



Antonio Guerci, Stefania Consigliere, Simone Castagno (a cura di)
Il processo di umanizzazione
 Atti del XVI Congresso degli Antropologi Italiani (Genova, 29-31 ottobre 2005)
 Edicolors Publishing, Milano 2006, p. 871-880

Il colore e il design estetico per l'abitabilità umana in missioni spaziali di lunga durata

SCHLACHT Irene Lia^{1,2}, MASALI Melchiorre², FERRINO Marinella¹, MUSSO Giorgio¹

(1) Alcatel Alenia Space Italia S.p.A.

(2) Laboratorio di Antropometria ed Ergonomia Dip. Biologia Animale e dell'Uomo. Università di Torino.

parole chiave:

Questa ricerca vuole presentare lo studio dell'abitabilità per il design del colore di interni in ambienti microgravitazionali preposti a missioni spaziali di lunga durata (Luna, Marte, Phobos). Lo scopo è ottenere i parametri progettuali degli ambienti spaziali, per migliorare le circostanze di vita ed aumentare il rendimento lavorativo degli astronauti. L'obiettivo principale di questo progetto è lo studio della percezione del colore in ambienti spaziali, questa ricerca è sviluppata in collaborazione tra la cattedra di Antropologia di Scienze Biologiche dell'Università di Torino, di Laboratorio di Relazioni Sinestetiche del Politecnico di Milano e l'Equipe di Alcatel Alenia Space Italia S.p.A, dove viene svolta la ricerca sullo studio dell'abitabilità di Missioni spaziali di lunga durata. La nostra attenzione è rivolta all'indagine sugli elementi, le influenze e le differenze della percezione sensoriale negli ambienti spaziali microgravitazionali, in particolare sulla percezioni dei colori. Il progetto è sviluppato attraverso l'analisi delle risposte psicologiche e fisiologiche degli astronauti agli input sensoriali in ambienti microgravitazionali. Lo scopo del lavoro è affrontare il design di un ambiente spaziali secondo un approccio di 'human centered design'. Il design di ogni singolo oggetto di interazione sensoriale dev'essere studiato scondo quest'approccio per aumentare l'affidabilità, il benessere ed il rendimento degli astronauti, nelle missioni di lunga durata.

keywords:

Color and the aesthetic design for the abitability in long duration space missions

This research will present the study of the habitability for the interior design of colors in microgravity conditions, during long duration space missions (Moon, Mars, Phobos). The purpose is to obtain design parameters in space environments, in order to improve living conditions and to upgrade the working productivity.

The main objective of this project will be the study of color perception in space environment, that we are doing in cooperations with the chair of Physical Anthropology of the Turin University, the Laboratory of Synesthetic relationships at Polytechnic of Milan and the Equipe of Alcatel Alenia Space Italia S.p.A, where are ongoing Space habitability studies for Space long duration missions.

The focus point is to discover elements, influences and differences of sensorial perception in confined microgravitational environments, in particular colors perception.

The project is developed through the analysis of psychological and physiological answers of the astronauts to sensorial inputs in microgravitational habitat.

Purpose of the work is to face the design of a Space environment with the 'human centered design' approach. Furthermore the design of every single objects of sensory interaction have to be approached in order to maximize astronaut reliability, well-being and productivity, in long duration missions.

Premesse

Nelle missioni spaziali di lunga durata, caratterizzate da un prolungato soggiorno in un ambiente confinato ed isolato, l'affidabilità dell'uomo rappresenta la chiave di successo della missione stessa.

I nuovi progetti di design in campo spaziale, mirano a testare questo tipo d'affidabilità, per poter pianificare la progettazione di missioni di lunga durata, dove deve essere utilizzato un approccio di tipo 'Human Centered Design', in modo da aumentare l'abitabilità e il rendimento della crew.

La progettazione del colore, secondo questo tipo di filosofia, viene considerata elemento di diretta interazione con l'uomo e quindi deve essere integrata alla pari d'altri aspetti dell'interazione ergonomica, in modo da creare una relazione benefica tra uomo e tecnologia.

Il progetto del colore d'interni nelle missioni spaziali, dovrà dunque considerare la sua interazione fisica, psicologica ed estetica ai fini del benessere dell'equipaggio.

Il colore, infatti, interagisce attivamente nel benessere dell'uomo, soprattutto all' interno di spazi confinati. Di seguito riporteremo alcuni esempi d'interazione:

- Il colore, esaltato dalla giusta luce, ha effetti psicologici positivi: un luogo attraente riduce la fatica, migliora il rendimento, la produttività e i rapporti interpersonali (Romanello, 2002)
- Il colore interviene sull'attività corticale (onde cerebrali), nelle funzioni del sistema nervoso autonomo e nell'attività ormonale, inoltre stimola associazioni estetiche ed emotive.
- Ogni colore influisce su di noi secondo la tinta, saturazione, luminosità, applicazione, dimensioni della superficie, periodo d'esposizione.
- Il colore influenza la percezione della realtà, interagendo nelle sensazioni di distanza, peso, volume, temperatura, tempo e nelle percezioni degli altri sensi.

Da queste premesse s'intuisce, l'importanza di una progettazione del colore, strutturata e cosciente delle influenze sul benessere psico-fisiologico ad esso correlato.

Obiettivo

Per la progettazione della ISS, i colori d'interni avevano come obiettivo (ISS Interior Color Scheme NASA 2001): "orientation and direction cues", "on board inventory management", e "to assure a psychologically acceptable environment" (NASA, 2001).

Per rispondere ad un'ottica di maggior rilievo per il benessere psico-fisico dell'Astronauta, i colori d'interni dovranno avere come obiettivi: benessere, orientamento, supporto delle necessità, al fine di migliorare l'abitabilità dello spazio e aumentare il rendimento della crew.

1. **Benessere psico-fisiologico:** la luce e il colore hanno influenze psico-fisiologiche sulla persona che devono essere considerate nella progettazione, per massimizzare il benessere, aumentare il rendimento e garantire l'affidabilità della persona.
2. **Orientamento:** il senso dell'orientamento in microgravità dopo 3/5 giorni è affidato totalmente alla percezione visiva, per questo motivo bisogna utilizzare una configurazione visiva immediata, creata secondo risposte istintive a "segnali naturali" cui siamo abituati nella vita terrestre, come

"cielo" in alto e "terra" in basso. Secondo il NASA Standard (3.000, 8.4.2, 8.4.3-b), l'orientamento viene innanzi tutto reso attraverso input visivi come il colore, in modo da far direzionare velocemente l'utente.

3. *Supporto delle necessità*: il colore e la luce devono rispettare le necessità delle varie attività svolte nelle aree e aumentare il confort di queste, agevolandone funzioni e bisogni come quello di privacy. Particolare attenzione deve essere posta nell'influenza fisio-psicologica del colore rispetto alle necessità delle varie attività.

Concetti progettuali

Per progettare un ambiente benefico, bisogna studiare la relazione tra uomo e ambiente.

In un ambiente confinato, la carenza più grande è data dall'assenza di un ambiente naturale. Per massimizzare il rendimento e il benessere, "bisogna richiamare le condizioni fisiche e psichiche della normalità caratterizzate da varietà e variazione". (Romanello, 2002).

L'uomo è abituato alle variazioni e alla varietà di luce e ombra, all'alternarsi dei colori freddi e caldi, che "sono indispensabili alla salute: l'omogeneità di questi fattori è, infatti, innaturale e deleteria". (Romanello, 2002).

Secondo Déribéré (1968) le variazioni di colore nei luoghi di lavoro producono: "diminuzione dell'assenteismo, infortuni, disturbi tipici dei lavori monotoni (mal di testa), maggiore gaiezza e socialità.

Secondo Mahnke (1998) la varietà è l'equilibrio tra un ambiente ipostimolante e un ambiente iperstimolante, vale a dire tra unità e complessità, si raggiunge studiando i rapporti tra armonia, contrasto e valenza emotiva dei colori.

In conclusione, il colore d'interni in un habitat confinato deve essere presente in più varietà e avere delle variazioni nel tempo, in modo da riportare le condizioni di varietà e variabilità dinamiche presenti in natura al fine di evitare la creazione di un ambiente statico, privo di stimoli e sfavorevole al benessere psicofisico dell'uomo.

Requisiti

Seguendo gli obiettivi di benessere psico-fisiologico, orientamento e supporto delle necessità, sono stati individuati i seguenti requisiti chiave per la progettazione del colore dello Space Haven: sicurezza, visibilità, supporto delle attività, variazione, varietà, personalizzazione, richiami naturalistici.

A. Sicurezza: il colore e l'illuminazione devono sempre permettere l'orientamento, e supportare i casi e i requisiti d'emergenza e sicurezza anche nei materiali utilizzati.

B. Visibilità: il colore e l'illuminazione devono rispondere ad ogni necessità di visione.

C. Supporto delle attività: la luce e il colore devono essere progettati considerando la loro influenza fisio-psicologica. Devono agevolare sia la pratica, sia il riconoscimento delle diverse attività e bisogni.

D. Variazione: l'ambiente deve variare e poter essere variato nel tempo, deve poter stimolare i sensi come nelle condizioni naturali, in modo da mantenere uno stato normale di coscienza, percezione, attenzione, concentrazione e attività intellettuale.

E. Varietà: attraverso elementi decorativi, colore e luce, bisogna creare un ambiente variato, studiando l'equilibrio tra unità ipostimolante e complessità iperstimolante, per ottenere un ambiente psico-fisiologicamente benefico.

F. Personalizzazione: i colori e la luce devono poter essere modificabili secondo esigenze personali, sia funzionali, sia di gusto estetico, in particolare nelle aree personali come i crew quarters.

G. Richiami naturalistici: devono essere predisposti elementi decorativi, materiali, configurazioni o riferimenti a panorami naturali come fotografie, quadri, video o composizioni di colori che riprendono paesaggi naturali, al fine di supportare psicologicamente l'utente nell'habitat confinato, dare dei riferimenti orientativi, rilassare, ridurre lo stress, riposare la vista dal computer.

Figura 1

L'immagine presenta l'applicazione della luce biodinamica variabile in uno spazio confinato policromo. I requisiti soddisfatti sono: "varietà", "variabilità", "richiamo naturalistico"



Dominanti Cromatiche per Aree

Il colore andrà scelto tenendo conto delle influenze psico-fisiologiche, creando un orientamento dello spazio e in modo da supportare le necessità delle attività che vi si svolgono.

Per orientare, ad ogni ambiente andrebbe associato un colore dominante o un elemento focale di caratterizzazione (come la macchinetta del caffè, che caratterizza e rende riconoscibile, l'area di pausa in un ufficio). È inoltre importante tener conto dell'assenza di gravità, quindi il soffitto e il pavimento dovranno evitare di confondersi ed aiutare ad un riconoscimento istintivo (es. soffitto azzurro, pavimento verde, associabili istintivamente a prato e cielo), oltre a dare l'idea di stabilità in basso e apertura dello spazio in alto.

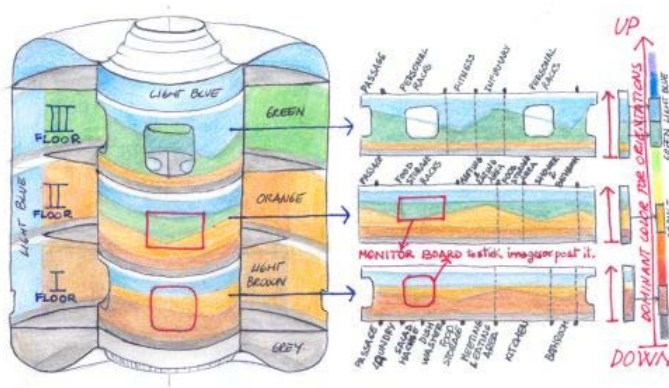
Secondo l'Arch. Marco Bedini (vedi Art. di Rita Lena, Newton 1/5/2000) in assenza di gravità, per un minor apporto d'ossigeno, l'occhio percepisce i colori più attenuati, quindi se si vuole considerare la tipologia di percezione degli astronauti, bisognerà aumentare la saturazione dei colori, per renderli secondo l'effetto progettato.

Per la progettazione del colore, molte sono quindi le variabili da tenere presente e la metodologia applicabile è varia.

Riporterò un esempio di metodologia utilizzabile; si fa nota che nessuna metodologia può essere applicata rigidamente ad un contesto, ma deve essere frutto d'interpretazione, per questo più che un banale e inutile elenco di come colorare i vari ambienti, ho cercato di tracciare le linee guida per la progettazione del colore degli interni spaziali.

Figura 2

Ipotesi di configurazione cromatica per Space Haven 8-2005, Schlacht (2005).



Considerando l'importanza della resa dell'alto e del basso, in un contesto di microgravità, i colori negli interni dovranno rispettare la scala cromatica presente in natura. Si utilizzeranno i colori delle terre in basso (gialli, e varietà d'arancio e di marrone), quelli della vegetazione a seguirsi (verdi), i colori del cielo in alto (azzurri). Questo *concept* dovrà essere applicato sia come colore dominante in una struttura a più piani, sia all'interno d'ogni piano come colori di decoro, ad esempio anche nelle *texture*.

Considerando la funzionalità degli spazi, ogni ambiente dovrà supportare le azioni svolte nel luogo: certamente un ambiente spaziale è totalmente dinamico e multifunzionale, ma nella struttura del progetto devono essere presenti delle linee guida sui luoghi selezionati per mangiare, dormire o lavorare.

Nei luoghi atti al riposo, andranno evitati colori troppo accesi come rossi, gialli, viola, o colori d'alta saturazione. Andranno al contrario favoriti colori freddi come il verde e l'azzurro, considerato il più rilassante e inoltre ottimo per aprire lo spazio dei crew quarters, luoghi adibiti alle attività personali e al sonno, che sono spesso così piccoli da sembrare claustrofobici.

Nei luoghi riservati al pasto invece, gli arancioni stimolano l'appetito e la socialità, mentre i verdi-azzurri sfavoriscono la digestione.

Nei luoghi associati al lavoro, il verde aiuta a stimolare la concentrazione.

Infine, nel bagno, i colori violetti richiamano il senso di sterilizzazione dei raggi ultravioletti, gli azzurri richiamano l'acqua mentre i verdi sono da evitare, se possono creare riflessi visibili sul viso allo specchio, che tendono a conferire un'apparenza malsana.

Ogni colore dominante, associato alla funzione di un ambiente, aiuterà anche nell'orientamento; è importante bilanciare comunque tutti i colori, quindi se utilizziamo una dominante azzurra per il bagno o per i crew quarters, questa andrà considerata come dominante fredda e bilanciata con dominanti calde da utilizzare nei particolari o negli accessori, come arancio, giallo, fuxia ecc. Si avrà cura di mantenere il rispetto del gusto creando soluzioni anche esteticamente gradevoli.

Secondo Romanello, in ambienti confinati e chiusi "bisogna cercare di avvicinarsi all'ambiente naturale aperto, ricreando luce naturale, senso del verde, del cielo azzurro. L'uomo privato della natura, la richiamerà nei colori che lo circondano, ricevendone influssi positivi". (Romanello 82, 2002).

Secondo il NASA standard 3.000, nella decorazione, fondamentale è la riduzione dello stress, attraverso immagini o decorazioni che riprendono temi naturalistici (8.12.2.3-d)".

Per aumentare il senso di spazialità, i colori possono essere composti in fasce orizzontali e oblique, che creano il senso del peso e la vastità dello spazio. La composizione dovrebbe richiamare anche astrattamente la struttura dei paesaggi naturali (con colori freddi in alto e caldi in basso), per incrementare il benessere e l'orientamento alto e basso.

Inoltre, essendo questi spazi comunque sempre ristretti, andranno adottate tutte le tecniche per favorirne un'apertura quantomeno percettiva, eliminando, ad esempio, gli stacchi di colore negli angoli.

Altri elementi per favorire il benessere

Riporto alcuni elementi di supporto al benessere, all'orientamento e alle funzionalità dello spazio confinato. Viene proposto ad esempio l'utilizzo di monitor e decori per creare dei richiami naturalistici, di grande beneficio in uno spazio confinato artificiale, oppure l'applicazione di decori e luci al fine di ampliare la percezione dello spazio troppo ristretto.

- *Monitor*: hanno lo scopo di proiettare immagini naturalistiche come video (es. ripresa fissa dell'acqua che scorre), per aumentare il benessere, diminuire lo stress, creare elementi di svago e supportare lo svolgimento delle attività. In particolare possono migliorare la comunicazione tra la crew, e tra la crew e la terra, oltre a creare elementi di riferimento a scopo di meeting point.
- *Board*: superficie personalizzabile dove è possibile attaccare *post-it* o immagini come poster di paesaggi o quadri, questi "equilibrano pulsazioni corporee e lasciano riposare la vista" (Romanello p.79, 2002).
- *Luce biodinamica*: risponde ai requisiti del NASA STD 3000, 8.12.2.2-e: "Variation in lighting quantity, direction, brightness, and predominant wavelength may be utilized to influence perceived spaciousness and create visual variety".

La luce varia autonomamente d'intensità e temperatura di colore e riprende concettualmente il ciclo solare naturale, oltre a rendere il senso del trascorrere del tempo. Comprende la parte benefica dei raggi ultravioletti, in modo da far beneficiare la crew dei vantaggi dell'esposizione alla luce solare. La "diminuzione di virus nell'aria può rendere l'ambiente più sano e far diminuire raffreddori e influenze, col beneficio di ridurre l'assenteismo" (Romanello, 2002). Tali aspetti tuttavia devono essere verificati in un contesto di missione spaziale.

Considerando una situazione di microgravità, dove l'alto e il basso sono appositamente creati come riferimenti per l'orientamento, la luce dovrà essere posizionata nell'alto adottato di riferimento per aumentare l'orientamento alto e basso.

Conclusioni

Il colore e la decorazione d'interni influiscono sul nostro benessere psicologico e creano reazioni fisiologiche; in ambienti confinati queste reazioni si accentuano e la loro progettazione diviene di fondamentale importanza.

In missioni spaziali di lunga durata, i colori e i decori d'interni devono avere come obiettivi: benessere psico-fisiologico, orientamento, supporto delle attività.

In ambienti isolati dall'ambiente naturale, per massimizzare il rendimento e il benessere, bisogna richiamare, attraverso elementi di stimolo, le condizioni fisiche e psichiche della normalità, caratterizzate da varietà e variazioni naturali che intercorrono nel trascorrere del tempo.

Considerando i bisogni dell'habitat, sono stati quindi delineati i seguenti requisiti di progetto del colore e decoro: sicurezza, visibilità, flessibilità, variazione, varietà, personalizzazione, richiami naturalistici.

Seguendo i requisiti e gli obiettivi delineati, sono state proposte come aesthetic elements of Space Haven le seguenti implementazioni: decori cromatici d'ispirazione paesaggistica, monitor d'applicazione multifunzionale, boards personalizzabili e infine luci variabili biodinamiche, che ricreano i benefici psico-fisiologici della luce solare.

L'obiettivo di questa ricerca è formulare delle linee guida per la progettazione del colore di uno spazio confinato nelle missioni di lunga durata, secondo una logica di "Human centered design". In particolare è stata rilevata l'importanza dell'influenza dell'ambiente sul benessere e il rendimento dei soggetti; per questo la progettazione d'ogni elemento dovrà avere basi ergonomiche, psicologiche, fisiologiche ma anche considerare un benessere emozionale, quale può risultare, ad esempio, dalla soddisfazione del gusto personale.

Ringraziamenti

Prof. Dina Ricco (Politecnico di Milano); Dott. Marinella Ferrino, Arch. Giorgio Musso, Ing. Enrico Gaia e Ing. Vincenzo Guarnieri (AAS-I); Ing. Blaine Session (SOFITER); Prof. Giulio Bretagna (direttore dell'Osservatorio colore Liguria); Prof. Gianni Camattari (centro di Psicologia del colore, Milano); Equipe del Laboratorio Colore, Laboratorio Luce, Spin Design (Politecnico di Milano) e la Prof.ssa Nicoletta Facchini.

Bibliografia

- Bretania G., 2003, *Il colore nello spazio abitato*, Dispensa: Laboratorio Colore, Politecnico di Milano, Milano, Italy.
- Burzio L., 2001-2, *Abitare lo spazio*, Tesi di Laurea: Politecnico di Torino, Torino, Italy.
- De Grandis L., 1996, *Teoria e uso del colore*, Mondadori, Milano, Italy.
- Déribéré M., 1968, *Dipingere la casa*, Zanichelli, Bologna, Italy.
- Dominoni A., 2002, *Industrial Design for Space*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo, Milano, Italy.
- Joao Durao M., Favata P., 2003, *Color Considerations For The Design Of Space Habitats*, AIAA 2003-6350, Long Beach, California.
- Itten J., 1997, *Arte del colore*, Ed. Ridotta Est, Milano, Italy.
- Mahnke F., 1998, *Il colore nella progettazione*, Ed. Hutlet, Torino, Italy.
- NASA, 2001 February, *ISS Interior Color Scheme (SSP 50008 Rev.C)*, Johnson Space Center, Houston, Texas, 2001.
- NASA, 1995, *STD 3000*, cap.8.
- NASA, Mary Connors M., Harrison A., Akins F., 1985, *Living Aloft: Human Requirements for Extended Spaceflight*, cap: 2-3.
- Riccò D., 1999, *Sinestesie per il design*, Etas, Milano, Italy.
- Rita L., 2000, *Ambienti confinati*, Articolo: Newton, 01 Maggio 2000.
- Romanello I., 2002, *Il colore: espressione e funzione*, Hoepli, Milano, Italy.