

La colonizzazione dello spazio Una prospettiva antropologica

Moreno Tiziani*

Antrocom Onlus

Abstract. *La colonizzazione dello spazio implica un adattamento di carattere sia fisico sia culturale. La specie umana è connotata da una grande capacità adattativa che, in un ambiente fondamentalmente estremo, rivela tutta la sua plasticità. Tuttavia, tale capacità deve essere aiutata da soluzioni tecnologiche adeguate che individuino le problematiche connesse alle lunghe permanenze nello spazio, se non proprio a lunghi viaggi spaziali. L'antropologia viene in aiuto dei futuri colonizzatori ripensando sia gli ambienti delle navicelle spaziali, sia delle future colonie. Non ultimo, può preparare a un eventuale incontro con intelligenze aliene molto diverse da quella umana.*

Keyword. Antropologia dello spazio, adattamento fisico e culturale, colonizzazione, viaggi interstellari, comunicazione aliena

Nonostante non sia molto noto, sono diversi anni che gli antropologi si dedicano a studiare le problematiche e le opportunità connesse ai voli spaziali e alla colonizzazione dello spazio. Immaginare l'occupazione dei pianeti del nostro sistema solare e successivamente di altri sistemi planetari non ci esenta dal risolvere i problemi sul nostro pianeta, non fosse altro perché porteremmo altrove la stessa mentalità che li ha causati sulla Terra. Significa pensare a colonie spaziali autosufficienti e ben organizzate, socialmente armoniose, risultato di un nuovo atteggiamento dell'uomo nei confronti dell'ambiente. Colonie, in sostanza, che siano la dimostrazione del superamento degli attuali conflitti sociali e dei pericoli ambientali.

Fantascienza? Molte delle attuali conquiste scientifiche, tecnologiche e sociali un tempo erano considerate tali. L'antropologia affronta questo particolare ambito di ricerca proponendo applicazioni pratiche che implicano una nuova concezione di quella che fino a un paio di decenni fa era la "corsa allo spazio", apportando le sue conoscenze su nutrizione, evoluzione, impatto ambientale, comportamento umano e risoluzione dei conflitti (Tiziani, 2011).

L'Antropologia Spaziale si occupa degli elementi di adattabilità, postura, prossemica dei soggetti in un ambiente confinato caratterizzato dalla microgravità, allo scopo di facilitare una progettazione incentrata sul benessere per potenziare il rendimento e l'abitabilità di missioni spaziali e i possibili futuri insediamenti (Masali *et al.*, 2005). I risultati non sono applicabili solo al contesto aerospaziale ma anche, e soprattutto, alla risoluzione dei problemi sociali e ambientali odierni, applicando su larga scala quanto ipotizzato per piccoli gruppi di viaggiatori spaziali. Furono le esigenze dettate dalla Guerra Fredda a porre in primo piano la necessità di conquistare lo spazio orbitale terrestre. Le implicazioni militari e di propaganda erano palesi, ma sono andate via via affievolendosi nel corso del tempo. Solo negli ultimi anni si è ritornati a parlare di colonizzazione della Luna e di un viaggio verso

* Moreno Tiziani è presidente dell'associazione di ricerca e divulgazione antropologica Antrocom Onlus, si occupa di divulgazione dell'antropologia e delle sue potenzialità per le aziende e le istituzioni tramite articoli e consulenze. Contatti: tiziani@professioneantropologo.it

Marte in ciò che sembra essere, finalmente, un'esigenza scientifica e umana, prima che una necessità politica. Non è un caso che l'approccio alla presenza umana nello spazio sia mutata: non si tratta più di "conquistare lo spazio", ma di permettere alla nostra specie di occupare "uno spazio". L'assunto di base su cui si muovono le ricerche antropologiche è che la prassi attuale di progettazione privilegia la macchina anziché l'uomo: in un viaggio spaziale ciò si rivelerebbe dannoso per la salute fisica e mentale dei passeggeri, questione che già si sta prendendo in considerazione per le lunghe permanenze sulla Stazione Spaziale Internazionale e nei primi viaggi di turismo nello spazio. È facile capire che, se le colonie spaziali devono essere autosufficienti, occorre che siano anche confortevoli per gli esseri umani. La necessità politica non è del tutto scomparsa, ma l'approccio mentale appena descritto sta diventando preponderante. Tra gli ingegneri e i tecnici si è fatta strada l'idea che, oltre al risultato, conti l'esperienza umana, e che lanciare una navicella spaziale è un grande sforzo che deve servire all'uomo, più che a un'opportunità politica e tecnologica.

Il pioniere di una visione simile è stato probabilmente Krafft Ehrlicke (1917-1984), conosciuto anche come "l'ambasciatore dello spazio". Il suo pensiero ha influenzato non poco l'astronautica della seconda metà del XX secolo, ponendo le basi per una visione più umana, e non solamente politica, della "corsa allo spazio". La visione di Ehrlicke era dettata da considerazioni che, all'epoca, non erano del tutto scontate. Egli fu il primo a formulare le tre Leggi dell'Astronautica (Ehrlicke, 1957):

Prima Legge: Nulla e nessuno, sotto le leggi naturali di questo universo, impone limiti all'uomo, tranne se stesso.

Seconda Legge: Non solo la terra, ma l'intero sistema solare, e le parti dell'universo che egli possa raggiungere sotto le leggi della natura, sono campi di attività legittimi dell'uomo.

Terza Legge: Espandendosi nell'universo, l'uomo compie il suo destino come elemento della vita, dotato in sé della capacità di ragionare e del dominio della legge morale.

Le Tre Leggi furono la base per la sua definizione di "Imperativo Extraterrestre" (Ehrlicke, 1972), in cui esprime la sua visione storica sulla specie umana:

L'uomo, la punta di diamante della vita terrestre, non ha altre scelte razionali se non espandere il proprio ambiente e le proprie risorse oltre la Terra. Lo sviluppo globale, pertanto, deve essere basato su un concetto di mondo aperto e deve comprendere sia lo sviluppo delle risorse extraterrestri sia la gestione più oculata delle nostre risorse terrestri. Questo è l'imperativo extraterrestre, il cui obiettivo principale è la conservazione della civiltà.

Ehrlicke si era reso conto che gli esseri umani non potevano continuare a crescere demograficamente e a sviluppare la loro civiltà in un ecosistema chiuso come quello terrestre, se non autolimitandosi. Concepi così l'Imperativo Extraterrestre paragonandolo al Rinascimento europeo, dove la centralità della creatività umana permise l'epoca delle grandi esplorazioni geografiche e le scoperte scientifiche che furono le radici dell'era moderna (Freeman, 2010). Tuttavia, solo in questo inizio del XXI secolo sembrano esserci le condizioni per applicare il pensiero di Ehrlicke e di migliorarne le idee alla luce di nuove conoscenze scientifiche e sociali. Il suo Imperativo dovrebbe essere il motore primo per colonizzare lo spazio, per riflettere sulla nostra esistenza come specie e sulla biosfera in cui ci siamo evoluti: per quanto infatti la formulazione di Ehrlicke guardi all'Uomo come alla "punta di diamante della vita terrestre", le nuove scoperte nel campo della paleoantropologia e dell'antropogenetica hanno rimarcato il ruolo di *Homo sapiens* come specie animale come le altre, il cui successo dipende primariamente dall'ambiente che la circonda e che ne ha permesso l'evoluzione. Queste considerazioni sono il fondamento su cui muove il lavoro dell'antropologo in questo contesto.

Su quali aspetti del viaggio spaziale lavora un antropologo? Si tratta soprattutto di considerare tutto ciò che riguarda il volo spaziale prima e la colonizzazione poi, come variabili che ruotano attorno all'astronauta/colono. Si tratta di fattori biologici, fisiologici, cognitivi e biomeccanici che si ripercuotono sul metodo di progettazione delle apparecchiature, degli ambienti e degli utensili. Ma, in senso lato, sono anche fattori politici, economici e sociologici che hanno portato alla progettazione della missione e si riflettono nelle scelte compiute per il suo successo. Non è dunque facile organizzare e gestire una missione spaziale, in quanto si sovrappongono diversi ambiti le cui interazioni non sono a volte facilmente intelligibili. Se a ciò si aggiungono la predisposizione personale, i bisogni, la capacità di relazione e lo sfondo culturale delle singole persone, il quadro risulta ancora più variegato e complesso.

Non sorprende dunque che gli enti deputati a gestire i voli spaziali soppesino attentamente le probabilità di successo di una missione considerando per lo più fattori calcolabili in senso statistico, mettendo in secondo

piano o tralasciando del tutto l'aleatorietà dei fattori umani (Harrison, 2002).

Dal punto di vista antropologico, studiare il volo spaziale e le sue implicazioni significa ridisegnare quanto sappiamo dell'interazione tra l'uomo e l'ambiente, ricalibrando il peso della cultura come strumento di mediazione e di modellamento in un ambiente particolarmente ostile alla vita umana. Ovvero quello che, in termini generali, è definito un ambiente “estremo”. Questo aggettivo, comunemente, implica tutto ciò che è legato a un limite: un luogo concettuale, più che fisico, in cui emergono i valori considerati migliori di una persona, quali il coraggio, la sincerità, la risolutezza e il senso del dovere. Ovvero ciò che potrebbe connotare una particolare categoria di esseri umani, quali si sentono (e vengono percepiti) gli astronauti (Olson, 2011).

L'attività dell'antropologo mira a neutralizzare questo luogo concettuale, annullando la separazione tra la concezione di spazio come frontiera e come ambiente e pensando non a categorie specifiche di persone, ma all'essere umano in generale. Dunque non persone particolarmente addestrate, né geneticamente alterate o che fanno uso di speciali droghe che facilitino l'adattamento. Persone comuni quindi, che non possono essere annoverate tra gli astronauti di oggi, almeno in relazione all'addestramento duro e del tutto peculiare a cui questi ultimi sono sottoposti.

Da questo punto di vista sono interessanti i presupposti che la scrittrice di fantascienza Sylvia Engdahl (1980) indica per delimitare le ipotesi su cui avrebbe dovuto basare un suo lavoro universitario purtroppo non portato a termine:

- 1) *l'espansione nello spazio deve essere vista come l'occupazione di una nuova nicchia ecologica in termini adattativi;*
- 2) *alla luce di ciò, le formulazioni circa l'evoluzione culturale assumerebbero una nuova prospettiva: una volta assodato che lo sviluppo tecnologico e sociale sono prerequisiti adattativi per tale espansione, considerare tale sviluppo come “progresso” non farebbe parte di una visione meramente etnocentrica. L'avanzamento culturale sarebbe quantificabile oggettivamente e il relativismo culturale non potrebbe rappresentare la visione unitaria della storia umana, per quanto sia comunque un valido strumento per comparare aspetti di particolari culture (ciò non significa che le culture che contribuiscono all'evoluzione progressiva della specie siano “migliori” di altre, poiché non è necessario che tutte le culture si adattino alla nuova nicchia affinché l'intera specie possa farlo; non dimentichiamo che la diversità è un elemento che contribuisce fortemente all'adattamento di una specie);*
- 3) *nessuna di queste ipotesi implica che ogni specifico sistema socio-economico è più avanzato degli altri; da notare che uno degli argomenti spesso avanzato a favore delle colonie spaziali è che favorirebbero la diversificazione culturale. Quindi la prospettiva rivolta alla colonizzazione non ha effetti sulle teorie di evoluzione sociale (almeno allo stato attuale delle conoscenze), perché distinte dalle teorie di evoluzione culturale (intesa come evoluzione non corporea);*
- 4) *tuttavia, dal momento che è evidente che l'occupazione degli ambienti extraterrestri richiede un alto livello di tecnologia, la premessa che l'espansione nello spazio è adattiva ha effetti significativi sulla visione del ruolo della tecnologia nell'evoluzione. Conduce alla conclusione che un progresso tecnologico continuo è parte essenziale e integrante dell'evoluzione non corporea, e che non vi è alcuna distinzione tra ambiente “naturale” e “innaturale” nel caso di una specie che evolve sia dal punto di vista culturale che genetico.*

Gli habitat spaziali sono fondamentalmente ecosistemi artificiali, pensati per essere autosufficienti e assicurare la sopravvivenza degli astronauti. Per quanto detto precedentemente, è dunque necessario considerare prima i bisogni umani e poi le necessità tecnologiche. Soprattutto nel caso di missioni di lunga durata, l'essere umano è sottoposto a condizioni di microgravità e a stress ambientali del tutto particolari, che non hanno riscontri in alcun ambiente del nostro pianeta. Si tratta di condizioni sopportabili grazie all'addestramento ma che alla lunga possono influire sulla salute psicofisica degli astronauti.

Le accelerazioni durante il decollo portano al limite la resistenza di un corpo umano. E i fluidi corporei, quando non soggetti a gravità, si ridistribuiscono causando congestione a livello dei tessuti; il senso dell'equilibrio si altera, il tessuto osseo e i muscoli tendono ad assottigliarsi e a perdere massa (Banks *et al.*, 2008).

Queste sono alcune delle modificazioni che avvengono in condizioni di microgravità, il cui studio, sia dal punto di vista fisiologico che antropologico, è importante per mantenere in buona salute gli astronauti. Non dimentichiamo, infatti, che attualmente l'habitat extraterrestre più avanzato in termini tecnologici è costituito dalla Stazione Spaziale Internazionale (ISS): l'epoca in cui vedremo lo spazio solcato da navi interstellari come l'Enterprise della serie televisiva Star Trek, dove sono considerati normali la gravità artificiale e i replicatori di cibo, è ancora lontana.

La navicella spaziale va ripensata alla luce della modificazione dei bioritmi e delle percezioni e di una maggiore resa ergonomica, e non solo al fine di sistemare il maggior numero di strumenti nel minor spazio possibile

(Schlacht, 2010). A tal proposito, è utile riflettere sugli attuali standard antropometrici utilizzati per la progettazione degli ambienti, specie se destinati a un uso militare come sono, attualmente, i velivoli per i voli spaziali.

Progettare gli abitacoli dei velivoli significa considerare la variabilità di fattori quali massa e altezza degli individui. La grande variabilità che si riscontra in tal senso è stata spesso causa di numerosi problemi: assegnare un velivolo a una persona che lo trovasse poco confortevole, significherebbe non solo rallentare le sue attività, ma anche mettere a rischio il volo stesso. Per quanto solo pochi incidenti siano stati attribuiti a una cattiva stima del rapporto tra proporzioni corporee e abitacolo, i contrattempi causati dalla sottovalutazione delle misure corporee in fase di progettazione sono risultati diversi (Rathjen *et al.*, 2008). Da qui è nata la necessità di un sistema di misurazione antropometrico più rigoroso, basato innanzitutto sulla selezione di personale le cui proporzioni ricadono in un certo intervallo di misure ed escludendo, quindi, coloro che non vi rientrano. Su questa base sono state in seguito sviluppate procedure di standardizzazione che vengono incontro al campione così selezionato.

Per delineare profili antropometrici (e dunque ergonomici) da utilizzare nella realizzazione di uno spazio ambientale adatto all'essere umano e che nel contempo rappresenti la variabilità del campione in esame, è necessario suddividere in maniera appropriata una popolazione o, quando necessario, creare sottoinsiemi di essa da campioni relativamente simili tra loro. Le misurazioni eseguite a questo scopo, fino a qualche anno fa, venivano effettuate su personale militare o su persone che dovevano essere selezionate per un periodo di vita militare (come ad esempio durante le visite di leva). Ma da quando tali misurazioni non vengono più eseguite, molti progettisti hanno cominciato a basarsi su campioni formati da persone civili utilizzando correzioni di tipo statistico per abbinare correttamente i profili demografici e l'idoneità alla vita militare (Rathjen *et al.*, 2008). E se prima le misurazioni venivano prese tramite strumenti analogici, quali compassi a branche dritte e curve, le tecnologie di scansione si sono via via affinate nel tempo permettendo la mappatura della superficie del corpo umano in maniera precisa e funzionale. Probabilmente il progetto più noto che ha utilizzato tali tecnologie è stato CAESAR (*Civilian American and European Surface Anthropometry Resource*), condotto da un gruppo di ricercatori dell'Institute for Information Technology di Ottawa guidato da Jacques Domey, del National Research Council of Canada. Lo scanner è stato utilizzato per mappare la superficie corporea di circa 6000 individui olandesi, italiani e nordamericani tra i 18 e i 65 anni di età (Tiziani, 2011).

Un ambiente artificiale e limitato può alterare non solo la percezione dei sensi, ma anche le sensazioni che riguardano i bisogni, sia fisici che psicologici. Proprio perché artificiale, non è possibile ricrearvi ex-novo l'ambiente terrestre. Spesso viene fatto il paragone con la costruzione dei terrari o degli acquari, in cui gli animali trovano un ambiente confortevole alle proprie esigenze. Ma non si tratta né di sistemi chiusi, né di luoghi difficilmente accessibili come lo spazio orbitale o la superficie lunare (Schlacht, 2010). In ogni caso, anche immaginando degli ambienti siffatti, quale sarebbe la risultante dell'esperienza umana? Soprattutto, si tratterebbe di un'esperienza soddisfacente?

Per rispondere a questa domanda dobbiamo considerare le problematiche fisiche e psicologiche a cui possono andare incontro gli astronauti e i coloni, analizzando i meccanismi biologici e culturali che permettono all'essere umano di adattarsi in contesti diversi e non comuni come può essere lo spazio. Ma, nel contempo, bisogna analizzare i fattori che possono minarne la sicurezza, in relazione alla durata della permanenza nello spazio. Un ambiente in grado di sostenere la vita umana deve altresì proteggere il DNA dalle mutazioni indotte dai raggi cosmici; deve resistere all'impatto con oggetti vaganti nel cosmo e deve essere in grado di garantire una vita normale al ritorno sulla Terra, nel caso questa ipotesi sia prevista.

La gravità è probabilmente il fattore più importante, contribuendo alla definizione delle distanze e al mantenimento dell'equilibrio, tanto che la sua assenza non è contemplata nella nostra locomozione, che si è evoluta nell'arco di milioni di anni. Non è neanche lontanamente possibile immaginare di adattarci all'assenza di gravità in pochi anni (Masali *et al.*, 2010). Tuttavia, per adeguarci a questa nuova condizione, potrebbero venirci in aiuto adattamenti evolutivi comparsi durante l'evoluzione per assolvere una funzione diversa da quella che permette la sopravvivenza in un altro contesto ambientale, oppure di un attributo comparso senza uno scopo apparentemente specifico ma che in seguito rivela la sua utilità. Si tratta di una caratteristica che gli evoluzionisti chiamano esaptazione (in lingua inglese *exaptation*). Per inciso, quando parliamo di caratteristiche fisiche al fine di un adattamento evolutivo, non intendiamo modificazioni quali la riduzione di calcio nelle ossa o del tono muscolare in quanto, oltre a essere adattamenti fisiologici che riguardano solo l'individuo e non la specie a cui appartiene, sono condizioni dettate dallo stress ambientale del momento e che alla lunga portano a stati patologici.

Come può aiutare l'esaptazione nel caso di esseri umani nello spazio? La vista diviene il senso predominante per

capire la propria posizione nello spazio, unitamente ad altri sensi se adeguatamente sfruttati (Masali *et al.*, 2010). L'apparato vestibolare, da cui dipende la percezione dell'equilibrio, diviene infatti sostanzialmente inutile, poiché non risponde in modo idoneo in condizione di microgravità. Nel progettare un ambiente destinato a ospitare esseri umani in condizione di microgravità è necessario tenere conto di questo particolare, puntando sulla vista come modulatore di movimenti e di percezione delle distanze. Sappiamo infatti che la percezione dello spazio è influenzata dalla luce e dai colori, dalla presenza di superfici curve, dalla disposizione degli assi principali dei locali e dalla presenza e dalla quantità di oblò o finestre.

Anche il senso della vista è però soggetto alle condizioni ambientali: sulla superficie terrestre la posizione neutra del corpo è caratterizzata dalla colonna vertebrale diritta (come quando si è distesi sulla schiena o in piedi). In assenza di gravità, la colonna vertebrale tende a curvarsi in avanti e le gambe e la testa sembrano puntare verso il torace. L'angolo di visione muta di conseguenza: se sulla Terra il cranio a riposo mette gli occhi in grado di puntare all'orizzonte, in condizioni di microgravità il puntamento è verso il corpo (Schlacht, Birke, 2010).

Nel progetto μ gOrienting, un gruppo internazionale di ricercatori (Schlacht *et al.*, 2009c) ha condotto esperimenti sugli stimoli visivi al fine di migliorare le abilità degli equipaggi delle missioni spaziali. In una prima fase è stata presa in considerazione la biomeccanica dell'orecchio interno e la funzione dell'organo dell'equilibrio in relazione alla gravità.

In una seconda fase sono stati condotti altri esperimenti atti a capire la relazione tra vista, microgravità e assetto del corpo. L'esperimento ZEROgYM si concentrava sul legame tra movimento e visione a gravità g (la gravità presente al suolo) e in assetto neutro; WIUD (*Where Is Up and Down*, cioè “quale è il sopra e il sotto”) è stato un esperimento mirato all'analisi delle reazioni istintive ai colori e ai simboli per orientarsi e capire dove si trova l'alto e il basso (Schlacht *et al.*, 2009b, 2009d). Rispetto al discorso che ci interessa, CROMOS risulta essere l'esperimento forse più interessante, ideato per analizzare la percezione dei colori in condizioni di microgravità. L'esperimento è stato condotto nel 2007 durante i voli parabolici organizzati dall'ESA (la *European Space Agency*, l'Ente Spaziale Europeo).

In CROMOS, coordinato da Melchiorre Masali ed effettuato dalla designer Irene Lia Schlacht e dagli ingegneri aerospaziali Stefano Brambillasca, Henrik Birke e Gabriele Rotondi (Schlacht *et al.*, 2009a), sono stati considerati i parametri di tono, saturazione e luminosità del colore, la cui percezione cambia in assenza di gravità, attraverso un software ideato appositamente. I partecipanti ai test indossavano una specie di visore collegato a un computer, con il quale visualizzavano due quadrati colorati. Uno dei due quadrati poteva essere modificato, per sfumature, grazie a un joystick. Quando il colore modificato veniva percepito come uguale a quello visualizzato nell'altro quadrato, tenuto fisso, bisognava premere un tasto. Da qui la possibilità di confrontare la visione degli stessi colori primari alla gravità terrestre e in condizione di microgravità.

La visione del colore in assenza di gravità può infatti variare notevolmente, e ciò influisce sulla percezione del proprio corpo nello spazio. E, in definitiva, sulle prestazioni dell'operatore. A causa dell'ambiente relativamente monotono in cui sono costretti a vivere, gli astronauti non godono della varietà di forma, colori e distanze presenti sulla Terra.

Da questo punti di vista è interessante la differenza nei modelli costruttivi delle navicelle spaziali (Schlacht *et al.*, 2009b): il modello europeo/statunitense predilige la modularità, la formalità degli ambienti, la luce bianca o blu; il modello russo presenta ambienti più familiari che vanno a formare una struttura unitaria, dove il colore marrone è utilizzato per il piano che si vuole venga riconosciuto come pavimento, il bianco per il soffitto e il verde per le pareti. L'orientamento, nel caso del modello costruttivo europeo/statunitense, è facilitato dall'utilizzo di indicazioni scritte; nel modello russo, invece, si preferisce usare linee e colori. Gli astronauti hanno mostrato maggior apprezzamento e familiarità per il modello costruttivo russo, contesto in cui si è anche registrato uno stato psico-fisico migliore.

La percezione alterata dei colori si deve al minore apporto di ossigeno ai tessuti e alla miopia causata dalla forma che l'occhio assume in condizioni di microgravità. I colori sono così avvertiti come sbiaditi, e i designer raccomandano di saturarli al massimo (Schlacht, Birke, 2010)

Da quanto detto è intuibile come, allo stato attuale dell'esplorazione spaziale, sia necessario personale particolarmente addestrato e selezionato, i cui membri, se dovessero costituire colonie permanenti, potrebbero diventare oggetto di studi particolari sulla deriva genetica e sulla selezione naturale/artificiale del personale medesimo (Masali *et al.*, 2005).

Ma, come abbiamo detto all'inizio, l'antropologia in questo ambito deve considerare che il viaggio spaziale possa essere affrontato dal più ampio ventaglio possibile di esseri umani. Ciò vale in particolare se prendiamo in considerazione l'impianto di colonie vere e proprie. In tal caso, bisogna considerare anche il soddisfacimento dei

bisogni secondari degli individui, come appagare il senso estetico e alimentare la cultura del singolo. Creare cioè condizioni di vita che vadano al di là della semplice sopravvivenza.

Chiunque abbia a che fare con la progettazione di voli spaziali o di fondazione di colonie permanenti deve considerare tutti gli aspetti legati alle esigenze fisiologiche e psicologiche dei partecipanti alla missione. E, per riuscirvi, bisogna focalizzarsi sulle attività svolte quotidianamente, sia a livello fisico che mentale, che sono basate fondamentalmente sui ritmi biologici acquisiti durante l'evoluzione della nostra specie sulla Terra.

Gran parte della fisiologia degli esseri viventi terrestri si basa sul ciclo tra il giorno e la notte. Il ritmo circadiano influenza pesantemente i nostri comportamenti. L'alterazione di questo ritmo produce senso di stanchezza, sonnolenza, diminuzione dei tempi di prestazione, difficoltà di memoria e di attenzione, nonché disturbi cognitivi dovuti alla perdita cronica di sonno (Rathjen *et al.*, 2008).

Nei semplici moduli abitativi della Stazione Spaziale Internazionale, progettati per assolvere determinate funzioni, manca la possibilità di imitare l'alternanza tra giorno e notte. Le abitazioni delle future colonie dovrebbero invece tenerne conto, non fosse altro che per aumentare il benessere dei coloni e la loro produttività. Questo non si traduce necessariamente nel ricreare ambienti terrestri all'interno o all'esterno della colonia. Pensiamo ad esempio alla Luna. Difficile pensare di terraformarla in modo da avvolgerla in un'atmosfera per piantare bei giardini, almeno alla luce delle odierne conoscenze tecnologiche.

Una colonia lunare pone problemi non indifferenti se si vuole contribuire a un benessere soddisfacente dei coloni, ed è intuibile che non si tratta solo di una questione tecnologica. A tal fine, nella progettazione di una colonia, ma anche di una navicella spaziale, dovrebbero essere considerati gli apporti di specialisti di ambiti diversi. Non solo ingegneri quindi, ma anche antropologi, designer e artisti.

Lo scopo è costruire un ecosistema artificiale che garantisca variabilità e variazione, le due caratteristiche degli ambienti in cui la specie umana si è evoluta. Ovvero, inserire tutti quegli stimoli, in maniera integrata, che garantiscano la qualità della vita nello spazio.

A questo scopo, l'artista giapponese Ayako Ono (2010) ha proposto una soluzione che riguarda una possibile base permanente sulla Luna. Si tratta un giardino zen *karesansui* (letteralmente “paesaggio secco”), sulla superficie lunare. Il giardino sarebbe in realtà parte della stessa colonia, avvolgendo i moduli abitativi, se non proprio ospitandoli nella sua struttura.

Gli elementi principali di questo tipo di giardino zen sono le rocce e la ghiaia, mentre il mare è rappresentato da righe nella ghiaia stessa, ondulate o diritte a piacimento. Ogni elemento è considerato vivo, a dispetto della sua composizione.

Le pietre sono un aspetto fondamentale del *karesansui*. Rappresentando elementi paesaggistici quali montagne e colline, non devono essere lavorate dall'uomo o levigate dall'acqua, devono essere di colori differenti e il giardino si deve sviluppare attorno a esse. Dal punto di vista simbolico, le pietre rappresentano anche la forza e la stabilità interiore.

La ghiaia, composta sia da pietrisco bianco che nero per rappresentare l'imperfezione della realtà, è la base per le pietre e le fa risaltare agli occhi dell'osservatore. Rappresenta inoltre l'acqua, come detto in precedenza, ma anche il vuoto, a cui questo tipo di giardino dà molto risalto. Non si tratta del “vuoto” in senso occidentale. Nel *karesansui* il vuoto diventa oggetto di contemplazione e dunque è, per la mente di chi lo sta vivendo, un “pieno” (Berthier, Parkes, 2005).

Il lavoro di costruzione e mantenimento del giardino verrebbe affidato a unità robotiche in grado di ridefinire di volta in volta il disegno del giardino, garantendo ai coloni una certa variabilità visiva. Utilizzare degli automi per la cura del giardino implica lasciare gli occupanti della colonia liberi di svolgere altre mansioni: un giardino zen, infatti, ha bisogno di molto tempo e diverse cure. Inoltre, la programmazione degli stessi robot è un compito creativo, spesso collaborativo, che può essere utilizzato come terapia occupazionale laddove se ne scorgesse la necessità.

Chiaramente le “regole” stabilite per un giardino *karesansui* necessitano di una deroga allorché si pensi al luogo dove verrà impiantato. Il materiale utilizzabile è la regolite del suolo lunare, le cui variazioni di colore sono praticamente nulle.

Ayako Ono (2010) ha previsto un'altra modifica, ovvero dei pannelli solari che ricordano, nella forma e nei colori, dei fiori di grandi dimensioni che spuntano letteralmente dalla regolite, come un ricordo del pianeta da cui sono partiti gli occupanti della base lunare.

La definizione del paesaggio prospettata da Ono si situa in un più ampio progetto che vede l'arte come terapia e sollievo psicologico per i coloni, capace di sopperire alla mancanza di determinati stimoli ambientali e ai lunghi intervalli di comunicazione con la Terra. Si tratta di una soluzione che sfrutterebbe i materiali presenti in loco o,

se vogliamo, la “natura” del luogo. Una modalità antitetica a quella che vorrebbe, invece, ricreare del tutto o in parte l'ambiente terrestre di origine.

Le due prospettive sono distanti sia sul piano pragmatico che ideologico: utilizzare le risorse locali significa abbattere notevolmente i costi, ma equivale anche a favorire l'evoluzione di una cultura autoctona fondata sull'ambiente in cui la colonia si va formando. Se ciò implica una maggiore difficoltà di adattamento dei coloni, almeno all'inizio della loro permanenza, significa anche che le generazioni successive dipenderanno in misura sempre minore dal pianeta madre, sia dal punto di vista tecnico che psicologico.

La proposta di Ono (2010) implica delle interessanti conseguenze:

- 1) il design “naturale” prospettato dall'artista, cioè riprendere i materiali in loco, diventerà una prassi consolidata nel caso di colonie su altri pianeti, come ad esempio su Marte;
- 2) il giardino zen presenta forti implicazioni per quel che riguarda il turismo spaziale, potendo diventare un'attrattiva per i turisti;
- 3) l'arte e il design diventeranno discipline sempre più integrate nella progettazione dell'esplorazione spaziale per rendere l'occupazione dello spazio completa ed efficiente.

Il giardino zen di Ono è una delle soluzioni ottimali alla necessaria antropizzazione di un ambiente fondamentalmente ostile, permettendo nel contempo di stimolare dal punto di vista emotivo i coloni.

A suo modo una realizzazione simile potrebbe dare origine a una nuova estetica, a una nuova filosofia e, soprattutto, a un nuovo modo di pensare all'ecologia ambientale. In altre parole potrebbe dare origine a una nuova cultura.

E nel lontano futuro? Le prospettive degli scrittori di fantascienza e dei futurologi presentano scenari numerosi e molto diversi tra loro: chi pensa che per lunghi viaggi spaziali si dovrebbero utilizzare solo robot o esseri biocibernetici dotati di coscienza, chi invece preferisce pensare a grandi arche che facciano da casa per generazioni di coloni (le “astronavi generazionali” rappresentano una casistica a sé nella narrativa fantascientifica), chi invece auspica che il genere umano ricorra all'ingegneria genetica.

In ogni caso, dovrà essere l'uomo ad adattarsi evolutivamente a un nuovo pianeta, o il pianeta ad adattarsi agli esseri umani tramite la terraformazione? Gli autori di fantascienza e gli scienziati parteggiano per l'una o l'altra soluzione.

Nella saga dei romanzi di Hyperion (pubblicata in Italia a partire dal 1991), Dan Simmons introduce gli *Ouster*, una popolazione seminomade che ha preferito adattarsi geneticamente ai vari contesti ambientali dei pianeti piuttosto che terraformarli come invece ha fatto l'Egemonia, costituita da soli rappresentanti di *Homo sapiens*. Gli *Ouster* possono essere massicci per adattarsi a pianeti con gravità molto forte, o particolarmente esili per gravità molto al di sotto di quella terrestre; oppure ancora possono avere temperature diverse a seconda del clima. Kim Stanley Robinson, nella sua Trilogia di Marte (pubblicata in Italia a partire dal 1995 con “Il Rosso di Marte”), immagina invece che il pianeta venga pesantemente terraformato, inizialmente a partire da soli cento coloni. Col passare del tempo narrativo, Marte assume la fisionomia di una cultura cosmopolita, riflesso di quella terrestre ma dotata di sue peculiarità.

Un aspetto interessante della trilogia di Robinson è che la base della narrazione si fonda sugli studi condotti dalla NASA (*National Aeronautics and Space Administration*, l'ente spaziale statunitense) per esplorare e colonizzare il pianeta Marte. Quindi la terraformazione potrebbe essere la soluzione più probabile? In realtà non lo possiamo sapere con certezza, possiamo solo prendere spunto dagli esperimenti condotti sulla Terra per replicare ecosistemi terrestri autosufficienti. Tra questi, Biosfera 2 è stato forse il più eclatante. Non si tratta del secondo tentativo del progetto, in realtà. Il numero è dovuto al fatto che la Biosfera 1 è la Terra stessa.

All'interno delle strutture chiuse di Biosfera 2 sono stati replicati diversi ecosistemi terrestri, con l'intento di trarre utili informazioni nel caso si dovesse riproporre l'esperimento su astronavi o colonie su altri pianeti. Biosfera 2 venne costruita in Arizona tra il 1987 e il 1991 dalla Space Biosphere Ventures (Nelson, Dempster, 1995) come ambiente totalmente isolato su 12700 metri quadrati (Cohn, 2007), dove anche il riciclo di acqua e aria doveva essere del tutto separato dall'esterno. Le missioni che vi si sono avvicinate non hanno però portato a risultati incoraggianti: nel primo esperimento di permanenza i tassi di anidride carbonica sono vertiginosamente saliti al di là di ogni aspettativa, rendendo necessario la purificazione dell'aria attraverso l'installazione di un filtro, per quanto l'esperimento non prevedesse alcun aiuto dall'esterno (Watson, 1993).

Nel secondo esperimento, il più breve, all'interno del gruppo di “coloni” si formarono coalizioni diverse in seguito a un furioso litigio, che portò al sabotaggio della biosfera stessa con l'apertura di pannelli e porte verso

l'esterno (Seedhouse, 2012)

Cosa ci ha insegnato Biosfera 2? Innanzitutto che le variabili di gestione e soprattutto le interazioni tra gli elementi che costituiscono un ecosistema sono molto più complesse di quel che immaginavamo, e che un gruppo umano isolato deve essere selezionato al fine di garantire un certo equilibrio al suo interno utilizzando le tecniche di risoluzione del conflitto, di pacificazione e di collaborazione.

Parafrasando il filosofo della scienza Telmo Pievani (2002), i risultati inattesi prodotti dall'esperimento e in definitiva il suo fallimento rappresentano la prova che gli ecosistemi si evolvono e si adattano nonostante le intenzioni umane. La vita procede riorganizzandosi indipendentemente dalla nostra volontà. Anche se cercassimo di replicare gli ambienti terrestri su nuovi pianeti, è probabile che non saranno mai identici, se non proprio totalmente diversi.

In seguito vi sono stati, e continuano tuttora, altri esperimenti e progetti che cercano di simulare la vita nello spazio o la sua esplorazione. Qui ne citiamo due che si sono rivelati particolarmente importanti per i risultati ottenuti sia a livello progettuale che comportamentale.

Il progetto NEEMO (*Extreme Environment Mission Operations*, cioè “operazioni di missione in ambiente estremo”), un programma ideato dalla NASA per preparare future missioni spaziali, si è svolto in una base sottomarina in Florida, vicino a Key Largo, gestita dal National Undersea Research Center (NURC) dell'Università del Nord Carolina-Wilmington. Originariamente pensata per ricerche di biologia marina, la base ha ospitato, nel corso del 2001, diverse missioni di astronauti, per l'occasione ribattezzati acquanauti, che hanno effettuato attività extraveicolari (EVA) sott'acqua (Olson, 2011).

Il progetto CAVES (*Cooperative Adventure for Valuing and Exercising human behaviour and performance Skills*, ovvero “Avventura Cooperativa per la valutazione e l'esercizio del comportamento umano e delle prestazioni”), il progetto dell'ESA riattivatosi recentemente (European Space Agency, 2012), permette a un gruppo di astronauti selezionati tra diversi paesi di prepararsi alle missioni spaziali non solo vivendo per un certo periodo di tempo in grotte affacciate sul bacino del Mediterraneo, ma anche esplorandole utilizzando le procedure stabilite nel caso di sbarco su un altro pianeta. Lo scopo è favorire la cooperazione in un ambiente di lavoro difficile, in un contesto pensato per essere la simulazione di una missione spaziale di lunga durata.

Una missione concepita su tempi lunghi, specie se pensata per colonizzare un pianeta extrasolare, deve essere pianificata presupponendo diversi anni di viaggio (almeno con le conoscenze tecnologiche attuali) e un numero minimo di individui tale da permettere la fondazione di una colonia permanente.

Non è facile stabilire quale debba essere questo numero e spesso si scivola verso ipotesi difficilmente sostenibili. Sicuramente, maggiore è il numero di individui, maggiori sono le possibilità che la colonia si impianti in maniera stabile. I fattori che possono influire in tal senso riguardano la struttura demografica e le sue oscillazioni stocastiche, le caratteristiche ambientali, le probabilità di eventuali catastrofi naturali e le variazioni casuali nelle frequenze geniche. Fattori la cui importanza diminuisce al crescere della popolazione.

Queste variabili vengono sempre incluse nel calcolo del numero minimo di individui di una specie, per quanto la metodologia impiegata possa essere diversa. Si possono infatti ricavare i dati da esperimenti diretti, dalla mappatura della distribuzione biogeografica, da modelli teorici oppure da simulazioni e studi genetici teorici. Ogni metodo presenta vantaggi e svantaggi da soppesare a seconda del contesto di studio, del periodo di tempo da considerare, della scarsità di dati in possesso o di variabili statistiche particolarmente difficili da controllare (Shaffer, 1981).

Una colonia stabile deve essere considerata fondamentalmente un sistema chiuso, in cui non è possibile immigrazione ed emigrazione. Inoltre deve essere formata da un numero di individui abbastanza grande per evitare fenomeni di inincrocio, ma abbastanza piccola da poter viaggiare nello spazio.

L'antropologo John Moore (2003) ha calcolato il numero minimo di individui pensando a un viaggio multigenerazionale (tralasciando soluzioni tecnologiche avanzate in precedenza come criostasi o banche dello sperma o embrioni congelati a bordo dell'astronave) tramite il software Ethnopol, creato appositamente per analizzare le migrazioni dei primi gruppi umani valutandone l'andamento demografico. Ipotizzando un viaggio di circa 200 anni e dunque da otto a dieci generazioni, il numero minimo di individui capace di autoalimentare una colonia risulta essere, per Moore, tra 150 e 180. Un numero che garantirebbe dieci partner potenziali per ogni individuo, in regime di monogamia, e che potrebbe scendere a 80 o 90 tramite tecniche di ingegneria sociale.

Ad esempio, considerando auspicabile diminuire il numero di individui alla partenza per ragioni di economia e logistica, Moore ha preso spunto dalle modalità di colonizzazione delle isole consolidate tra i Polinesiani, pensando a coppie imbarcate molto giovani; oppure chiedendo all'equipaggio di posticipare la riproduzione creando lunghi intervalli di tempo tra una generazione e l'altra (Moore, 2003).

Per Harrison (2002) il numero minimo di individui dovrebbe essere 500, per quanto non sia necessario che viaggino tutti insieme ma divisi, se necessario, in gruppi da 25 che si riunirebbero giusto per selezionare i reciproci partner.

Si tratta di risultati teorici che oscillano a seconda delle variabili considerate in fase di progettazione dello studio. Ad esempio, in questi scenari non sono considerate né l'eventuale insorgere di mutazioni dannose, né la riduzione di variabilità genetica, né i potenziali conflitti che potrebbero sorgere all'interno del gruppo o tra i gruppi (come è successo nel caso di Biosfera 2), rischiando di innalzare una barriera culturale che non favorirebbe l'accoppiamento casuale tra individui. Inoltre, le astronavi multigenerazionali presuppongono dispositivi di gravità artificiale o quantomeno programmi di esercizio fisico atti a stimolare la massa ossea e muscolare, per evitare che i viaggiatori, e soprattutto i nuovi nati, non possano poi adoperarsi nella colonizzazione di un pianeta perché non più abituati alla gravità.

Rimane un altro aspetto da considerare trattando di antropologia della colonizzazione dello spazio: il possibile incontro con altre forme di vita intelligenti. Gli esseri umani si sono interrogati e continuano a interrogarsi sulla presenza o meno di altri esseri intelligenti nell'universo. Per curiosità scientifica, ma anche perché il pensiero di essere soli nel cosmo li spaventa. E se, durante un viaggio interplanetario, incontrassimo veramente l'Altro?

Non è un aspetto secondario nell'ambito della colonizzazione spaziale. Anche gli antropologi se ne occupano: lo scopo principale, come è intuibile, è prepararci a un eventuale incontro con alieni intelligenti; vi è però anche la possibilità di trarne strumenti utili alla comprensione reciproca tra i popoli della Terra. Molti dei dibattiti sul tema si sono focalizzati sulla possibilità di utilizzare un "linguaggio universale" che potesse essere compreso anche da altre specie intelligenti. Nel processo di costruzione di questo linguaggio si è cercato di dare risalto a quelle conoscenze che potevano risultare condivise sia agli esseri umani che ad alieni. Le placche poste sulle due sonde Pioneer e i dischi d'oro sulle Voyager negli anni '70 sono un esempio di questo possibile sapere condiviso. Ma ne siamo sicuri?

Il messaggio inviato con le sonde Pioneer e Voyager è diretto a culture che privilegiano l'aspetto tecnico rispetto a quello sociale, per quanto sia vero che le modalità con cui è stato espresso permetta sia di capire le nostre conoscenze scientifiche sia alcuni aspetti della nostra cultura. Ma, appunto, solo alcuni ambiti, trattandosi sostanzialmente della descrizione scientifica della specie che ha inviato il messaggio e del pianeta su cui risiede, e di aspetti di cui la nostra specie è fiera. Non è un caso che manchino immagini di guerre, malattie o povertà (Vakoch, 2011).

Il problema apre dunque altre prospettive di intervento per un antropologo. L'antropologia si occupa dell'interpretazione di culture diverse tramite confronti e analogie, attraverso una metodologia che negli anni si è affinata per comprendere l'Altro. Questa stessa metodologia può essere utilizzata in simulazioni di primo contatto basata su modelli antropologici. Il vantaggio sarebbe duplice: da una parte potremmo capire come veicolare un'idea più ampia della nostra cultura, dall'altra verificare se i protocolli varati nel caso di rilevazione di segnali di provenienza extraterrestre siano effettivamente adeguati.

Vi è però un particolare che potrebbe rivelarsi difficile da gestire: a causa delle distanze interplanetarie, il dialogo tra le due culture non sarebbe certo immediato. Sarebbe necessario pianificare scambi di messaggi sapendo che le risposte potrebbero arrivare alle generazioni successive la nostra. In questo scenario, la correzione di un'incomprensione iniziale sarebbe dispendiosa in termini di tempo. Inoltre, dobbiamo prepararci all'ipotesi fortemente plausibile che l'intelligenza extraterrestre con cui cerchiamo di comunicare abbia uno psichismo diverso, dettato a sua volta da una fisiologia differente dalla nostra, mentre l'interpretazione di culture offerta dall'antropologia poggia spesso sul fatto che gli attori delle culture stesse appartengono comunque alla stessa specie.

Esistono però studi mirati a comprendere come relazionarsi con specie diverse, attraverso la ricostruzione paleoantropologica e archeologica della vita e delle relazioni delle specie ominidi che ci hanno preceduto. In particolare, per quanto difficile da ripensare in tutti i suoi aspetti, un aiuto prezioso può venire dall'interpretazione dell'incontro tra *Homo sapiens* e *Homo neanderthalensis*, le cui differenze anatomiche e culturali avrebbero creato notevoli difficoltà di comprensione a entrambe le specie, nonostante si stia comunque parlando del genere *Homo*. Differenze che risaltano, ad esempio, nell'organizzazione dei siti musteriani, molto più semplice dei siti occupati da *H. sapiens*, che in genere appaiono più strutturati e suddivisi per aree di sfruttamento (Wason, 2011).

Ancora, il metodo di analisi dei geroglifici maya ed egiziani, che in apparenza sembrano così diversi da altri tipi di scrittura, può aiutare nella comprensione di scritture adottate da altre specie intelligenti. Si tratta di ricerche che possono tracciare delle linee guida nel riconoscimento di quei segni, materiali e comportamentali, che potrebbero

connotare una cultura extraterrestre (Olson, 2006; Vakoch, 2010).

Chiaramente, un contatto attraverso messaggi lanciati nello spazio è ben diverso da un contatto diretto e fisico. Ecco perché gli sforzi degli studiosi si stanno concentrando sulle speculazioni circa la struttura e i valori di una possibile società aliena, anche basandosi su quanto sappiamo delle culture terrestri. Questi sforzi hanno prodotto un'altra domanda: che cosa si può considerare universale in termini culturali, sempre ammesso che qualcosa di universale esista? Gli antropologi non hanno una visione del tutto condivisa di ciò che si intende per “cultura”. Ma è anche vero che le discussioni sul tema hanno portato a principi generali riconosciuti. Sappiamo, ad esempio, che le pratiche culturali originate da necessità empiriche sono la vera base della plasticità comportamentale sottesa al patrimonio adattativo ed evolutivo della nostra specie. Perché dovrebbe essere diverso per una specie aliena intelligente? La variabilità di pratiche culturali potrebbe essere almeno simile alla nostra, per quanto un contesto evolutivo differente implichi una riflessione seria sul significato di tali pratiche. Ad esempio, la nostra specie ha elaborato un'interfaccia percettiva che non mira a oggettivare il mondo esterno, ma a interpretarlo e semplificarlo in modo che sia utile al fine di adattarsi a esso. Se, come dobbiamo presumere, l'evoluzione ha operato con gli stessi meccanismi dovunque si sia sviluppata la vita nell'universo, dobbiamo altresì ammettere che ogni specie abbia sviluppato un'interfaccia percettiva basata sulle particolari condizioni ambientali in cui si è evoluto. Ciò si riflette anche sulla cultura di una specie: la stessa matematica, da sempre considerata un linguaggio universale in grado di permettere la comunicazione tra specie intelligenti diverse, si è rivelata essere, grazie agli studi di antropologia cognitiva, un costrutto culturale derivato da una particolare evoluzione biologica e culturale. E, dunque, non è detto che su altri pianeti abbiano evoluto le stesse modalità di esprimere le leggi matematiche del cosmo (Vakoch, 2010).

Il linguaggio utilizzato dalla popolazione amazzonica dei Mundurucu per elaborare nozioni matematiche potrebbe essere un buon esempio della diversità di rappresentazione di concetti astratti. Secondo il linguista Pierre Pica, i Mundurucu contano fino a cinque in senso aritmetico, per poi indicare quantità superiori con espressioni qualitative come “alcuni”, “molti” o “una piccola quantità”. Ciò deriva non certo da capacità intellettive inferiori alla norma, ma da un adattamento a un contesto ambientale in cui certe conoscenze matematiche non sono di aiuto nella vita quotidiana. Come conseguenza, il numero di vocaboli che fa riferimento a numeri e concetti di ordine matematico è molto limitato (Pica *et al.*, 2004).

Nondimeno, i Mundurucu collocano senza difficoltà e a intervalli regolari i numeri su una linea, ma secondo una funzione logaritmica in cui i numeri più piccoli sono indicati a distanze maggiori. Una prova che la rappresentazione dei numeri in forma lineare è spontanea, ma che l'utilizzo di intervalli regolari tra i numeri è un derivato culturale (Dehaene *et al.*, 2008).

Ed ecco quindi che gli antropologi sono in una posizione privilegiata per contribuire a questo dibattito attraverso le loro conoscenze sull'evoluzione culturale e su quali di queste possono considerarsi di carattere universale. Ma, ancora più importante, gli studi antropologici sul possibile contatto con culture aliene e sull'adattamento allo spazio stanno dimostrando che l'attività extraterrestre, che già ora stiamo conducendo, sta lentamente rimodellando le società umane, in un modo non ancora del tutto chiaro agli studiosi (Olson, 2006). Da questo punto di vista, siamo nella posizione migliore per assumere una “prospettiva extraterrestre” su noi stessi e analizzare la nostra specie da un'angolazione nuova e differente. La stessa divisione concettuale tra “terrestre” ed “extraterrestre”, così come la divisione tra spazio come frontiera e come ambiente, può essere oggetto di analisi e studio.

Forse la verità è che siamo a tutt'oggi alieni a noi stessi, dobbiamo ancora rendercene conto.

Bibliografia

Banks Robert D., Brinkley James W., Allnutt Richard, Harding Richard M., 2008. Human Response to Acceleration in Jeffrey R. Davis, Robert Johnson, Jan Stepanek, Jennifer A. Fogarty (a cura di), *Fundamentals of Aerospace Medicine*, 4th revised edition, Lippincott Williams&Wilkins, Philadelphia, USA

Berthier François; Parkes Graham, 2005. Reading Zen in the Rocks: The Japanese Dry Landscape Garden, University of Chicago Press, Chicago, USA

Cohn Jeffrey P., 2007. Biosphere 2, Version 3.0, *BioScience*, 57:9, 808

- Dehaene Stanislas, Izard Véronique, Spelke Elizabeth, Pica Pierre, 2008. *Log or Linear? Distinct Intuitions of the Number Scale in Western and Amazonian Indigene Cultures*, *Science* 320:5880, 1217-1220
- Ehrlicke Krafft A., 1957. The anthropology of astronautics, *Astronautics*, 4:873-880
- Ehrlicke Krafft A., 1972. An Extraterrestrial Imperative, *Palm Beach Post-Times*, 15 aprile 1972
- Engdahl Sylvia, 1980. *Evolutionary Significance of Space Colonization and Its Impact on Anthropological Theory*, Master's Thesis Proposal, (<http://www.sylviaengdahl.com/space/thesis.htm> – consultato nel mese di febbraio 2013)
- European Space Agency, 2012. CAVES 2012 information kit, ESA
- Freeman Marsha, 2010. Krafft Ehrlicke's Moon: The Extraterrestrial Imperative, in Benaroya Haym (a cura di), *Lunar Settlements*, CRC Press, Boca Raton, USA
- Harrison Albert A., 2002. *Spacefaring: The Human Dimension*, University of California Press, London, UK
- Masali Melchiorre, Ferrino Marinella, Schlacht Irene Lia, 2005. L'uomo nello spazio: ricerche di adattabilità. La progettazione del benessere nella postura, prossemica e nel colore, in Antonio Guerci, Stefania Consigliere, Simone Castagno (a cura di), *Il processo di Umanizzazione*, Edicolors, Genova
- Masali Melchiorre, Ferrino Marinella, Argenta Monica, Micheletti Cremasco Margherita, 2010. Anthropology: Physical and Cultural Adaptation in Outer Space, in Benaroya Haym (a cura di), *Lunar Settlements*, CRC Press, Boca Raton, USA
- Moore John H., 2003. Kin-Based Crews for Interstellar Multi-Generational Space Travel, in Kondo Yoji, Frederick Bruhweiler, John Moore, Charles Sheffield (a cura di), *Interstellar Travel and Multi-Generation Space Ships*, Collectors Guide Publishing, Burlington, Ontario, Canada
- Nelson Mark, Dempster William F, 1995. Living in space: results from Biosphere 2's initial closure, an early testbed for closed ecological systems on Mars, *Life Support & Biosphere Science International Journal of Earth/Space*, 2:2, 81-102
- Olson Valerie A., 2006. Historical Perspectives on Anthropology and the Search for Extraterrestrial Intelligence: Panel discussion, American Anthropological Association Annual Meeting 2005, *Anthropology Today*, 22:2
- Olson Valerie A., 2011. *American Extreme: An Ethnography of Astronautical Visions and Ecologies*, ProQuest, UMI Dissertation Publishing, Ann Arbor, USA
- Ono Ayako, 2010. Art: Art as a Psychological Support for the Outer Space Habitat, in Benaroya Haym (a cura di), *Lunar Settlements*, CRC Press, Boca Raton, USA
- Pica Pierre, Lemer Cathy, Izard Véronique, Dehaene Stanislas, 2004. *Exact and Approximate Arithmetic in an Amazonian Indigene Group*, *Science* 15 October 2004: 499-503
- Pievani Telmo, 2002. *Homo sapiens e altre catastrofi*, Meltemi, Roma
- Rathjen Thomas, Whitmore Mihriban, McGuire Kerry, Goel Namni, Dinges David F, Tvaryanas Anthony P, Zehner Gregory, Hudson Jeffrey, Dismukes R. Key, Musson David M., 2008. An Introduction to Human Factors in Aerospace, in in Jeffrey R. Davis, Robert Johnson, Jan Stepanek, Jennifer A. Fogarty (a cura di), *Fundamentals of Aerospace Medicine*, 4th revised edition, Lippincott Williams&Wilkins, Philadelphia, USA

- Robinson Kim S., 1995. *Il Rosso di Marte*, Mondadori, Milano
- Schlacht Irene Lia, Brambillasca Stefano, Birke Henrik, 2009a. Color Perception in Microgravity Conditions: The Results of CROMOS Parabolic Flight Experiment, in *Microgravity Science and Technology*, 21:1-2, 21-30
- Schlacht Irene Lia, Rötting Matthias, Masali Melchiorre, Micheletti Cremasco Margherita, Ono Ayako, 2009b. Space station visual design for the astronauts reliability, *60th International Astronautical Congress (IAC)*, IAC-09.B3.2.9, Daejeon, Republic of Korea
- Schlacht Irene Lia, Rötting Matthias, Masali Melchiorre, 2009c. Short Communication 1. Color in Floating Conditions: “µgOrienting” Project, in Skusevich Darius, Matikas Petras (a cura di), *Color Perception: Physiology, Processes and Analysis*, Nova Science Publishers Inc., New York, USA
- Schlacht Irene Lia, Rötting Matthias, Masali Melchiorre, 2009d. Short Communication 2. WIUD Experiment: Colors and Visual Stimuli for Outer Space Habitability, in Skusevich Darius, Matikas Petras (a cura di), *Color Perception: Physiology, Processes and Analysis*, Nova Science Publishers Inc., New York, USA
- Schlacht Irene Lia, 2010. Multidisciplinary Approach for User Reliability, in Benaroya Haym (a cura di), *Lunar Settlements*, CRC Press, Boca Raton, USA
- Schlacht Irene Lia, Birke Henrik, 2010. Visual Design: Color and Light for Well Being in Outer Space, in Benaroya Haym (a cura di), *Lunar Settlements*, CRC Press, Boca Raton, USA
- Seedhouse Erik, 2012. *Interplanetary Outpost. The Human and Technological Challenges of Exploring the Outer Planets*, Springer, Berlin
- Shaffer Mark L., 1981. *Minimum population sizes for species conservation*, *BioScience* 31:2, 131-134
- Simmons Dan, 1991. *Hyperion*, Interno Giallo, Milano
- Tiziani Moreno, 2011. *Professione antropologo*, Edizioni Altravista, Pavia
- Vakoch Douglas A., 2010. Anthropological Contributions to the Search for Extraterrestrial Intelligence, in Dan Werthimer, Karen Meech, Janet Siefert, Michael Mumma (a cura di), *Bioastronomy 2007: Molecules, Microbes, and Extraterrestrial Life*, ASP Conference Series, 420
- Vakoch Douglas A., 2011. The Search for Extraterrestrial Intelligence as an Interdisciplinary Effort in Douglas A. Vakoch, Albert A. Harrison, *Civilizations Beyond Earth*, Berghahn Books, Oxford, New York, USA
- Wason Paul K., 2011. *Encountering Alternative Intelligences: Cognitive Archaeology and SETI*, in Douglas A. Vakoch, Albert A. Harrison, *Civilizations Beyond Earth*, Berghahn Books, Oxford, New York, USA
- Watson Traci, 1993. Can Basic Research Ever Find A Good Home in Biosphere 2?, *Science*, 19 March 1993: 1688-1689