

## NEUROESTETICA E AMBIENTE PERCETTIVO: PENSARE STRUTTURE INTERATTIVE A 3 DIMENSIONI

Sara Invitto \*

\* DiSTeBA Università del Salento, Italy

### Abstract

Negli ultimi anni molte ricerche hanno posto l'attenzione su come le tecnologie legate alle neuroscienze cognitive possono essere di supporto nell'ambito delle strutture didattiche e museali.

Scopo di questo lavoro è presentare, in maniera sintetica e integrata, come in differenti situazioni legate all'ambiente percettivo museale o ai beni culturali la realtà virtuale e la neuroestetica possano essere elementi di supporto.

Si prenderanno in considerazione recenti ricerche legate alle neuroscienze cognitive e alla realtà virtuale e si analizzerà come, in una condizione legata al contesto, esse possano essere applicate per un ambiente ergonomico e interattivo, che favorisca la motivazione del soggetto durante la fase di acquisizione dell'informazione artistica/storica o ambientale/scientifica.

### Keywords

Neuroestetica, Ergonomia, Apprendimento Museale

### *Introduzione: Neuroestetica ed Embodied Cognition*

Negli ultimi anni molte ricerche hanno posto l'attenzione su come le tecnologie legate alle neuroscienze cognitive possano essere di supporto nell'ambito delle strutture didattico-museali.

In questo lavoro presenterò brevemente come, in contesti legati all'ambiente percettivo museale e ai beni culturali, gli studi di neuroestetica e l'ausilio di nuove tecnologie interconnesse con le nuove scoperte neuropsicologiche, possano diventare elementi di supporto per i luoghi in cui il soggetto sperimenta un contesto didattico, artistico e culturale.

La Neuroestetica<sup>1,2</sup> è una nuova corrente che emerge da premesse di psicofisiologia e di neuroscienze cognitive, nata un ventennio fa da alcuni studi di Semir Zeki, uno dei massimi neurobiologi contemporanei. Ricerche in questo settore si occupano di come il nostro sistema neurocognitivo possa analizzare stimoli visivi e sinestesici legati all'arte o all'estetica in senso più ampio.

---

<sup>1</sup> Zeki, S., Lamb, M., (1994) *The neurology of kinetic art* Brain 117 (3): 607-636

<sup>2</sup> Ramachandran V.S., Hirstein W., (1999) *The science of art: a neurological theory of aesthetic experience* Journal of Consciousness Studies Volume 6, Numbers 6-7, pp. 15-51(37)

Esempio di come questa nuova corrente abbia avuto grande risonanza in campo culturale è la recente Conferenza su Arte e Percezione (Bruxelles 2010), dove si sono esaminati vari aspetti legati alle scienze cognitive, alla percezione, all'arte e ai fenomeni estetici, in un ambito metodologicamente eterogeneo e basato su diversi approcci teorici<sup>3</sup>. È emerso come gli utenti possano percepire l'arte e l'estetica da un punto di vista psicologico e neuropsicologico e come questa visione possa cambiare lo stesso concetto di arte. Scopo di questa interazione eterogenea è quello di sviluppare abilità critiche, nuove e trasversali, e autogestione didattica, includendo livelli comunicativi virtuali modulati dalla semplice attività cerebrale e dall'attivazione attenzionale del soggetto, potenziando inoltre i livelli di motivazione dell'utente. Questo costrutto si fonda sulle teorie della Embodied Cognition<sup>4</sup>, legata a recenti ricerche nel campo delle scienze cognitive, dei sistemi dinamici, dell'intelligenza artificiale, della robotica e della neurobiologia. Per la *embodied cognition* l'apprendimento multipercettivo permette di valutare come il sistema motorio e percettivo influenzi la cognizione e potenzi capacità e connettività cerebrali: il corpo modula i processi di apprendimento e aumenta le capacità attenzionali e motivazionali. In un classico contesto di didattica museale il corpo è parzialmente inattivo perché l'utente deve 'vedere' senza avere la possibilità di visionare fisicamente lo stimolo.

I livelli che vengono attivati in un visitatore museale, in situazioni di elevata '*competence*' dell'oggetto percepito, sono livelli simbolici e affettivi. In situazioni di elevata competenza artistica, si può presentare, davanti alla visione dello stimolo reale, oggetto di osservazione, uno scompenso affettivo ed emozionale, dovuto alla semplice interazione visiva con l'oggetto. Si tratta, in questo caso, di far parte di un 'insieme' gestaltiano<sup>5</sup> di relazione con una sorta di oggetto transizionale immaginato di cui, in una situazione museale o legata ai beni culturali, si può avere un'esperienza diretta. Questa sindrome è chiamata Sindrome di Stendhal o sindrome da "hyperkulturemia"<sup>6</sup>. Sintomi simili possono essere elicitati da esperienze culturali estreme, specialmente se vissuti a lungo e rappresentati da esperienze

---

<sup>3</sup> Augustin M. D., Wagemans J., (2012) *Empirical aesthetics, the beautiful challenge: An introduction to the special issue on Art & Perception* i-Perception volume 3, pages 455–458

<sup>4</sup> Varela, F. J., Thompson, E., T., Rosch, E. (1992). *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*.

Cambridge, MA: The MIT Press

<sup>5</sup> Goldstein K., (1939/1995). *The Organism: A Holistic Approach to Biology Derived from Pathological Data in Man*. Zone Books

<sup>6</sup> Fried RI. The Stendhal syndrome (1988) *Hyperkulturemia*. *Ohio Med*; 84: 519–20

significative per il soggetto, anche a livello religioso, ad esempio nella “Jerusalem syndrome” che si presenta in siti storici o religiosi<sup>7</sup>.

L’interazione del soggetto con l’oggetto da osservare e/o apprendere è un’interazione estremamente complessa che richiede processi cognitivi sia di tipo top down (guidati dalle conoscenze, dalle esperienze empiriche e dalle rappresentazioni semantico/cognitive del soggetto), sia di tipo bottom up (guidate essenzialmente dalle caratteristiche dell’oggetto, in una condizione di ‘neutralità percettiva’). Nel caso della Sindrome di Stendhal o nelle situazioni di elevata competenza culturale i processi che guidano l’analisi del percetto sono sicuramente di tipo Top Down. In soggetti naïve, invece, l’analisi può essere sia di tipo top down che di tipo bottom up. Vediamo qui come una ricerca di neuroestetica ha analizzato il modo in cui soggetti naïve osservano contesti artistici e ambientali. Lo studio di Massaro et al. (2012)<sup>8</sup> ha preso in considerazione l’influenza dei processi bottom-up e top-down sul processamento visivo mentre soggetti naïve osservavano dipinti artistici. Ai soggetti è stato chiesto di osservare dipinti a colori o in bianco e nero, categorizzati come dipinti statici o dinamici; metà delle immagini rappresentavano dipinti con contesti naturali e metà con soggetti umani: i risultati sul comportamento dei movimenti oculari (saccadi) e dei punti di fissazione (entrambi misurati con un eye tracker) hanno evidenziato come in rappresentazioni artistiche con soggetti umani (dipinti con volti o con *affordance*<sup>9 10</sup> di movimento) i processi top-down prevalevano sui livelli bottom up. Al contrario, i processi bottom up prevalevano nell’analisi di immagini a contenuto ambientale (quadri con rappresentazioni naturalistiche). Questi risultati possono essere discussi in funzione di una rimodulazione della ‘embodied perception’. La relazione tra processi top down e bottom up sembra emergere dai contenuti presentati nello stimolo artistico. Quando i soggetti osservavano rappresentazioni con immagini umane, prevaleva un’analisi top down, con particolare attenzione di focalizzazione dello sguardo sulla parte del volto umano (questo livello di *analisi del volto* si manifesta comunque, a qualsiasi età e a qualsiasi livello di presentazione dello stimolo, perché è evolutivamente funzionale). Questi risultati indicano che l’analisi di modelli d’arte e il contenuto semantico degli stessi non possono essere riferiti esclusivamente ai classici fattori

<sup>7</sup> Bar-El Y, Durst R, Katz G, et al. (2000) Jerusalem syndrome. Br J Psychiatry; 176: 86–90

<sup>8</sup> Massaro D, Savazzi F, Di Dio C, Freedberg D, Gallese V, et al. (2012) When Art Moves the Eyes: A Behavioral and Eye-Tracking Study. PLoS ONE 7(5):e37285

<sup>9</sup> Gibson J.J., The ecological approach to visual perception. Houghton Mifflin, Boston, 1979

<sup>10</sup> *Le affordance* visive sono caratteristiche dell’oggetto che rendono esplicita la sua funzione di manipolazione: ad esempio una tazza con un manico ha un’alta *affordance* visiva per il movimento di presa della tazza. Più alta è l’*affordance* visiva, più sarà intuitivo l’utilizzo dell’oggetto osservato.

socio culturali, ma coinvolgono la *embodied cognition*, o, più specificatamente, segnali di feedback dalle aree che coinvolgono le aree visive corticali e i circuiti cerebrali sensomotori e premotori (in presenza di affordance motorie dello stimolo presentato).

Come indicano Freedberg and Gallese<sup>11</sup>, l'ipotesi della 'embodied simulation' favorirebbe un'analisi motoria dell'azione, una via 'prerazionale' per dare senso alle azioni, alle affordance visive e alle emozioni espresse nell'immagine.

### *Musei, Beni Culturali, Realtà Virtuale e Accessibilità all'Utenza*

Ora, partendo da questi risultati, possiamo immaginare come sia 'cognitivamente' utile, per l'utente che partecipa ad una visione didattico/museale, poter agire direttamente con l'oggetto, sia in senso reale che in senso virtuale. Su questo punto possiamo usufruire dell'aiuto della realtà aumentata e della realtà virtuale: grazie a queste nuove tecnologie è possibile rendere fruibile tutto il patrimonio museale e renderlo accessibile con differenti tipi di dispositivi anche a differenti tipi di utenze. Inoltre questa interazione nasce anche dalle crescenti teorie di feedback strutturale, nate dalla Customer Satisfaction, per le strutture didattiche. All'interno di presupposti teorici legati all'accessibilità dell'utenza, all'ergonomia cognitiva, all'ergonomia nella disabilità (flessibilità d'uso, informazione percettibile, basso sforzo fisico, equità d'uso) e alle possibilità diverse di apprendimenti, sarebbe utile potenziare l'uso delle nuove tecnologie informatiche per sviluppare un approccio ergonomico per tutte le categorie di utenza, anche per l'interfaccia didattica.

Si potrebbero potenziare studi di facilitazione percettiva, ad esempio analisi dei colori, delle posizioni, e delle forme degli oggetti presenti nelle strutture museali, per agevolare la comprensione e l'apprendimento e per evitare la diminuzione degli stati attentivi durante l'osservazione museale. Cito qui un recente studio (M. De Tommaso et al., 2013)<sup>12</sup> legato all'ergonomia visiva architettonica e artistica: questo lavoro si è avvalso dell'aiuto della realtà virtuale per valutare come le attività cerebrali possano attivarsi in funzione di diversi

---

<sup>11</sup> Freedberg D, Gallese V (2007) Motion, emotion and empathy in esthetic experience. *Trends in Cognitive Sciences* 11: 197–203.

<sup>12</sup> De Tommaso M., Ricci K., Laneve L., Savino N., Antonaci V., and Livrea P., (2013) *Virtual Visual Effect of Hospital Waiting Room on Pain Modulation in Healthy Subjects and Patients with Chronic Migraine Pain Research and Treatment* pp. 1-8

tipi di ambienti e di come gli ambienti, a loro volta, possano diventare assisted-living in funzione dell'ergonomia percettiva.

In questo studio si è testato l'effetto di un ambiente 'rilassante', creato con la realtà virtuale (nel caso specifico veniva ricreata un'immagine di una stanza con vista sul mare), rispetto ad una classica visione di una stanza 'clinica' ospedaliera (anch'essa presentata attraverso la realtà virtuale). Gli effetti sono stati testati sulle sensazioni soggettive e sulle risposte corticali indotte dai 'potenziali evocati laser' sia in soggetti normali che in soggetti che presentavano dolore cronico. Nei soggetti clinici si è registrata una significativa variazione di risposta ai potenziali laser, in funzione di una diminuzione della percezione dello stimolo doloroso - esperienza nocicettiva- quando si trovavano nella condizione in cui il contesto ambientale era presentato in realtà virtuale (vista sul mare) e non clinico (stanza ospedaliera). Il contesto architettonico può modulare, quindi, la percezione del dolore e la sensazione di benessere, a secondo dello stato del soggetto. In questo caso l'uso della realtà virtuale è uno strumento valido per analizzare gli outcomes del soggetto in funzione dell'ambiente proposto. Questo studio ci indica come il contesto architettonico, l'analisi dei colori, del prospetto e della situazione da sperimentare, possano diventare un elemento facilitante la gestione di una situazione di stressor, sia fisiologico (esperienza nocicettiva) che cognitivo o comportamentale.

Adeguare l'ambiente e renderlo tale da inserire caratteristiche ergonomiche nello stesso faciliterebbe, potenzialmente, tutti i livelli attentivi e cognitivi durante l'apprendimento.

Un ulteriore lavoro con la realtà virtuale è stato condotto per valutare la relazione ambientale tra il sè e gli oggetti.<sup>13</sup> Questo studio ha analizzato due diversi tipi di orientamento in funzione di indicazioni ambientali e di posizionamento del soggetto: *l'orientamento egocentrico*, che include cues (indizi) che dipendono dalla posizione dell'osservatore e *l'orientamento allocentrico*, che è mantenuto attraverso indizi di forme ambientali e coinvolge la memoria a breve termine. Questo lavoro ha evidenziato come, in situazioni legate al contesto, i riferimenti egocentrici declinino con l'età: tale indicazione può risultare particolarmente interessante nei casi di allestimento di strutture didattiche/museali per, ad esempio, utenze con differenti range d'età.

Un'ulteriore applicazione della realtà virtuale è legata alla ricostruzione tridimensionale di oggetti che hanno perso la loro forma originale o che non possono essere esaminati

direttamente (es. organi corporei)<sup>14</sup>. In un lavoro legato all'ambito museale, si è ricostruito in 3D una mano mummificata. Analizziamo questo lavoro per dimostrare, ancora una volta, la fattibilità dell'uso di tecnologie mediche di realtà virtuale in ambito didattico/museale. L'*Ulster Museum* aveva ottenuto la mano di una mummia, proveniente da Tebe, senza nessun tipo di identificazione informativa. La mano mummificata è stata studiata attraverso una semplice radiografia, e successivamente è stata ricostruita attraverso un sistema di Tomografia Assiale Computerizzata con ricostruzione 3D (3D CT). Lo studio di Imaging semplice ha rivelato una serie di fratture del polso, metacarpi e falangi, mentre la 3D CT ha riprodotto il volume di strutture interne. L'assenza di tutte le caratteristiche di guarigione ossea nei siti di frattura potrebbe indicare che si sono verificati poco prima della morte o durante il reperimento (in fase di scavo archeologico). Pertanto, attraverso l'uso della realtà virtuale e della ricostruzione 3D, anche alcune ricerche paleontologiche potrebbero essere eseguite senza la necessità di manipolazione e analisi fisica del campione originale.

#### *Sistema Aptico e Ambiente Museale/Beni culturali*

Ultimo livello che vorrei integrare, in un discorso legato alle nuove tecnologie, alla neuroestetica e alle strutture didattiche legate ai beni culturali, è il coinvolgimento del tatto e dell'udito all'interno di un discorso di sperimentazione della struttura da visitare.

Nelle strutture Museali, per le caratteristiche rare e logorabili degli oggetti esposti, è impossibile, per il visitatore, accedere all'oggetto se non attraverso la sua sola visione. Creare prototipi legati alla percezione tattile e uditiva degli oggetti esposti potrebbe incrementare l'interesse e il coinvolgimento sensoriale dello 'spettatore', che diventerebbe uno spettatore partecipante, attivo e totalmente coinvolto dall'esperienza sinestesica.

I lavori con la Brain Computer Interface (BCI) hanno dimostrato che esiste una forte influenza sull'efficacia e sull'usabilità nelle applicazioni del mondo clinico, che potrebbe essere applicata nel campo di osservazione da noi preso in esame. In un recente lavoro di

---

<sup>13</sup> Byagowi, A., Moussavi, Z., 2012, Design of a Virtual Reality Navigational (VRN) Experiment for Assessment of Egocentric Spatial Cognition, 34th Annual International Conference of the IEEE EMBS San Diego, California USA

<sup>14</sup> Winder, R.J., Glover, W., Goltz, T., Wulf, J., McClure, S., Cairns, H., Elliott M. (2005) "Virtual unwrapping" of a mummified hand Studies in Health Technology and Informatics, Volume 119; Pages 577-582

Chin et al. (2010)<sup>15</sup> si è investigato come un'attivazione prodotta attraverso la Brain Computer Interface, in un compito di immaginazione motoria, possa interagire con una mano virtuale, in un compito di feedback 3D con Realtà Aumentata. Il soggetto sperimentava l'interazione con le mani virtuali in 3D, sovrapposte alle mani reali e interagiva con il monitor. Durante l'esecuzione del compito con immaginazione motoria, il soggetto riceveva un continuo feedback visivo dalla BCI sotto forma di diversi gradi, per raggiungere le azioni delle mani virtuali e afferrare altri oggetti virtuali. I soggetti che hanno partecipato all'esperimento hanno percepito il feedback di realtà aumentata e virtuale come più coinvolgente e motivante. Anche questo livello, al momento molto costoso, ma in futuro probabilmente più accessibile, può essere utilizzato in una struttura museale (es. interazione fisica con oggetti logorabili).

Un ulteriore ambito applicativo della Realtà Aumentata è lo sviluppo di questo campo per l'utenza diversamente abile<sup>16</sup>.

Infatti, nel lavoro di Evett et al. (2002), gli autori hanno sviluppato un sistema di interfaccia vocale per un museo virtuale. Tale sistema è stato utilizzato per migliorare l'accesso alle tecnologie di realtà virtuale per utenti diversamente abili, che non hanno le competenze o le capacità fisiche per utilizzare una tastiera e un mouse standard; queste interazioni plurisensoriali indicano un livello di interazione tra sistemi biomedicali, realtà aumentata ed ergonomia percettiva.

Ad oggi, molto si costruisce e si conosce per i sistemi di informazione visivi e uditivi, mentre il sistema di manipolazione tattile e di discriminazione tattile è stato poco analizzato e i risvolti applicativi per lo studio dell'attività aptica sono pochi.

Il coinvolgimento del sistema aptico è fondamentale per il riconoscimento visivo e permette lo sviluppo, in fase embrionale, del sistema vestibolare (legato all'equilibrio, all'attività cinestesica, e successivamente alla discriminazione di frequenze sonore).

Il sistema aptico è il primo senso che sviluppa ed integra l'acquisizione delle informazioni e la manipolazione ambientale<sup>17</sup>. A un livello percettivo, e non puramente sensoriale, il tatto crea un ponte ontologico tra lo sviluppo interpersonale e intrapersonale e contribuisce alla

---

<sup>15</sup> Chin, Z. Y., Hang, K.K., Wang C., Guan, C., (2010) Online performance evaluation of motor imagery BCI with augmented-reality virtual hand feedback *Annual Conference of IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*;3341-4.

<sup>16</sup> Evett L. and Tan Y. K. (2002) Talk your way round--a speech interface to a virtual museum *Disability and Rehabilitation*, Vol. 24, No. 11-12 : Pages 607-612

<sup>17</sup> Ackerman M.J., Nocer C.C., and Bargh J.A. (2010) *Incidental Haptic Sensations Influence Social Judgments and Decisions* Science. June 25; 328(5986): 1712–1715

conoscenza metaforica. Le sensazioni tattili di base, infatti, influenzano i processi cognitivi nelle vie dimensione-specifica e metaforico-specifica. Riuscire a coinvolgere il sistema aptico e il sistema visivo in strutture museali faciliterebbe la comprensione degli oggetti, sia per utenti diversamente abili, che per utenti normodotati.

I bambini, ad esempio, se manipolano oggetti e li discriminano a livello tattile, spesso possono avere una facilitazione nel riconoscimento visivo degli stessi<sup>18</sup>. In realtà i moduli cerebrali coinvolti sono differenti anatomicamente e funzionalmente e la maggior stimolazione della sensorialità visiva (le afferenze visive sono maggiori di quelle tattili) permette una maggior specializzazione nei tempi di discriminazione per la modalità visiva, ma questa può essere integrata dalla modalità aptica che attiva altri tipi di rappresentazioni cognitive.

Ancora il sistema tattile è coinvolto nel riconoscimento di situazioni emotigene. Modelli di simulazione del riconoscimento dell'espressione hanno evidenziato come esistano delle rappresentazioni di espressioni percepite e come queste seguano le stesse mappe cerebrali delle rappresentazioni sensomotorie (sinestesie mirror touch)<sup>19</sup>. L'esperienza sinestesica mirror touch<sup>20</sup> è legata alla stimolazione sensomotoria dei network aptici (regioni cerebrali attive durante l'osservazione passiva e l'esperienza aptica): ciò implica un coinvolgimento, durante la stimolazione aptica, dell'attivazione emotigena e del riconoscimento emotigeno.

L'identificazione della forma<sup>21</sup> è una proprietà dell'oggetto, che esiste inerentemente alla visione e al tatto ed è processata nella corteccia occipitale laterale (LOC). Studi recenti hanno evidenziato che la forma può essere percepita virtualmente attraverso una stimolazione sonora, costruita con algoritmi. Queste ricerche hanno offerto l'opportunità di testare, attraverso la Risonanza Magnetica Funzionale, la generalizzabilità del LOC in modalità cross sensoriali (riconoscimento della forma attraverso il tatto, la visione, l'udito).

Questi risultati legati alle interazioni sensoriali tendono dunque a farci allontanare dall'idea classica di 'museo', di esperienza didattica 'visiva' o prevalentemente di conoscenza semantica dello stimolo visivo. L'interazione, la manipolazione, l'ascolto, contestualmente

---

<sup>18</sup> Kalagher H., and Jones S.S. (2011) Developmental change in young children's use of haptic information in a visual task: The role of hand movements *Exp Child Psychol.* February ; 108(2): 293–307

<sup>19</sup> Banissy, M.J., Garrido L., Kusnir, F., Duchaine, B., Walsh, V., and Ward J., (2011) *Superior Facial Expression, But Not Identity Recognition, in Mirror-Touch Synesthesia* The Journal of Neuroscience, February 2, 31(5):1820–1824

<sup>20</sup> La sinestesia Mirror Touch è un processo di 'imitazione' corticale in cui il soggetto che osserva altri soggetti che compiono un'azione aptica, attivano gli stessi network aptici cerebrali, pur non effettuando l'azione osservata.



all'esperienza visiva, potenziano e aprono canali di conoscenza dell'oggetto che possono contribuire a nuovi livelli di rappresentazione degli stessi e alla formazione di concetti che potremmo definire, con una metafora, a tre dimensioni, e non bidimensionali, come invece ci viene proposto in contesti classici.

### *Conclusioni*

L'idea che nasce da questi lavori e da queste considerazioni è che ci sarà sempre di più un'interazione tra contesti didattici, contesti museali, ambiti legati all'accesso dell'utenza e campi legati alle nuove tecnologie (realtà virtuale e realtà aumentata), alle neuroscienze cognitive e alla neuroestetica.

Chi costruisce sistemi di Realtà Virtuale non può prescindere da tutti i sistemi legati alla percezione entoptica, alle illusioni ottiche, alle correlazioni tra postura e visione, tutti temi investigati dalle neuroscienze cognitive. Così chi prepara un allestimento museale o pensa ad un'utenza per una visione didattica di elementi museali o dei beni culturali dovrebbe interfacciarsi con chi si occupa di ergonomia percettiva, di customer satisfaction, e di apprendimento multimodale. Perché, come ho descritto precedentemente nell'articolo, anche la sola visione, in funzione delle affordance dell'oggetto percepito, genera nel nostro sistema nervoso attivazioni multisensoriali e crea connettività tra le aree cerebrali. Quella che viene chiamata *embodied simulation*, è una sorta di teatro cerebrale, un sogno ad occhi aperti su quello che la scena o l'immagine che il soggetto sta osservando rappresenta, vissuta non a livello 'monodimensionale' ma in tutte le caratteristiche sensoriali, motorie ed emozionali che la scena stessa o l'immagine può evocare. Il cervello osserva e sperimenta, rivive, agisce, ma in maniera 'endogena', senza che ci siano feedback comportamentali esterni.

Dunque deve essere promossa un'interazione tra contesti didattici, contesti museali, ambiti legati all'accesso dell'utenza e campi legati alle nuove tecnologie e alle nuove correnti scientifiche. Non potrebbe essere diversamente, se vogliamo considerare che è ormai lontana l'idea di apprendimento come puro elemento didascalico. L'apprendimento e la comprensione dello stimolo coinvolgono molteplici livelli sia di tipo sensoriale che di tipo cognitivo e affettivo.

---

<sup>21</sup> Kim J.K., and. Zatorre R.J., (2011) *Tactile–Auditory Shape Learning Engages the Lateral Occipital Complex* The Journal of Neuroscience, May 25 31(21):7848 –7856

Emerson, filosofo americano del diciannovesimo secolo, affermava che “la nostra forza intellettuale e attiva aumenta insieme al nostro coinvolgimento affettivo”<sup>22</sup>. L’utente, a qualsiasi età e a qualsiasi cultura o capacità cognitiva appartenga, apprende attraverso una complessa interazione sensoriale e affettiva, che deve essere permessa ed esplicitata in situazioni di contesti di apprendimento. Se l’ambiente rimane un ambiente ‘statico’ e non dinamico, piuttosto che interattivo ed emozionalmente coinvolgente, il livello di apprendimento o di comprensione sarà sicuramente inferiore rispetto alle possibilità reali dell’utente.

Uno scambio interculturale e scientifico su diversi piani può permettere che cambi il livello di conoscenza e la prospettiva scientifica stessa della conoscenza, non solo dell’utente, ma anche del proponente, modificando lentamente un paradigma poco interattivo, di cui sono parte entrambi.

---

<sup>22</sup> Emerson R.W. (1870) *Society and Solitude Reprint Publisher: Cosimo Classics (November 1, 2005)*

## BIBLIOGRAFIA

ACKERMAN M.J., NOCER C.C., and BARGH J.A. (2010) *Incidental Haptic Sensations Influence Social Judgments and Decisions* *Science*. June 25; 328(5986): 1712–1715

AUGUSTIN M. D., WAGEMANS J., (2012) *Empirical aesthetics, the beautiful challenge: An introduction to the special issue on Art & Perception* *i-Perception* volume 3, pages 455–458

BANISSY, M.J., GARRIDO L., KUSNIR, F., DUCHAINE, B., WALSH, V., and WARD J., (2011) *Superior Facial Expression, But Not Identity Recognition, in Mirror-Touch Synesthesia* *The Journal of Neuroscience*, February 2, 31(5):1820 –1824

BAR-EL Y, DURST R, KATZ G, ET AL. (2000) Jerusalem syndrome. *Br J Psychiatry*; 176: 86–90

BYAGOWI, A., MOUSSAVI, Z., 2012, *Design of a Virtual Reality Navigational (VRN) Experiment for Assessment of Egocentric Spatial Cognition*, 34th Annual International Conference of the IEEE EMBS San Diego, California USA

CHIN, Z. Y., HANG, K.K., WANG C., GUAN, C., (2010) *Online performance evaluation of motor imagery BCI with augmented-reality virtual hand feedback* Annual Conference of IEEE Engineering in Medicine and Biology Society;3341-4.

DE TOMMASO M., RICCI K., LANEVE L., SAVINO N., ANTONACI V., AND LIVREA P., (2013) *Virtual Visual Effect of Hospital Waiting Room on Pain Modulation in Healthy Subjects and Patients with Chronic Migraine* *Pain Research and Treatment* pp. 1-8

EVETT L. AND TAN Y. K. (2002) *Talk your way round--a speech interface to a virtual museum* *Disability and Rehabilitation*, Vol. 24, No. 11-12 : Pages 607-612

FREEDBERG D, GALLESE V (2007) *Motion, emotion and empathy in esthetic experience*. *Trends in Cognitive Sciences* 11: 197–203.

FRIED RI. *The Stendhal syndrome (1988)* *Hyperkulturemia*. *Ohio Med*; 84: 519–20

GIBSON J.J., *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin, Boston, 1979

GOLDSTEIN K., (1939/1995). *The Organism: A Holistic Approach to Biology Derived from Pathological Data in Man*. Zone Books

KALAGHER H., and JONES S.S. (2011) *Developmental change in young children's use of haptic information in a visual task: The role of hand movements* *Exp Child Psychol*. February ; 108(2): 293–307

KIM J:K., and ZATORRE R.J., (2011) *Tactile–Auditory Shape Learning Engages the Lateral Occipital Complex* *The Journal of Neuroscience*, May 25 31(21):7848 –7856

MASSARO D, SAVAZZI F, DI DIO C, FREEDBERG D, GALLESE V, ET AL. (2012) *When Art Moves the Eyes: A Behavioral and Eye-Tracking Study*. PLoS ONE 7(5):e37285

RAMACHANDRAN V.S., HIRSTEIN W., (1999) *The science of art: a neurological theory of aesthetic experience* Journal of Consciousness Studies Volume 6, Numbers 6-7, pp. 15-51(37)

VARELA, F. J., THOMPSON, E., T., ROSCH, E. (1992). *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. Cambridge, MA: The MIT Press

WINDER, R.J., GLOVER, W., GOLZ,T., WULF, J.,MCCLURE, S., CAIRNS, H., ELLIOTT M. (2005)"*Virtual unwrapping*" of a mummified hand Studies in Health Technology and Informatics, Volume 119; Pages 577-582

ZEKI, S., LAMB, M., (1994) *The neurology of kinetic art* Brain 117 (3): 607-636