

Research & Experimentation

design

**MERLINO
REALTÀ VIRTUALE PER LA STIMOLAZIONE
DI PROCESSI NEUROCOGNITIVI**

**MERLINO
VIRTUAL REALITY FOR STIMULATION
OF NEURO-COGNITIVE PROCESSES**

**Mario Bisson^a, Shanti Andreana Alberti di Catenajo^b
Stefania Palmieri^c**

ABSTRACT

Il paper si colloca nell'ambito degli studi sugli ambienti multisensoriali (MSEs) e, rispetto alle soluzioni presenti sul mercato, propone un prodotto-servizio integrato, pensato per mantenere i costi contenuti, in un'ottica di produzione industriale, con un alto livello di flessibilità, rivolto a utenza infantile con disabilità intellettiva e motoria. Sulla base degli studi portati avanti dal team di LudoMi, progetto premiato al concorso Polisocial Award 2017, come riconoscimento per lo sviluppo di ricerche scientifiche ad alto impatto sociale, si riporta l'esperienza di Merlino: progetto di ricerca, in corso, con il Dipartimento di Design del Politecnico di Milano, che mira a incrementare lo sviluppo delle facoltà cognitive e delle abilità motorie, favorendo l'apprendimento e lo sviluppo di capacità comunicative e relazionali.

This research investigates studies on multi-sensory environments (MSEs) and, comparing existing solutions on the market, offers an integrated product-service, designed to contain costs, from an industrial manufacturing perspective, with a high level of flexibility, aimed at children with intellectual and motor disabilities. Based on the studies developed by the LudoMi team, a project awarded at Polisocial Award 2017, as acknowledgment on research with a high social impact relevant for the scientific community. We report the case study of Merlino: research project, in progress, with the Design Department of the Polytechnic of Milan, which aims to increase the development of cognitive faculties and motor skills, promoting learning and improvement of communication and relational skills.

KEYWORDS

ambienti multisensoriali, tecnologie adattive e responsive, soluzioni a basso costo, simulazione software

multisensory environments, adaptive and responsive technologies, low cost solutions, software simulation

La tecnologia ha assunto un ruolo di guida nel progresso in ambito medicale, sanitario e formativo, in cui nuovi strumenti digitali sono già realtà in uso, come ad esempio l'utilizzo di realtà aumentata durante l'esecuzione di interventi medici, le soluzioni di telemedicina per assistere da remoto i pazienti, l'adozione delle LIM (Lavagne Interattive Multimediali) nelle aule delle scuole o l'intelligenza artificiale per realizzare analisi predittive e nuovi strumenti robotici in grado di favorire il processo riabilitativo. Siamo solo agli inizi di una svolta epocale, nella quale il sistema sanitario è chiamato a cogliere le opportunità offerte dalla rivoluzione digitale (Baricco, 2018). La capacità dei dispositivi di raccogliere e immagazzinare informazioni, di analizzare e riellaborare i dati per la creazione di database e profilazioni in continuo aggiornamento, consultabili da remoto da parte di intelligenze umane e artificiali, rappresenta una soluzione efficiente e sostenibile in termini di costi sia ambientali che economici. Questa nuova frontiera nel settore sanitario è definita 'value-based healthcare', e rappresenta un approccio strategico totalmente nuovo al miglioramento dei sistemi sanitari, ma per funzionare i dati devono essere oggettivati da una quantificazione continua. Principalmente per questo motivo è fondamentale avvalersi di modelli informatici, come gli ambienti smart, capaci di monitorare e registrare sistematicamente i risultati (Ficocelli, 2019). Gli investimenti su questi campi di grandi multinazionali, come Philips e Alliance, confermano la tendenza globale verso l'adozione sistematica di strumentazioni che supportano la nuova frontiera dell'assistenza sanitaria, da loro definita come 'connected care' (Drobac and Gaus, 2014).

Stato dell'arte – Grazie alle tecnologie attuali si può trasformare una normale stanza da gioco in una Ludoteca Multisensoriale Smart Interattiva (LMSI) o in un Ambiente Multisensoriale (MSEs), detto anche spazio 'smart' o 'magico': un ambiente di gioco dove i bimbi sono esposti a una grande varietà di stimoli, che attraverso il divertimento e il rilassamento mira a intensificare le sensazioni e le emozioni (Slevin and McClelland, 1999). La terapia multisensoriale associata agli ambienti MSR si è sviluppata nel corso di diversi anni a partire dagli anni '80. Numerose pubblicazioni ne studiano l'efficacia (Slevin and McClelland, 1999) e ne descrivono i dettagli (Hulsegge and

Verheul, 1987; Haggard and Hutchinson, 1991; Kewin, 1994). Una definizione oggettiva di cosa sia la terapia multisensoriale viene definita limitante da Verheul e Hulsegge (1987, p. 11) che affermano: «Si potrebbero dare molte descrizioni di cosa sia esattamente Snoezelen, ma attraverso la parola e l'immagine è possibile solo in parte dare una rappresentazione esatta di ciò che accade. In definitiva, solo l'esperienza personale può fornire un quadro completo». Volendo dare anche un punto di vista tecnico delle MSEs, lo scienziato Mark Weiser (2004, pp. 94-104) definisce questi spazi come «un mondo fisico che è profondamente e invisibilmente interconnesso con sensori, attuatori, display ed elementi computazionali perfettamente integrati». Oltre alla relazione tra spazio e tecnologia, congiunti allo scopo di apportare miglioramenti nella vita quotidiana, le terapie multisensoriali si basano su ricerche teoriche ed empiriche in psicologia e neuro-scienza, allo scopo di identificare la relazione tra le attività fisiche e i processi cognitivi (Dourish, 2001).

A livello mondiale, gli ambienti multi-sensoriali (MSEs), oggi considerati di riferimento, sono quelli Snoezelen, originariamente nati in Olanda alla fine degli anni '80 nell'Istituto Hartenberg (Slevin and McClelland, 1999). La terapia multisensoriale Snoezelen mira a fornire stimoli sensoriali in modo controllato, per il relax e il tempo libero per persone con disabilità sensoriali e intellettive. È un ambiente progettato appositamente, dotato di luci soffuse di vari colori, display, illuminazione a fibre ottiche, proiezioni a parete, oggetti tattili, tubi di bolle, diffusori di aromi, impianto audio e un arredamento adatto al rilassamento, come cuscini e materassi ad acqua (Slevin and McClelland, 1999). Le stanze Snoezelen possono variare di scala, forma e tecnologia, e variano molto le configurazioni rispetto ai dispositivi medici e ludici presenti all'interno (Kaplan et alii, 2006). Un caso studio interessante, evoluzione della tecnologia Snoezelen, è il caso MEDIANE (Multisensory Environment Design for an Interface between Autistic and Typical Expressiveness). Un ambiente interattivo che genera stimoli in tempo reale (visivi, uditivi e vibro-tattili) in modo tale che i bambini con autismo a basso funzionamento, incapaci di comunicare verbalmente, possano eventualmente esprimersi e 'divertirsi', consentendo la creazione di un archivio dati in cloud a disposizione dei terapeuti e insegnanti per la crea-



Fig. 1, 2 - Ludomi prototype realised in Cornaredo Municipality (MI).

zione di un profilo personale, che poi diventerà archivio terapeutico dal quale si potranno riconoscere le strategie più efficaci.

I bambini con autismo spesso cadono in atteggiamenti ripetitivi come movimenti a dondolo o sbattendo un braccio o una mano, quando si sentono sopraffatti dagli stimoli circostanti. Apparentemente questi movimenti stereotipati li aiutano a isolarsi dall'ambiente e a sentirsi a proprio agio e rilassati. Possono anche essere molto ripetitivi nelle loro azioni quando sono ossessionati da qualcosa che piace loro fare e quindi lo ripetono in maniera sovraeccitata e compulsiva. Entrambi gli atteggiamenti sono considerati indesiderabili dagli psicologi, perché isolano il bambino dal mondo. Per questo motivo è stato sviluppato un software che stimola comportamenti creativi, in modo tale che se il bambino compie comportamenti non ripetitivi, l'ambiente aumenta la sua complessità per rendere l'interazione più ricca (Parés et alii, 2004).

In Italia, molti Istituti stanno investendo in ricerca e sviluppo nell'applicazione di tecnologie immersive e di realtà aumentata a scopi terapeutici, come ad esempio l'Istituto Auxologico di Milano, nel Laboratorio di Tecnologia Applicata alle Neuroscienze, del Prof. Giuseppe Riva che, dopo 20 anni di studio sulla Realtà Virtuale, vanta il più cospicuo numero di pubblicazioni al mondo sull'argomento, e quasi un milione di euro di finanziamento. Il progetto realizzato prende il nome di CAVE (Computer Assisted Virtual Environment), che consiste nella creazione di ambienti adibiti all'attuazione di programmi virtuali a sostegno dell'intervento terapeutico. Grazie alla prototipazione degli ambienti virtuali immersivi, si è scelto di utilizzare una tecnologia non invasiva, ovvero non un visore oscurante, ma degli occhiali 3D attivi, che consentono di vedere sia la realtà aumentata che se stessi (Cipresso et alii, 2013). Sono stati ottenuti ottimi risultati e ad oggi l'Istituto Auxologico è l'unica Struttura a essere utilizzata per la riabilitazione motoria e cognitiva anche per pazienti anziani.

Le altre iniziative in corso, invece, sono rivolte a un pubblico con bisogni speciali (SEN), definiti dalla legislazione inglese nel The Children and Families Act 2014 come 'bambini o persone giovani con speciali bisogni', e in particolare quelli con disabilità motorie e disabilità intellettive

(NDD). NDD è un termine generico che comprende un gruppo di disturbi (ad es. Disabilità Intellettiva, ADHD – Disturbo da Deficit di Attenzione e Iperattività e ASD – Disturbo dello Spettro Autistico, Sindrome di Down, Sindrome di Asperger) che insorgono durante il periodo di sviluppo e sono associati a deficit nelle sfere cognitive, sociali e motorie, con conseguenti menomazioni gravi nel comportamento adattivo e nelle abilità di base della vita.

Il progetto LudoMi – Il caso studio di riferimento è LudoMi, progetto di una LSMI per i bambini con disabilità della periferia milanese, come soluzione tecnologica innovativa che può essere alla base di nuovi servizi educativi (Cosentino et alii, 2019; Figg. 1-3). Merlinò, in quanto progetto integrato a LudoMi, nasce come estensione trasportabile. Merlinò ha creato una dimensione fisica ai contenuti di LudoMi, dando attenzione al mantenimento dei costi contenuti, utilizzando lo stesso tipo di tecnologia, creando una struttura trasportabile, e ha trovato nel corso della progettazione implementazioni di hardware rispetto al progetto di partenza. Il valore e l'efficacia del progetto che il team LudoMi ha realizzato sono stati dimostrati dalle ricerche compiute e descritte all'interno di una pubblicazione scientifica dal titolo 'Magic Room: A Smart Space for Children with Neurodevelopmental Disorder', pubblicata da Franca Garzotto e Mirko Gelsomini (2017). Sono stati condotti studi esplorativi con la collaborazione di otto assistenti e diciannove bambini con gravi disabilità nello spettro NDD, che hanno utilizzato la stanza intelligente per quattro mesi con risultati incoraggianti (Fig. 4). Il documento offre anche approfondimenti su come questi gruppi 'target' potrebbero comportarsi nella Stanza Magica che sono stati utili a definire il design di futuri spazi intelligenti, dimostrando l'efficacia della metodologia applicata.

La logica della Stanza Magica è basata sulle teorie della cognizione simulativa, ovvero l'approccio allo studio della cognizione basato sulla teoria della mente incarnata (Wilson, 2002) e dell'integrazione sensoriale (Ringland et alii, 2014). Il primo enfatizza il ruolo formativo dell'incarnazione (il modo in cui le capacità senso-motorie di un organismo permettono di interagire con successo

con l'ambiente fisico) nello sviluppo delle abilità cognitive. Le esperienze corporee promuovono i processi cognitivi legati alla padronanza delle contingenze senso-motorie e stimolano le abilità cognitive di livello superiore come l'immaginario mentale, la memoria associativa e implicita, il ragionamento e la risoluzione dei problemi. Le teorie d'integrazione sensoriale affermano che l'apprendimento dipende dalla capacità di prendere, integrare ed elaborare più informazioni sensoriali al fine di pianificare e organizzare il comportamento. Quando questo processo presenta delle mancanze o rallentamenti, nei soggetti con NDD si crea una rappresentazione mentale anormale del mondo esterno, che a sua volta influenza la capacità di comportamenti appropriati in tutti gli aspetti della vita. Gli interventi specifici per le persone con NDD mirano a stimolare i meccanismi percettivi di base e a promuovere l'apprendimento percettivo (Fahle and Poggio, 2002).

Ambito di ricerca – A fronte del quadro delineato, con riferimenti disciplinari in continuo sviluppo proprio per l'evoluzione degli scenari tecnologici, che in maniera sempre più fluida intersecano gli ambiti della medicina e della formazione/educazione (Fig. 5), è necessario porsi alcune domande cui corrispondono altrettante sfide di ricerca. È possibile costruire una soluzione comparabile a quelle presenti sul mercato, in quanto alle funzioni svolte, nell'interattività e nella completezza degli stimoli sensoriali, mantenendo il costo accessibile? È possibile rendere accessibile tecnologie avanzate e specializzate a un pubblico più vasto possibile?

Il paper indaga queste domande e vuole dare risposta attraverso il progetto di Merlinò, partendo dalla costruzione dello scenario dello stato dell'arte, e ponendo poi le basi per la definizione di un modello che, attraverso linee guida e una metodologia specifica flessibile, diventi un progetto replicabile su larga scala per utenza e territorio. Merlinò è una stanza multisensoriale mobile che utilizza la dimensione ludica a fini pedagogici per bambini con disabilità intellettiva, progettata in un'ottica di produzione industriale. È uno strumento montabile, mobile e configurabile da utenti senza specifiche competenze tecniche, con il fine di rendere un oggetto educativo e di prevenzione a di-



Fig. 3, 4 - Ludomi prototype and Carrying out Ludomi activity, realised in Cornaredo Municipality (MI).

sposizione del sistema scolastico e socio sanitario.

La metodologia – La fase di progettazione è stata sviluppata seguendo un approccio ibrido formato dal pensiero progettuale e da metodi scientifici. Uno degli approcci di Design Thinking più utilizzati che è stato impiegato è il ‘pensiero divergente’, come modo per garantire che molte soluzioni possibili vengano esplorate in prima istanza, cui segue poi il ‘pensiero convergente’ come prassi metodologica per selezionare e filtrarle fino alla soluzione finale, più mirata e supportata da un’analisi adeguata (Beckman and Barry, 2007). In quest’ordine, il metodo progettuale si è basato sulle ricerche condotte dal team multidisciplinare di Ludomi, dopodiché sono stati esaminati i casi studio riportati nella parte di contestualizzazione, per la comprensione dello stato dell’arte, analizzando punti di forza e debolezza.

Dalla creazione e dall’analisi di uno scenario con espresse le potenzialità e i limiti delle soluzioni esistenti, sono stati stilati gli obiettivi e i requisiti che la soluzione innovativa deve avere, ipotizzando poi tre soluzioni principali. Le soluzioni ipotizzate sono state messe a confronto, verificando la fattibilità attraverso la richiesta di preventivi che hanno permesso una chiara valutazione delle idee e scelta della soluzione ottimale (Fig. 6). Per dare una visione completa rispetto alla metodologia applicata alla ricerca e al progetto proposto, imprescindibile è il ruolo del design e in particolare del designer, in quanto progettista e mediatore della complessità progettuale, spesso nel ruolo di guida alla progettazione (Beckman and Barry, 2007; Howard and Melles, 2011).

Merlino: requisiti e obiettivi – I requisiti e i vincoli del progetto, letti proprio come opportunità di progetto, sono stati definiti rispetto a sei tematiche emerse dall’analisi dei casi studio:

- Ottimizzazione dei costi: la componentistica deve essere reperibile sul mercato senza necessità di customizzazione dei prodotti, ma derivante dall’assemblaggio di componenti a costo contenuto e accessibile;
- Comodità d’uso e di gestione: l’installazione deve essere semplice e veloce, integrando il maggior numero di componenti nei moduli premontati; il

controllo dell’intera stanza deve avvenire tramite un’unica interfaccia di semplice utilizzo per operatori non specializzati;

- Trasportabilità: la struttura deve essere trasportabile con mezzi di trasporto non speciali, come ad esempio un furgone di medie dimensioni, gestibile da una o due persone negli spostamenti all’interno degli edifici e con facile montaggio;
- Scalabilità del progetto: il progetto deve essere riproducibile in diversi luoghi e contesti, quali scuole, ospedali, spazi pubblici, centri civici, associazioni, ecc.;
- Flessibilità nel tempo: la stanza deve essere predisposta per future implementazioni ed essere in grado di adattarsi agli aggiornamenti tecnologici e alle esigenze nelle diverse applicazioni;
- Attrattività: il progetto s’interfaccia con i bambini, che devono ricevere una piacevole sensazione nei confronti dell’ambiente, percependolo intrigante; deve quindi comunicare un aspetto giocoso e divertente che diventi oggetto del desiderio del bambino, celando ai più il lato tecnico/ tecnologico ed esaltando il suo lato magico e misterioso.

I requisiti definiti dall’analisi dei casi studio, riportati nella Fig. 7, sono stati sviluppati come elementi progettuali in un’ottica olistica di progettazione, aumentando la resilienza del prodotto stesso (Galliers and Currie, 1999).

Merlino: sviluppo prodotto – L’ottimizzazione dei costi è stata assicurata grazie all’uso di componenti già presenti sul mercato, ovvero elementi standard facilmente reperibili, e grazie alla progettazione della struttura divisa in due parti che rende estremamente flessibile nel tempo l’architettura. La parte superiore, sede di tutte le strumentazioni tecnologiche, prevede la sostituzione e l’aggiornamento delle attrezzature nel tempo. La parte inferiore consente la chiusura della struttura, in modo tale da permettere la movimentazione dei singoli moduli senza dover smontare interamente l’impianto, evitando difficili e lunghe regolazioni. Un altro aspetto considerato per l’ottimizzazione dei costi è la necessità di personale specializzato durante l’utilizzo della stanza magica: per questo motivo Merlino è stato pensato per essere controllato tramite un dispositivo tablet, che consente a insegnanti e terapeuti di utilizzare in autonomia la

struttura. Per soddisfare il requisito di comodità d’uso e di gestione è stata semplificata l’installazione e il montaggio della struttura, grazie all’impiego di snodi con cerniere autobloccanti e metodi di aggancio a leva tra i moduli. Per motivi di sicurezza e praticità, i cablaggi risiedono nella parte alta della struttura e in apposite canaline interne ai pannelli al di fuori della portata dei bambini.

Prima scelta progettuale è stata quella di realizzare una struttura modulare, che rende per sua natura il progetto scalabile e ne semplifica il trasporto. La necessità di avere una struttura trasportabile ha avuto un impatto su tutti gli aspetti del progetto, in particolare ogni modulo è stato dimensionato per essere sollevato, spostato e maneggiato da due persone all’interno di edifici. Considerando gli standard di sicurezza per la salute degli operatori sanciti dalle normative europee, le quali impongono un peso massimo di 25 kg per persona, ogni modulo pesa non oltre i 50 kg (DLgs 626/94 – Movimentazione manuale dei carichi). Per il contenimento del peso è stato compiuto un preciso studio dei materiali, in modo tale da conferire rigidità strutturale ma leggerezza complessiva. In ogni parete, infatti, è stata mantenuta solo la cornice esterna in legno massello e alleggerito l’interno con un riempimento alveolare in modo da formare un pannello tamburato.

Le dimensioni totali della struttura sono il risultato di considerazioni progettuali e di input funzionali: altezza standard degli spazi interni (l’altezza interna utile, misurata da pavimento a soffitto, non può essere inferiore a 2,7 metri); areazione di uno spazio raccolto, in grado di creare un ambiente confortevole e non dispersivo agli occhi di un bambino, ma allo stesso tempo vivibile anche per un adulto. Queste considerazioni hanno portato alla definizione delle dimensioni esterne nella sua configurazione aperta e assemblata di 3x3 metri di perimetro base e di 2,7 metri in altezza interna. Per quanto riguarda la trasportabilità invece si è lavorato sulle dimensioni del singolo modulo, affinché potesse essere trasportato su automezzi facilmente reperibili, come furgoni di medie dimensioni ed essere trasferito, a mano da due persone, all’interno degli edifici, tenendo pertanto conto di: dimensione standard delle porte; dimensione standard delle rampe di

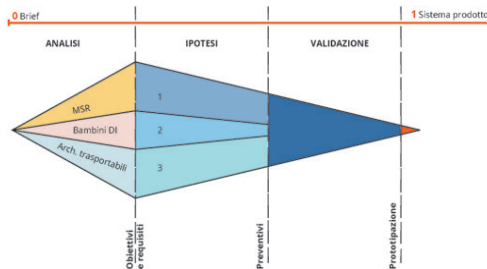
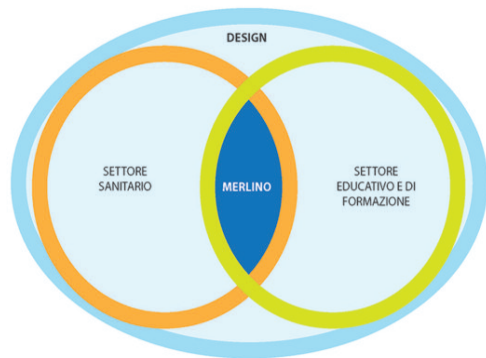


Fig. 5 - Field of expertise of Merlino project.

Fig. 6 - Flow diagram of the methodology applied.

scale; esempio di furgoni di medie dimensioni.

Per creare un'immagine piacevole e intrigante che suggerisse un aspetto magico agli occhi di un bambino, in grado di attivare empatia nell'interazione, si è lavorato sull'aspetto esterno della stanza, essendo invece vincolati nella forma interna. Infatti, era necessario mantenere tre pareti perpendicolari a terra per una semplicità di regolazione dei proiettori. Per rendere la forma esterna più accattivante e interessante si è agito a livello grafico e cromatico con l'utilizzo di pattern, mentre per alleggerire ed eliminare la percezione della cubicità si è pensato di rivestire la struttura con una tenda colorata, elemento caratterizzante del prodotto e del personaggio che intende rappresentare, Merlino appunto. La tenda è pertanto un elemento progettuale e simbolico: sia funzionale sia decorativo, sia d'immagine sia di isolamento, una pelle esterna che, oltre a conferire una forma della quale si perdonano i confini, nasconde la parte strutturale e tecnologica, consentendo l'utilizzo di materiali più grezzi, che quindi non richiedono finiture superficiali estetiche costose, oltre alla possibilità da parte degli operatori di entrare ed uscire dalla struttura rapidamente.

Gli attori coinvolti a vario titolo hanno relazione più o meno diretta con la stanza che, considerando il suo intero ciclo di vita, si estende dal personale che si occupa della realizzazione del prodotto, agli operatori che offrono il servizio, o che gestiscono il pacchetto, in funzione delle destinazioni. Si vedono coinvolte, quindi, figure come medici, educatori, insegnanti, ragazzi con e senza disabilità, le loro famiglie, l'apparato amministrativo delle strutture ospitanti e il personale per la messa in opera del progetto (Fig. 8).

Implicazioni socio-economiche – Anche gli Enti pubblici, quali Ospedali e Scuole (Fig. 9) oppure organizzazioni private come le associazioni, stanno pensando a nuove soluzioni, in grado di dare risposte alternative, attraverso l'adozione di strumentazione tecnologicamente avanzata, a problemi che fino ad oggi sono stati affrontati senza una metodologia specifica, ma di caso in caso. Queste possibilità rimangono limitate a una pianificazione dei servizi pubblici che ancora fatica a garantire l'accessibilità a tutta la popolazione, considerando le differenti possibilità economiche e la distribuzione delle strutture attrezzate sul territorio.

La Commissione sui Determinanti Sociali della Salute dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), nel suo Report conclusivo dal titolo *Closing the Gap in a Generation: Health Equity through Action on the Social Determinants of Health* (2008), ha stimato che oltre la metà della popola-

zione mondiale ha seri problemi di accesso ai servizi sanitari e rischia di andare incontro a spese catastrofiche a causa di una malattia. Ciò avviene principalmente quando gran parte della popolazione ha un reddito basso, vive in zone periferiche e i sistemi sanitari pubblici sono distanti, e solo quelli più centrali sono ben equipaggiati, costringendo le persone a lunghi viaggi che, data la frequenza, sono anche molto costosi.

La fruizione di servizi specialistici rivela alti livelli di disuguaglianza a sfavore dei gruppi più disagiati, così come le prestazioni legate ai ricoveri o al mancato accesso a procedure e strutture innovative (Soletterre, 2018). Uno degli obiettivi del progetto Merlino è quello di dare la possibilità a chi non abita in grandi centri abitati, ovvero in prossimità di strutture attrezzate, di poter usufruire ugualmente di servizi medici all'avanguardia, senza la necessità di compiere lunghi spostamenti quotidiani. La realizzazione di una struttura trasportabile in grado di ospitare un sistema multisensoriale, dove i pazienti possono esplorare, sperimentare e socializzare, in condizioni controllate, assieme a familiari e assistenti, eviterebbe a molte famiglie di affrontare continui viaggi dispendiosi, sia a livello economico che di tempo. Senza contare il valore della raccolta dati, che rappresenta una delle grandi sfide della nostra epoca: poter disporre di dati mirati, raccolti durante l'interazione ambiente/uomo, variabili sulla base dei parametri esterni, rappresenta sicuramente un grande patrimonio per chi deve poi definire le terapie e gli interventi necessari sul singolo paziente.

Conclusioni – La definizione di un metodo progettuale e di un prodotto, con i requisiti di cui sopra, rappresenta per lo stato dell'arte sicuramente un miglioramento significativo sia in termini scientifici sia in termini di disseminazione dei risultati, e quindi di replicabilità. La flessibilità che caratterizza Merlino, proprio nel suo concept originario, consentirà oltre alla diffusione quasi polverizzata sul territorio, anche la possibilità di mantenere aggiornati software e hardware, presupposto necessario calcolando la velocità di evoluzione degli stessi. E ciò significa adattabilità a contesti diversi e allargamento a fasce di utenza nuove. Ma non solo. Anche da un punto di vista commerciale, per la collocazione sul mercato, Merlino è sicuramente un progetto interessante, dal momento che permette di sfruttare un investimento unico per l'utilizzo in più sedi, dando la possibilità di essere usato anche in luoghi che, normalmente, non avrebbero la possibilità di essere dotati di tecnologie così avanzate. Nella sua impostazione strutturale il sistema soddisfa pienamente i requisiti di trasportabilità,

montaggio, avviamento e semplicità nell'utilizzo, attraverso la sua modularità e l'integrazione dei componenti all'interno della struttura premontata.

Merlino ha una sua precisa estetica comunicativa, la sua immagine rispecchia, con le sue caratteristiche di gioco attraente e misterioso, l'aspetto del personaggio che rappresenta – il mago Merlino – attivando una serie di reazioni positive nella propensione dei bambini e degli adulti a utilizzarlo e a considerarlo un'attrezzatura educativa e non esclusivamente medica. Particolare attenzione è stata rivolta a rendere il perimetro strutturale libero e accattivante, nascondendo la tecnologia e i cablaggi all'interno di spazi predeterminati. Merlino pone le basi per la realizzazione di una nuova categoria di prodotti che possono essere utilizzati direttamente nei luoghi dove c'è una necessità specifica, dislocando sul territorio servizi che siamo abituati a immaginare solo in grandi strutture centralizzate. Inoltre, il progetto, per la sua natura modulare, permette di mantenere i costi contenuti e lascia aperte le possibilità d'implementazione dell'hardware e sviluppo di applicativi software per nuovi tipi d'interazione. Si definisce quindi un modello che, dopo la fase di sperimentazione sarà replicabile in altri ambiti che spaziano dalla formazione, all'intrattenimento, al marketing, al mondo della ricerca e al settore medico.

Ipotizzando una diffusione su larga scala di questo sistema, Merlino potrebbe diventare un kit in dotazione alle scuole e delle strutture socio-sanitarie, con molteplici funzioni tra cui quella di modificare, attraverso la realtà virtuale, l'approccio alle attività didattiche e pratiche terapeutiche. L'educazione oggi mira, attraverso l'insegnamento tradizionale, allo sviluppo delle facoltà cognitive e all'apprendimento nozionistico, ma non è ancora stata definita una strategia efficace per il coinvolgimento della sfera emozionale del bambino. In conclusione attraverso l'uso delle MSR, si propone lo sviluppo di un modello didattico e di supporto al settore sanitario mirato alla stimolazione intellettuale, creando scenari immersivi, in grado di suscitare forti reazioni emotive, per permettere all'utente di fare esperienza, in modo controllato, di dinamiche sociali e di interazione con gli altri e il mondo esterno.

ENGLISH

Technology upraised to a leading role in advancement of the medical, health and training fields, where new digital tools are already in use, such as the use of reality increases during the execution of medical interventions, telemedicine solutions to assist patients remotely, the adoption of interactive whiteboards (LIM) in school classrooms or artificial intelligence to perform predictive analysis and new robotic tools that can facilitate the rehabilitation process. We are only at the beginning of an epoch-making turning point, in which the healthcare system is called upon to seize the opportunities offered by the digital revolution (Baricco, 2018). The ability of devices to collect and store information, to evaluate and re-elaborate data for the establishment of databases and profiles in continuous update, which can be consulted remotely by human and artificial intelligence, is an efficient and sustainable solution in terms of both environmental and economic costs. This new frontier in healthcare sector is defined as 'value-based healthcare', and represents a totally new

strategic approach to improving healthcare systems, but in order to function, data must be objectified by continuous quantification. Mainly for this reason it is essential to use computer models, such as smart environments, capable of systematically monitoring and recording the results (Ficocelli, 2019). Investments in these fields by huge multinationals, such as Philips and Alliance, confirm the global trend towards the systematic adoption of instruments that support the new frontier of healthcare, defined by them as 'connected care' (Drobac and Gaus, 2014).

State of the art – Thanks to current technologies, a normal gaming room can be transformed into a Smart Interactive Multisensory Playroom (LSMI) or a Multisensory Environment (MSEs), also known as a 'smart' or 'magical' space: a gaming environment where children are exposed to a wide variety of stimuli, which through fun and relaxation aims to intensify feelings and emotions (Slevin and McClelland, 1999). The multisensory therapy associated with MSRs environments has developed over several years since the 1980s. Numerous publications study its effectiveness (Slevin and McClelland, 1999) and describe its details (Hulsegge and Verheul, 1987; Haggard and Hutchinson, 1991; Kewin, 1994). An objective definition of what multisensory therapy is, is defined as limiting by Verheul and Hulsegge (1987, p. 11) who state: «One could give many descriptions of what exactly Snoezelen is, but through word and image it is only possible in part to give an exact representation of what is happening». Ultimately, only personal experience can provide a complete picture. From a technical point of view of MSEs, scientist Mark Weiser (2004, pp. 94-104) defines these spaces as «a physical world that is deeply and invisibly interconnected with perfectly integrated sensors, actuators, displays and computational elements». In addition to the relationship between space and technology, combined with the aim of making improvements in everyday life, multisensory therapies are based on theoretical and empirical research in psychology and neuroscience, in order to identify the relationship between physical activity and cognitive processes (Dourish, 2001).

Worldwide, the multi-sensory environments (MSEs), today considered as reference, are those of Snoezelen, originally born in the Netherlands in the late 80s at the Hartenberg Institute (Slevin and McClelland, 1999). The multisensory therapy Snoezelen aims to provide sensory stimuli in a controlled way, for relaxation and leisure for people with sensory and intellectual disabilities. It is a specially designed environment, equipped with soft lights of various colours, displays, fiber-optic lighting, wall projections, tactile objects, bubble tubes, aroma diffusers, sound system and furniture suitable for relaxation, such as water cushions and mattresses (Slevin and McClelland, 1999). Snoezelen rooms may vary in scale, shape and technology, and their configurations differ greatly compared to the medical and playful devices inside (Kaplan et alii, 2006). An interesting case study, evolution of Snoezelen technology, is the case *MEDIATE* (Multisensory Environment Design for an Interface between Autistic and Typical Expressiveness). An interactive environment that generates real-time stimuli (visual, auditory and vibrotactile) so that children with low-functioning autism, unable to

communicate verbally, can eventually express themselves and 'have fun', allowing the creation of a data archive in the cloud available to therapists and teachers for the creation of a personal profile, which will then become a therapeutic archive from which you can recognize the most effective strategies.

Children with autism often fall into repetitive attitudes such as rocking movements or slamming an arm or hand when they feel overwhelmed by the surrounding stimuli. Apparently, these stereotypical movements help them to isolate themselves from the environment and to feel comfortable and relaxed. They can also be very repetitive in their actions when they are obsessed with something they are keen on and then repeat it in an over-excited and compulsive way. Both attitudes are considered undesirable by psychologists, because they isolate the child from the world. For this reason, software has been developed to stimulate creative attitudes, so that if the child performs non-repetitive actions, the environment increases its complexity to make the interaction more complete (Parés et alii, 2004).

In Italy, many Institutes are investing in research and development in the application of immersive technologies and augmented reality for therapeutic purposes, such as the Auxological Institute of Milan, in the Laboratory of Technology Applied to Neuroscience, by Prof. Giuseppe Riva who, after 20 years of study on Virtual Reality, boasts the largest number of publications in the world on the subject, and almost a million euro of funding. The project is called *CAVE* (Computer Assisted Virtual Environment), which consists in the creation of environments for the implementation of virtual programs to support therapeutic intervention. Thanks to the prototyping of the immersive virtual environments, it was decided to use a non-invasive technology, i.e. not a darkening viewer, but active 3D glasses, which allow to see both augmented reality and oneself (Cipresso et alii, 2013). Excellent results have been obtained and to date the Auxological Institute is the only facility to be used for motor and cognitive rehabilitation, even for elderly patients.

Other initiatives underway, however, are aimed at an audience with special needs (SEN), defined by English legislation in *The Children and Families Act 2014* as 'children or young people with special needs', and in particular those with motor disabilities and intellectual disabilities (NDD). NDD is a generic term that includes a group of disorders (e.g. Intellectual Disability, ADHD – Attention Deficit Hyperactivity Disorder and ASD – Autistic Spectrum Disorder, Down's Syndrome, Asperger's Syndrome) that arise during the developmental period and are associated with deficits in the cognitive, social and motor spheres, resulting in severe impairments in adaptive behaviour and basic life skills.

The LudoMi project – The case study of reference is *LudoMi*, a project of an LSMI for children with disabilities in the Milanese suburbs, as an innovative technological solution that can be ground of new educational services (Cosentino et alii, 2019; Figg. 1-3). *Merlino*, as an integrated project at *LudoMi*, was born as a transportable extension. *Merlino* has created a physical dimension to the contents of *LudoMi*, paying attention to keeping costs

low, using the same type of technology, creating a transportable structure, and has found during the design implementations of hardware compared to the initial project. The value and effectiveness of the project that the *LudoMi* team has realized, have been demonstrated by the research carried out and described in a scientific publication entitled '*Magic Room: A Smart Space for Children with Neurodevelopmental Disorder*', published by Franca Garzotto and Mirko Gelsomini (2017). Exploratory studies were conducted with the collaboration of eight assistants and nineteen children with severe disabilities in the NDD spectrum, which used the intelligent room for four months with encouraging results (Fig. 4). The document also offers insights into how these target groups might behave in the *Magic Room* that have been helpful in defining the design of future smart spaces, demonstrating the effectiveness of the methodology applied.

The logic of the *Magic Room* is based on the theories of simulative cognition, i.e. the approach to the study of cognition based on the theory of the embodied mind (Wilson, 2002) and of sensory integration (Ringland et alii, 2014). The first one underlines the formative role of the incarnation (the way in which the sensory-motor abilities of an organism allow to successfully interact with the physical environment) in the development of cognitive abilities. Body experiences promote cognitive processes related to the mastery of sensory-motor contingencies and stimulate higher-level cognitive abilities such as mental imagery, associative and implicit memory, reasoning and problem solving. Theories of sensory integration state that learning depends on the ability to collect, integrate and process sensory information, in order to plan and manage personal behaviour. When this process presents deficiencies or slowdowns, subjects with NDD create an abnormal mental representation of the external world, which influences the ability to appropriate attitudes in all aspects of life. Specific interventions for people with NDD aim to stimulate basic perceptual mechanisms and promote perceptual learning (Fahle and Poggio, 2002).

Field of research – Faced with the picture outlined, with disciplinary references in continuous development due to the evolution of technological scenarios, which increasingly fluidly intersect the areas of medicine and education/training (Fig. 5), it is necessary to ask some questions which correspond to as many research challenges. Is it possible to build up a solution that is comparable to those on the market in terms of performance, interactivity and completeness of sensory stimuli, maintaining cost accessible? Is it possible to make advanced and specialised technologies accessible to a wider audience?

	Snoezelen	MEDIATE	CAVE Auxologico	Ludomi	Merlino
Sensi coinvolti	4	4	3	4	4
Adattività del software	1	5	3	2	2
Flessibilità dell'attrezzatura	3	1	2	2	5
Necessità di personale specializzato in uso	no	si	si	no	no
Trasportabilità	no	no	no	no	si
Costo	medio-alto	medio-alto	alto	basso	basso

Fig. 7 - Comparison table of the case studies and evaluation of *Merlino* project elements.

The paper investigates these questions and wants to give an answer through Merlino's project, starting from the construction of the state of the art scenario, and then laying the foundations for the definition of a model that, through guidelines and a specific flexible methodology, becomes a large-scale replicable project for users and territory. Merlino is a mobile multisensory room that uses the playful dimension for educational purposes for children with intellectual disabilities, designed with an industrial production perspective. It is a mountable, mobile and configurable tool for users without specific technical skills, with the aim of making an educational and preventive object available to the school and social-health system.

Methodology – The design phase has been developed following a hybrid approach inspired by design thinking and scientific methods. One of the most used approaches of Design Thinking use 'divergent thinking', as a way to ensure that many possible solutions are explored, followed by 'converging thinking' as a methodological practice to select and filter them until the final solution, more focused and supported by a proper analysis (Beckman and Barry, 2007). In this order, the design method was based on the research conducted by the multidisciplinary team of LudoMi, after which the case studies reported in the contextualization part were examined, for the understanding of the state of the art, examining strengths and weaknesses.

From the creation and analysis of a scenario with the expressed potentialities and limits of the existing solutions, the objectives and requirements that the innovative solution must have been drawn up, then assuming three main solutions. The hypothesised solutions were compared, verifying their feasibility through the request for estimates that allowed a clear evaluation of the ideas and the choice of the optimal solution (Fig. 6). In order to give a complete view of the methodology applied to the research and the project, design and the designer has the role of mediator and guide in the complexity of processes (Beckman and Barry, 2007; Howard and Melles, 2011).

Merlino: requirements and objectives – The requirements and constraints of the project, read as project opportunities, were defined with respect to six issues that emerged from the analysis of the case studies:

- Cost optimization: the components must be available on the market without the need for customization of products, but resulting from the assembly of components at a low cost and accessible;
- Use and management convenience: the installation must be simple and fast, integrating the largest number of components in the pre-assembled modules; the control of the entire room must be done through a single interface that is easy to use for non-specialized operators;
- Transportability: the structure must be transportable with non-special means of transport, such as a medium sized van, manageable by one or two people when moving inside the buildings and with easy assembly;
- Scalability of the project: the project must be reproducible in different places and contexts, such as schools, hospitals, public spaces, civic centres, associations, etc.;
- Flexibility over time: the room must be prepared

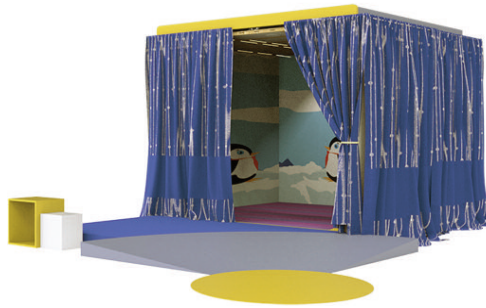


Fig. 8 - Merlino, three-dimensional model of MSEs.

for future implementations and be able to adapt to technological updates and needs in different applications;

- Attractiveness: the project interfaces with the children, who must receive a pleasant sensation towards the environment, perceiving it as intriguing; it must therefore communicate a playful and amusing aspect that becomes the object of the child's desire, concealing the technical/technological side from most and exalting its magical and mysterious side.

The requirements defined by the analysis of the case studies, reported in Fig. 7, have been developed as design elements in a holistic design perspective, increasing the resilience of the product itself (Galliers and Currie, 1999).

Merlino: product development – Cost optimisation has been contained thanks to the use of components already on the market: using standard elements easily available, and designing a modular structure divided, that makes the architecture extremely flexible over time. The upper part, where all the technological instruments are located, makes easy the replacement and updating of the equipment over time. The lower part allows the closure of the structure, allowed the movement of individual modules without having to dismantle the entire plant, avoiding difficult and lengthy adjustments. Another aspect considered for cost savings is the need for specialised personnel during the use of the magic room: for this reason, Merlino has been designed controllable by a tablet device, which allows teachers and therapists to use the structure independently. To meet the requirement of ease use and management, the installation and assembly of the structure has been simplified, thanks to the use of joints with self-locking hinges and methods of lever attachment between the modules. For safety and practical reasons, the wiring is located in the upper part of the structure and in special channels inside the panels outside the reach of children.

The first design choice was to create a modular structure, which by its nature makes the project scalable and simplifies transport. The need to have a transportable structure had an impact on all aspects of the project, in particular each module was sized to be lifted, moved and handled by two people inside buildings. Considering the health and safety standards of the operators established by the European regulations, which impose a maximum weight of 25 kg per person, each module weighs no more than 50 kg (DLgs 626/94 – Manual handling of loads). In order to contain the weight, a precise study of the materials has been carried out, so as to confer structural rigidity but overall lightness. In

fact, in each wall, only the external frame in solid wood has been kept and the inside has been lightened with a honeycomb filling in order to form a hollow core panel.

Total dimensions of the structure are the result of design considerations and functional inputs: standard height of the internal spaces (the useful internal height, measured from floor to ceiling, cannot be less than 2.7 meters); aeration of a collected space, able to create a comfortable and non-dispersive environment in the eyes of a child, but at the same time liveable for an adult. External dimensions are the result of the above considerations, in its open and assembled configuration of 3x3 meters of perimeter base and 2.7 meters in height inside. As far as transportability is concerned, on the other hand, we worked on the dimensions of the single module, so that it could be transported on easily available vehicles, such as medium sized vans, and be transferred, by hand, by two people, inside the buildings, thus taking into account: standard size of the doors; standard size of the staircases; example of medium sized vans.

To create a pleasant and intriguing image that suggested a magical aspect in the eyes of a child, able to activate empathy in the interaction, we worked on the external aspect of the room, being instead bound in the internal form. In fact, it was necessary to keep three walls perpendicular to the ground for a simple adjustment of the projectors. In order to make the external shape more attractive and interesting, the graphic and chromatic level was adjusted with the use of patterns, while to lighten and eliminate the perception of the cubic shape, the structure was covered with a coloured curtain, a characteristic element of the product and of the character it intends to represent, Merlino. The curtain is therefore a design and symbolic element: both functional and decorative, both in terms of image and insulation, an external skin that, in addition to giving a shape of which the boundaries are lost, hides the structural and technological part, allowing the use of more raw materials, which therefore do not require expensive aesthetic surface finishes, as well as the possibility for operators to enter and exit the structure quickly.

The actors involved in various ways have a more or less direct relationship with the room, which, considering its entire life cycle, extends from the staff who are responsible for the creation of the product, to the operators who offer the service, or who manage the package, depending on the destination. Therefore, figures such as doctors, educators, teachers, children with and without disabilities, their families, the administrative apparatus of the host structures and the staff for the implementation of the project are involved (Fig. 8).

Socio-economic implications – Public bodies, such as Hospitals and Schools (Fig. 9) or private organisations such as associations, are also thinking about new solutions. Looking for alternative answers that through the adoption of technologically advanced instrumentation, are able to solve problems that until now have been tackled without a specific methodology. These possibilities remain limited to a planning of public services that still struggles to ensure accessibility to the entire population, considering the different economic possibilities and the distribution of facilities in the area.

The World Health Organization's (WHO)



Fig. 9 - Merlino, three-dimensional model of MSEs set in the atrium of a school.

Commission on Social Determinants of Health, in its final report entitled *Closing the Gap in a Generation: Health Equity through Action on the Social Determinants of Health* (2008), estimated that more than half of the world's population has serious problems of access to health services and is at risk of incurring catastrophic costs due to a disease. This happens mainly when a large part of the population has a low income, lives in peripheral areas and public health systems are distant, and only the most central ones are well equipped, forcing people to long journeys which, given the frequency, are also very expensive.

The use of specialist services reveals high levels of inequality to the detriment of most disadvantaged groups, as well as services related to hospital admissions or lack of access to innovative procedures and facilities (Soletierre, 2018). One of the objectives of the Merlino project is to give the possibility to those who do not live in large towns, i.e. in the proximity of equipped facilities, to be able to use equally advanced medical services, without the need to make long daily trips. The creation of a transportable structure capable of accommodating a multi-sensory system, where patients can explore, experiment and socialise, under controlled conditions, together with family members and

caregivers, would avoid many families having to face continuous costly and time-consuming journeys. Not to mention the value of data collection, which is one of the great challenges of our time: having targeted data, collected during the interaction environment/man, variable on the basis of external parameters, is certainly a great asset for those who must then define the necessary therapies and interventions on the individual patient.

Conclusions – The definition of a design method and product, with the above requirements, represents for the scientific community a significant improvement in terms of dissemination of results, and therefore repeatability. The flexibility that distinguishes Merlino, precisely in its original concept, will allow, in addition to the spread diffusion on the territory, also the possibility to keep software and hardware updated, a necessary prerequisite preventing the quick evolution of technology. And this means adaptability to different contexts and widening to new user groups. But not only that. Also from a commercial point of view, for its position on the market, Merlino is certainly an interesting project, since it allows you to take advantage of a single investment using it in multiple locations, with the opportunity to use it in places that, usually, would not

have the possibility to be equipped with such advanced technologies. In its structural layout, the system fully meets the requirements of portability, assembly, start-up and ease of use, through its modularity and integration of components within the pre-assembled structure.

Merlino has a precise communicative aesthetic, its image reflects, with its characteristics of attractive and mysterious game, the appearance of the character that represents – the magician Merlin – activating a series of positive reactions in the propensity of children and adults to use it, considering it as an educational equipment and not only medical. Special attention has been made on the structural perimeter freedom and attractiveness, hiding the technology and wiring within predetermined spaces. Merlino create the foundations for the creation of a new category of products that can be used directly in places where there is a specific need. It allows to displace costumed services over the territory, that we are used to imagine only in big central facilities. In addition, the project, due to its modular nature, allows to maintained costs low and leaves open the possibilities of hardware implementation and development of software applications for new types of interaction. A model is therefore defined in a way that, after the experi-



Fig. 10 - Transport and assembly of Merlino modules.

mentation phase, will be replicable in other areas ranging from training to entertainment, marketing, research and the medical sector.

Assuming a large-scale diffusion of this system, Merlino could become a kit provided to schools, social and health facilities, with multiple functions thanks to virtual reality, changing the approach to educational activities and therapeutic practices. Education today aims, through traditional teaching, at the development of cognitive faculties and notional learning, but an effective strategy for the involvement of the emotional sphere of the child has not yet been defined. In conclusion, through the use of MSEs, we propose the development of a didactic model and support to the health sector aimed at intellectual stimulation, creating immersive scenarios, able to arouse strong emotional reactions, to allow users to experience, in a controlled way, social dynamics and interaction with others and the outside world.

REFERENCES

- Baricco, A. (2018), *The Game*, Giulio Einaudi editore, Torino.
- Beckman, L. and Barry, M. (2007), "Innovation as a Learning Process: embedding design thinking", in *California Management Review*, vol. 50, n. 1, pp. 24-56.
- Cipresso, P., La Paglia, F., La Cascia, C., Riva, G., Albani, G. and La Barbera, D. (2013), "Break in volition: a virtual reality study in patients with obsessive-compulsive disorder", in *Experimental Brain Research*, vol. 229, issue 3, pp. 443-449.
- Cosentino, G., Leonardi, G., Gelsomini, M., Spitale, M., Gianotti, M., Garzotto, F. and Arquilla, V. (2019), "GENIEL: an auto-generative intelligent interface to empower learning in a multi-sensory environment", in *Proceedings of the 24th International Conference on Intelligent User Interfaces: Companion (IUI '19)*, ACM, New York (USA), pp. 27-28.
- Dourish, P. (2001), *Where the action is: the foundations of embodied interaction*, MIT press, Cambridge, Massachusetts.
- Drobac, K. and Gaus, C. (2014), "Connected Care Is Key to Accountable Care: The Case for Supporting Telehealth in ACOs", in *The American Journal of Accountable Care*, vol. 2, n. 2, pp. 25-26.
- Fahle, M. and Poggio, T. (eds) (2002), *Perceptual learning*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Ficocelli, S. (2019), *Innovation-driven healthcare: viaggio oltre le nuove frontiere della salute*. [Online] Available at: https://www.repubblica.it/dossier/tecnologia/talks-on-tomorrow-2018/2019/03/08/news/talks_on_tomorrow-221001366/?ref=search [Accessed 10 April 2019].
- Galliers, R. and Currie, W. (eds) (1999), *Rethinking Management Information Systems: An Interdisciplinary Perspective*, Oxford University Press, New York.
- Garzotto, F. and Gelsomini, M. (2017), "Magic Room: A Smart Space for Children with Neurodevelopmental Disorder", in *IEEE Pervasive Computing*, vol. 17, issue 1, pp. 38-48.
- Haggard, L. E. and Hutchinson, R. (1991), "Snoezelen: an approach to the provision of a leisure resource for people with profound and multiple handicaps", in *Journal of the British Institute of Mental Handicap*, vol. 19, pp. 51-55.
- Howard, Z. and Melles, G. (2011), "Beyond designing: Roles of the designer in complex design projects", in *OZCHI 2011 Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference: Design, Culture and Interaction*, ACM, Canberra, Australian Capital Territory, Australia, pp. 152-155.
- Hulsegge, A. and Verheul, J. (1987), *Snoezelen Another World. A Practical Book of Sensory Experience Environments for the Mentally Handicapped*, Rompa, Chesterfield (UK).
- Kaplan, H. M., Clopton, M., Kaplan, M., Messbauer, L. and McPherson, K. (2006), "Snoezelen multi-sensory environments: Task engagement and generalization", in *Research in Developmental Disabilities*, vol. 27, pp. 443-455.
- Kewin, J. (1994), "Snoezelen. The reason and the method", in Hutchinson, R. and Kewin, J. (eds), *Sensations and disability: Sensory environments for leisure, Snoezelen, education and therapy*, Rompa, Chesterfield (UK).
- Parés, N., Carreras, A., Durany, J., Ferrer, J., Freixa, P., Gómez, D., Kruglanski, O., Parés, R., Ribas, I. J., Soler, M. and Sanjurjo, A. (2004), "MEDIATE: An interactive multisensory environment for children with severe autism and no verbal communication", in *3rd International Workshop on Virtual Rehabilitation (IWVR '04)*, Lausanne, Svizzera, pp. 1-9. [Online] Available at: https://pdfs.semanticscholar.org/0676/8e2cda070abd4d44050edbc808920403a681.pdf?_ga=2.28878588.1303837857.1557213218-1890251487.1555255686 [Accessed 8 April 2019].
- Ringland, K. E., Zalapa, R., Neal, M., Escobedo, L., Tentori, M. and Hayes, G. R. (2014), "SensoryPaint: a multimodal sensory intervention for children with neurodevelopmental disorders", in *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, ACM digital library, New York, pp. 873-884.
- Slevin, E. and McClelland, A. (1999), "Multisensory environments: are they therapeutic? A single-subject evaluation of the clinical effectiveness of a multisensory environment", in *Journal of Clinical Nursing*, vol. 8, issue 1, pp. 48-56.
- Soleterre (2018), *Salute è salute sociale. Il Programma Internazionale per l'Oncologia Pediatrica di Solterre*. [Online] Available at: https://soleterre.org/wp-content/uploads/2017/08/dossier_FEB_2018_SOLETERRE_OK.pdf [Accessed 6 April 2019].
- Weiser, M. (1991), "The computer of the twenty-first century", in *Scientific American*, vol. 265, n. 3, pp. 94-104.
- Wilson, M. (2002), "Six views of embodied cognition", in *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 9, pp. 625-636.

^a MARIO BISSON, Architect, is Associate Professor at the Department of Design of the Politecnico di Milano (Italy) and Scientific Director of the interdepartmental laboratory EDME and Scientific Director of the Colour Laboratory; he is also founder and Scientific Director of MDA, and member of the Board of Directors of Polidesign srl. Mob. +39 331/72.65.620. E-mail: mario.bisson@polimi.it

^b SHANTI ANDREANA ALBERTI DI CATENAJO, Product designer for innovation, he carries out professional research in the field of product and service design, has collaborated on exhibitions and projects of international importance. Mob. +39 393/82.59.738. E-mail: shanti.alberti@mail.polimi.it

^c STEFANIA PALMIERI, Architect and PhD, she is Researcher in Industrial Design at the Department of Design of the Politecnico di Milano, Italy. She is responsible for relations with companies and professions for the School of Design. Her teaching, research and management activities aim to create a network of collaboration with the world of production, aimed at strengthening and stabilizing synergies between universities and businesses for the creation of cultural networks and exchange. Mob. +39 335/67.59.314. E-mail: stefania.palmieri@polimi.it