni prima, invero, il primo agosto 2015 la Russian Space Force – che vantava di essere la prima forza armata esospaziale, poi decaduta – veniva ufficialmente

sovereign claims. The cold reaches of the universe must not become the new arena of an even colder war. To this end, we shall urge proposals extending the United Nations Charter to the limits of man's exploration of [in] the universe, reserving outer space for peaceful use, prohibiting weapons of mass destruction in space or on celestial bodies, and opening the mysteries and benefits of space to every nation» (<https://www.unoosa.org/oosa/en/timeline/index.html>, ultimo accesso: 1.XI.2023).

¹⁰ <https://www.spaceforce.mil/About-Us/>, ultimo accesso: 20.III.2025.

integrata nella Russian Aerospace Force divenendo una sotto-branca della forza aeronautica russa. Di lì a poco, il 31 dicembre 2015, a seguito di una riforma strutturale delle forze armate cinesi (tutte sotto l'egida della People's Liberation Army – PLA), è stata introdotta la divisione Strategic Support Force, non dedicata esclusivamente all'esospazio ma «intesa per ottimizzare future battaglie, in cui il PLA anticipa tali “frontiere strategiche” quali lo spazio [esospazio], cyberspazio, e il dominio elettromagnetico sarà vitale per la vittoria» (Kania e Costello, 2018, p. 108; traduzione dell'autore).

In definitiva, pur nella differenza strutturale dei tre assetti militari, questi ultimi offrono robusti elementi per la militarizzazione del cosmo (esomilitarizzazione) con i relativi rischi legati agli armamenti in tale dominio (Hammack, 2021). Ebbene, le dinamiche in corso sono tutt'affatto che omogenee e diafane e alcuni elementi sembrano indicare già una certa tendenza. Ironicamente, non ci sarebbe miglior luogo del cosmo per la realizzazione di un autentico cosmopolitismo: se da un lato la Stazione Spaziale Internazionale è un fulgido esempio di cooperazione internazionale, dall'altro è pur vero che, per via di una legge federale statunitense¹¹, non sono possibili collaborazioni con la Repubblica Popolare Cinese – che nel frattempo ha in orbita dal 2021 la propria Tiangong Space Station. Su tali basi, il ruolo dell'Esogeografia o di una possibile Esogeopolitica, sembra più indispensabile che mai, magari permettendo di rispondere all'annoso quesito: la sovranità è morta, viva la sovranità?

Our Common (Eso)Future

In una delle sessioni plenarie presso l'Assemblea delle Nazioni Unite

11 Attualmente le disposizioni che impediscono alla NASA di avere rapporti di cooperazione bilaterali o multilaterali con la Repubblica Popolare Cinese sono contenute nella Public Law 117-103 del 03/15/2022 (<https://www.congress.gov/bills/117th-congress/house-bill/2471>, ultimo accesso: 20.II.2024).

nel 1987, Miss Gro Harlem Brundtland, al tempo primo ministro norvegese, presentava il rapporto *Our Common Future* (anche noto come *Rapporto Brundtland*), uno dei documenti più importanti per la storia della sostenibilità (UN-WECD, 1987), poiché vi si formalizzava il concetto di sviluppo sostenibile, inaugurando una grande stagione di nuove agende ambientali.

Tale riferimento offre un robusto termine di paragone – o di partenza – per le analisi qui proposte, soprattutto inerenti all’opportunità e all’effettivo utilizzo delle risorse esospaziali. Così, proseguendo nella processualità territorializzante, tramite il controllo organizzativo e dunque funzionale-strutturale, si evidenzia come la «provincia di tutta l’umanità» costituisca sempre più il *topos* della frontiera post-contemporanea (Fuller, 1969), simultaneamente già conquistata e da conquistare – e che, invero, non presenta dei «nativi [...] almeno nelle forme che intendiamo noi» (Scarpelli, 2021, p. 260). In altri termini, la «sovranità di fatto» cui si accennava nel precedente paragrafo, passante per gli usi e gli sfruttamenti di risorse esospaziali, si avvantaggia di nuove dinamiche. Come ricorda Franzoso, sfruttando una certa obsolescenza delle norme esospaziali, è legittimamente ammesso l’uso, anche commerciale, del «territorio» laddove vige il solo divieto di appropriazione esclusiva (Franzoso, 2022). Lasciando da parte il corollario della gestione successiva di quelle risorse – potendo intendere in questa accezione anche le orbite geostazionarie – cioè se appannaggio di tutta l’umanità o se gestite da un operatore, «basti che nessun soggetto internazionale ne reclami la giurisdizione» (*ibidem*, 2), si intende procedere proprio ragionando sulle prospettive esogeografiche delle recenti scoperte di risorse energetiche sul suolo lunare, non prima però di una necessaria premessa.

Ragionare di risorse significa implicitamente parlare di un dominio innato nella natura umana prim’ancora che legato allo sviluppo tecnologico (Harari Yuval, 2022). Per dirla con Claude Raffestin, «la lotta per le risorse è tanto antica quanto l’umanità. Non appena vi

sono stati degli esseri umani, vi è stato conflitto per le “cose utili” o considerate tali» (Raffestin, 2022, p. 280). Tuttavia, è proprio in tale aspetto che il concetto si relativizza: considerare l'utilità delle cose significa porle in relazione a specifiche temporalità, tecniche e necessità, tanto che al mancare di uno di questi aspetti l'elemento oggetto della contesa cesserebbe la sua funzione. Si tratta del noto distinguo che la geografia economica impiega per differenziare la risorsa (una materia prima potenziale) e la riserva (una materia prima attuale, che viene immessa nel ciclo economico-produttivo solo a seguito di una combinazione di determinate condizioni socio-economiche favorevoli e reversibili), concetti utili nel sottolineare ancora una volta l'effetto dell'agire antropico sulla dimensione territoriale, un «potere originale dell'essere umano [che] si rivela attraverso l'emergere delle proprietà della materia» (*ibidem*, p. 250).

Proprio queste ultime offrono lo spunto per l'analisi. Nel dicembre 2020, mentre si cercavano di adottare le migliori strategie per combattere la pandemia di COVID-19, la sonda lunare cinese Chang'e-5 allunava nell'Oceanus Procellarum prelevando dei campioni di regolite da analizzare rientrando sulla Terra. I risultati diffusi dai tre ricercatori della Accademia cinese delle Scienze responsabili dello studio (Zeng, Li e Liu, 2023) hanno annunciato alla comunità scientifica, e non solo, che la geologia lunare dispone di variegati basalti fino ad oggi ignoti, contenenti vari minerali tra cui il titanio. Senza dimenticare la già rilevata presenza del prezioso isotopo elio-3, alla base di un enorme salto di paradigma energetico basato sulla fusione anziché fissione nucleare, bisogna affiancare a questa scoperta, l'enorme avanzamento nella ricerca di acqua cristallizzata che gli incoraggianti dati provenienti dalla già citata sonda cinese Chang'e-5 sembrano confermare (Liu et alii, 2022) e che lo storico allunaggio dell'agosto 2023, in prossimità del Polo Sud, della sonda Chandrayaan-3 potrebbero verificare empiricamente. Insomma, la possibilità che la Luna e i corpi celesti diventino dei vantaggiosi esogiacimenti minerari ha già acquisito i toni

della certezza, non solo in una prospettiva di *export* verso la Terra ma di vera e propria base estrattiva per la produzione di minerali utile alla propulsione di razzi, come da intenti dichiarati sia del progetto Artemis della NASA che della nascente «alleanza» sino-russa, con il probabile supporto indiano e dei Paesi del golfo arabico (Arabia Saudita ed Emirati Arabi Uniti tra tutti).

Non sembra casuale, quindi, che dei cinque trattati che costituiscono la più importante fonte di diritto esospaziale, quello relativo alla Luna, *The Moon Agreement*¹², risulti essere tra quelli a «minor successo». Come riporta il report delle Nazioni Unite circa lo *status* degli accordi¹³, solo 18 paesi hanno ratificato l'Accordo, rispetto ai 112 – numero più altro tra i cinque – dell'*Outer Space Treaty*, e a maggior rilievo nessuno dei Paesi più avanzati nell'esplorazione spaziale (Stati Uniti d'America, Russia, Repubblica Popolare Cinese, India – quest'ultima, in realtà, risulta solo tra i firmatari) figuri tra questi. Tali aspetti,

12 Nello specifico il trattato Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies, adottato nel 1979 ed entrato in vigore nel 1984 è l'ultimo in termini cronologici. L'Accordo ripropone molte delle disposizioni presenti nello *Outer Space Treaty*, prevedendo che tali corpi debbano essere utilizzati esclusivamente per scopi pacifici, che le Nazioni Unite dovrebbero essere informate dell'ubicazione e dello scopo di qualsiasi stazione istituita in tali contesti. A maggiore importanza, l'Accordo prevede che la Luna e le sue risorse naturali siano patrimonio comune dell'umanità, con particolare considerazione per gli interessi sia dei paesi in via di sviluppo (PVS), sia di quelli che hanno contribuito direttamente o indirettamente all'esplorazione della Luna, e che venga istituito un regime internazionale per disciplinare lo sfruttamento di tali risorse (<https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/status/index.html>, ultimo accesso: 20.II.2024).

13 Secondo lo Status of International Agreements relating to Activities in Outer Space, al 1 gennaio 2023 quattro Paesi sono tra i firmatari che non hanno ratificato poi l'Accordo: India, Francia, Guatemala e Romania. L'Italia non ha né siglato, né ratificato. Inoltre, a una robusta adesione dei Paesi dell'America Latina, fa da contrappunto il ritiro da parte dell'Arabia Saudita, ufficializzato il 5 gennaio 2023 e, dunque, non più aderente dal 5 gennaio 2024 (https://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2023/aac_105c_22023crp/aac_105c_22023crp_3_0_html/AC105_C2_2023_CRP03E.pdf, ultimo accesso: 20.II.2024).

messi a sistema con il ruolo della recente – ma già florida – *new space economy*, permettono di delineare un quadro sempre più incentrato sulla questione di una eso-geoeconomia sempre più spinta. Aziende (tra le più note, le statunitensi SpaceX, BlueOrigin) e capitali privati infatti, affiancano, coadiuvano e appaltano segmenti della *supply chain* cosmica, intravedendo floride opportunità di guadagni, dallo *space-mining* all'esoturismo. Del tutto esplicita, in tal senso, la posizione di Nuova Delhi, tanto pubblicata nella *New Space Policy* (Isro, 12 luglio 2023), quanto visibilmente veicolata nel recente G20 – *One Earth, One Space and One Future*. Tra i sub-vertici di settore, spicca il G20 *Space Economy Leaders Meeting* organizzato a Bangalore, il cui sottotitolo *Towards a New Space ERA (Economy, Responsibility, Alliance)*, non lascia alcun dubbio (Cozzi, 7 luglio 2023).

Allora, che razionalità d'analisi esogeografica adottare? Risulta possibile, sulla base della metodologia utilizzata, intravedere validi spunti per la conferma dell'ipotesi? Nell'evidenza di una dinamica risorsa-riserva pienamente applicabile, il tema della sostenibilità appare una utile traccia. A pensarci, trasladando in chiave esogeografica i temi delle attuali criticità terrestri (dall'Antropocene al cambiamento climatico, dagli andamenti demografici alle ineguaglianze dello sviluppo), le dinamiche esospaziali sinora analizzate sembrano incanalarsi nel medesimo destino del pianeta da cui scrivo. Usando le incisive parole di Lidia Scarpelli: «considerati i danni all'ambiente terrestre che abbiamo prodotto, c'è il rischio di «esportare i danni» anche sulla Luna, su Marte e i suoi satelliti?» (Scarpelli, 2021, p. 259). Certamente le forme sarebbero del tutto differenti ma, con buona probabilità, i moventi e le ricadute sembrerebbero analoghe. Attualmente, il paradigma energetico terrestre sta vivendo una incrementale rimodulazione verso la propulsione elettrica (si pensi al *Fit for 55* nell'Unione Europea e l'*Inflation Reduction Act* negli Stati Uniti che mettono al bando entro il 2030-2035 la mobilità tradizionale) creando una forte richiesta di approvvigionamento di minerali e delle cosiddette *terre rare* necessarie

alla produzione di batterie. La crescente domanda vedrebbe quindi un'appagante offerta nei preziosi giacimenti cosmici. Ancora, come non pensare anche alle dinamiche demografiche: curiosamente, i paesi più popolosi al mondo (India e Repubblica Popolare Cinese), con tendenze *esponenziali* di crescita, stanno accelerando la loro egemonia esospaziale riducendo nettamente il divario con gli Stati Uniti. Alla questione dell'approvvigionamento si affiancherebbero le implicazioni geopolitiche: il vantaggio competitivo di Pechino, attualmente fondato sulla enorme disponibilità quasi esclusiva delle riserve per la produzione delle batterie, potrebbe esaurirsi con la nuova disponibilità esoplanetaria: la corsa verso la regolite potrebbe esser mossa non solo da bisogni primari ma anche da mantenimenti di *status quo*.

Insomma, adottando le angolazioni della sostenibilità, si intravedono degli evidenti parallelismi che proiettano nell'esospazio i principi tecnocentrici terrestri, emblematici esempi di una funzionalizzazione e di un sistema Terra-esospazio – dunque una *strutturazione* territorializzante – in corso. L'Esogeografia offre, dunque, notevoli spunti di ragionamento, grazie agli strumenti geografici ereditati dalla «ricerca sul campo» terrestre.

Tra questi, la visione dei diversi corpi celesti come funzionalistici giacimenti minerari, altro non sembra che una estensione ultra-planetaria di una attuazione estrattivista. Un nuovo mondo e poi a cascata ancora un altro – dalle Americhe di Colombo alla Luna, a Marte e oltre – entrato nella sfera del controllo simbolico ma anche materiale e organizzativo, in cui riproporre un ricorsivo schema. Senza entrare nel merito della questione, vi è però un'esigenza di produrre attente valutazioni. Tralasciando il versante del senso etico e filosofico delle azioni umane nel Cosmo, ci si chiede se tali nuove frontiere offrano l'opportunità di cambiare modello anziché di riproporlo sebbene con continui adattamenti; in fondo, uno dei corollari della sostenibilità è proprio il ripensamento dei paradigmi *as usual*. Come si è rilevato,

il *corpus* giuridico in vigore – un ulteriore parallelo con il diritto del Mare (in particolare la Convenzione di *Montego Bay*) – limita una *corsa all'oro* nella dimensione esospaziale ma, proprio ragionando in prospettiva evolutiva, sulla base degli scenari passati, ci si aspetta che le ataviche linee di confine saranno difficilmente superabili, soprattutto nel lunghissimo periodo quando, magari, molti paesi della Terra invocheranno il loro spazio d'estrazione esoplanetaria. Si sta forse andando verso una forma di colonialismo in senso stretto, cioè basato sull'appropriazione di risorse dell'altrove? Pur in assenza – presunta – di entità locali con cui confrontarsi, si sta procedendo verso tale configurazione, con i doverosi *yard* e *backyard* da sindrome *Nimby* semplicemente esplosi su differenti scale geografiche? In definitiva e in chiave esosostenibile, ci si chiede se tali scenari siano volti all'amplificazione di convenienti masse estrattive, di colonizzazioni al momento materiali (con un futuro anche insediativo ragionando in termini di terraformazione¹⁴) o consentano l'opportunità di un ripensamento profondo sul procedere condiviso dell'umanità, proprio in virtù delle abissali, anzi galattiche, differenze contestuali. Da quanto detto sinora una certa inerzia sembra ineludibile: agli aneliti kennediani e comunitari indiani sembrano piuttosto far breccia malcelate posture da conferenzieri berlinesi *d'antan*. Nulla è scontato e definitivo ma la traccia è in qualche modo segnata; l'Esogeografia, sulla base delle argomentazioni qui richiamate, sembra produrre una fondata interpretazione e parimenti offrirne valide alternative, ragionando su differenti modalità relazionali tra umanità ed esospazio, cioè esoterritorio. Per ora, siamo ancora in bilico tra le simboliche

14 La terraformazione è un processo per il quale si potrebbe, teoricamente, rendere un pianeta come Marte simile alla Terra, attraverso l'innescò di processi biochimici. In particolare, si tenderebbe a una costituzione di una atmosfera marziana tramite apporto di CO₂, da cui conseguirebbe un effetto serra che permetterebbe un aumento delle temperature e la relativa stabilizzazione. In questo scenario, sarebbe possibile lo sviluppo di forme di vita, specialmente vegetali, indispensabili alla produzione di ossigeno.

immagini della Luna accecata dal razzo terrestre di George Méliès e le spettacolari immagini provenienti dalle sonde nei viaggi interplanetari. Le sorti del nostro futuro comune sono allora racchiuse non tanto negli sguardi quanto nelle visioni.



Fig. 2. Il confronto tra il frontespizio de *L'Homme et la Terre* di Élisée Reclus (1905-8) e la celebre immagine Pale Blue Dot scattata dalla sonda di Voyager 1 nel 1990 (Sagan, 1997).

Fonte: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k65596472/f20.double>, ultimo accesso : 20.II.2024, (*L'Homme et la Terre*); <https://solarsystem.nasa.gov/resources/536/voyager-1-pale-blue-dot/>, ultimo accesso: 20.II.2024 (*Pale Blue Dot*)

Conclusioni. Uno spazio di segni (eso)geografici

Se le visioni sono fondamentali, le rappresentazioni lo sono forse in maniera maggiore. Come è noto, la cartografia è unita indissolubilmente alla Geografia e, senza dubbio, anche all'Esogeografia. Ragionare di spazio – che sia terrestre o meno conta poco – passa necessariamente per una ri-produzione cartografica,

proprio in quanto «*manifestazione* dell'appropriazione [simbolica] e *luogo* dove si attua il processo denominativo» (Casti, 1997, p. 117), capace di racchiudere, classificare e ordinare in una visione d'insieme i molteplici aspetti della complessità del reale. Lo sguardo cartografico è uno sguardo unico e complesso di conoscenza, per comprendere le causalità dei fenomeni attraverso le relative localizzazioni. Ora, in una dimensione esospaziale e universale (senso stretto), non è del tutto immediato percepire tali conoscenze: sia chiaro, le tecniche e i modelli matematici per conoscere precisamente dove una stella o un oggetto sarà in un tempo definito sono avanzatissime, ma è proprio questo il punto di divergenza. Il ricorso a modelli matematici per traiettorie, distanze e costanti gravitazionali al fine di rappresentare al dettaglio l'Universo in espansione – e lo si fa agevolmente e opportunamente – risulta un dominio percettivo non immediatamente intuibile o adattabile alla quotidianità¹⁵. Per questo, lo strumento cartografico, quantomeno in Esogeografia, potrebbe rivelarsi sempre meno basato su metriche spaziali euclidee o tridimensionali ma proteso verso una logica topologica e relazionale (Lévy, Maitre e Romany, 2016), per produrre delle rappresentazioni ricorsive – così come le grandezze dell'Universo dove tutto ciò che è immensamente grande alla percezione umana, è simultaneamente immensamente piccolo – in cui vicinanza e prossimità necessariamente si rimodulano. In un

15 Viene in mente, come utile metafora, una delle scene del film *Annie Hall* (Woody Allen, 1977), in cui il dr. Flicker tenta di alleviare la depressione del piccolo Alvy, annichilito dall'espansione dell'Universo: «he's been depressed, all of a sudden, he can't do anything. – Why are you depressed Alvy? – Tell dr. Flicker! It's something he read – Something you read huh? – Universe is expanding – The universe is expanding? – Well the universe is everything and if it's expanding someday it will break apart and out will be the end of everything – What is that your business? He stopped doing his homework – What's the point? – What has the universe got to do with it? You're here in Brooklyn, Brooklyn is not expanding – It won't be expanding for billions of years Alvy, we've got to try to enjoy ourselves while we're here uh huh!» (https://www.youtube.com/watch?v=0OZbn6EBLX-Q&ab_channel=chamudraDAMIEN, ultimo accesso: 20.II.2024).

certo senso, uno dei compiti dell'Esogeografia potrebbe riguardare proprio la sfida di proporre un sistema di dominio delle informazioni esosospaziali ed esoterritoriali che possa al contempo, smentendo qualsiasi vincolo tecnico e matematico, espandere e dilatare, ingrandire e ridurre, diffondere e concentrare la scala all'umano del Cosmo e la scala cosmica dell'umano.

Così, ogni elemento diventa un prezioso segno che materializza l'inesorabile anelito di scoperta e razionalizzazione dell'ignoto. Non è detto che ciò avvenga, ma è certo che dovrà basarsi sul sistema archetipale di cognizione, appropriazione e organizzazione, mediante un intero sistema di segni dello spazio, nello spazio. L'osservazione di questi segni è il vero valore aggiunto che può condurre all'autentica interpretazione degli stessi. Per chi scrive, infine, non è un caso che Italo Calvino narri le vicende e i pensieri del Signor Palomar, che oltre a portare il nome di un noto osservatorio astronomico, «tende verso l'alto, il fuori, i multiformi aspetti dell'universo [...] vedendo la descrizione dei fatti minimi della vita quotidiana in una prospettiva cosmica» (Calvino, 2022, p. V). Per l'edizione originale del romanzo (1983 presso Einaudi) l'autore richiede l'incisione di Albrecht Dürer, *Il disegnatore della donna sdraiata* (1525), in cui un disegnatore cerca di ri(pro)durre la complessità di una visione secondo uno schema semplificatorio: riproducendo cioè per ogni singola osservazione solo quei segni che vedeva all'interno della stessa. Geografia ed Esogeografia sembrano poter offrire una simile griglia concettuale e strumentale che, proprio attraverso l'osservazione e l'interpretazione di quei segni, contribuiscono a configurare una immagine nel mondo, tanto consolidata quanto inedita ma certamente autentica. La conclusione, allora, non può che essere affidata al Signor Palomar stesso:

La strada che gli resta aperta è questa: si dedicherà d'ora in poi alla conoscenza di sé stesso, esplorerà la propria geografia interiore, traccerà il diagramma dei moti del suo animo, ne ricaverà le formule e i teoremi, punterà il suo telescopio

sulle orbite tracciate dal corso della sua vita anziché su quelle delle costellazioni. Non possiamo conoscere nulla d'esterno a noi scavalcando noi stessi, – egli pensa ora, – l'universo è lo specchio in cui possiamo contemplare solo ciò che abbiamo imparato a conoscere in noi [Calvino, 2022, p. 106].

Riferimenti bibliografici

- Calvino I. (2022), *Palomar*, Milano, Mondadori [ed. or. Einaudi, 1983].
- Calvino I. (2023), *Tutte le Cosmicomiche*, Milano, Mondadori [ed. or. Einaudi, 1965].
- Caraci Luzzana I. (1997), *Dall'esperienza del viaggio al sapere geografico*, in «Geotema», 3, 8, pp. 3-12.
- Casagrande G. (2021), *Luoghi nello spazio: alcune prime sfide dell'Esogeografia di fronte alla presenza e alle attività umane al di fuori della Terra*, in «Semestrale di Studi e Ricerche in geografia» (SSRG), 33, 2, pp. 37-50.
- Casti E. (1997), *Rappresentazione e pratica denominativa. Esempi dalla cartografia veneta cinquecentesca*, in G. Galliano (a cura di), *Atti del convegno «Rappresentazioni e pratiche dello spazio in una prospettiva storico-geografica»*, Roma, Centro Italiano per gli Studi Storico-Geografici (CISGE), pp. 109-138.
- Cozzi E. (2023), *India: scommessa spaziale*, in «Pubblicazioni dell'Istituto di politica internazionale», 7 luglio, <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/india-scommessa-spaziale-134579>, ultimo accesso: 20.II.2024.
- D'Ascenzo A. (a cura di) (2021a), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma CISGE.
- D'Ascenzo A. (2021b), *Il viaggio prima del viaggio. Credenze, miti e desideri dalle esperienze odepatiche terrestri a quelle extraterrestri*, A. in D'Ascenzo (a cura di), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma, CISGE, pp. 265-297.
- Dematteis G. (1995), *Progetto implicito. Il contributo della geografia umana alle scienze del territorio*, Milano, FrancoAngeli.
- Dematteis G. (2021), *Geografia come immaginazione. Tra piacere della scoperta e ricerca di futuri possibili*, Roma, Donzelli.
- Farinelli F. (2003), *Geografia. Un'introduzione ai modelli del mondo*, Torino, Einaudi.
- Farinelli F. (2016), *L'invenzione della Terra*, Palermo, Sellerio [ed. or. 2007].
- Franzoso M. (2022), *Le nuove frontiere della Sovranità: riflessioni sull'Outer Space e sulla decadenza del Corpus*, in «Rivista online IUS in itinere», 12 luglio, <https://www.iusinitinere.it/le-nuove-frontiere-della-sovranita-riflessioni-sullouter-space-e-sulla-decadenza-del-corpus-42812>, ultimo accesso: 20.II.2024.
- Fuller R.B. (1969), *Operating Manual for Spaceship Earth*, https://designsciencelab.com/resources/OperatingManual_BF.pdf, ultimo accesso: 20.II.2024.
- Hammack K. (2021), *International Relations in Space: The Role of Miscalculation, Militarization, and Weaponization*, in «The International Journal of Space Politics & Policy», 19, 3, pp. 230-236.
- Harari Yuval N. (2022), *Sapiens. Da animali a dèi*, Milano, Bompiani (ed. or. 2014).
- Huntington S.P. (1993) *The Clash of Civilizations?*, in «Foreign Affairs», 72, 3, pp. 22-49.
- Huntington S.P. (1997) *Lo scontro delle civiltà e il nuovo ordine mondiale*, Milano, Garzanti, 1997.

- Isro- Indian space research organization (2023), *India Space Policy*, https://www.isro.gov.in/media_isro/pdf/IndianSpacePolicy2023.pdf, ultimo accesso: 20.II.2024.
- Kania E.B. e J.K. Costello (2018), *The Strategic Support Force and the Future of Chinese Information Operations*, in «The Cyber Defense Review», 3, 1, pp. 105-122.
- Lévy J., O. Maitre e T. Romany (2016), *Rebattres les cartes. Topographie et topologie dans la cartographie contemporaine*, in «Réseaux », 34, 195, pp. 17-52.
- Linde A. (2017), *A Brief History of the Multiverse*, in «Reports on Progress in Physics», 80, 2, pp. 1-10.
- Liu J., Liu B., Ren, X. et alii (2022), *Evidence of water on the lunar surface from Chang'E-5 in-situ spectra and returned samples*, in «Nature Communication», 13, pp. 1-10.
- Mezzapelle D., (2019), *Tracce di mobilità green: il caso di Bergamo*, in Casti Emanuela (a cura di), «La Geografia a Bergamo. Nuove sfide per l'analisi territoriale e il mapping», Roma, A.Ge.I., pp. 101-111.
- O'Leary B.L. e P.J. Capelotti (a cura di) (2015), *Archaeology and Heritage of the Human Movement into Space*, Londra, Springer International.
- Pyne S. J. (2016), *Space: a Third Great Age of Discovery*, in «Space Policy», 37, pp. 113-119.
- Raffestin C. (2022), *Per una geografia del potere*, Milano, Unicopli [ed. or. 1981].
- Reclus É. (1905-8), *L'Homme et la Terre*, Parigi, Librairie Universelle.
- Sachs J.D. (2020), *The Ages of Globalization. Geography, Technology and Institutions*, New York, Columbia University Press.
- Sagan C. (1997), *Pale Blue Dot. A Vision of the Human Future in Space*, New York, Ballantine Books Edition.
- Scarpelli L. (2021), *Cinquant'anni fa... (la geoeconomia del)l'uomo sulla Luna*, in A. D'Ascenzo (a cura di), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma CISGE, pp. 257-263.
- Turco A. (1988), *Verso una teoria geografica della complessità*, Milano, Unicopli.
- Turco A. (2010), *Configurazioni della territorialità*, Milano, FrancoAngeli.
- Un-WCED – Un-World Commission on Environment And Development (1987), *Our common future*, Oxford, Oxford University Press.
- Vallega A. (2004), *Le grammatiche della Geografia*, Bologna, Pàtron.
- Zeng X., X. Li e J. Liu (2023), *Exotic Clasts in Chang'e-5 Regolith Indicative of Unexplored Terrane on the Moon*, in «Nature Astronomy», 7, pp. 152-159.

OLTRE LA TERRA, VERSO NUOVI MONDI, CON SPIRITO GEOGRAFICO. GEOGRAFIA ED ESOGEOGRAFIA NELLE SCUOLE: QUALCHE ACCENNO

di Cristiano Pesaresi

Iniziando dalla Geografia, iniziando dalla Terra

La Geografia, a scuola così come all'università, può favorire l'apertura verso nuove prospettive didattiche, può porre le basi per avviare e consolidare raccordi interdisciplinari plurimi, può stimolare riflessioni propositive e ragionamenti fondati che si snodino tra locale e globale, può suscitare l'effetto stupore, ma riconducendo a contenuti scientifici che esolino da voli pindarici, può far intraprendere viaggi virtuali alla scoperta di terre lontane e di nuovi mondi.

Diversi anni fa, in un contributo volto a delineare alcuni «segreti» del geografo, in occasione del LIV Convegno nazionale dell'Associazione Italiana Insegnanti di Geografia (Civitavecchia, 17-22 novembre 2011), evidenziai come tra i caratteri distintivi potessero esserci:

- il suo *pensiero*, inteso come la capacità di far tesoro delle conoscenze e competenze teoriche per osservare dall'alto, scendere in profondità, individuare connessioni e interazioni, riflettere criticamente coniugando l'approccio quantitativo con quello qualitativo, fino a giungere ad analisi interpretative di eventi e fenomeni antropofisici;
- la sua vasta gamma di *strumenti*, da quelli tipici dell'indagine sul campo a quelli iconici, da quelli statistici a quelli linguistico-letterari, da quelli grafici e cartografici alle moderne geotecnologie, che costituiscono un bagaglio molto variegato e ben amalgamabile;
- il suo *entusiasmo*, che si esplica nel corso delle indagini dirette, andando alla ricerca dell'«anima» dei luoghi, osservando paesaggi e ascoltando persone, così come «viaggiando» per il mondo con le carte geografiche, scoprendo le peculiarità dei contesti in esame con la lettura e l'interpretazione delle carte topografiche, compiendo studi originali partendo dall'elaborazione di cartogrammi e carte tematiche digitali, in grado di supportare analisi spazio-temporali, circostanziate

e relazionali;

- la [...] spiccata *interdisciplinarietà*, che consente di fare da collegamento con altre materie e di fungere da centro, da scienza catalizzatrice che spiega, connette e permette un dialogo più fluente e proficuo tra diversi saperi [Pesaresi, 2012, pp. 109-110].

Pensiero, strumenti, entusiasmo, interdisciplinarietà divengono, pertanto, alcune parole che fanno da perno, che connotano il geografo e che partono a monte, ossia dalla didattica, che dovrebbe utilizzare metodologie attive e strategie specifiche e trasmettere – a chi ascolta, si applica e impara – basi teoriche, competenze, abilità applicate e passione per ciò che si studia, stimolando l’immaginazione e al tempo stesso facendo comprendere la rilevanza dei temi-problemi che vengono affrontati con approccio geografico. Affinché ciò avvenga, perché tale messaggio si diffonda e si concretizzi, occorre:

far emergere piena consapevolezza che la società contemporanea non può prescindere da questa forma di conoscenza. La presa di coscienza deve avvenire tanto nelle istituzioni quanto nella società civile e deve avere come approdo l’indiscutibile presenza di persone qualificate nell’insegnamento della Geografia nel sistema formativo italiano, dalle scuole di ogni ordine e grado alle università [...]. Tuttavia, mantenere alta l’attenzione sulle sorti della disciplina non permette di esimersi dal guardare all’altra questione fondamentale, che è poi il rovescio della medaglia: vale a dire l’aggiornamento dei contenuti e delle metodologie di insegnamento e, di conseguenza, la qualificazione del personale docente. Questo impegno, incentrato sulla pratica e sulla relativa diffusione dei risultati scientifici, ribadisce la centralità della relazione tra ricerca e didattica, arricchita attraverso esperienze di insegnamento e di formazione, oltre che di attività laboratoriale [Morri, 2012, p. 325].

La Geografia, in effetti, ha un potenziale che esplode ogni qualvolta questa viene «trattata» come dovrebbe, catturando attenzione, suscitando interesse, «facendo ricredere» chi ascolta e rialimentando entusiasmo in chi la insegna. Mi vengono così in mente le parole scritte da uno studente del corso di Geografia generale, A.A. 2022-2023, I semestre, presso la Sapienza Università di Roma. A corso inoltrato, un

giorno, senza preavviso¹, mi sono presentato in aula chiedendo a tutti di rispondere (in maniera anonima o riportando nome e cognome qualora si desiderasse), dopo una breve riflessione, alla domanda:

1 Tale iniziativa – essenzialmente finalizzata a far riflettere per poi esprimere brevemente il proprio pensiero sul possibile ruolo educativo e sociale della Geografia – è stata svolta nel mese di novembre 2022 e ha coinvolto una sessantina di studenti e studentesse dei Corsi di laurea in Scienze geografiche per l'ambiente e la salute (per i quali il modulo è erogato per 12 CFU) e Letteratura Musica Spettacolo (che fruiscono del modulo per 6 CFU). L'iniziativa, durata circa trenta minuti poiché tesa a ricavare una serie di «slogan incisivi», pensieri sintetici ma in grado di entrare in profondità dando voce alle proprie emozioni/esperienze e al proprio modo di «vedere» la Geografia, è stata proposta dopo poco più di un mese di corso (ogni settimana si tengono otto ore di lezione), una volta affrontati – con supporto di dati ufficiali e grafici, cartogrammi e carte tematiche, geotecnologie e ricorso a casi specifici in ottica pluriscalare – temi e aspetti riguardanti: definizioni di Geografia ed epistemologia, determinismo e possibilismo, valutazione di impatto ambientale, disastri ambientali degli ultimi decenni, sviluppo sostenibile; definizioni di carta geografica, attributi qualitativi, scala grafica e numerica, tipi di proiezioni, simbolismo, classificazione delle carte in base alla scala e ai contenuti, calcolo delle coordinate geografiche; deriva dei continenti e tettonica delle placche, tipi di eruzioni e connesse fenomenologie, indice di esplosività, rischio e pericolosità, sistemi di monitoraggio e segni precursori, risorse legate al vulcanismo; terremoti, scale di misurazione, cause e sistemi di prevenzione, terremoti recenti e sismicità storica; agenti di modellamento della superficie terrestre e geoforme caratteristiche, azione morfologica dei corsi d'acqua e dei ghiacciai; dinamiche demografiche, tempi di raddoppio della popolazione e transizione demografica, tassi di natalità e mortalità e TMI < 5 anni e fattori che li influenzano, densità e distribuzione della popolazione, struttura demografica e piramidi dell'età, politiche di pianificazione familiare; fenomeni migratori, criteri di classificazione, conseguenze dei movimenti migratori nei Paesi di partenza e di arrivo, politiche migratorie; urbanizzazione e ciclo di vita urbano, piante, sito e posizione, sprawl urbano, new towns e baraccopoli (nelle diverse denominazioni); tempo e clima, elementi e fattori, classificazioni e variazioni del clima nei secoli. Il termine temporale per condurre l'iniziativa è stato scelto in modo da avere già affrontato diversificati temi, per essere sicuri di coinvolgere anche studenti e studentesse di Letteratura Musica Spettacolo (che terminano prima il corso), per poter eventualmente introdurre/approfondire argomenti e aspetti che sarebbero potuti emergere con le riflessioni fornite.

Perché la Geografia? Uno studente, Tommaso Toni, ha così risposto:

Perché la Geografia, nonostante spesso ne venga minimizzata l'importanza o ridotti all'osso i contenuti, reclusa dai più nell'angolino della cultura generale che serve e non serve, è in realtà non una materia, bensì una chiave: la chiave per comprendere il mondo che ci ospita, per guardarlo e apprezzarlo con gli occhi di chi, grazie alla Geografia, adesso sa.

Con un certo trasporto, tale affermazione evidenzia e ribadisce verità e tendenze spesso discusse: frequentemente si cerca di ridurre l'importanza della Geografia, così come sovente si prova a limitare ancor più l'ammontare delle ore a essa destinate; molti si interrogano se serva e a che cosa serva, in un'atmosfera generalmente dicotomica, divisa tra chi afferma che è sempre stata la materia più noiosa e detestata, e chi assicura di averla sempre amata pur se poco studiata, all'interno di un ancora più ampio quadro composito e complesso in cui quasi nessuno sa di cosa realmente parla. Ma la Geografia non è una semplice disciplina, bensì una chiave che consente di conoscere i diversi contesti territoriali e comprendere le dinamiche che vi si innescano, imparando con consapevolezza ad apprezzare ciò che si ha dinanzi, decodificando e decifrando aspetti e geoforme che senza Geografia rimarrebbero avulsi e oscuri. Una chiave, quindi, che permette di scavare in profondità, di radiografare, di dare senso e contenuto a ciò che avviene, di rispondere a domande che non troverebbero, in altro modo, risposte concrete ed efficaci, di allargare orizzonti e vedute, fieri del sapere acquisito studiando Geografia.

E oggi c'è tanto bisogno di guardare oltre: oltre lo schermo del cellulare, oltre i confini della propria casa e del proprio Paese, oltre i propri limiti. In questo la Geografia può aiutare, ricordando che non tutti vivono nelle stesse condizioni e insegnando all'essere umano a guardare di nuovo il così tanto temuto «altro».

Questa è stata la risposta (estrapolata da un testo con ulteriori frasi) fornita alla stessa domanda da un altro studente, o da una studentessa,

che, invece, ha preferito lasciare anonima la sua riflessione. Tale affermazione sottolinea aspetti integrativi, che riconducono ancora al valore profondo della Geografia, che permette di lasciare la piccolezza del proprio immediato vicino e conduce a un viaggio verso l'altro e l'altrove. Non più chini sullo schermo del cellulare, atteggiamento dilagante tra i giovani e nella società moderna, non più confinati nel mondo egoistico dell'io e del proprio, ma proiettati in prospettiva allocentrica verso mondi distanti, verso genti lontane, verso una visione inclusiva, nel rispetto e nella solidarietà, nell'intento di fare l'interesse del pianeta Terra e dei suoi abitanti. Guardare verso l'«altro» può far abbracciare nuovi orizzonti, aprire la mente ad avvincenti avventure, può suscitare il desiderio di profonda conoscenza che spazia anche verso altri pianeti del Sistema solare. Allora:

Queste allettanti prospettive devono aprire varchi sempre più solidi alla presenza, [...], della disciplina geografica, indispensabile per orientarsi nella complessità del mondo contemporaneo, per salvaguardare e valorizzare [...], per accettare e vincere nuove sfide, nella scuola e nella società [Pasquinelli d'Allegra, 2010, p. 84].

Proseguendo con Geografia astronomica, proseguendo con il Sistema Solare

Era il 1994-1995 quando, studente al quinto anno del Liceo Scientifico, lessi su quello che nel nostro immaginario collettivo era essenzialmente il libro di Geografia astronomica, capitolo 1, dedicato a *L'Universo lontano*:

In qualche notte serena, lontani dalle luci della città, capita a tutti di rimanere stupiti guardando il firmamento, e si ha l'impressione di essere avvolti da una enorme «sfera» su cui sembrano infissi i pochi pianeti, compagni della Terra, e le innumerevoli stelle. Quali sono le dimensioni, le distanze, la natura di questi corpi celesti? Domande che spesso derivano da una semplice curiosità e che comunque rivelano un interesse scientifico innato negli uomini di ogni tempo e di ogni cultura [...]. Prima di affrontare lo studio della Terra e dei fenomeni che

vi si svolgono, cerchiamo di dare un'occhiata all'ambiente celeste che circonda il nostro pianeta. Immaginiamo, dunque, di intraprendere un viaggio – [...] – per conoscere le stelle, la nostra Galassia, gli altri ammassi stellari più lontani, fino ai confini del Cosmo [Accordi e Lupia Palmieri, 1987, p. 3].

Mi venivano in mente le serate estive, quando in silenzio, su un lettino in riva al mare o su un'amaca in montagna, osservavo il cielo, la Luna e le stelle, immerso in pensieri e sogni giovanili, in un viaggio fatto con la mente, scrutando l'ignoto. Il secondo capitolo del libro conduceva verso *Il Sistema solare*:

Per cercare di comprendere un po' meglio il posto del pianeta Terra nella vastità dello spazio che lo circonda, immaginiamo di visitare il nostro angolo di Universo [...]. Nel nostro viaggio immaginario questa volta faremo la prima sosta allo scopo di conoscere la stella Sole, [...], per passare poi ai numerosi corpi – pianeti, satelliti, asteroidi – che ruotano intorno a questa stella, prigionieri della sua enorme forza di attrazione [...]. Scopriremo così una grande varietà di forme, strutture e dimensioni, che non finiranno di stupirci, soprattutto ora che sonde automatiche ci inviano immagini sempre più dettagliate anche dei mondi più lontani. Ma in tale diversità impareremo anche a riconoscere le linee di una storia comune, della quale i singoli corpi celesti sembrano aver registrato episodi e momenti diversi [*ibidem*, p. 24].

Un viaggio fantastico, con una serie di soste, e veicolato da immagini, alla scoperta della struttura interna del Sole, della superficie solare e sue protuberanze, delle macchie solari, per poi soffermarsi su Mercurio, Venere, Marte, Giove, Saturno, Urano, Nettuno, Plutone (dal 2006 considerato pianeta nano), dopo aver affrontato le leggi di Keplero, che regolano il movimento dei pianeti intorno al Sole, e quella della gravitazione universale di Newton. A questo punto, a partire dal capitolo 3, poteva iniziare un nuovo viaggio, dal lontano al vicino, dopo aver fornito una cornice riguardante il Sistema Solare e l'Universo; un approfondito cammino di conoscenza, alla scoperta del *pianeta Terra*. Ma non senza un'altra tappa esterna, dedicata alla *Luna*, nel capitolo 4, la cui introduzione terminava affermando:

Conquistata ormai da alcuni anni la superficie lunare, oggi si guarda alla Luna come ad una accessibile e preziosa fonte di informazioni, ad una specie di laboratorio naturale e semplificato per lo studio dell'origine e dell'evoluzione del nostro pianeta [...]; e [...] non si può del tutto abbandonare l'idea della Luna come prima tappa o base di lancio per astronavi pilotate da uomini che dovrebbero intraprendere, in un futuro non tanto lontano, i più audaci viaggi interplanetari [*ibidem*, p. 75].

Sono passati oltre 35 anni dall'edizione di quel libro e di recente Gianluca Casagrande ha affermato:

Secondo le attuali previsioni, gli esseri umani torneranno a camminare sulla superficie della Luna entro la fine di questo decennio, forse ancora in tempo per farlo sotto lo sguardo di qualcuno di coloro che contribuirono, più di cinquant'anni fa, al «grande balzo» che ci portò lassù per la prima volta [Casagrande, 2021, p. 37].

Contestualmente, con il volume *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri* (D'Ascenzo, 2021a), l'attenzione è stata posta sull'Esogeografia, quale disciplina che si sofferma sul rapporto tra la società umana e gli ambienti extraterrestri (D'Ascenzo, 2021b). Vari interrogativi vengono mossi e nuove questioni affrontate, relativamente alle basi di osservazione, ai mezzi per cercare e attingere risorse, a eventuali attività economiche da svolgere, a fantasmagoriche attività turistiche fino alla creazione di forme di insediamento permanente.

Anche Adalberto Vallega, alla fine degli anni Ottanta del Novecento, prevedeva che di lì a poco le stazioni spaziali, abitate da piccoli gruppi in avvicendamento, sarebbero entrate in esercizio permanente intorno alla Terra, divenendo di grande importanza per le comunicazioni, le osservazioni scientifiche, le ricerche di bioingegneria, farmaceutica, informatica (Vallega, 1989, p. 408).

Sia che si parli di Geografia astronomica, sia che ci si riferisca all'Esogeografia, le questioni sono tante e avvincenti, ma richiedono anche fondamenti concreti che lascino con i piedi per terra, secondo

canoni di riflessione, contenuti e senso critico della Geografia.

Pensare ad altri mondi, ad altri pianeti, al Sistema Solare cattura l'immaginazione e aiuta a ricondurre al centro temi e aspetti che la Geografia da sempre affronta. In chiave didattica questo è sicuramente rilevante, per offrire occasioni e soluzioni di grande impatto emozionale, così come affascinano e suscitano sensazioni forti pure i vulcani e le forze endogene della Terra (De Vecchis e Pesaresi, 2024, pp. 59-65).

Strumenti e *geobrowser* molto noti offrono la possibilità di viaggiare nello spazio, con semplici funzioni e immagini a elevata risoluzione, durante le lezioni a scuola, con specifiche tarature in base a ordine e grado. Ne è un esempio Google Maps Space, per caratteristiche e interfaccia molto simile a Google Earth, ma incentrato appunto sui pianeti (e relative lune) del Sistema solare, riportati in una lista di facile consultazione (figg. 1-3). Svolgere attività didattica può essere divertente e può restituire notevoli soddisfazioni. Lo è ancor più quando negli occhi di chi segue si legge il desiderio di apprendere, di essere coinvolti attivamente, di sentir parlare di qualcosa che si ha il piacere di approfondire; questo è un grande traguardo, che a sua volta restituisce al docente *input* e stimoli per proseguire la propria missione.

Sono tante le possibilità di raccordo interdisciplinare, a partire dalle opere di Jules Verne (1828-1905), che con i suoi viaggi straordinari, negli anni Sessanta dell'Ottocento, ha portato al centro della Terra (*Voyage au centre de la Terre* ; 1864) e dalla Terra alla Luna (*De la Terre à la Lune* ; 1865), giusto per soffermarsi con un paio di suggestioni sui romanzi più attinenti a quanto qui trattato.

Del resto, gli spazi extraterrestri hanno sempre suscitato l'interesse e l'immaginazione, anche mediante una pluralità di racconti fantastici e avventure meravigliose, che hanno in qualche modo anticipato e fatto presagire lo storico e concreto sbarco sulla Luna, avvenuto nel luglio del 1969 (De Vecchis, 2014, pp. 68-72). La cartografia, le geotecnologie e una vasta gamma di supporti e strumenti iconografici,

fissi e dinamici, confermano come la Geografia possa e debba dialogare con le altre scienze che desiderano indagare e conoscere, in maniera sempre più particolareggiata e rigorosa, ciò che circonda e comprende la Terra. Ma la Geografia ha pure il compito di porre interrogativi che richiedono risposte pesate, vagliate, calcolate. Per farlo, ad esempio in termini di abitabilità e insediamenti stabili utili e produttivi, oltre che di avamposti scientifici già da tempo discussi (Crawford, 2004), bisogna tenere presente che:

Se consideriamo processi biologici simili ai nostri, dobbiamo [...] valutare quali pianeti sono compatibili con la presenza di carbonio e acqua allo stato liquido. La temperatura media deve per questo essere simile a quella della Terra: non troppo al di sotto del punto di congelamento dell'acqua e non troppo al di sopra del punto di ebollizione. Il pianeta si deve dunque trovare a una certa distanza dalla sua stella, in un intervallo che viene chiamato *fascia di abitabilità*. È necessaria inoltre un'atmosfera in grado di schermare le radiazioni nocive provenienti dalla stella e quindi il pianeta deve essere grande abbastanza [e con certe caratteristiche] perché il suo campo gravitazionale riesca a trattenere i gas, impedendogli di sfuggire nello spazio [Lupia Palmieri e Parotto, 2023, p. 35].

Il tutto ovviamente mentre, per il progresso scientifico, parlando della Luna, di Marte, di Venere e degli altri pianeti, si discutono prospettive, *roadmap* e tecnologie innovative per supportare le decisioni e pianificare e programmare le attività di esplorazione dello spazio (Viscio e altri, 2014; Lee e altri, 2018), si approfondiscono e si mettono a confronto elementi strutturali, aspetti evolutivi, possibile presenza di acqua allo stato liquido, di determinati minerali, di grotte e tunnel di lava (Joseph, 2023) che in futuro, secondo certe ipotesi, potrebbero, chissà, ospitare basi umane (Sauro e altri, 2020)².

2 Si veda inoltre https://www.ansa.it/canale_scienza_tecnica/notizie/spazio_astronomia/2020/07/24/su-luna-e-marte-cavita-naturali-per-ospitare-future-basi_08ca482b-75bb-4896-be05-88ebf73821a7.html (ultimo accesso: 20.II.2024).

Concludendo, tra interrogativi provocatori e richiesta di risposte pesate

In un contesto generale in cui i documenti programmatici internazionali esortano a un impegno quotidiano e condiviso, a livello personale e a scala globale, per ridurre le differenze socio-economiche così come l'emissione di gas e sostanze inquinanti, che possono contribuire per parte antropica ai cambiamenti climatici, vengono alla mente alcune domande spontanee. Anche richiamando l'Agenda 2030³ per lo sviluppo sostenibile (sottoscritta nel settembre del 2015) e alcuni suoi obiettivi specifici, quali il numero 1 «sconfiggere la povertà», il numero 10 «ridurre le disuguaglianze» attraverso una crescita economica inclusiva che promuova l'equità sociale e rifiuti le discriminazioni, il numero 12 «consumo e produzione responsabili», e il numero 13 «lotta contro il cambiamento climatico», mediante l'utilizzo di forme di energia alternative e la diminuzione delle emissioni inquinanti (di anidride carbonica in primo luogo), si delineano interrogativi provocatori.

- Ha fondamento pensare allo sviluppo di attività economiche sulla Luna, con assenza di atmosfera, o in pianeti dove l'atmosfera è molto rarefatta (Marte) o con elevata concentrazione di CO₂ (Venere)?
- Che costi bisognerebbe affrontare per visitare, a scopi turistici, altri pianeti? E che conseguenze ciò avrebbe in termini di impatto ambientale dovuto, ad esempio, a gas di scarico e particelle inquinanti, qualora divenisse una pratica avente una certa frequenza?
- E in tali condizioni e con questi presupposti è davvero possibile pensare a insediamenti permanenti e a nuove forme di territorializzazione? E concretamente finalizzati a che cosa?

³ <https://unric.org/it/agenda-2030/> (ultimo accesso: 20.II.2024).

D'altronde, anche considerando un solo parametro di base, come la temperatura, strettamente connesso con l'assenza e con la composizione dell'atmosfera, sulla superficie di Venere questa è costantemente al di sopra dei 400°C, sulla superficie di Marte la temperatura media è di circa -55°C, mentre la Luna «è caratterizzata da una notevole escursione termica, tanto che la temperatura del terreno passa dai circa 110°C nei periodi di illuminazione ai -150°C durante quelli di oscurità» (Lupia Palmieri e Parotto, 2023, pp. 28-29 e 79). Bisogna, quindi, tenere a mente che: «La geografia richiede [...] precisazioni scrupolosamente tecniche» (Baldacci, 1985, p. 182) e che:

Circolare e viaggiare è un problema geografico [...]. Comprendere, collocare e valutare criticamente [...] è un altro problema geografico [...]. Ma la geografia occorre anche per essere un buon cittadino [...], capace di partecipare al dibattito sull'organizzazione del territorio e sulla programmazione dello sviluppo. Il ruolo fondamentale della geografia è [...] quello di richiamare senza sosta il pericolo che si corre a ragionare nell'indifferenza della dimensione spaziale dei fatti e ignorando la dinamica dei rapporti [Valussi, 1990, p. 160]

con l'ambiente, con il paesaggio e tra le comunità.

Mentre sulla Terra continuano a registrarsi «disarticolazioni, squilibri e conflitti ambientali alle varie scale, che la geografia ha il compito di descrivere, analizzare, spiegare per prospettare possibilità di soluzioni», volgendo lo sguardo verso altri mondi occorrono risposte calibrate che alimentino consapevolezza e spirito di conoscenza e comprensione (De Vecchis, 1993, pp. 169, 166). Servono stimoli e decifrazioni che pervengano dalle lenti critiche della Geografia, per portare all'attenzione aspetti complessi, non per accaparrare «simpatie», ma per assolvere una rigorosa funzione sociale (Morri, 2020, p. 57). Le sfide vanno, dunque, affrontate con entusiasmo e propositiva energia, ma non si possono tralasciare riflessioni analitiche che la scienza geografica impone, per un contributo attivo e fattivo.

La scienza a volte si intreccia con il mito, così come emblematicamente avviene nel caso dei vulcani e delle eruzioni (Scandone, 1987;

Faraone, 2002). Favole, fiabe e miti stessi possono offrire interessanti e poliedriche opportunità didattiche per l'educazione spaziale e ambientale (Pasquinelli d'Allegra, 2022). L'Esogeografia può generare trasporto e coinvolgimento, aprendo un ventaglio di possibilità di confronto. L'importante è saper cogliere i «confini» e tirare fuori i lati positivi, in un proficuo e costruttivo amalgama.

Le grandi esplorazioni hanno portato a più riprese alla scoperta di nuove terre, di nuove popolazioni; hanno fatto progredire la scienza, la tecnologia, la cartografia.

Interessi politici ed economici, tra fatti ed eventi talvolta deplorabili, hanno permesso di conoscere e far registrare considerevoli avanzamenti. Si auspica che questa volta si possa concorrere solo a nuova conoscenza e a un virtuoso progresso, effettuando a priori, con dovuta ponderazione e con il contributo attivo della Geografia, le dovute considerazioni e valutazioni.

Del resto, la ricerca geografica sta fornendo una serie di utili lavori a sostegno di questo «emergente» campo di studi, ma tale produzione risulta ancora limitata rispetto a quella di altri settori disciplinari (Dunnnett e altri, 2019, p. 314), mentre un maggiore coinvolgimento sembra fondamentale per affrontare numerosi temi e aspetti che spaziano dall'ambito ambientale-naturale a quello fisico-morfologico, da quello politico-organizzativo a quello culturale-identitario, fino ad addentrarsi nelle «delicate» sfere antropico-insediative ed economico-produttive, anche con il supporto di molteplici strumenti geotecnologici di elaborazione, analisi e rappresentazione.

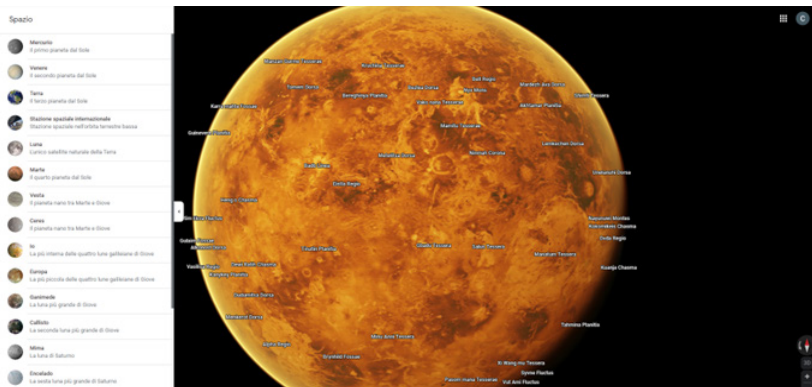


Fig. 3. Uno sguardo a Venere
Fonte: Google Maps Space

Riferimenti bibliografici

- Accordi B. e E. Lupia Palmieri (1987), *Il globo terrestre e la sua evoluzione*, Bologna, Zanichelli (terza edizione).
- Baldacci O. (1985), *Geografia tra pedagogia e didattica*, in «Cultura e scuola», 93, pp. 178-185.
- Casagrande G. (2021), *Luoghi nello spazio: alcune prime sfide dell'esogeografia di fronte alla presenza e alle attività umane al di fuori della Terra*, in «Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia», XXXIII, 2, pp. 37-50.
- Crawford I.A. (2004), *The Scientific Case for Renewed Human Activities on the Moon*, in «Space Policy», 20, 2, pp. 91-97.
- D'Ascenzo A. (a cura di) (2021a), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma, Centro Italiano per gli Studi Storico-Geografici (CISGE).
- D'Ascenzo A. (2021b), *Ricorrenze, celebrazioni, viaggi, festeggiamenti*, in A. D'Ascenzo (a cura di), *I viaggi e la modernità. Dalle grandi esplorazioni geografiche ai mondi extraterrestri*, Roma, CISGE, pp. 1-4.
- De Vecchis G. (1993), *Per una geografia a favore della solidarietà internazionale dello sviluppo e della cultura del confronto*, in G. Bellencin Meneghel (a cura di), *Didattica della geografia. Nuove prospettive*, AIIG – Sezione Friuli-Venezia Giulia, pp. 165-174.
- De Vecchis G. (2014), *Geografia delle mobilità. Muoversi e viaggiare in un mondo globale*, Roma, Carocci.
- De Vecchis G. e C. Pesaresi (2024), *Dalla carta geografica alla mappa digitale. Percorsi didattici ed esempi applicativi*, Roma, Carocci.
- Dunnett O., A.S. Maclaren, J. Klinger, K.M.D. Lane e D. Sage (2019), *Geographies of Outer Space: Progress and New Opportunities*, in «Progress in Human Geography», 43, 2, pp. 314-336.

- Faraone D. (2002), *I vulcani e l'uomo. Miti, leggende e storia*, Napoli, Liguori.
- Joseph A. (2023), *Water Worlds in the Solar System*, Amsterdam, Oxford, Cambridge (MA), Elsevier.
- Lee T.S., Y.-S. Lee, J. Lee e B.C. Chang (2018), *Analysis of the Intellectual Structure of Human Space Exploration Research Using a Bibliometric Approach: Focus on Human Related Factors*, in «Acta Astronautica», 143, pp. 169-182.
- Lupia Palmieri E. e M. Parotto (2023), *Il Globo terrestre e la sua evoluzione blu. La Terra nello spazio – Geodinamica endogena – Geodinamica esogena*, Bologna, Zanichelli (terza edizione).
- Morri R. (2012), *Oltre il mare*, in R. Morri (a cura di), *Insegnare il mare. Paesaggi costieri e vocazioni marittime*, Roma, Carocci, pp. 325-334.
- Morri R. (2020), *Pratiche di public geography. Un anno con il Touring Club Italiano alla riscoperta della geografia*, Bologna, Pàtron.
- Pasquinelli d'Allegra D. (2010), *I GIS nella didattica della geografia*, in S. Bozzato (a cura di), *GIS tra natura e tecnologia. Strumento per la didattica e la diffusione della cultura scientifica*, Roma, Carocci, pp. 77-84.
- Pasquinelli d'Allegra D. (2022), *Una geografia... da favola. Miti e fiabe per l'apprendimento*, Roma, Carocci.
- Pesaresi C. (2012), *I «segreti» del geografo: pensiero e strumenti, entusiasmo e interdisciplinarietà per aprire nuove strade*, in R. Morri (a cura di), *Insegnare il mare. Paesaggi costieri e vocazioni marittime*, Roma, Carocci, pp. 109-113.
- Sauro F., R. Pozzobon, M. Massironi, P. De Berardinis, T. Santagata e J. De Waele (2020), *Lava Tubes on Earth, Moon and Mars: A Review on their Size and Morphology Revealed by Comparative Planetology*, in «Earth-Science Reviews», 209, pp. 1-21.
- Scandone R. (1987), *Miti ed eruzioni*, in «Le Scienze – Quaderni», 39, pp. 78-83.
- Vallega A. (1989), *Geografia umana*, Milano, Mursia.
- Valussi G. (1990), *Che cos'è la geografia*, in I. Fiorin (a cura di), *Storia, geografia e studi sociali. Fondamenti teorici e idee per la didattica*, Brescia, La Scuola, pp. 149-161.
- Viscio M.A., E. Gargioli, J.A. Hoffman, P. Maggiore, A. Messidoro e N. Viola (2014), *A Methodology for Innovative Technologies Roadmaps Assessment to Support Strategic Decisions for Future Space Exploration*, in «Acta Astronautica», 94, 2, pp. 813-833.

LUOGHI NELLO SPAZIO. UNA RIFLESSIONE SULL'USO DELL' ESOGEOGRAFIA NELLA DIDATTICA

di Germana Galoforo, Angelo Zinzi¹

Introduzione

L'idea della geografia di altri corpi celesti si può far risalire originariamente a quando Galileo Galilei osservò nel 1611 per la prima volta la Luna attraverso il suo telescopio, scoprendo crateri, pianure, montagne e valli sulla sua superficie, così come descritto nel *Sidereus Nuncius* («sed inaequabili, aspera et admodum sinuosa linea designatur» Galilei, 1989; fig. 1).

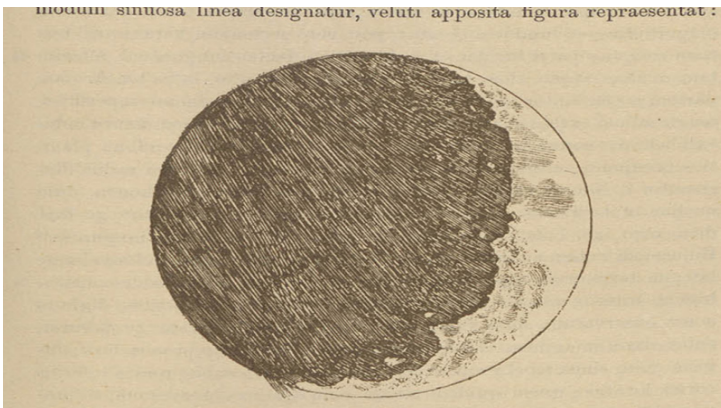


Fig. 1. La Luna disegnata da Galileo nel *Sidereus Nuncius* sulla base delle sue osservazioni al telescopio.

Fonte: <https://bibdig.museogalileo.it> (ultimo accesso: 20.II.2024)

Comunque, a causa delle potenzialità limitate di quel telescopio, non

¹ sono da attribuire in maniera prioritaria i paragrafi 1 e 4.3 ad Angelo Zinzi, i paragrafi 2, 3, 4, 4.1, 4.2, e 5 a Germana Galoforo.

fu possibile mappare alcun'altra superficie planetaria fino a quando Giovanni Schiaparelli non puntò il telescopio dell'Osservatorio di Brera verso Marte in occasione della Grande Opposizione del Pianeta Rosso avvenuta nel 1877. Schiaparelli fu poi seguito da Percival Lowell ed entrambi furono certi di aver visto una serie di canali sulla superficie di Marte, lasciando quindi adito alla possibilità che una civiltà extraterrestre avanzata potesse abitare lì. Ciò ebbe un grande impatto sul pubblico e sulla letteratura fantascientifica dell'epoca, tanto è vero che a tutt'oggi il termine «marziano» è comunemente utilizzato come sinonimo di «extraterrestre».

Sebbene tra la fine del XIX secolo e l'inizio del XX si sia verificato un notevole miglioramento della qualità dei telescopi (grazie al quale nel 1929 Edwin Hubble riuscì a scoprire il *redshift*, indicando che la Via Lattea non è l'unica galassia nell'Universo), le osservazioni marziane di Schiaparelli e Lowell non erano invece consistenti con la realtà: nonostante ciò, i due astronomi pubblicarono per la prima volta mappe dettagliate di un pianeta diverso dalla Terra, aggiungendovi dettagli, come riserve d'acqua e vegetazione fino ad allora riservate solo alla Terra.

Questo stallo fu finalmente superato con l'inizio dell'era spaziale e con il successivo arrivo della prima immagine acquisita dalle prossimità di Marte: il 15 luglio 1965 la sonda NASA Mariner 4 inviò 22 immagini scattate a 13.000 km di distanza dalla superficie marziana (fig. 2), confermando, una volta per tutte, che Marte è un arido deserto senza riserve d'acqua in superficie e quindi rigettando le ipotesi avanzate da Schiaparelli e Lowell quasi un secolo prima.

Da allora più di cento missioni hanno solcato il Sistema Solare esplorando ogni tipo di oggetto celeste presente, dai pianeti alle lune, dagli asteroidi alle comete. Queste missioni hanno utilizzato diversi strumenti (camere nel visibile, spettrometri, radar) e piani di missione, dai *flyby* agli *orbiter*, dai *rover* superficiali ai droni, in modo da adattarsi al meglio ai diversi ambienti.

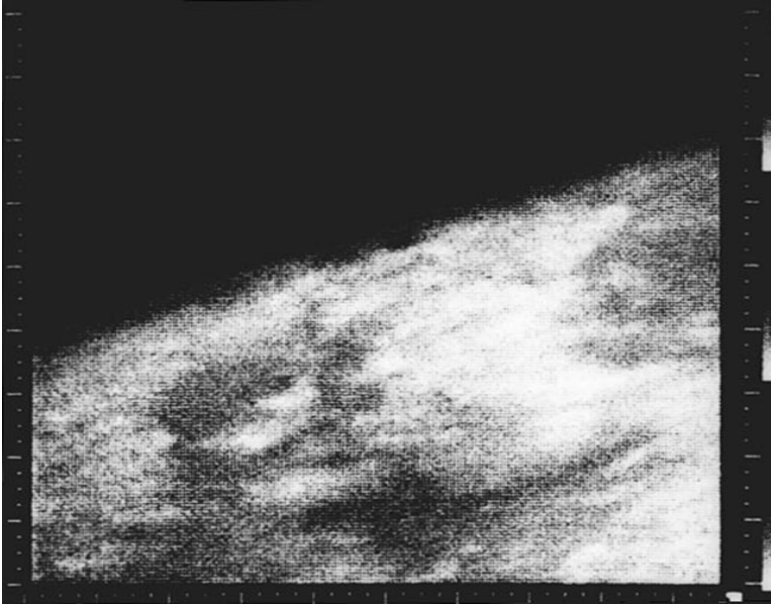


Fig. 2. La prima immagine di Marte inviata a Terra dalla sonda NASA Mariner 4
Fonte: Archivio immagini NASA (ultimo accesso: 20.II.2024)

Grazie a queste missioni abbiamo ora a disposizione rappresentazioni di una grande quantità di oggetti del Sistema Solare, con risoluzioni spaziali confrontabili a quelle disponibili per la Terra: queste hanno permesso l'espansione di alcuni campi di studio una volta dedicati solo alla Terra, così come descritto dal loro stesso nome (ad esempio la geologia – il cui nome significa «studio della Terra» – ha ora una branca chiamata «geologia planetaria»).

In queste rappresentazioni sono certamente presenti dettagli e nomenclature simili a quelle da sempre presenti sulle cartografie terrestri. L'Unione Astronomica Internazionale (IAU) ha un gruppo di lavoro dedicato espressamente alla nomenclatura dei corpi celesti,

tanto che nel 1982 l'ONU, durante il suo quarto congresso per la standardizzazione dei nomi geografici, tenutosi a Ginevra, ha riconosciuto il ruolo della IAU adottando la Risoluzione 13 sui nomi delle caratteristiche extraterrestri.

La quantità di dati e mappe relative alle superfici planetarie è oggi divenuta talmente elevata che la loro corretta gestione non può prescindere dall'attuazione di una serie di regole e protocolli che ne garantiscano la preservazione e la continua accessibilità nel tempo, seguendo quelli che sono comunemente chiamati principi FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*, cioè: ricercabili, accessibili, interoperabili e riutilizzabili; Collins *et al.*, 2018).

Lo Space Science Data Center dell'Agenzia spaziale italiana (ASI-SSDC) è da decenni un punto di riferimento a livello internazionale per la gestione, la preservazione e la disseminazione dei dati acquisiti da missioni spaziali tramite alla messa a punto di *database* e *tool* scientifici basati proprio su standard internazionali che seguono i principi FAIR. Da circa un decennio il centro ha espanso i propri interessi anche ai dati di esplorazione del Sistema Solare con lo sviluppo del *tool* MATISSE (Multi-purpose Advanced Tool for the Instruments for the Solar System Exploration; Zinzi e altri, 2016 e 2022), che permette la visualizzazione tramite proiezioni bidimensionali e tridimensionali dei dati acquisiti dagli strumenti dedicati all'esplorazione del Sistema Solare. MATISSE può essere a tutti gli effetti considerato un *tool* di Esogeografia, permettendo il riconoscimento e la mappatura di strutture superficiali comunemente indicate sulle rappresentazioni cartografiche, come letti di fiumi (estinti), rive marine e lacustri (fossili), valli, montagne, crateri.

Allo stesso modo SSDC è anche impegnato nello studio dei pianeti extrasolari, ovvero quei pianeti scoperti, a partire dal 1995, in orbita a stelle diverse dal Sole. Il numero di esopianeti scoperti a oggi ammonta a circa 5.000, numero che aumenta ogni giorno, e, sebbene le tecniche osservative attuali non permettano di distinguere

le caratteristiche superficiali di questi oggetti, alcuni modelli, tenendo in considerazione le caratteristiche orbitali e fisiche del sistema stella-pianeta, riescono già ad avanzare ipotesi riguardanti, ad esempio, la frazione di oceani o il tipo di atmosfera, così da permettere una primissima idea delle geografie di questi mondi ancora lontani dall'essere osservati direttamente.

Lo Spazio entra a scuola con il programma educativo ESERO Italia

Finora lo spazio abitato al di fuori della Terra si è limitato alla Stazione Spaziale Internazionale (ISS), permanentemente abitata da astronauti dal Duemila. Si tratta di uno spazio molto vicino – la ISS orbita a 350-400 km dalla Terra – ma che ci ha consentito di sviluppare le tecnologie necessarie per costruire e abitare luoghi ben più distanti e che ultimamente ha aperto la strada al programma *Artemis*, grazie al quale l'umanità tornerà sulla Luna, questa volta per restarci stabilmente, prima con una stazione orbitante (*Lunar Gateway*), poi con una base permanentemente posta sul nostro satellite. Abitare la Luna ci insegnerà ad andare ancora più lontano, verso Marte e oltre, ed è, pertanto, legittimo interrogarsi non solo sulla necessità di pensare in modo organico a una nuova branca della disciplina geografica, che può essere definita Esogeografia (Casagrande, 2021), ma anche sull'opportunità che questa nuova prospettiva faccia parte dei programmi scolastici, per preparare le future generazioni a vivere in una realtà «aumentata» non solo virtualmente.

La scienza è uno strumento fondamentale di conoscenza e comprensione del mondo nel quale viviamo ed è la chiave per affrontare le sfide contemporanee e future, come il cambiamento climatico, la salvaguardia del nostro pianeta, la disponibilità di risorse sostenibili, le nuove competenze richieste nel mondo del lavoro, e così via. Lo Spazio rappresenta un contesto straordinario per le

attività di educazione scientifica, grazie all'immenso potere evocativo che esercita sull'immaginario collettivo, dei giovani in particolare. Il potenziale di ispirazione dello Spazio fornisce una chiave di lettura distintiva del progetto ESERO (*European Space Education Resource Office*), principale programma educativo dell'ESA nato nel 2006 per sostenere l'innovazione nell'insegnamento e nell'apprendimento, stimolare nei giovani l'interesse per la scienza e la tecnologia, coinvolgerli in un processo di apprendimento attivo e ispirato, accompagnarli nello sviluppo del pensiero critico e autonomo come valore sociale. Lo Spazio, multidisciplinare per definizione, diventa, nella pratica ESERO, un ambiente esemplificativo delle STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) curricolari. Tale ambiente offre, in aggiunta, modelli reali di metodologia scientifica contemporanea, collaborazione multidisciplinare, accesso a dati scientifici all'avanguardia e a strutture e ruoli professionali nel campo spaziale, illustrando chiaramente il legame tra le discipline tecnico-scientifiche trattate a scuola e le sue applicazioni nella vita professionale reale. Il programma ha già dimostrato che la formazione ESERO contribuisce chiaramente a rinforzare la sicurezza dei docenti nell'insegnamento scientifico, ad ampliare il loro pacchetto metodologico e a rafforzare il nesso tra la teoria insegnata a scuola e la pratica reale delle scienze. In alcuni Stati europei, ESERO ha anche dimostrato la sua capacità di contribuire a un'evoluzione della scuola dal suo interno, sia per il suo supporto all'innovazione attualmente proposta dai ministeri dell'educazione, sia per il suo coinvolgimento, in alcuni casi, nella riscrittura stessa dei programmi scolastici. ESERO si basa sulla creazione di strette sinergie e collaborazioni con le istituzioni nazionali al fine di sostenere le esigenze educative specifiche dei vari Stati membri, tutti dotati di sistemi educativi, programmi scolastici e lingue diverse. A tal fine, i programmi ESERO sono distribuiti negli Stati membri e dispongono di esperti locali che lavorano in forte sinergia e partenariato con le reti e le autorità educative nazionali.

Attualmente l'Agenzia Spaziale Europea (ESA) ha istituito venti uffici nazionali ESERO nei suoi Stati membri: Austria, Belgio, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Italia, Lussemburgo, Finlandia, Paesi Bassi, Norvegia, Polonia, Portogallo, Romania, Spagna, Svezia e Regno Unito.

ESERO Italia² è stato istituito nel 2018 grazie al co-finanziamento e al coordinamento del programma da parte di ASI. ESERO Italia è volto principalmente a formare la comunità dei docenti, che rappresentano il tramite principale verso gli studenti. A tal fine, offre a titolo gratuito eventi di formazione certificata per insegnanti di scuola primaria e secondaria come parte delle qualifiche di sviluppo professionale continuo e materiali didattici innovativi adeguati ai programmi scolastici nazionali. Dal 2022 il programma si è arricchito di un nuovo pillar dedicato all'ispirazione delle nuove generazioni, includendo in ESERO Italia una grande varietà di eventi, *role modelling*, iniziative di sensibilizzazione professionale e accesso a esperti spaziali per i giovani e le loro famiglie, per condividere il fascino e l'importanza dello spazio, contribuire a rompere le barriere della diversità, aumentare l'accessibilità e promuovere la sostenibilità.

ESERO Italia si occupa principalmente di due tipi di attività, la prima di tipo strettamente educativo, con iniziative progettate con specifici obiettivi di apprendimento, tra cui rientrano attività di formazione gratuita per gli insegnanti della scuola primaria e secondaria, sia *online* che *onsite* presso sedi dislocate sul territorio nazionale; lo svolgimento di progetti interdisciplinari internazionali; lo sviluppo di risorse educative utilizzabili in classe e disponibili gratuitamente *online* sul sito del progetto; la realizzazione di eventi per l'orientamento alle carriere

2 ESERO Italia è gestito da un network guidato dalla Fondazione Museo Nazionale Scienza e Tecnologia Leonardo da Vinci (MUST), con sede a Milano, e comprende una rete di partner che abbracciano l'intero territorio nazionale: Fondazione IDIS Città della Scienza di Napoli; Planetario Infini.To di Torino; Museo delle Scienze (MUSE) di Trento; Fondazione Villa del Balì di Saltara nelle Marche e Psiquadro scrl con sede a Perugia.

spaziali rivolte agli studenti; le collaborazioni con esperti di università, centri di ricerca, imprese legate allo studio e alle applicazioni della ricerca in ambito spaziale e altri ancora. Il secondo tipo di attività ha lo scopo di utilizzare il fattore *wow* generato dallo Spazio per stimolare la curiosità e l'immaginazione di bambini e adolescenti e il loro interesse verso gli studi e le carriere spaziali. Ove possibile, si persegue la sinergia di attività all'interno dei due insiemi, in modo da rafforzare reciprocamente gli elementi di apprendimento e d'ispirazione dell'esperienza proposta.

Esogeografia nella didattica: una proposta metodologica

Le risorse educative sviluppate nell'ambito del programma ESERO si fondano su metodologie didattiche che si avvalgono di modelli *online*, *blended* e collaborativi e che comportano un apprendimento attivo (Felder e Brent, 2009) e *challenge-based*. Tali metodologie comprendono approcci didattici, come il Problem-Based Learning (PBL), il Task-Based Learning (TBL), il Project-Based Learning (PBL), il Cooperative Learning ecc., che stimolano lo sviluppo delle capacità cognitive superiori indicate dalla tassonomia di Bloom (Bosso e altri, 2012, p. 2; Anderson e Krathwohl, 2001).

L'attuazione di queste strategie si fonda sui principi fondamentali della filosofia educativa costruttivista, attenti al *learning by doing* (Papert, 1972; Resnick, 1987; Schank, 2015), ma trae ispirazione anche delle teorie sul coinvolgimento attivo (Kearsley e Shneiderman, 1998) e da quelle orientate alla valorizzazione degli stili di apprendimento e delle *intelligenze multiple* (Gardner, 1994).

Secondo la prospettiva costruttivista, la conoscenza viene costruita sulla base del proprio vissuto sociale e individuale, attraverso la riflessione, la rielaborazione e l'analisi delle nuove esperienze, alla luce di quelle precedenti. Da un'idea di conoscenza «assoluta», vera, esterna e oggettiva, che viene trasmessa dal docente al discente in modalità unidirezionale, si passa ad approcci di insegnamento e apprendimento

che prevedono punti di vista multipli e differenti e processi attivi di acquisizione dei principi e delle strategie più adatte al raggiungimento dei propri obiettivi. Si tratta di approcci metodologici che risultano efficaci per l'insegnamento delle discipline tecnico-scientifiche, in cui le materie di studio sono strumentali e finalizzate alla comprensione del mondo reale (Gherardi, 2013) e in cui assumono importanza le esperienze vissute direttamente dagli allievi, dei quali si mira ad aumentare la motivazione e l'interesse, coinvolgendoli nella ricerca di soluzioni a problemi reali e nella costruzione di applicazioni per dimostrare l'efficacia della soluzione esplorata (Riotta, 2007; Clemente ed Ena, 2016).

Un approccio educativo basato su metodologie di apprendimento attivo di matrice costruttivista risulta, pertanto, pertinente e adeguato all'insegnamento delle tematiche di studio e ricerca in ambito spaziale, in cui, al momento, gli ambiti sono ancora indefiniti, le risposte incerte, le ipotesi in attesa di essere dimostrate e le tecnologie necessarie per una reale comprensione del Cosmo devono ancora essere immaginate e sviluppate. Un approccio che funziona anche in contesti di insegnamento e di apprendimento legati all'Esogeografia, e che comporta un cambiamento non solo nel ruolo di docente e in quello di studente, ma negli stessi obiettivi della didattica, molto più orientata allo sviluppo di competenze.

Le competenze sono intese nella loro accezione più recente, ossia come lo sviluppo di capacità che permettono di far fronte a un problema, mobilitando e orchestrando le proprie risorse interne e utilizzando quelle esterne in modo coerente e fecondo (Pellerey, 2004). Imparare, quindi, a risolvere problemi nuovi mobilitando e adattando schemi mentali già usati per risolvere altri compiti o che si sono dimostrati funzionali ed efficaci in altre situazioni (Rivoltella, 2013). Passaggio chiave che caratterizza l'elaborazione di un piano formativo orientato verso le competenze riguarda il riferimento a un «compito di realtà» contestualizzato, che viene problematizzato e

viene assunto come domanda intorno a cui sviluppare un progetto e verso cui finalizzare la realizzazione di un determinato prodotto/risultato, che risponda alla situazione problema (Castoldi, 2016).

Il costruttivismo è all'origine della teoria pedagogica costruzionista di Papert, secondo cui «learning is most effective when part of an activity the learner experiences as constructing a meaningful product» (Papert, 1989, p. 1). Creare prodotti concreti, interagendo con i propri compagni, consente agli allievi di vivere un'esperienza di «apprendimento autentico»:

Authentic activities have real world relevance, [...] are ill-defined, requiring students to define the tasks and sub-tasks needed to complete the activity, [...] comprise complex tasks to be investigated by students over a sustained period of time, [...] provide the opportunity for students to examine the task from different perspectives, using a variety of resources, [...] provide the opportunity to collaborate, [...] provide the opportunity to reflect, [...] can be integrated and applied across different subject areas and lead beyond domain specific outcomes, [...] are seamlessly integrated with assessment, [...] create polished products valuable in their own right rather than as preparation for something else, [...] allow competing solutions and diversity of outcome [Herrington e altri, 2003, pp. 60-61].

Poter esaminare un compito da diverse prospettive, adottare approcci collaborativi, offrire l'opportunità di riflessione, valutazione e confronto di idee, vivere esperienze e attività realistiche finalizzate a uno scopo, rappresenta un metodo didattico particolarmente adatto allo studio di contesti ancora scarsamente definiti come quelli esogeografici e spaziali. Non a caso, costituisce l'approccio metodologico prevalente nelle risorse educative che sono oggetto di illustrazione nel prosieguo del presente lavoro come possibili esempi per la costruzione di una didattica dell'Esogeografia.

Caratteristiche ideali di un tale ambiente di apprendimento sono il contatto con prospettive diverse; la centralità del ruolo dello studente; la funzionalità del docente come facilitatore piuttosto che come fonte del sapere; l'impiego di attività cooperative che incoraggino la

negoziiazione sociale dei significati; l'opportunità di costruire le proprie rappresentazioni della conoscenza; lo stimolo della motivazione e dell'indagine autonoma; il contributo responsabile e attivo del discente; l'integrazione degli elementi teorici e pratici dell'apprendimento; il valore dell'esperienza personale (Bosso, 2012, p. 3).

In questo ambito metodologico rientra anche l'apprendimento di tipo esperienziale, un approccio pedagogico vicino al costruzionismo nel sottolineare l'importanza del contributo responsabile e attivo del discente:

si tratta di un orientamento educativo che mira a integrare gli elementi teorici e pratici dell'apprendimento in una visione olistica del discente e che enfatizza il valore dell'esperienza diretta per un apprendimento efficace [...] L'esperienza personale dà vita, spessore e significazione soggettiva ai concetti astratti, e allo stesso tempo costituisce un aggancio concreto e condiviso per sperimentare le implicazioni e la validità delle idee generate nel corso del processo di apprendimento [Bosso, 2012, p. 4].

Mentre la tradizionale didattica accademica tende a far prevalere l'osservazione riflessiva e la concettualizzazione a spese dell'azione pratica e delle esperienze concrete (Kohonen, 2007), nel modello teorico dell'apprendimento esperienziale (Kolb, 1984), l'apprendimento efficace deriva dalla capacità di risolvere il conflitto tra concettualizzazione astratta ed esperienza concreta.

Esogeografia nella didattica: alcuni casi di applicazione

In questa sede, si illustreranno dei casi concreti di attività didattiche sviluppate per studenti delle scuole secondarie di secondo grado nell'ambito del programma ESERO Italia dalle agenzie spaziali italiane ed europee; si tratta di risorse educative da utilizzare in classe che, a parere di chi scrive, si configurano come un *background* utile per una riflessione sulle modalità in cui l'Esogeografia potrebbe in

futuro entrare nei programmi scolastici e rappresentare dei supporti utili ai docenti per iniziare a estendere l'insegnamento della geografia ai contesti spaziali³.

Nell'ambito di una didattica dell'Esogeografia si prefigurano situazioni in ambiente extraterrestre che richiedono una conoscenza delle geografie dei luoghi (Luna e Marte), e, prevedendo anche la presenza di equipaggi, invitano a una riflessione sul legame tra essere umano e ambiente extraterrestre e rendendo le risorse descritte adatte a una formazione esogeografica.

Atterrare sulla Luna. Progettare e realizzare un modulo di atterraggio lunare

In questa serie di attività⁴ gli studenti delle scuole secondarie di secondo grado pianificano, progettano e costruiscono un modulo che, atterrando sulla Luna, assicuri la sopravvivenza dell'equipaggio (nella forma di un astro-uovo). Indagano quali fattori vanno considerati in un atterraggio sulla Luna rispetto a quelli da considerare sulla Terra. Nella progettazione gli studenti devono applicare nozioni di fisica, matematica ed economia, considerare i fattori di rischio, lavorare in gruppo con vincoli di tempo e di risorse economiche.

Gli studenti devono valutare una serie di elementi attinenti l'Esogeografia di cui è fondamentale tenere conto quando si atterra su un altro corpo celeste, come la distanza dal luogo di provenienza, la composizione o l'assenza di atmosfera, l'individuazione del corretto luogo di atterraggio tramite l'analisi delle caratteristiche geografiche della superficie, l'angolo di avvicinamento, e così via.

L'attività consiste in quattro fasi: valutazione dei rischi, progettazione, costruzione e test. Nella prima fase gli studenti stabiliscono sia la probabilità che un fattore di rischio si verifichi, sia il suo impatto. I rischi

³ Le risorse sono state sviluppate da ESA Education, tradotte e adattate per ESE-RO Italia da ANISN e disponibili sul sito www.esero.it, ultimo accesso: 22.I.2025.

⁴ <https://www.esero.it/risorse-didattiche/atterrare-sulla-luna/>, ultimo accesso: 22.II.2024.

possono presentarsi in qualunque fase, dalla pianificazione del progetto alla costruzione, al trasporto o all'addestramento dell'equipaggio. Per svolgere questa fase è proposto l'uso di una matrice di valutazione del rischio insieme a una lista di possibili rischi per la missione, tipica modalità con cui viene affrontato lo studio di valutazione in molti campi professionali. Gli allievi, compilando la matrice, valutano insieme gli eventuali rischi non presi in considerazione, scegliendone poi tre più critici e ragionando sulle possibili strategie per attenuarli.

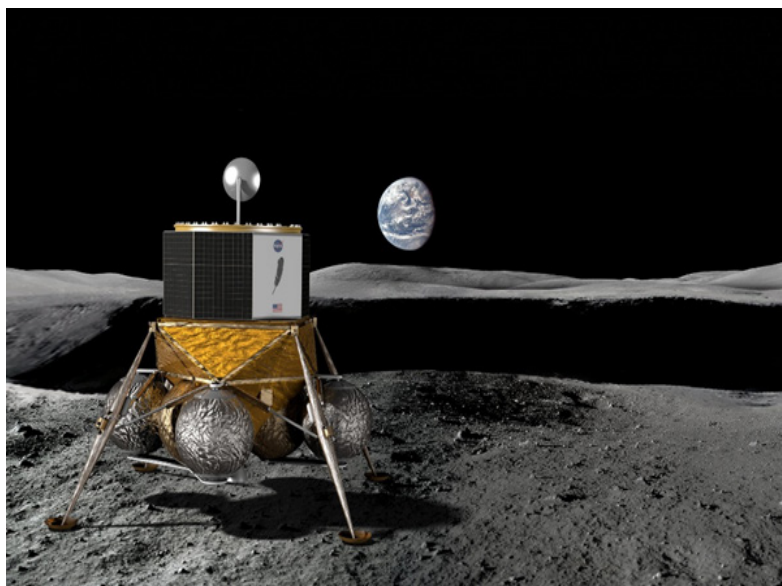


Fig. 3. Rappresentazione artistica del *lander* lunare Blue Moon che Blue Origin ha in progetto di costruire in collaborazione con il Gruppo OBH

Fonte: Archivio immagini Blue Origin, data di ultimo accesso: 20.II.2024

Nella fase di progettazione, gli allievi devono ragionare in gruppo per trovare soluzioni e cercare di concepire un *lander* il più sicuro possibile (come rappresentato artisticamente in fig. 3), compatibilmente con le risorse economiche a disposizione. Nella fase di costruzione, gli allievi potrebbero rendersi conto che alcune scelte che ritenevano

attuabili non portano al risultato sperato. Alla fine, i gruppi devono pesare il proprio *lander* e il proprio astro-uovo per stimare il costo del lancio. Il costo totale deve essere inferiore a 1 miliardo di euro e deve comprendere l'addestramento dell'astro-uovo, il lancio e i materiali per costruire il *lander*. Nella fase finale di test del *lander* lunare, gli studenti verificano se il loro *lander* è in grado di affrontare una caduta verticale, mantenendo in sicurezza l'astro-uovo; descrivono le condizioni di atterraggio e tengono traccia di altri fattori che possano influenzare il risultato; possono anche filmare la caduta e utilizzare uno strumento di analisi video per esaminarne l'accelerazione.

Finita la fase di test, i progetti vengono presentati alla classe, e si discute su eventuali *lesson learned*. Risulta importante soffermarsi su una riflessione relativa ai fattori esterni che abbiano eventualmente influenzato il lancio, ad esempio le condizioni meteo (forte vento, pioggia ecc.) o l'atterraggio su materiali diversi (asfalto, sabbia, erba ecc.). Utile anche confrontare l'atterraggio sulla Terra con quello sulla Luna, studiando i diversi fattori che influenzano l'atterraggio nei due casi e i diagrammi delle forze, oltre alla differenza fra missioni di esplorazione spaziale con o senza esseri umani a bordo.

Al termine dell'attività, gli studenti dovrebbero aver compreso che: far allunare un *lander* è un risultato complesso, che coinvolge molte considerazioni e test prima della missione vera e propria. Competenze come quelle di saper sviluppare un progetto a *budget* fissato, valutare i rischi, progettare, testare e lavorare in gruppo, sono cruciali per qualunque missione spaziale; i rischi insiti in missioni con esseri umani sono molto più alti che per le missioni robotiche; i test svolti sulla Terra non possono replicare completamente l'ambiente e le condizioni di atterraggio sulla Luna, pertanto i test sperimentali devono essere supportati dalla teoria per comprendere a pieno le differenze fra la Terra e la Luna.

Piante su Marte. Costruiamo un sistema di irrigazione automatico

Questa risorsa⁵ educativa sviluppata nell'ambito del programma E permetterebbe loro di coltivare una volta arrivati, creandosi una fonte di cibo autosufficiente. Tuttavia, non si tratta di un compito facile. Gli studenti devono approfondire i dati attualmente disponibili su inclinazione assiale, composizione e densità dell'atmosfera, suolo, presenza di acqua o ghiaccio, escursione termica, orbita intorno al Sole (con relativo impatto sulle stagioni), presenza di radiazioni e di venti solari, e così via, su Marte e valutare i fattori di rischio sulla crescita delle piante. Non bisogna tuttavia trascurare gli elementi positivi, che hanno reso Marte la meta delle future esplorazioni e colonizzazioni umane: la durata di un giorno marziano è molto simile a quella di un giorno terrestre, ovvero 24 ore e 37 minuti; questo significa che il ciclo di fotosintesi-respirazione delle piante rimarrebbe in gran parte lo stesso. Inoltre, nonostante sia più lontano dal Sole rispetto alla Terra, Marte riceve luce sufficiente per permettere la fotosintesi. Insieme al fatto che l'acqua potrebbe essere estratta dai poli ghiacciati di Marte, si avrebbero due dei componenti vitali necessari per la sopravvivenza delle piante. I vegetali sono fonti di cibo molto ricche di nutrienti e possono essere coltivate a partire da piccoli semi e bulbi, limitando così la quantità di materiali da trasportare sul veicolo spaziale. La fotosintesi, un processo effettuato dalle piante per produrre glucosio per la crescita e la respirazione, necessita di diossido di carbonio, presente in abbondanza nell'atmosfera marziana. La conclusione di questa approfondita analisi del contesto dovrebbe essere che le piante sono una risorsa preziosa per le esplorazioni spaziali; tuttavia hanno bisogno di un monitoraggio costante se si vuole avere un buon raccolto, specialmente se l'ambiente non è ricco delle risorse di cui hanno bisogno. Mantenere un ecosistema su Marte può perciò richiedere molte ore e portare via molto tempo agli astronauti. Per

⁵ <https://www.esero.it/risorse-didattiche/piante-su-marte/>, ultimo accesso: 22.II.2024'

far crescere piante su Marte, sarà, quindi, necessario usare tutte le nostre tecnologie, per creare sofisticati habitat artificiali e sistemi di irrigazione. In questo caso, è necessario ideare un sistema che può essere utilizzato per innaffiare automaticamente una pianta, regolandosi in base ai livelli di umidità del terreno e liberando il tempo degli astronauti. La risorsa prevede, pertanto, lo svolgimento di una serie di attività finalizzate a costruire un sistema di irrigazione automatico su Marte. Prima di iniziare, gli studenti sono invitati a riflettere su come potrebbero progettare un sistema di irrigazione automatico a partire da una lista di materiali disponibili e tenendo conto delle nozioni di base della fisica dei fluidi. Il punto principale da acquisire da questi esercizi è che maggiore è la differenza in altezza tra il serbatoio d'acqua e il tubo, maggiore è il flusso di acqua nel tubo (fig. 4).

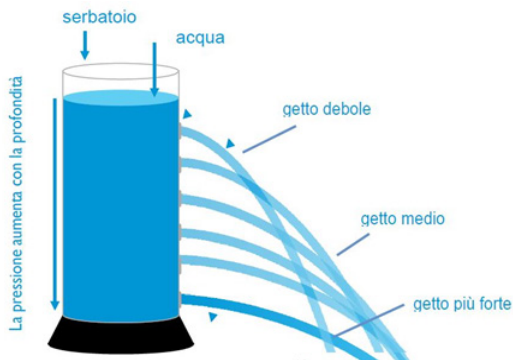


Fig. 4. Illustrazione del teorema di Torricelli

Fonte: ESERO, www.esero.it, data di ultimo accesso: 20.II.2024

Una volta trovato l'equilibrio tra le altezze utilizzate e l'orientamento del tubo, il sistema di irrigazione dovrà essere completamente automatizzato, tramite il sistema Arduino. L'attività termina con una analisi dei vantaggi delle colture idroponiche, che usano delle soluzioni nutrienti in un serbatoio d'acqua invece del terreno per la crescita delle piante nello spazio: non è necessario terreno, verrebbe perciò ridotta

la quantità di materiali che dovrebbero essere trasportati a bordo del veicolo spaziale; il mantenimento delle colture richiederebbe meno tempo; sarebbe necessaria meno acqua, in tal modo il sistema utilizzerebbe le risorse in modo più efficiente.

L'idroponica è un metodo più efficiente perché elimina la perdita di acqua dovuta all'evaporazione, consente il riciclo d'acqua e si può realizzare in semplici serre, non richiedendo grandi superfici coltivabili.



Fig. 5. Le piantine coltivate durante un test a terra della camera di crescita di GreenCube

Fonte: Archivio immagini ENEA, data di ultimo accesso: 20.II.2024

Le colture idroponiche si adattano perfettamente ai sistemi biorigenerativi⁶, nei quali i prodotti di scarto vengono processati da piante e da alghe per rigenerare cibo, ossigeno e acqua purificata (fig. 5).

6 I sistemi biorigenerativi realizzano tutti quei processi biologici e chimico-fisici (produzione di vegetali freschi, generazione di ossigeno e rimozione di anidride carbonica, depurazione dell'acqua, riutilizzo dei residui di biomassa, dei rifiuti organici dei processi e dei reflui fisiologici) necessari per la vita dell'uomo nello spazio (Colla e altri, 2011).

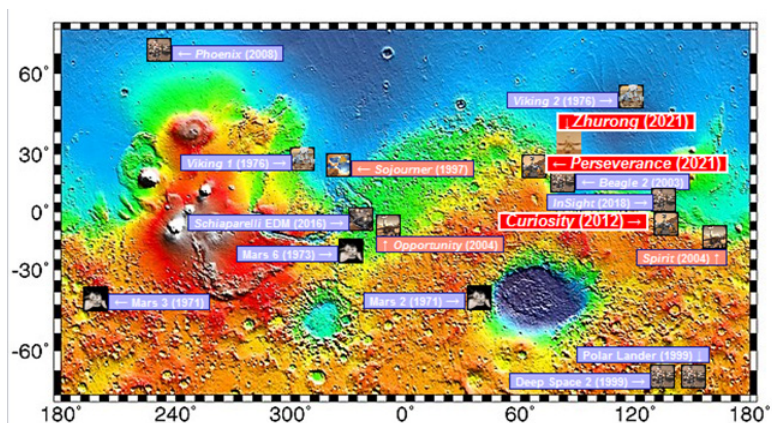


Fig. 6. Mappa altimetrica marziana (dati NASA MOLA) con sovrappresi i siti di atterraggio delle varie missioni robotiche arrivate a Marte
 Fonte: Wikipedia, data di ultimo accesso: 20.II.2024

Selezione di un sito di atterraggio su Marte

In questa attività⁷, pensata per studenti delle scuole secondarie di primo e secondo grado, viene mostrata la complessità legata alla selezione del miglior sito di atterraggio possibile per un *rover* marziano.

Poiché dal primo *rover* marziano (Sojourner della missione NASA Mars Pathfinder datato 1996) a oggi si sono susseguite una serie di missioni di forte successo sulla superficie marziana (fig. 6), il pubblico potrebbe considerare banale il lavoro dedicato a questi oggetti.

In realtà, dietro alla selezione del miglior sito sul quale far atterrare un *rover* marziano ci sono una serie di requisiti scientifici ed ingegneristici di fondamentale importanza per la buona riuscita della missione, ma che possono anche essere in contrasto tra di loro.

Agli studenti impegnati in questa attività vengono prima illustrati gli

⁷ <https://www.esero.it/risorse-didattiche/selezione-di-un-sito-di-atterraggio-su-marte/>, ultimo accesso: 22.II.2024.

aspetti teorici di cui si deve tener conto per effettuare una selezione e quindi viene data l'opportunità, dividendosi in due *team* diversi, ma collaborativi, di arrivare a una scelta condivisa e capace di soddisfare tutti i requisiti, utilizzando dati realmente acquisiti su Marte.

I requisiti da considerare sono, come accennato in precedenza, sia scientifici sia ingegneristici e prendono spunto dalla geografia della regione marziana da esplorare. Dal punto di vista ingegneristico bisogna infatti trovare: 1) un sito che abbia un'elevazione abbastanza ridotta rispetto alla media marziana (calcolata rispetto alla quota alla quale la pressione atmosferica marziana rende possibile raggiungere il punto triplo dell'acqua, considerato che il classico «sul livello del mare» su Marte non è applicabile per evidenti ragioni), in modo da permettere un buon funzionamento dei paracadute utilizzati per frenare il *rover*; 2) una zona con una pendenza ridotta, per evitare che il *rover* stesso si ribalti e 3) una zona con pochi massi, ma nemmeno sabbiosa, per permettere al *rover* di potersi spostare in modo agile.

Al contempo, una missione che preveda l'utilizzo di un *rover* marziano deve sì rispettare le condizioni che rendano possibile il funzionamento adeguato della strumentazione, ma deve anche essere in grado di avvicinare questa strumentazione a luoghi di interesse scientifico. Considerato che la funzione dei *rover* marziani è sempre stata quella di cercare testimonianze di una passata abbondanza di acqua liquida sulla superficie di Marte (fig. 7), è indispensabile trovare un sito che, oltre i tre elencati prima, rispetti anche i seguenti requisiti: 1) presenza di una morfologia fluviale; 2) varietà geologica e 3) presenza di minerali idrati.

A ogni gruppo di studenti (ingegneri/scienziati) vengono fornite tre diverse carte (come quelle in fig. 8), una per ogni requisito da ricercare e al termine dell'analisi di ognuna i due gruppi devono confrontarsi per capire quanto le loro analisi coincidano dal punto di vista geografico.

Una volta individuata una zona di interesse comune si procede all'analisi della carta tematica successiva.

EVOLVING SCIENCE STRATEGIES FOR MARS EXPLORATION



Fig. 7. Linea temporale relativa alle missioni NASA e agli obiettivi perseguiti relativamente al pianeta Marte

Fonte: Archivio immagini NASA, data di ultimo accesso: 20.II.2024

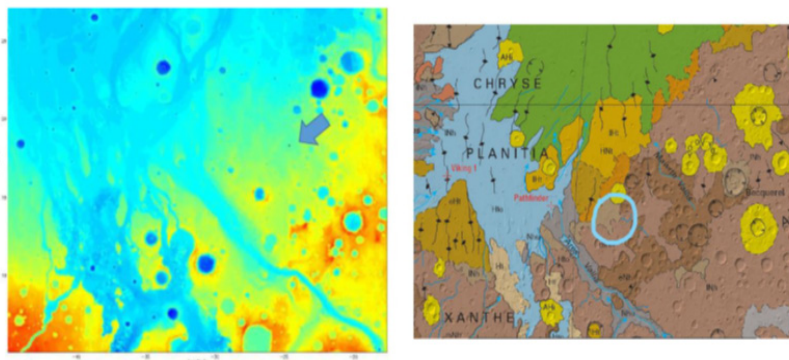


Fig. 8. Due delle carte fornite agli studenti. A sinistra una altimetrica (NASA MOLA), a destra una geologica

Fonte: Archivio immagini USGS, data di ultimo accesso: 20.II.2024

In questo modo gli studenti sono portati a comprendere quanto è complesso rispettare tutti i requisiti che rendano funzionante e utile una missione spaziale e quanto sia indispensabile il lavoro di squadra con colleghi dalle competenze differenziate, ognuno in grado di

fornire il giusto contributo al risultato finale.

Conclusioni

L'ASI ha tra i suoi compiti istituzionali il sostegno e la crescita di giovani ricercatori e la valorizzazione, anche a fini sociali, dei risultati della ricerca spaziale, con l'obiettivo di mantenere alta la capacità competitiva del Paese e garantire all'Italia le competenze e capacità tecniche necessarie per mantenere il suo ruolo di leadership a livello mondiale nel settore spaziale. I programmi educativi e di alta formazione dell'ASI, tramite collaborazioni con ESA, università e imprese, intendono ispirare e coinvolgere attivamente le presenti e future generazioni, migliorando l'alfabetizzazione scientifica, tecnologica, ingegneristica e matematica dei giovani, dotando la futura forza lavoro di nuove competenze e know-how, facilitando l'incontro tra scuola, università e aziende, al fine di orientare studenti e studentesse verso studi e professioni del settore spaziale, aumentando la consapevolezza dell'ampia gamma di prospettive di carriera che la New Space Economy offre (Zinzi e altri, 2020; Galoforo, 2019; Galoforo e altri, 2021; Aronne e altri, 2018a, 2018b e 2020; Cartocci e altri, 2020a e 2020b; Guarini e altri, 2022; Rizzo e altri, 2019).

In linea con gli obiettivi dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite, l'impegno per la costruzione di una cittadinanza scientifica è fondamentale non solo per preparare la futura forza lavoro che trasformerà in realtà la strategia spaziale e le ambizioni dell'Italia e dell'Europa, ma anche per costruire generazioni di futuri cittadini che siano informati, in grado di decidere e agire responsabilmente e che siano attrezzati per affrontare le sfide del futuro, qualunque professione essi scelgano.

L'ingresso importante dei privati nell'economia spaziale sta comportando un'accelerazione impetuosa a livello di innovazione tecnologica per quel che attiene l'accesso allo Spazio: l'esplorazione

spaziale, finora prevalentemente robotica, vedrà in futuro sempre più la presenza umana, con inevitabili impatti e cambiamenti di prospettiva sul rapporto essere umano-ambiente. Andare nello Spazio non è più un'impresa solo per astronauti: il turismo spaziale è già una realtà. La colonizzazione di territori per loro natura ostili alla vita per come noi la conosciamo rappresenta il nuovo traguardo da raggiungere e a conquistarlo saranno coloro che avranno investito in tecnologia e conoscenza. Per questo la scuola ha un compito fondamentale: formare i cittadini di domani, prepararli ad affrontare il futuro, fornendo loro gli strumenti e le conoscenze necessari a gestire le sfide che i nuovi contesti esogeografici pongono all'umanità.

Riferimenti bibliografici

- Anderson L. W. e D. R. Krathwohl (2001), *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: Complete Edition*, New York, Longman.
- Aronne G., V. De Micco, S. De Pascale, L.G. Izzo, L.E. Romano, S. De Francesco, E. Carrubba, G. Neri, G. Galoforo, S. Piccirillo e G. Valentini (2018a), *Multitrop. An Experiment for the ISS*, in *Presentazione al primo Workshop AgroSpace-MELiSSA (Roma, 16-18 Maggio)*.
- Aronne G., V. De Micco, S. De Pascale, L.G. Izzo, L.E. Romano, S. De Francesco, E. Carrubba, G. Neri, G. Galoforo, S. Piccirillo e G. Valentini (2018b), *Multitrop. The challenge of using refurbished hardware for an educational and scientific experiment on the ISS*, in *Atti del 69 Congresso Internazionale Astronautico (Brema, 1-5 Ottobre)*, Vol. 2018-Ottobre.
- Aronne G., L.G. Izzo, L.E. Romano, S. De Francesco, V. De Micco, S. De Pascale, E. Carrubba, G. Galoforo, S. Piccirillo e G. Valentini, G. Masetti (2020), *Solutions to Overcome Technical Constraints and Achieve Scientific Goals of the Multi-trop Experiment*, in «Aerotecnica Missili & Spazio», 99, pp. 135-140, <https://doi.org/10.1007/s42496-020-00040-8> (ultimo accesso: 20.II.2024).
- Bosso L., L. Roselli e altri (a cura di) (2012), *Il blended learning all'Università: sperimentazione di un paradigma di apprendimento esperienziale costruttivista*, in T. Roselli, A. Andronico F. Berni, P. Di Bitonto e V. Rossano (a cura di), DIDAMATICA 2012 (ISBN: 978-88-905406-7-7). Cartocci S., A. Fortuna, C. Meringolo, M. Monici, A.M. Rizzo e G. Galoforo (2020a), *Gli studenti portano la scienza nello Spazio. L'innovazione didattica con i progetti: l'esperienza dell'esperimento XenoGRiSS*, in «IUL Research», 1, 2, pp. 196-209.
- Cartocci S., A. Fortuna, C. Meringolo, G. Galoforo, A. Norfini, M. Balsamo, A. Bardi, M. Monici e A.M. Rizzo (2020b), *Students in Space Research. The Involvement of High School Students in the XenoGRiSS Experiment*, in *Atti del 71 Congresso Internazionale Astronautico «Ciberspazio» (12-14 Ottobre)*, IAC-20, A2.7.4. x58906, <https://iafastr.directory/iac/archi->

- ve/browse/LAC-20/A2/7/58906/* (ultimo accesso: 20.II.2024).
- Casagrande G. (2021), *Luoghi nello spazio: alcune prime sfide dell'esogeografia di fronte alla presenza e alle attività umane al di fuori della Terra*, in «Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia» (SSRG), XXXIII, 2, pp. 37-50.
- Castoldi M. (2016), *Valutare e certificare le competenze*, Roma, Carocci.
- Clemente B. e Ena (2016), *Project Based Learning, eTwinning e valutazione*, DIDAMATICA 2016.
- Colla G et al., *Agrobiologia e nuove tecnologie per i Sistemi Biorigenerativi nell'esplorazione spaziale: problematiche, prospettive e contributo della ricerca italiana*, in «Italus Hortus», 2011, pp13-24.
- Collins S., F. Genova, N. Harrower e altri (2018), *Turning FAIR into Reality: Final Report and Action Plan from the European Commission Expert Group on FAIR data*, Luxemburgo, European Union, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/54599> (ultimo accesso: 20.II.2024).
- Felder R. M. e R. Brent (2009), *Active Learning: An Introduction*, in «ASQ Higher Education Brief», 2, pp. 4-9.
- Galoforo G. (2019), *La coda dei girini. Ricerca e Formazione a bordo della Stazione Spaziale Internazionale*, in «Le scienze naturali nella scuola», XXVII, 61, II, pp. 20-31.
- Galilei G., Sidereus Nuncius, a cura di A. Battistini, tr. it. a cura di M. Timpanaro Cardini, Marsilio, Venezia 1989
- Galoforo G., V. Cotronei, C. Pacelli, S. Piccirillo, G. Aronne, A. Rizzo, M. Monici e S. Carotocci (2021), *When Education and Research Match. YiSS - Youth ISS Science: A Space Program to join Universities and Schools*, in *Atti del 72 Congresso Internazionale Astronautico (Dubai, 25-29 Ottobre)*, IAC-21, E1,2,5, x63747.
- Gardner H. (1994), *Intelligenze multiple*, Milano, Anabasi.
- Gherardi V. (2013), *Metodologie e didattiche attive. Prospettive teoriche e proposte operative*, Roma, Aracne.
- Guarini R., M.L. Battagliere, G. Galoforo, C. Lavarian, M. Talevi, C.C. Niggebrugge e F. Pinto (2022), *Becoming Climate Detectives Using Satellites Data – A Tailored Success Story in Italy*, in *Atti del 73 Congresso Internazionale Astronautico (Parigi, 18-22 Settembre)*, IAC-22, E1,2,6, x69362.
- Herrington J., R. Oliver e T.C. Reeves (2003), *Patterns of Engagement in Authentic Online Learning Environments*, in «Australian Journal of Educational Technology», 19, 1, pp. 59-71, <http://www.ascilite.org.au/ajet/ajet19/herrington.html> (ultimo accesso: 20.II.2024).
- Kearsley G. e B. Shneiderman (1998), *Engagement Theory: A Framework for Technology-based Teaching and Learning*, in «Educational Technology», 38, 5, p. 20.
- Kennedy B., M. Hefferon e C. Funk (2018), *Half of Americans Think Young People don't Pursue STEM because It is too Hard*, in «The Pew Research Center» (17 Gennaio).
- Kohonen V. (2007), *Learning to Learn through Reflection – An Experiential Learning Perspective*, in D. Little, H. Hodel, V. Kohonen, D. Meijer e R. Perclova (a cura di), *Preparing Teachers to Use the European Language Portfolio – Arguments, Materials and Resources*, Strasburgo, Council of Europe Publishing, http://archive.ecml.at/mtp2/Elp_it/Results/DM_layout/00_10/05/Supplementary%20text%20E.pdf (ultimo accesso: 20.II.2024).
- Kolb D. (1984), *Experiential Learning*, Englewood Cliffs (NJ), Prentice Hall.
- Papert S. (1972), *Teaching Children to be Mathematicians vs. Teaching About Mathematics*, in «International Journal of Mathematical Education in Science and Technology», 3, 3, Luglio-Settembre, pp. 249-262.
- Papert S. (1989), *Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education* [abstract], National Science Foundation, <http://nsf.gov/awardsearch/showAward.do?AwardNum>

ber=8751190 (ultimo accesso: 20.II.2024).

- Pellerey M. (2004), *Le competenze individuali e il portfolio*, Milano, La Nuova Italia.
- Resnick L. B. (1987), *Education and Learning to Think*, Washington DC, National Academy Press.
- Riotta M. (2007), *Il Project Based Learning nella scuola: implicazioni, prospettive e criticità*, in «Journal of e-Learning and Knowledge Society», 3, 1, pp. 75-84.
- Rivoltella P.C. (2013), *Fare didattica con gli E.A.S. Episodi di Apprendimento Situati*, Brescia, La Scuola.
- Rizzo A.M., S. Zava, G. Galoforo, F. Ferranti, C. Pacelli, G. Valentini, R. Fortezza, F. Ingioisi, M. Balsamo, A. Bardi, A. Norfini, S. Cartocci e M. Monici (2019), *The Educational Experiment XenogRISS: Growth and Regeneration of Xenopus Laevis Tadpoles on the ISS*, in *Atti del XXV Congresso Internazionale dell'Associazione Italiana di Aeronautica e Astronautica (Roma, 9-12 Settembre)*, Roma, AIDAA.
- Schank R. C. (2015), *Make School Meaningful And Fun*, Bloomington, (IN), Solution Tree Press.
- Zinzi A., M. T. Capria, E. Palomba e altri (2016), *MATISSE: A Novel Tool to Access, Visualize and Analyse Data from Planetary Exploration Missions*, in «Astronomy and Computing», 15, pp. 16-28, <https://doi.org/10.1016/j.ascom.2016.02.006>, ultimo accesso: 22.II.2024.
- Zinzi A., C. Pittori, R. Tagliamonte e E. Nichelli (2021), *ASI Space Science Data Center Participation to High-School Outreach Program*, in «Physics Education», 56, 015011, pp. 1-14, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6552/abc605>, ultimo accesso: 20.II.2024.
- Zinzi A. e altri, (2022), *The SDC Role in the LICIACube Mission: Data Management and the MATISSE Tool*, in «The Planetary Science Journal», 3, 126, pp. 1-13, <https://doi.org/10.3847/PSJ/ac6509> (ultimo accesso: 22.II.2024).

LE AUTOSTRADE DELLO SPAZIO. NOVEL SPACEWAYS FOR SCIENCE AND EXPLORATION

di Ettore Perozzi

*We travel the spaceways from planet to planet
(Sun Ra and his Intergalactic Arkestra)*

Viaggi

Nello scandagliare in profondità l'atto e l'esperienza del viaggiare, Marcel Proust afferma: «Il solo vero viaggio, il solo bagno di giovinezza, non sarebbe nell'andare verso nuovi paesaggi, ma nell'avere altri occhi» (Proust, 2012, p. 297). Questa tensione verso la molteplice universalità del viaggio è, secondo l'autore della *Recherche*, lo scopo dell'arte e, potremmo aggiungere, anche della scienza, che la medesima universalità persegue con pari ostinazione. Non a caso le scoperte scientifiche sono spesso frutto di uno sguardo diverso, di una interpretazione nuova a conoscenze già note, anche da lungo tempo. Questo è il caso della Meccanica celeste nella sua recente applicazione all'esplorazione spaziale: un viaggio nel viaggio, tracciato su carte di geografia cosmica.

Al di là degli orizzonti terrestri

Le vicissitudini che accompagnarono la pubblicazione del *De Revolutionibus Orbium Coelestium* con cui Niccolò Copernico, intorno alla metà del XVI secolo, osò riportare nel giusto ordine le orbite planetarie, sono narrate magistralmente in Sobel (2011), ivi inclusi i vagabondaggi editoriali delle copie allora in circolazione, passate di mano in mano attraverso tutta Europa. L'ellitticità delle orbite e la diversa velocità con cui vengono percorse vennero introdotte

successivamente da Johannes Kepler, con la formulazione delle omonime due prime leggi, e permisero di riprodurre le traiettorie dei pianeti sulla sfera celeste in maniera più semplice e accurata rispetto agli equilibristi utilizzati fino ad allora. Ma è con la terza legge di Keplero e il suo significato cosmologico che il Sistema Solare assume i contorni definitivi del luogo nello Spazio in cui il nostro pianeta e noi con esso viaggiamo. Fino a quel momento le orbite dei corpi celesti erano rappresentate graficamente come i cerchi concentrici di un grande bersaglio cosmico. Ciò derivava dall'impossibilità di mettere correttamente in relazione la distanza dei pianeti dal centro del moto e le loro dimensioni: un corpo celeste (tralasciando il caso del Sole) appariva luminoso perché era piccolo e vicino oppure grande e lontano? L'unica informazione disponibile a partire dalle osservazioni del suo moto sulla sfera celeste era il periodo di rivoluzione, ottenuto traguardandone la posizione rispetto alle stelle fisse oppure misurando l'elongazione dal Sole e tale era dunque l'ordine seguito nel tracciare le prime mappe del Sistema Solare. La terza legge di Keplero dimostra invece l'esistenza di un collegamento diretto tra periodo di rivoluzione e distanza dal Sole. Nella sua formulazione classica questa interdipendenza è espressa dalla formula (Roy, 1988):

$$P^2 = 2\pi a^3$$

dove P è il periodo di rivoluzione attorno al Sole alla distanza media a (equivalente al semiasse maggiore della corrispondente ellisse) in unità normalizzate in cui la distanza media della Terra è pari a 1 unità astronomica (ua) e il suo periodo di rivoluzione è 2π . Risolvendo tale formula, che presenta solo minime difficoltà computazionali, in modo da ricavare a e tornando a unità di misura più familiari, si ottengono le distanze planetarie riportate nella tabella 1:

Tab 1. Distanza media dei pianeti dal Sole con i corrispondenti periodi di rivoluzione e le velocità orbitali

<i>pianeta</i>	<i>distanza (ua)</i>	<i>periodo (anni)</i>	<i>velocità / km/s</i>
Mercurio	0.39	0.24	47.8
Venere	0.72	0.62	35.0
Terra	1.00	1.00	29.8
Marte	1.52	1.88	24.2
Giove	5.20	11.86	13.1
Saturno	9.54	29.46	9.7
Urano	19.18	84.01	6.8
Nettuno	30.06	164.79	5.4

Fonte: Roy (1988)

Il Sistema Solare inizia così ad assumere la fisionomia odierna, con i pianeti interni (Mercurio, Venere, Terra e Marte) piccoli e vicini, Giove e Saturno immensi e lontani. Una rappresentazione che rimarrà sostanzialmente invariata anche dopo la scoperta di Urano nel 1781, di Nettuno nel 1846 e della fascia degli asteroidi tra Marte e Giove nel 1801 (fig. 1)¹.

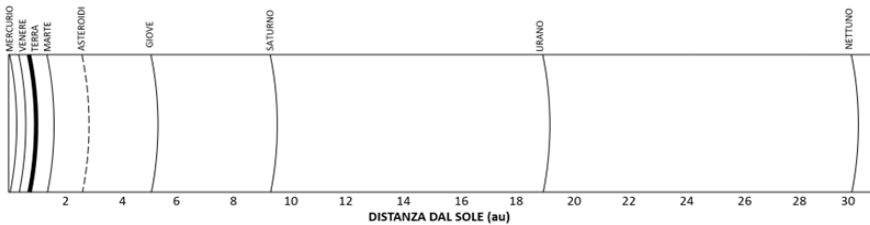


Fig 1. Rappresentazione grafica delle distanze planetarie che evidenzia il significato cosmologico della terza legge di Keplero

Fonte: elaborazione dell'autore

1 Plutone, scoperto nel 1930, è oggi catalogato come «Pianeta Nano» secondo la nomenclatura astronomica introdotta dalla International Astronomical Union (IAU) nel 2006.

Oltre a rappresentare un modo assai semplice di mettere ordine nelle geografie celesti, il significato dinamico sotteso dalla terza legge di Keplero è altrettanto importante: man mano che ci si allontana dal Sole le orbite non solo hanno una lunghezza maggiore ma vengono anche percorse più lentamente (vedi ultima colonna in tab. 1). Un indizio che contribuirà a guidare Isaac Newton sulla via della gravitazione universale, che permetterà di ricavare le leggi di Keplero a partire da un unico principio fisico. Non solo il moto dei pianeti e della Luna ma anche l'andirivieni delle maree e la caduta dei gravi vengono ricondotti a uno stesso fenomeno: l'attrazione «universale» appunto tra tutti i corpi dotati di massa. Nel descrivere il potere unificatore della forza gravitazionale Newton ricorre a un esempio illuminante: gli archi tracciati nel cielo da una freccia o da una pietra lanciata da una fionda non sono diversi dalle traiettorie dei corpi celesti, in quanto segmenti di orbite lungo le quali il moto viene interrotto bruscamente dalla ingombrante presenza del suolo. Dato che più velocemente viene lanciata una pietra più lontano andrà, si può immaginare che a partire da un certo valore la traiettoria di caduta non incontri più la superficie del nostro pianeta che gli si incurva sotto. La pietra continuerà a cadere indefinitamente tracciando un'orbita attorno alla Terra (fig. 2) o, per dirla con Newton, «superati gli orizzonti terrestri, continuerà la sua corsa senza toccare più il suolo» (Newton, 1846, p. 513, traduzione dell'autore).

Trasferimenti orbitali

Oltre alla formulazione della teoria della gravitazione universale, Newton può dunque vantare un altro primato: quello di aver pensato a un viaggio spaziale – seppure solo di una pietra, seppure solo in linea di principio. Bisognerà attendere quasi tre secoli perché il concetto venga ripreso e messo in pratica.

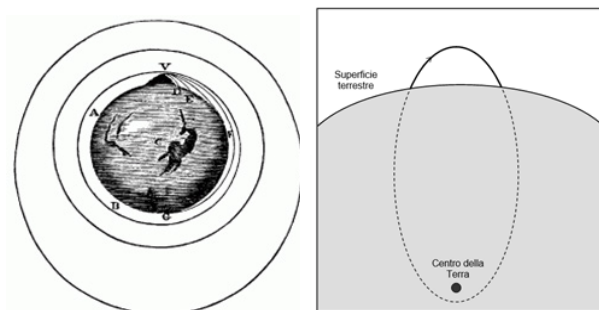


Fig. 2. Il disegno originale di Isaac Newton (a sinistra, Newton, 1846, p. 513), in cui si riconduce allo stesso principio fisico la traiettoria di una pietra lanciata dalla cima di una montagna e il moto orbitale (a destra, elaborazione dell'autore).

Fonte: elaborazione dell'autore

Il motivo è che la velocità necessaria per lanciare una pietra (o qualsiasi altro oggetto) in orbita attorno alla Terra è altissima, quasi 30.000 chilometri orari, mentre alla fine del XVIII secolo, quando i *Principia* di Newton vengono dati alle stampe, il mezzo di locomozione più veloce a disposizione era un cavallo lanciato al galoppo e persino la palla del cannone veniva sparata ad appena qualche centinaio di km/h. Solo nei primi decenni del Novecento si comincia a sviluppare una tecnologia in grado di realizzare il sogno di Newton. In Russia Konstantin Tsiolkowsky studia la propulsione a reazione e concepisce il modello di un razzo a più stadi, tuttora in uso. In USA Robert Goddard e in Germania la Società per i Viaggi spaziali effettuano i primi lanci, seppure in scala ridotta. La Germania è punto d'incontro di pionieri quali Wernher Von Braun – che progetterà il gigantesco razzo Saturno V destinato a portare l'uomo sulla Luna – e Walter Hohmann, dedito allo studio delle traiettorie interplanetarie. Lui è il primo a porsi il problema di come raggiungere gli altri pianeti, soprattutto Marte, che all'epoca era il candidato più quotato a ospitare vita extraterrestre. Per la meccanica celeste si tratta di un cambio di prospettiva: ricorrere alle orbite non più per inseguire il moto

dei corpi celesti «naturali», ma per tracciare le traiettorie di oggetti artificiali in viaggio nello Spazio profondo. In effetti posizionando un'orbita ellittica che abbia un Perielio (punto di massima vicinanza al Sole) tangente all'orbita della Terra e un Afelio (punto di massima lontananza dal Sole) alla distanza di Marte si ottiene proprio una traiettoria di trasferimento Terra-Marte (fig. 3). Hohmann ha così a disposizione tutto il formalismo matematico introdotto da Keplero per calcolare i parametri caratteristici di un viaggio *non-stop* verso il Pianeta Rosso, come ad esempio la durata (pari a metà del periodo di rivoluzione attorno al Sole dell'ellissi di trasferimento) o le finestre di lancio, che permettono di connettere non solo le orbite ma anche le posizioni dei due pianeti in modo che non manchino all'appuntamento con la sonda.



Fig. 3. Le traiettorie di trasferimento di Hohmann congiungono due orbite circolari attorno allo stesso corpo centrale, quindi valgono sia per le orbite eliocentriche percorse da una sonda interplanetaria, che per quelle geocentriche dei satelliti artificiali attorno alla Terra (a sinistra, elaborazione dell'autore); la copertina del libro di Hohmann, pubblicato nel 1925 (a destra)

Fonte: Hohmann (1925)

La traiettoria di trasferimento di Hohmann (così è nota tra gli

addetti ai lavori) ha un ulteriore vantaggio: tra tutte le possibili traiettorie che connettono le orbite di due corpi celesti non troppo distanti tra loro, essa minimizza l'entità delle manovre (e quindi la quantità di propellente) necessarie per completare il viaggio. Un parametro misurato dal cosiddetto *delta-V* ovvero il cambiamento di velocità (misurata in chilometri al secondo) che bisogna imprimere ad esempio a una sonda spaziale prima per lasciare l'orbita della Terra e inserirsi nella traiettoria di trasferimento e successivamente, all'arrivo, per appaiare Marte nella sua corsa (fig. 3). Un metodo che applicato a tutti i pianeti del Sistema Solare permette di quantificare per la prima volta l'*Accessibilità dei corpi celesti* – così Hohmann titola il libro che riassume le sue scoperte (Hohmann, 1925). L'aver fornito una metrica alle scienze spaziali è senz'altro il contributo più importante dato da questo architetto appassionato di viaggi interplanetari, che aveva trovato «un nuovo uso per un vecchio oggetto: l'ellisse» (McLaughlin, 2000, p. 2, traduzione dell'autore).

Le rotte dell'esplorazione

La scoperta delle orbite di trasferimento si scontra però con un problema a tutt'oggi irrisolto: la limitata efficienza dei motori spaziali. Se per raggiungere i pianeti più vicini – Marte e Venere – le traiettorie di Hohmann sono praticabili, il costo in termini di massa e propellente diventa proibitivo se ci si vuole spingere oltre. La tabella 2 riporta l'accessibilità dei pianeti in termini di *delta-V* e la durata del trasferimento (Celletti, Perozzi, 2007a), che evidenzia la problematica dato che il *budget* massimo raggiungibile dalla attuale propulsione spaziale supera di poco i 10 km/s. Anche la durata del viaggio si allunga sempre più, prefigurando scenari di esplorazione umana che necessitano lunghe permanenze in un ambiente ostile e pericoloso come lo Spazio.

Tab. 2. L'accessibilità della Luna e dei pianeti non aumenta progressivamente come la loro distanza dalla Terra

corpo celeste	distanza minima (milioni di km)	delta-V (km/s)	durata	trasferimento
Luna	0.36	4.0	4.5	giorni
Venere	39.79	5.2	5.0	mesi
Marte	55.65	5.6	8.5	mesi
Mercurio	82.50	17.2	3.5	mesi
Giove	591.97	14.4	2.7	anni
Saturno	1204.28	15.7	6.0	anni
Urano	2586.88	15.9	16.0	anni
Nettuno	4311.02	15.7	30.5	anni

Fonte: elaborazione dell'autore su dati IMCCE (<https://promenade.imcce.fr/en/pages/5/573.html>, ultimo accesso: 19.V.2025)

Vale la pena notare che l'accessibilità dei corpi celesti non segue di pari passo la loro distanza dalla Terra, ma ridefinisce il concetto di «lontananza». Nella tabella 2, Mercurio risulta il pianeta più inaccessibile del Sistema Solare pur essendo abbastanza vicino alla Terra mentre le orbite di Urano e Nettuno, separate tra loro da quasi due miliardi di km, hanno *delta-V* simili, addirittura in favore del più lontano tra i due. Questo apparente paradosso trova una giustificazione nella sempre più debole attrazione gravitazionale esercitata dal Sole a mano a mano che ci si allontana da esso, che rende sempre più facili (ovvero meno dispendiosi in termini di *delta-V*) i cambi di traiettoria quanto più lontano dal centro del moto vengono effettuati. Una delle tante bizzarrie dei viaggi spaziali che sembrano andare contro l'esperienza «terrestre».

Per ovviare ad alcune delle limitazioni legate ai trasferimenti di Hohmann vengono studiate due nuove tecniche basate anch'esse

sull'utilizzo di orbite ellittiche ma includendo parabole e iperboli (tutte curve note con il nome di «coniche» in quanto risultanti dall'intersezione di un cono con un piano). L'«assistenza gravitazionale» (in inglese *gravity assist*, ma anche *swingby*, *flyby* o *slingshot effect*) sfrutta l'incontro ravvicinato con un pianeta per ottenere il desiderato cambio di traiettoria grazie all'attrazione della sua massa. La tecnica viene raffinata nel corso degli anni e affonda le sue radici nello studio del moto delle comete, che subiscono spesso drastici cambi di traiettoria proprio ad opera dei pianeti e in particolare Giove (per una trattazione esaustiva vedasi Broucke, 2001). Dobbiamo invece all'intuizione di Giuseppe Colombo (Murray, 1989) l'aver mostrato come applicando il meccanismo delle risonanze orbitali, anch'esso ben noto ai meccanici celesti, alle missioni spaziali si possano amplificare gli effetti degli incontri planetari (per una spiegazione più esaustiva vedasi Celletti, Perozzi, 2007b).

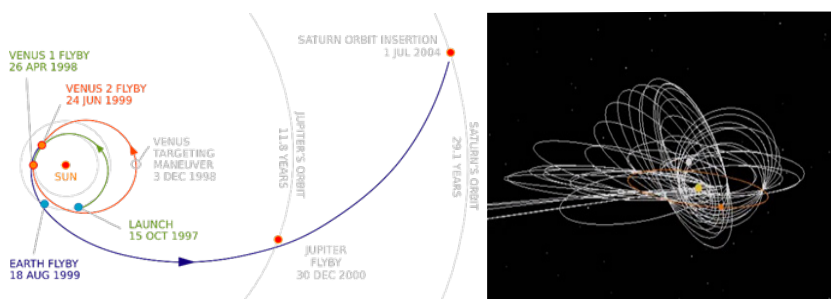


Fig. 4. La traiettoria di trasferimento della sonda Cassini verso Saturno (sinistra) e le orbite risonanti utilizzate per esplorare il sistema di satelliti e anelli (destra)
 Fonte: NASA, <https://solarsystem.nasa.gov/resources/11776/cassini-trajectory/> (a sinistra), <https://solarsystem.nasa.gov/resources/10585/cassini-tour-petal-plot/> (a destra), ultimo accesso: 20.II.2024

In cinquant'anni di esplorazione dello Spazio si è raggiunto un tale livello di maestria nell'applicare queste tecniche ai viaggi interplanetari da riuscire a visitare tutti i pianeti del Sistema Solare, donandogli finalmente un volto, ad aggirarsi nei loro affollati sistemi satellitari

e a raccogliere e inviare sulla Terra dei campioni delle superfici di asteroidi e comete. Nel luglio 2015 il sorvolo di Plutone e del suo satellite Caronte, simboliche sentinelle poste ai confini della regione planetaria, conclude l'età dell'oro dell'esplorazione del Sistema Solare.

«Mappe»

Le traiettorie sin qui descritte e utilizzate per inviare sonde robotizzate in giro per il Sistema Solare oppure con equipaggio a bordo – come nel caso dell'orbita circumterrestre e dell'esplorazione della Luna – vengono disegnate utilizzando tratti più o meno lunghi di ellissi, iperboli e parabole. Non a caso la terminologia tecnica definisce l'arte di far combaciare tra loro i vari segmenti di traiettoria *patched conics* (letteralmente «coniche incollate»). Queste soluzioni sono però valide solo quando lungo ogni tratto percorso l'attrazione di un corpo celeste è dominante rispetto agli altri, fungendo così, anche solo temporaneamente, da centro del moto. Questo è il caso di un satellite artificiale in orbita attorno alla Terra oppure di una sonda che percorre una traiettoria eliocentrica come fosse un pianeta in miniatura. Bisogna però tenere sempre presente che si tratta di approssimazioni, per quanto comode: la gravitazione agisce tra tutti i corpi dotati di massa («senza eccezioni!» teneva a sottolineare Newton). Se si vuole calcolare con precisione il moto di un veicolo spaziale bisogna tenere conto della presenza anche degli altri corpi celesti, il cui effetto è «perturbare» più o meno efficacemente il moto kepleriano della sonda. Il risultato nella maggior parte dei casi è un leggero e progressivo spostamento della traiettoria dalla forma rigorosamente ellittica, ma quando l'intensità delle attrazioni di due o più corpi celesti sono comparabili, il moto può diventare estremamente complesso, tanto da degenerare nel caos.

Geometrie lagrangiane

La relativa semplicità che caratterizza il moto di un sistema formato da due soli corpi celesti è dovuta al fatto che le equazioni che lo descrivono, ottenute applicando la legge della gravitazione universale, possiedono soluzioni analitiche che corrispondono, a seconda dell'energia iniziale del sistema, a traiettorie ellittiche, paraboliche o iperboliche. Eppure, non appena si inseriscono i termini attrattivi dovuti alla presenza di un terzo corpo, le equazioni del moto non possono più essere risolte in forma generale. Di conseguenza ogni sistema formato da tre o più (N) corpi va studiato ricorrendo a opportune manipolazioni matematiche delle equazioni del moto (le «teorie perturbative») oppure utilizzando dei metodi numerici che approssimino la soluzione attraverso processi iterativi computazionalmente dispendiosi. Fino all'avvento dei moderni mezzi di calcolo, le teorie perturbative rappresentarono lo strumento principe nell'investigare il problema a N -corpi, raggiungendo l'apice nella Teoria lunare sviluppata verso la metà del XIX secolo dall'astronomo francese di Charles Delaunay per rendere conto delle bizzarrie dinamiche del nostro satellite che, pur orbitando attorno alla Terra, sente forte l'attrazione solare (Delaunay, 1860). Non molto tempo prima Giuseppe Luigi Lagrange (1736-1813)² aveva individuato delle geometrie particolari nel problema a tre corpi che a tutt'oggi rappresentano degli imprescindibili punti di riferimento. Un terzo corpo di massa trascurabile posto opportunamente (cioè con la giusta velocità) nei «punti lagrangiani» (fig. 5) avrebbe mantenuto invariata la sua posizione rispetto ai due corpi principali. In altre parole, anche se i singoli corpi celesti si muovono guidati dalla gravitazione, il sistema da essi formato si comporta in maniera solidale (Roy, 1988).

² Nato e formatosi scientificamente a Torino, Lagrangia poi naturalizzato Lagrange passò gran parte della sua vita lavorativa a Berlino per poi trasferirsi a Parigi in qualità di membro dell'Académie Française: può essere quindi considerato un precoce esempio della attitudine al viaggio e all'assenza di confini territoriali a cui è improntata la vita dello scienziato moderno.

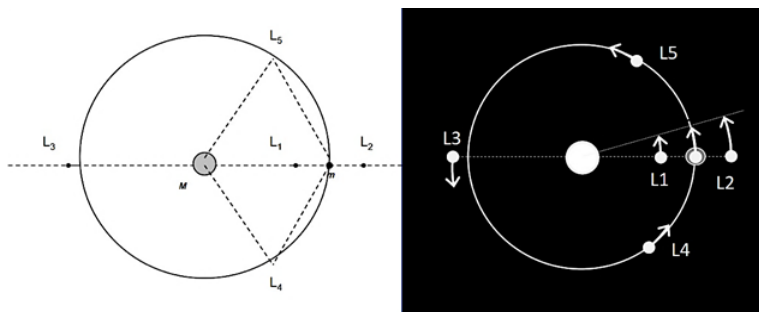


Fig. 5. I punti di equilibrio di Lagrange si suddividono in collineari (L1, L2, L3) e triangolari (L4 e L5). Nel diagramma di destra si mostra come si muovono tutti con la stessa velocità angolare lasciando quindi inalterata la loro posizione reciproca
Fonte: elaborazione dell'autore

In alcuni casi il significato dinamico dei punti lagrangiani è immediato: L1, ad esempio, rappresenta il punto in cui le attrazioni dei due corpi principali, dirette lungo la loro congiungente si equilibrano. Considerate inizialmente delle ipotesi teoriche, i punti lagrangiani hanno avuto conferme importanti, come quando sono stati scoperti degli asteroidi – i «Troiani» – che precedono e seguono Giove proprio nei dintorni dei punti lagrangiani L4 e L5. Nello stesso modo si indicano le analoghe configurazioni che si incontrano frequentemente nei popolosi sistemi satellitari dei grandi pianeti esterni. Anche le missioni spaziali hanno beneficiato dell'esistenza dei punti lagrangiani: L1 è un luogo ideale per posizionare degli osservatori solari in grado di monitorare senza interruzione la nostra stella senza allontanarsi mai troppo dalla Terra; puntando un telescopio posto in L2 in direzione antisolare, è possibile, nel giro di un anno, completare la mappatura della sfera celeste e, in particolare, della nostra galassia.

Stabilità e caos

Lo studio del problema a N-corpi fu affrontato in maniera del tutto innovativa dal matematico francese Henri Poincaré ed esposto

esaurientemente nel suo trattato *I nuovi metodi della Meccanica celeste*, i cui volumi vennero pubblicati tra 1892, 1893 e 1899 (Poincaré, 1993). Di fronte alla diversità dei regimi orbitali che si incontrano quando tre o più corpi celesti interagiscono gravitazionalmente tra loro, Poincaré comprese che per descriverli adeguatamente non ci si poteva affidare alle sole traiettorie di Keplero o alle soluzioni particolari di Lagrange, ma bisognava, appunto, dotarsi di nuovi strumenti di indagine. Invece di limitarsi ai casi singoli bisognava studiare tutte le possibili configurazioni che si ottengono cambiando sistematicamente le condizioni iniziali del sistema. Secondo questo approccio le orbite kepleriane e i punti lagrangiani rappresentano i casi più semplici di uno scenario di grande complessità. Per districarsi nell'esplorazione sistematica di questa complessità, Poincaré introduce una superficie bidimensionale su cui seguire l'evoluzione delle traiettorie: una «mappa» (fig. 6). La dinamica si trasforma in topologia: a seconda dell'intensità e delle modalità con cui il moto di un corpo celeste viene perturbato gravitazionalmente le intersezioni della sua traiettoria con la mappa bidimensionale saranno diverse permettendo di individuare isole di stabilità, moti regolari, orbite periodiche, comportamenti disordinati, caos (fig. 6).

Asteroidi e detriti spaziali

L'esistenza di una miriade di piccoli corpi celesti – gli asteroidi – tra le orbite di Marte e di Giove rappresentò un enigma per buona parte del XX secolo. Il primo asteroide, Cerere, venne scoperto nel 1801 e nei decenni successivi solo pochi altri andarono a fargli compagnia (fig. 7). Non appena il loro numero crebbe a sufficienza si notò una mancanza di oggetti con periodi orbitali in risonanza con Giove, cioè con periodi di rivoluzione esprimibili come frazioni intere ($\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{3}$ ecc.) di quello del pianeta (Roy, 1988).

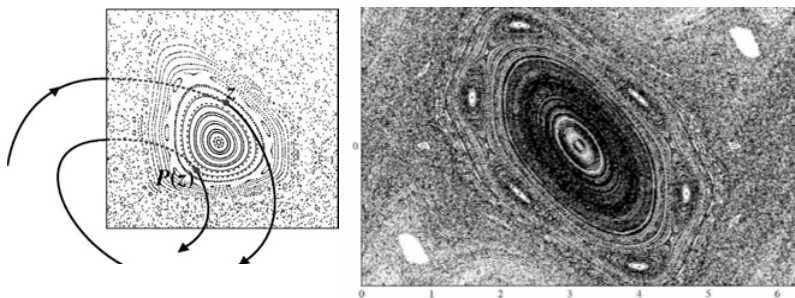


Fig. 6. «Mappa» di Poincaré di un sistema dinamico costruita riportando i punti di intersezione della sua traiettoria con un piano appositamente scelto
 Fonte: https://www.researchgate.net/figure/The-Poincare-Map-is-produced-by-placing-a-plane-normal-to-the-path-of-the-orbits-and_fig4_3968780, ultimo accesso: 20.II.2024

Nel 1898 inoltre venne scoperto Eros, il primo asteroide la cui orbita, invece di rimanere confinata nella fascia principale asteroidale, si spingeva nel Sistema Solare interno giungendo a sfiorare quella della Terra. Si delineava così un nuovo scenario cosmico: le perturbazioni gravitazionali di Giove, per quanto deboli e lontane, erano in grado di modificare le traiettorie di alcuni asteroidi (quelli in orbite risonanti appunto) fino a renderle così eccentriche da attraversare il cammino dei pianeti interni. Gli incontri ravvicinati con essi e le eventuali collisioni spiegavano sia l'esistenza di quella nuova popolazione di oggetti a rischio di collisione che nel frattempo erano andata a far compagnia a Eros (Near-Earth Objects – NEO), sia l'origine dei crateri da impatto sulla Terra e sulla Luna. Anche la caduta delle meteoriti venne derubricata da fenomeno atmosferico a ciò che rimane di piccolissimi asteroidi (delle dimensioni di qualche metro) che bruciano entrando a gran velocità nell'atmosfera. Uno scenario più che plausibile a cui mancava però il sostegno di modelli dinamici in grado di sostenerlo dal momento che tutti i tentativi di calcolare un'evoluzione orbitale di questo tipo non avevano avuto successo. Fu

solo all'inizio degli anni Ottanta del secolo scorso che l'astronomo americano Jack Wisdom (1983), utilizzando i metodi di mappatura appena descritti delle regioni vicine alle risonanze, riuscì a individuare i canali dinamici che connettevano la regione di Spazio tra Marte e Giove alle vicinanze della Terra.

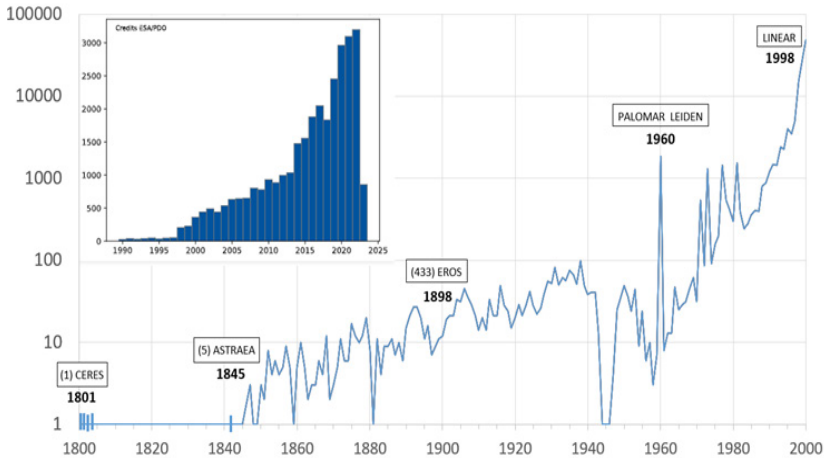


Fig. 7. Numero di asteroidi scoperti annualmente dal 1800 al 2000 con indicazione di alcune date significative come la scoperta di alcuni asteroidi e l'entrata in funzione di survey telescopiche (elaborazione dell'autore su dati del Minor Planet Center). Nel riquadro in alto a sinistra l'istogramma del numero di NEO scoperti a partire dal 1990 (fonte: ESA/Planetary Defence Office)

Un meccanismo analogo ha permesso di affrontare in maniera generale il problema del sovraffollamento provocato dal gran numero di detriti generati in cinquant'anni di utilizzo indiscriminato dello Spazio circumterrestre (satelliti artificiali operativi e no, stadi di lanciatori, frammenti generati da esplosioni o collisioni ecc.). Il rischio è che intere zone dello Spazio diventino non più utilizzabili a causa dell'elevata densità di detriti e, quindi, dell'associato rischio di collisione. Per limitare la permanenza dei satelliti nelle zone più

popolate dello Spazio circumterrestre bisognerebbe rimuoverli alla fine della vita operativa facendoli ricadere nell'atmosfera (*de-orbiting*) oppure spostandoli in regioni inutilizzate (orbite cimiteriali), ma, per quanto detto nel paragrafo 1.2, in entrambi i casi è necessario ricorrere all'accensione dei motori con il conseguente utilizzo di prezioso carburante accorciando così la vita operativa del satellite. Per sfuggire a questo circolo vizioso sono state generate delle «mappe» che mostrano le caratteristiche di stabilità dello Spazio circumterrestre (Rossi e altri, 2018; Legnaro, 2024). Si è reso così possibile isolare i canali dinamici che permettono di deorbitare i satelliti minimizzando le manovre propulsive così come individuare delle zone di Spazio relativamente stabili in cui lasciarli senza pericolo che possano interferire con le zone più frequentate.

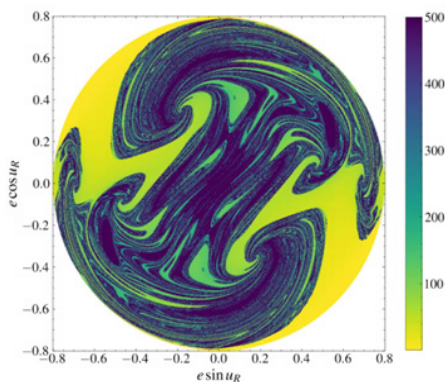


Fig. 8. Cartografia delle orbite per la navigazione satellitare: a ogni punto della mappa in figura è associata un'orbita la cui stabilità è indicata da una scala di colore decrescente, dal blu scuro al giallo brillante

Fonte: Legnaro, 2024

Ad esempio, nella mappa circolare mostrata (fig. 8) vengono rappresentate le orbite utilizzate per la navigazione satellitare in una scala decrescente dal blu scuro (più stabile) al giallo brillante (meno stabile). Spostare un satellite, giunto al termine della sua vita operativa,

in un'orbita fortemente instabile (appartenente cioè a una zona gialla della mappa) lo farà allontanare rapidamente dalle regioni di Spazio più trafficate diminuendo così il rischio di collisione con altri satelliti e la proliferazione dei detriti spaziali. Questo tipo di mappe daranno un contributo fondamentale alla nascente legislazione spaziale, strumento regolatorio ormai imprescindibile per rendere sostenibile la nostra presenza nello Spazio circumterrestre.

Luoghi

Da un punto di vista concettuale la navigazione spaziale ha molto in comune con quella a vela. In entrambi i casi si sfrutta l'azione di una forza esterna, le manovre devono essere effettuate in anticipo affinché siano efficaci e la traiettoria migliore per raggiungere la meta è ben lontana dall'essere un percorso rettilineo. Il motivo è, come si è visto nel paragrafo 2.1, la mancanza di una propulsione abbastanza potente da dominare la gravitazione, in grado cioè di guidare il moto di una sonda senza eccessive restrizioni in termini di velocità e massa di propellente. Fino a quando non assisteremo a un salto tecnologico analogo al passaggio dalla vela all'elica, l'unico modo di migliorare l'efficienza dei viaggi spaziali è quello di esplorare ogni anfratto della gravitazione per trarne il massimo profitto. Non a caso i più recenti progressi in questo senso hanno le loro radici nella corsa alla Luna, che mobilitò alcune tra le migliori menti del pianeta.

Intorno alla Luna

Uno dei problemi che più angustiavano gli ingegneri del centro di controllo delle missioni Apollo era la perdita del contatto radio con l'equipaggio quando la navicella transitava sul lato della Luna opposto a quello rivolto verso la Terra. Per quasi un'ora gli astronauti potevano contare solo su sé stessi per qualunque problema fosse capitato.

Adottare una soluzione classica, cioè immettere in orbita circumlunare una piccola costellazione di satelliti per telecomunicazioni in modo che almeno uno di essi fosse sempre in grado di fungere da ponte radio con la capsula Apollo, sarebbe stato troppo complesso e dispendioso. La NASA aveva intensi rapporti con il mondo accademico a cui commissionava spesso studi e fu proprio in questo contesto che venne trovata una soluzione alternativa. Esistevano infatti delle orbite particolari che sembravano girare attorno al punto lagrangiano L2 posto proprio dietro la Luna (Davidson, 1964). Un solo «ripetitore» posto in una «orbita ad alone» (vista dalla Terra la traiettoria sembrava circondare di un alone la Luna, vedasi fig. 9) sarebbe stato in ogni momento visibile sia dalla Terra che dal lato nascosto della Luna (Farquhar, 1970; Fraquhar, Kamel, 1973) risolvendo così il problema in maniera semplice ed elegante.

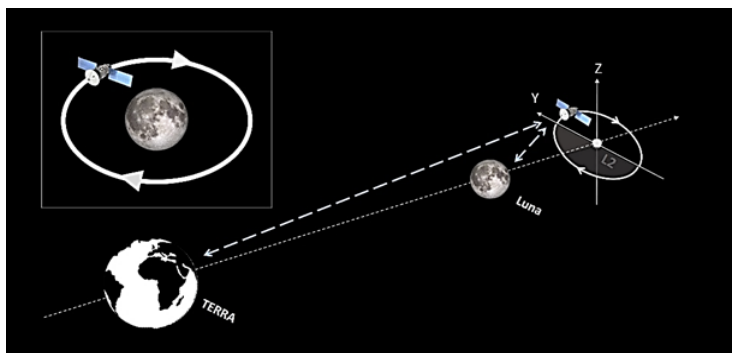


Fig. 9. Rappresentazione schematica delle orbite ad alone attorno al punto lagrangiano L2 del sistema Terra-Luna e loro importanza per le telecomunicazioni translunari (le dimensioni non sono in scala)

Fonte: elaborazione dell'autore

L'idea non fu mai messa in pratica – il programma Apollo seguiva dei ritmi frenetici – ma da quegli studi nacque una nuova comprensione della mobilità nello Spazio circumterrestre e interplanetario. Oggi,

come anticipato nel paragrafo 2.1, le orbite ad alone che si trovano accanto ai punti lagrangiani L1 e L2 del sistema Terra-Sole sono utilizzate regolarmente per osservatori orbitanti; uno dei progetti più ambiziosi nell'ambito del rinnovato programma di esplorazione lunare Artemis si propone di costruire una stazione spaziale attorno al punto lagrangiano L1, una sorta di spazioporto posizionato in un punto dinamicamente strategico da cui accedere facilmente sia allo Spazio interplanetario che alla superficie lunare (Lo e Ross, 2001).

«Non si sa quando la conoscenza troverà applicazioni, si sa solo che accade spesso»: così chiude il matematico americano Charles Conley l'articolo con cui nel 1968 dava una nuova dimensione ai viaggi spaziali (Conley, 1968, p. 745, traduzione dell'autore).

Autostrade interplanetarie

In questo nuovo scenario i punti lagrangiani e le orbite a essi associate possono essere considerati una sorta di terminali cui tendono, o da cui si allontanano, intere famiglie di traiettorie che una sonda spaziale può percorrere e connettere tra loro con l'ausilio di piccole manovre (Gómez e altri, 2004). Dal momento che il Sistema Solare può essere pensato in buona misura come formato da coppie Sole-Pianeta e Pianeta-Satellite, per ciascuna di esse si potrà calcolare la posizione dei relativi punti lagrangiani. Nel loro insieme questi luoghi dello Spazio sono l'equivalente delle corsie di entrata o di uscita da una rete autostradale che pervade lo Spazio interplanetario (Lo, 2002). In linea di principio si può pensare di trasferirsi da un corpo celeste all'altro scegliendo opportune traiettorie su una mappa dinamica del nostro Sistema planetario, lasciandosi poi guidare dalla gravitazione ed effettuando solo correzioni di rotta (fig. 10). Purtroppo una tale visione, benché attraente, si scontra con un problema pratico: nella maggior parte dei casi i tempi di percorrenza sono più lunghi anche delle corrispondenti traiettorie classiche di Hohmann (tab. 2).

Continuando nella analogia autostradale, contrariamente a quanto avviene sulla Terra, nello Spazio un minor consumo di propellente si ottiene allungando il percorso. È questo il motivo per cui vengono tecnicamente definite «traiettorie a bassa energia» (Conley, 1968).

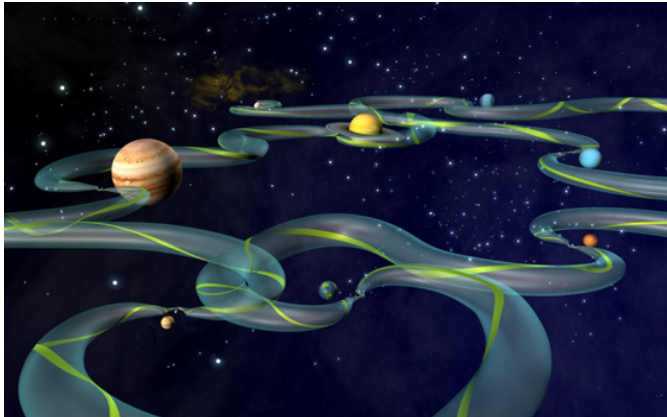


Fig. 10. Lo Spazio interplanetario è percorso da canali dinamici che connettono i punti lagrangiani dei vari pianeti

Fonte: NASA/JPL, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Interplanetary_Superhighway.jpg, ultimo accesso: 20.II.2024

Ciò non toglie che in alcuni casi siano state utilizzate con successo, come quando, nel 1991, la sonda giapponese Hiten portò inaspettatamente il suo Paese a diventare il terzo, dopo Russia e Stati Uniti, a orbitare attorno alla Luna (Belbruno, Miller, 1990). Pur essendo stata lanciata per scopi diversi, ci si accorse che con il poco propellente rimasto Hiten, imboccando una traiettoria a bassa energia che l'avrebbe portata ben oltre l'orbita lunare fino a raggiungere il punto lagrangiano tra la Terra e il Sole, sarebbe poi tornata nelle vicinanze del nostro satellite con la velocità giusta per venire catturata dal suo campo gravitazionale (Belbruno, Carrico, 2000). Il viaggio sarebbe durato poco più di tre mesi, a fronte dei pochi giorni necessari per un trasferimento classico, che avrebbe però richiesto una quantità

di propellente maggiore di quanto la sonda avesse a bordo.

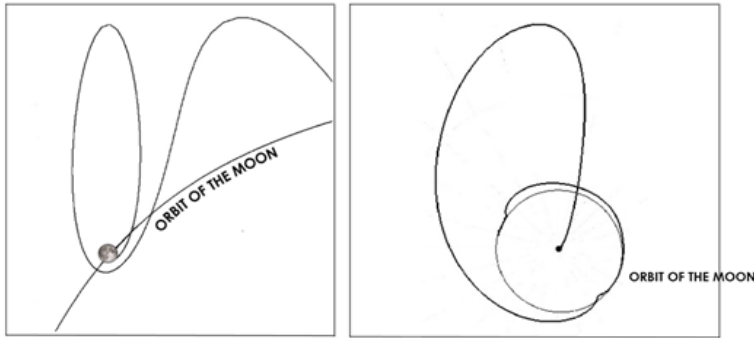


Fig. 11. La traiettoria di trasferimento a bassa energia di una sonda spaziale che porta alla sua cattura balistica in orbita circumlunare
Fonte: elaborazione dell'autore

Le traiettorie a bassa energia sono dunque entrate a far parte delle normali opzioni a disposizione di un meccanico celeste nella scelta della traiettoria che soddisfi al meglio i requisiti di una missione spaziale (Perozzi e Di Salvo, 2008; Perozzi e Ferraz-Mello, 2010). Anche se la loro efficacia dipende fortemente dal caso specifico, esse rappresentano comunque un modo diverso di guardare al volo spaziale, quello sguardo che Proust pone alla base di ogni viaggio. Appare dunque viepiù calzante l'analogia geografica utilizzata dal presidente statunitense John Fitzgerald Kennedy nel discorso con cui, nel 1962, lanciò la corsa alla Luna. In quel frangente, per giustificare lo spirito di esplorazione che anima i viaggi nello Spazio egli fece riferimento alle spedizioni alpinistiche lanciate in quegli stessi anni alla conquista delle vette più alte della Terra citando uno dei protagonisti, che alla domanda «perché scalare una montagna?» aveva risposto semplicemente: «perché è là».

Riferimenti bibliografici

- Belbruno E.A., J.P. Carrico (2000), *Construction of Weak Stability Boundary Ballistic Lunar Transfer Trajectories*, in *Atti della Astrodynamics Specialist Conference* (Denver, Colorado, 14-20 agosto), AIAA, 2000-4142, https://astrogatorsguild.com/wp-content/papers/0800_wnb.pdf#:~:text=This%20paper%20demonstrates%20the%20algorithms%20and%20methodologies%20to,is%20being%20done%20with%20the%20software%20package%20STK%2FAstrogator, ultimo accesso: 20.II.2025.
- Belbruno E.A., J. Miller (1990), *A Ballistic Lunar Capture Trajectory for the Japanese Spacecraft Hiten*, in «JPL report», IOM 312/90.4-1317, <https://static1.squarespace.com/static/64ba83c79ec91208fd6f3a64/t/64e9d46da7ff145536709652/1693045875140/Belbruno-Ballistic-Lunar-Capture-Hiten.pdf#:~:text=The%20purpose%20of%20this%20memo%20is%20to%20document,the%20propellant%20budget%20which%20is%20approximately%20250%20m%2F3>, ultimo accesso: 20.II.2025.
- Broucke R.A. (2001), *On the History of the Slingshot Effect and Cometary Orbits*, in «Advances in the Astronautical Sciences», 109, 3, pp. 1927-1939.
- Celletti A. ed E. Perozzi (2007a), *Celestial Mechanics. Waltz of the Planets*, Londra, Springer.
- Celletti A. ed E. Perozzi (2007b), *Ordine e Caos nel Sistema Solare*, Torino, UTET.
- Conley C.C. (1968), *Low Energy Transit Orbits in the Restricted Three-Body Problem*, in «SIAM Journal on Applied Mathematics», 16, 4, pp. 732-746.
- Davidson M.C. (1964), *Numerical Examples of Transition Orbits in the Restricted Three Body Problem*, in «Astronautica Acta», 10, pp. 308-313.
- Delaunay C. E. (1860), *Théorie du Mouvement de la Lune*, Parigi, Mallet-Bachelier, (collana: Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut Imperial de France, XXVIII).
- Farquhar R.W. (1970), *The Control and Use of Libration-point Satellites*, NASA Technical Report, R-346, <https://ntrs.nasa.gov/citations/19710000821>, ultimo accesso: 20.II.2024.
- Farquhar R.W. e A.A. Kamel (1973), *Quasi-periodic Orbits about the Translunar Libration Point*, in «Celestial Mechanics», 7, pp. 458-473.
- Gómez G., W.S. Koon, M.W. Lo, J.E. Marsden, J.J. Masdemont e S.D. Ross (2004), *Connecting Orbits and Invariant Manifolds in the Spatial Restricted Three Body Problem*, in «Nonlinearity», 17, pp. 1571-1606.
- Hohmann W. (1925), *Die Erreichbarkeit der Himmelskörper*, Monaco, Verlag Oldenbourg.
- Howell K. C., B.G. Marchand e M.W. Lo (2001), *Temporary Capture of Jupiter Family Comets from the Perspective of Dynamical Systems*, in «the Journal of Astronaut Sciences», 49, pp. 539-557.
- Legnaro E. (2024), *The eccentricity growth phenomenon for MEO navigation satellites*, Acta Astronautica, V. 219, pp. 896-905, ISSN 0094-5765, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2024.03.058>. Lo M.W. (2002), *The Interplanetary Superhighway and the Origins Program*, in *Atti della IEEE Aerospace Conference (Big Sky, MT, 09-16 Marzo)*, IEEE, <https://doi.org/10.1109/AERO.2002.1035332>, ultimo accesso: 20.II.2024.
- Lo M.W. e S.D. Ross (2001), *The Lunar L1 Gateway: Portal to the Stars and Beyond*, in *Atti della ALAA Space 2001 Conference (Albuquerque, Nuovo Messico, 28-30 agosto)*, <https://doi.org/10.2514/6.2001-4768>, ultimo accesso: 20.II.2024.
- McLaughlin W.I. (2000), *Walter Hohmann's Roads in Space*, in «Journal of Space Mission

- Architecture», 2, 2, pp. 1-14, https://vesta.astro.amu.edu.pl/~breiter/lectures/astrody/Hobmann_renamed.pdf, ultimo accesso: 20.II.2024.
- Murray B. (1989), *Journey into Space*, New York, W.W. Norton and Company.
- Newton I. (1846), *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*. First american edition, published by Daniel Adee, New York.
- Perozzi E. e A. Di Salvo (2008), *Novel Spaceways for Reaching the Moon: An Assessment for Exploration*, in «Celestial Mechanics & Dynamical Astronomy», 102, pp. 207-218.
- Perozzi E. e S. Ferraz-Mello (a cura di) (2010), *Space Manifold Dynamics - Novel Spaceways for Science and Exploration*. Londra, Springer.
- Poincaré J.H. (1993), *New Methods of Celestial Mechanics*, New York, AIP, (trad. di D. L. Goroff), (ed. or. 1892, 1893 e 1899, *Les Méthodes Nouvelles de la Mécanique Céleste*, 3 voll., Parigi, Gauthier-Villars).
- Proust M. (2010), *Alla Ricerca del tempo perduto, La Prigioniera*, Milano, RCS Libri (trad. di Maria Teresa Nessi Somaini; prima edizione digitale).
- Rossi A. e altri (2018), *ReDSHIFT: A Global Approach to Space Debris Mitigation*, in «Aerospace», 5, 64, <https://doi.org/10.3390/aerospace5020064>, ultimo accesso: 20.II.2025.
- Roy A.E. (1988), *Orbital Motion*, Bristol, Adam-Hilger Ltd.
- Sobel D. (2011), *A More Perfect Heaven. How Copernicus Revolutionized the Cosmos*, Londra, Berlino, New York, Sydney, Bloomsbury Publishing.
- Wisdom J. (1983), *Chaotic Behavior and the Origin of the 3/1 Kirkwood Gap*, in «Icarus», 56, 1, pp. 51-74.

Indice

PRESENTAZIONE di Gianluca Casagrande e Annalisa D'Ascenzo	5
INTRODUZIONE di Andrea Cantile	15
LA ESOGEOGRAFIA, NIHIL SIGNIFICANTIA? di Annalisa D'Ascenzo	23
LOOKING OUT OF THE CRADLE. POSSIBLE GEOGRAPHICAL PERSPECTIVES ON THE BEGINNING OF HUMAN EXPANSION IN OUTER SPACE di Gianluca Casagrande	61
ESOGEOGRAFIA. DA SCIENZA DEL TERRITORIO A SCIENZA DELLO SPAZIO di Giuseppe Borruso	85
HUMAN MIGRATION, SETTLEMENTS AND LIFE IN OUTER SPACE: SOME INITIAL REFLECTIONS ON AN IMAGINED POPULATION EXOGEOGRAPHY di Alfonso Giordano	110
UN SEGNO NELLO SPAZIO. OSSERVAZIONI ESOGEOGRAFICHE di Daniele Mezzapelle	155

OLTRE LA TERRA, VERSO NUOVI MONDI, CON SPIRITO GEOGRAFICO. GEOGRAFIA ED ESOGEOGRAFIA NELLE SCUOLE: QUALCHE ACCENNO di Cristiano Pesaresi	182
LUOGHI NELLO SPAZIO. UNA RIFLESSIONE SULL'USO DELL'ESOGEOGRAFIA NELLA DIDATTICA di Germana Galoforo e Angelo Zinzi	197
LE AUTOSTRADE DELLO SPAZIO. NOVEL SPACEWAYS FOR SCIENCE AND EXPLORATION di Ettore Perozzi	221

978-88-85445-26-0