



UNIVERSITÀ DI PISA

LAUREA MAGISTRALE IN
INFORMATICA UMANISTICA

SEMINARIO DI CULTURA DIGITALE A.A. 2016/17

Disabili Virtuali

Realtà virtuale come strumento terapeutico per le disabilità

Letizia Angileri

Matricola: 475653

Sommario

L'applicazione della "Realtà virtuale" come strumento terapeutico, può offrire nuove possibilità per la riabilitazione di determinate disabilità? Questa è la tesi affrontata in questa relazione, ovvero, i sistemi di realtà virtuale sono in grado di coinvolgere soggetti disabili, affinché essi possano avere l'opportunità di interagire con oggetti o situazioni simulate come se fossero realmente presenti. Altresì, mediante la realtà virtuale è possibile riprodurre situazioni ambientali e sociali in grado di stimolare il soggetto in maniera simile al corrispondente contesto reale, consentendo di poter modulare l'intensità e la durata dell'esperienza in funzione alle necessità del programma e alle esigenze del soggetto.

Indice

INTRODUZIONE	3
1. COS'È LA DISABILITÀ	4
1.2. TIPI DI DISABILITÀ	4
2. REALTÀ VIRTUALE E DISABILITÀ	7
2.1 VR E DISABILITÀ INTELLETTIVE	7
2.1.1. DISTURBO DELLO SPETTRO AUTISTICO	8
2.2 VR E DISABILITÀ SENSORIALI	10
2.2.1. NON VEDENTE	10
2.3 VR E DISABILITÀ MOTORIE	13
2.3.1. RIABILITAZIONE ARTI SUPERIORI	14
2.3.2. RIABILITAZIONE SULL'EQUILIBRIO	15
CONCLUSIONI	18
BIBLIOGRAFIA	19
SITOGRAFIA	20

Introduzione

Questa relazione si propone di affrontare un tema che mi sta a cuore; l'argomento è relativo all'utilizzo di strumenti tecnologici e metodologie informatiche in campo medico, in particolare, in campo riabilitativo per i soggetti che presentano delle disabilità. L'intento è quello di prendere in esame disabilità e realtà virtuale, in particolare, l'applicazione della simulazione virtuale come strumento terapeutico, può offrire nuove possibilità per la riabilitazione di determinate disabilità? Nello specifico, verrà data una breve introduzione al concetto di disabilità, esaminandone i tipi, affrontandone il concetto correlato agli ambienti virtuali e presentando degli esempi di applicazioni realtà virtuale per ogni tipo di disabilità.

L'idea per tale approfondimento è nata al termine del ciclo annuale del "Seminario di Cultura Digitale" presso l'Università di Pisa, in particolare, nel corso dell'anno 2014 è stata affrontata una tematica simile, nello specifico, realtà virtuale e archeologia. La realtà virtuale nasce intorno alla metà degli anni '50 dalla volontà di "replicare" la realtà circostante, quanto più precisamente possibile, dal punto di vista grafico, uditivo, tattile ed olfattivo. In altre parole, la realtà virtuale induce, tramite un sistema immersivo, a pensare di vivere una realtà alternativa, ingannando così i sensi dell'utente¹. In tempi più recenti, la realtà virtuale costituisce anche uno strumento di accesso del tutto sicuro ad attività altrimenti non accessibili alle persone con disabilità nei contesti di vita quotidiana. Alcuni sistemi propongono attività riabilitative che possono essere eseguite dal paziente anche nel contesto domestico prolungando i tempi dedicati all'esecuzione degli esercizi con ovvi vantaggi sul piano dei costi e dell'efficacia dell'intervento stesso, in quanto, i programmi di realtà virtuale sono spesso progettati per essere più interessanti e piacevoli rispetto ai compiti terapeutici tradizionali, incoraggiando così un maggior numero di ripetizioni. Pensiamo, ad esempio, a software che permettono di simulare una discesa sugli sci, un lancio con il paracadute o l'atto di suonare degli strumenti musicali, oppure attraversare la strada in un ambiente protetto. Questi approcci possono essere vantaggiosi perché forniscono l'opportunità di praticare attività che non sono o non possono essere praticate nell'ambiente reale.

¹ http://percro.sssup.it/marcello/didattica/1_VR.pdf

1. Cos'è la disabilità

Prima di parlare nello specifico di come la realtà virtuale possa aiutare persone con disabilità, occorre partire dalla definizione di disabilità. Quando parliamo di disabilità, occorre distinguere due classificazioni: la classificazione ICIDH (International Classification of Impairments Disabilities and Handicaps) del 1980 e la classificazione del ICF (Classificazione Internazionale del Funzionamento, della Disabilità e della Salute). La prima fa una distinzione tra “menomazione” intesa come perdita o anomalìa a carico di una struttura o di una funzione psicologica, fisiologica o anatomica; “disabilità” (disability) come qualsiasi limitazione o perdita (conseguente a menomazione) della capacità di compiere un'attività nel modo o nell'ampiezza considerati normali per un essere umano” e “handicap” come la “condizione di svantaggio conseguente a una menomazione o a una disabilità che in un certo soggetto limita o impedisce l'adempimento del ruolo normale per tale soggetto in relazione all'età, al sesso e ai fattori socioculturali”; però tale classificazione ha mostrato delle limitazioni in quanto:

- la disabilità può essere anche solo temporanea
- non è facile stabilire un livello oltre il quale una soggetto può considerarsi disabile
- un soggetto può essere menomata senza essere disabile
- nell'ICIDH si considerano solo fattori patologici senza prendere in considerazione quelli ambientali che gioca un ruolo determinante nella limitazione e dell'autonomia del soggetto. Quindi a questo punto ci si rifà alla seconda classificazione, quella relativa all'ICF. In questo caso la definizione di disabilità cambia e diventa un termine a ombrello, ovvero, la disabilità viene definita sia come la difficoltà di funzionamento della persona a livello personale che nella partecipazione sociale. In altre parole, non vengono presi in considerazione solo i fattori biomedici e patologici, ma si considera anche l'interazione sociale. La stessa terminologia usata è indice di questo cambiamento di prospettiva, in quanto ai termini di menomazione, disabilità ed handicap (che attestavano un approccio essenzialmente medicalista) si sostituiscono i termini di Strutture Corporee, Attività e Partecipazione.

Di fatto lo standard diventa più complesso, in quanto si considerano anche i fattori sociali, e non più solo quelli organici.

In sostanza, l'ICIDH valutava i fattori di disabilità iniziando dalla menomazione, invece l'ICF valuta le abilità residue dell'individuo e descrive i vari gradi di funzionalità partendo dall'interazione dei suoi fattori e prevedendo anche diverse sottoclassi dello stesso parametro.

In definitiva, possiamo definire la disabilità come la condizione di chi, in seguito a una o più menomazioni, ha una ridotta capacità d'interazione con l'ambiente sociale rispetto alle cosiddette persone “normodotate”, ovvero, la persona disabile sarà meno autonoma nello svolgere le attività quotidiane e spesso in condizioni di svantaggio nel partecipare alla vita sociale².

1.2. Tipi di disabilità

Dopo aver dato una definizione della nozione di disabilità, facciamo una breve panoramica sui tipi di disabilità. Da ricordare che l'ICF è una prospettiva multidimensionale, in quanto non si limita solo a fattori organici, ma anche a funzioni e

² https://it.wikipedia.org/wiki/Disabilit%C3%A0#cite_note-1

strutture corporee. A questo proposito, occorre fare una ripartizione in due categorie (Figura1):

- 1- Funzionamento e disabilità, comprendente i fattori organici;
 - Strutture corporee (organi e strutture anatomiche in genere)
 - Funzioni corporee (le funzioni fisiologiche espletate da tali strutture)
- 2- Fattori contestuali;
 - Fattori ambientali (ovvero dell'ambiente fisico - sociale)
 - Fattori personali, consistenti nella capacità d'interazione con l'ambiente fisico - sociale³.

<p>Funzioni corporee</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Funzioni mentali 2. Funzioni sensoriali e dolore 3. Funzioni della voce e dell'eloquio 4. Funzioni dei sistemi cardiovascolare, ematologico, immunologico, respiratorio 5. Funzioni dell'apparato digerente e dei sistemi metabolico ed endocrino 6. Funzioni riproduttive e genitourinarie 7. Funzioni neuro - muscolo - scheletriche correlate al movimento 8. Funzioni cutanee e delle strutture correlate 	<p>Strutture corporee</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema nervoso 2. Visione e udito 3. Comunicazione verbale 4. Sistemi cardiovascolare e immunologico, apparato respiratorio 5. Apparato digerente e sistemi metabolico ed endocrino 6. Sistemi genitourinario e riproduttivo 7. Movimento 8. Cute e strutture correlate
<p>Fattori ambientali</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prodotti e tecnologia 2. Ambiente naturale e cambiamenti effettuati dall'uomo 3. Relazione e sostegno sociale 4. Atteggiamenti 5. Sistemi, servizi e politici 	<p>Attività e partecipazione</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Apprendimento ed applicazione delle conoscenze 2. Compiti e richieste generali 3. Comunicazione 4. Mobilità 5. Cura della propria persona 6. Vita domestica 7. Interazione e relazioni personali 8. Aree di vita principali 9. Vita sociale, civile e di comunità

Figura 1: schema riassuntivo della classificazione ICF - wikipedia

Nel nostro caso, andremo ad analizzare i fattori organici con i relativi fattori contestuali, in particolare, attività e partecipazione; in linea di massima, le disabilità le possiamo suddividere in tre categorie fondamentali: disabilità intellettive, disabilità sensoriali e disabilità motorie. Quando ci riferiamo a limitazioni gravi nell'apprendimento, nella capacità di pensare, nella risoluzione dei problemi, nella percezione del mondo e nello sviluppo di capacità quotidiane, parliamo di **disabilità intellettive**. Tutte le persone con disabilità intellettive sono capaci di apprendere e possono vivere una vita soddisfacente e felice. Spesso la disabilità intellettiva intacca la capacità di una persona di comunicare, di relazionarsi a livello sociale o di prendersi cura di sé. Essa intacca anche la capacità di una persona di imparare e di ricordare. La disabilità intellettiva è spesso associata anche ad altri disturbi come ad esempio i disturbi pervasivi dello sviluppo (autismo, sindrome di Rett, sindrome di asperger...). Ci

³ https://it.wikipedia.org/wiki/Disabilit%C3%A0#cite_note-1

sono anche disabilità che maggiormente, ma non esclusivamente, pregiudicano le possibilità di comunicazione: leggere un giornale, vedere un film, sentire un dibattito, ascoltare un concerto, o un telegiornale, passeggiare in piena autonomia per la città, prendere un autobus, un treno o un aereo, usare il telefono o il computer sono azioni banali e quotidiane, che però, per molti cittadini sono, o meglio, sarebbero precluse, senza gli strumenti della tecnologia moderna, in questo caso parliamo delle **disabilità sensoriali**. Le disabilità sensoriali, riguardano i sensi e, in particolare, le possiamo suddividere in due macro aree: disabilità visiva e disabilità uditiva.

- La **disabilità visiva**⁴ (non vedenti, ipovedenti, daltonismo, acromatopsia), soggetti che sono portatori di un deficit sensoriale che riguarda la vista e sono classificati in cinque livelli:
 1. Cecità completa: dove il soggetto non percepisce stimoli visivi
 2. Cecità legale: vi è un residuo visivo inferiore al minimo
 3. Ipovisione: vi è una parziale capacità visiva
 4. Il daltonismo consiste in una cecità ai colori, i colori sono percepiti in modo alterato rispetto al normale⁵
 5. Il termine acromatopsia indica l'incapacità totale di percepire qualunque colore⁶
- La **disabilità uditiva** (sordità e debolezza udito), la sordità è la riduzione, più o meno grave dell'udito. La parola sordità viene usata in due accezioni, sia per indicare il deficit sensoriale uditivo, sia l'handicap che ne deriva. Fra le due accezioni esiste una profonda differenza. Con il termine deficit ci si riferisce alla quantità o alla qualità della perdita uditiva, misurabili attraverso la diagnosi audiologica. Il danno riportato dall'udito può essere lieve, medio, grave o addirittura profondo: un soggetto in questa condizione non percepisce nemmeno suoni e rumori di elevata intensità. Quando la sordità interessa un solo orecchio si parla di "anacusia", altrimenti di "cofosi". La sordità parziale è invece nota col nome di ipoacusia, la quale può essere indotta dai danni relativi ai rumori (NIHL) oppure dall'invecchiamento (ARHL, o presbiacusia)⁷.

Infine, si parla di **disabilità motoria** nel caso in cui siano presenti delle disfunzioni delle capacità motorie. La disabilità motoria comprende molte e complesse condizioni nelle quali la "funzione movimento" viene alterata o ridotta, in quanto una competenza motoria dell'essere umano è il cammino, ma anche la capacità di stare seduto, la motricità del capo, la motricità delle braccia, delle mani, la motricità dei muscoli.

⁴ Mirella Zanobini, Maria Carmen Usai, *Psicologia della disabilità e della riabilitazione soggetti, le relazioni, i contesti in prospettiva evolutiva*, Franco Angeli s.r.l., Milano, 2005

⁵ <https://it.wikipedia.org/wiki/Daltonismo>

⁶ <https://it.wikipedia.org/wiki/Acromatopsia>

⁷ <https://it.wikipedia.org/wiki/Sordità>

2. Realtà Virtuale e disabilità

Questo secondo capitolo, intende offrire una panoramica circa l'applicazione delle risorse tecnologiche applicate alle disabilità, come detto prima, la realtà virtuale (VR) scientificamente viene intesa come un ambiente complesso, determinato da una interfaccia grafica immersiva, interattiva e tridimensionale che permette operazioni di simulazione e specifiche forme di comunicazione e di apprendimento, offrendo all'utente la possibilità di percepirsi fisicamente presente in un mondo virtuale, così da poter interagire con esso, attraverso sensazioni, emozioni, valutazioni e comportamenti tipici della realtà quotidiana. Quindi la sensazione di realtà è data dalla capacità del suddetto sistema, attraverso specifici dispositivi tecnologici, di processare le informazioni ricevute e di offrire all'utente un ritorno visivo, sonoro ed aptico in tempo reale⁸. In altre parole, un sistema di realtà virtuale è una combinazione di tecnologie per supportare la creazione e l'esplorazione di rappresentazioni 3D generati in ambienti con un aspetto realistico (ambienti virtuali). VR potrebbero essere piattaforme ideali per insegnare la comprensione sociale e le abilità di sicurezza a persone con disabilità. L'interazione con la realtà virtuale fornisce un ambiente sicuro e controllato per consentire simulazioni realistiche di situazioni di vita reale. La realtà virtuale può fornire esperienze che può aiutare i pazienti a capire i concetti e per imparare a svolgere compiti specifici, che possono essere ripetuti ogni tanto. Ad esempio, interagire con una replica virtuale di luoghi pubblici (Caffetterie, supermercati, strada e mezzi pubblici) possono migliorare la capacità di riconoscere situazioni specifiche (presenza di automobili, divieto di camminare in aiuole) e di eseguire tipici compiti di vita quotidiana (prendere un autobus o prendere un caffè). Inoltre, il realismo di ambienti simulati può aumentare le possibilità di trasferire le abilità insegnate nella vita quotidiana del soggetto disabile⁹.

2.1 VR e disabilità intellettive

Dopo aver parlato in generale di come la realtà virtuale possa essere una risorsa utile per i soggetti che presentano delle disabilità, restringiamo il campo presentando la VR e disabilità cognitive. In questo ambito ci sono molti studi interessanti: uno studio sviluppato dal gruppo I3Lab (Innovative Interactive Interfaces) presso il Politecnico di Milano che consisteva in un paio di occhiali 'magici' che permetteva ai bambini con disabilità intellettiva di immergersi nelle storie raccontate loro dai terapisti durante la riabilitazione stimolando la curiosità e permettendo di esercitare la capacità di attenzione e concentrazione. Nel dettaglio, mi sono soffermata su uno studio curato dal Dipartimento di Ingegneria di Genova relativo al disturbo dello Spettro Autistico. In

⁸ Mario Saiano, Laura Pellegrino, Maura Casadio, Susanna Summa, Eleonora Garbarino, Valentina Rossi, Daniela Dall'Agata e Vittorio Sanguineti, *Natural interfaces and virtual environments for the acquisition of street crossing and path following skills in adults with Autism Spectrum Disorders: a feasibility study*, in "Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation", 2015, 1

⁹ Mario Saiano, Laura Pellegrino, Maura Casadio, Susanna Summa, Eleonora Garbarino, Valentina Rossi, Daniela Dall'Agata e Vittorio Sanguineti, *Natural interfaces and virtual environments for the acquisition of street crossing and path following skills in adults with Autism Spectrum Disorders: a feasibility study*, in "Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation", 2015, 3

questo studio viene utilizzato hardware come il kinect che, usato solitamente per attività ludiche, come vedremo nel prossimo paragrafo, viene utilizzato per scopi totalmente diversi.

2.1.1. Disturbo dello Spettro Autistico

Lo scopo di questo studio è stato quello di esaminare se un approccio basato su ambienti virtuali e interfacce naturali sia efficace nell'insegnamento delle abilità di sicurezza negli adulti con DSA (Disturbi dello Spettro Autistico). Questo studio si è concentrato specificamente sull'incrocio pedonale con o senza semafori, seguendo le indicazioni per andare in un luogo (polizia o farmacia).

L'apparato sperimentale includeva un videoproiettore che mostrava un ambiente di realtà virtuale su uno schermo di 2 m × 2 m. I partecipanti erano tenuti a stare di fronte allo schermo ad una distanza di circa 2 m. Lo schermo ha continuamente mostrato un ambiente urbano realistico: edifici, marciapiedi, strade e piazze (Figura 2).



Figura 2: screenshot dell'ambiente virtuale - Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation

Il rendering visivo è stato basato su una prospettiva di prima persona. Il VR si basava sulla NeuroVR 2.0, la piattaforma di *virtual reality open-source*. All'ambiente "urbano" standard fornito da NeuroVR, sono stati aggiunti semafori, pedaliere, segnaletica stradale e numerosi distrattori (ad esempio automobili, altre persone e cani). Tutti gli oggetti della scena erano statici, ma i semafori potrebbero passare a verde, giallo e rosso. I cani abbaiano quando i soggetti si avvicinavano. Invece di utilizzare il mouse e la tastiera per interagire con il VR, è stato utilizzato un dispositivo di cattura di movimento senza marcatori (Microsoft Kinect), posto sotto lo schermo per registrare i movimenti del corpo a tutti gli oggetti nello spazio 3D. Il dispositivo ha una precisione limitata, ma consente di ricostruire in tempo reale le traiettorie "virtuali" (ad es. Testa, mano destra, piede sinistro, ecc.).

Il protocollo di studio consisteva in un totale di 10 sessioni (1 sessione / settimana) e ha coinvolto una familiarizzazione (sessioni 1-5) e una fase di formazione (sessioni 7-9). Prima dell'inizio e dopo la fine della fase di allenamento sono state eseguite due sessioni di valutazione (sessioni 6 e 10).

La fase di familiarizzazione aveva lo scopo di praticare il vocabolario dei gesti necessari per interagire con il VR. Sotto la supervisione di un terapeuta, i soggetti hanno interagito con l'ambiente "urbano" standard fornito da NeuroVR per un massimo di 30 minuti per sessione. Si tratta di un ambiente semplificato, che non fornisce indicazioni specifiche (segni, passerelle, semafori) e non specifiche direzioni (segnaletica stradale). In una fase successiva sono stati posti segni di freccia sul pavimento, che i soggetti erano tenuti a seguire. Durante la familiarizzazione, un terapeuta ha osservato il comportamento dei partecipanti e ha mostrato loro il dizionario di gesti necessari per interagire con il VR. In particolare, il terapeuta ha inizialmente mostrato ai soggetti i movimenti da effettuare per controllare il VR.

La fase di trattamento consisteva in tre sessioni (durata massima: 45 min). Durante ciascuna sessione, i partecipanti dovevano completare due percorsi diversi (A e B) seguendo le frecce e i segni. Percorso A ha portato ad una farmacia, il sentiero B ad una stazione di polizia. Ogni percorso ha avuto esattamente la stessa lunghezza e ha richiesto loro di attraversare almeno sette strade.

Durante le sessioni sono state gradualmente aumentate la difficoltà delle attività. Nella prima sessione il sentiero includeva solo strisce pedonali, senza semafori. I soggetti dovettero fermarsi e guardare entrambi i lati della strada prima di attraversare una strada. Nella seconda sessione, tutte le passerelle attraversavano semafori. In questo caso, anche i soggetti dovevano aspettare la luce verde prima di attraversare. Nella terza sessione ci sono stati entrambi i tipi di strisce pedonali (con e senza semafori) più un numero di distrattori (altre persone, cani, rumore di strada). Tutti gli errori - cioè l'incrocio senza guardare, incrociando con luce rossa / gialla, camminando fuori dal marciapiede o attraversando l'esterno della passerella - hanno attivato automaticamente un allarme acustico.

Durante la fase di trattamento il terapeuta ha monitorato il comportamento del partecipante e ha fornito sia la correzione verbale che il rinforzo. Ad esempio, se un soggetto ha attraversato la strada quando il semaforo è rosso o giallo, il terapeuta gli ha ricordato le regole di condotta per questa particolare azione.

Il sistema Kinect viene utilizzato solo come interfaccia utente, basato su un metodo molto semplice per la riconoscenza di gesti per cui l'alta precisione è meno importante. I soggetti DSA hanno imparato a utilizzare l'interfaccia gestita per interagire con un ambiente virtuale. Per interagire con l'ambiente virtuale, i soggetti dovevano imparare un vocabolario di gesti del corpo. La scelta di questi gesti è un determinante per la facilità di interazione e, in ultima analisi, delle prestazioni di apprendimento. Un obiettivo primario del protocollo di formazione proposto, è stato quello di insegnare ai soggetti DSA le regole di comportamento che devono essere seguite per attraversare in modo sicuro una strada in un ambiente urbano - con strisce pedonali, semafori, automobili e presenza di altre persone. Per quantificare se hanno effettivamente appreso queste regole di comportamento, è stato esaminato il numero di errori effettuati durante la formazione nell'ambiente virtuale. E' stato solo notato una significativa diminuzione di un tipo di errore specifico, ovvero "attraversamento con luce rossa o gialla". Al contrario, nessuna modifica significativa è stata osservata nel "camminare fuori dal marciapiede o strisce pedonali" e "attraversare senza guardare". A quanto pare, i soggetti imparano facilmente comportamenti che vengono innescati da semplici stimoli di colore, come "inizia a attraversare il verde" o "aspettare in rosso". Invece, i comportamenti come "camminare all'interno del marciapiede o della passerella" sono stati più difficili da imparare, probabilmente perché implicano una capacità di analizzare scenari più complessi, che coinvolgono una più ampia varietà di contesti. Da queste sole osservazioni non possiamo concludere che i soggetti in realtà

hanno imparato ad usare un buon giudizio, pianificazione, risoluzione dei problemi per quanto riguarda l'ambiente in cui si muovono.

E' stato scoperto che tutti i soggetti hanno aumentato la loro velocità di movimento dalla valutazione pre-post-trattamento. Lo stesso significativo aumento della velocità di movimento è stato osservato in ciascuno dei tre giorni di trattamento. Nel complesso, questo risultato suggerisce che i soggetti diventano gradualmente più efficaci nell'attivazione delle funzioni esecutive necessarie per eseguire le azioni necessarie per spostarsi all'interno dell'ambiente virtuale.

Alcuni soggetti erano in grado di raggiungere l'obiettivo sin dall'inizio. Con la formazione questi soggetti gradualmente ottimizzarono il loro cammino, riducendo la sua lunghezza e avvicinandosi al percorso ottimale. Al contrario, i soggetti "bassi prestazioni" non erano in grado di completare l'attività entro il timeout di 10 minuti. Questi soggetti hanno mostrato una lunghezza inizialmente bassa del percorso e una grande distanza figurale. Tuttavia, dopo aver addestrato le loro prestazioni è stato paragonabile a quello del gruppo ad alte prestazioni. Complessivamente, questi risultati confermano che l'interazione con un sistema di realtà virtuale è efficace nell'aiutare i partecipanti ad acquisire la capacità di raggiungere un certo posto seguendo i segnali stradali. Infine, i genitori e gli assistenti hanno riportato un significativo miglioramento post-trattamento nelle prestazioni dei soggetti. Queste osservazioni evidenziano che i comportamenti acquisiti attraverso la formazione all'interno del VR hanno prodotto una migliore attenzione quando i soggetti impegnati in comportamenti simili (attraversamento stradale) nelle situazioni di vita quotidiana.

2.2 VR e disabilità sensoriali

Oltre alle disabilità intellettive e VR presentiamo anche la VR e disabilità sensoriali. In questo caso, ho reputato interessante uno studio condotto dal Tel Aviv University nel 2007 relativo ai soggetti non vedenti, in quanto si erano simulati due spazi: uno virtuale e uno reale con le stesse caratteristiche e dopo aver esplorato lo spazio virtuale, i partecipanti dello studio entrarono nello spazio reale con fiducia e decisione. Nel prossimo paragrafo, affronteremo nel dettaglio l'intero studio.

2.2.1. Non Vedente

Le persone cieche non dispongono di informazioni necessarie per la mappatura mentale della navigazione degli spazi in quanto questa informazione è raccolta attraverso il canale visivo. Di conseguenza, i soggetti disabili sono tenuti a utilizzare canali sensoriali compensatori e metodi di esplorazione alternativa (Jacobson, 1993). A tal proposito, gli obiettivi principali di questo studio dovevano esaminare: il processo di esplorazione di uno spazio sconosciuto usando un ambiente virtuale multisensoriale (VR), il processo di mappatura cognitiva di uno spazio sconosciuto usando il VR e l'applicazione della mappa costruita per eseguire attività di orientamento nello spazio reale.

Per lo studio è stato sviluppato un VR multi-sensoriale che modella spazi reali. L'utente ha interagito con il VR utilizzando un joystick per Force Feedback di Microsofts SideWinder (FFJ) (Figura 3). Utilizzando l'FFJ l'utente potrebbe muoversi all'interno del VR e sentire la struttura, la posizione e la dimensione di un oggetto. Questo sistema comprende due modalità di funzionamento: sviluppo e apprendimento.

Il componente principale della **modalità sviluppo** è l'editor VR. Questo modulo include **tre strumenti**: un costruttore di ambiente 3D utilizzato per definire le caratteristiche fisiche dello spazio come il tipo e la dimensione dei componenti (ad es. Porte, finestre,



Figura 3: screenshot Joystick - google immagini

pezzi di mobili) e la loro posizione attraverso gli effetti di feedback a tutti i componenti di VR e un editor di feedback audio utilizzato per allegare le informazioni uditive agli oggetti (ad esempio, il nome, la suonatura o il suono dei suoni, gli avvisi quando gli angoli vengono raggiunti, i passi). L'intervallo sonoro delle tracce indica la velocità della navigazione e la lunghezza di passi dell'utente è il punto di riferimento per la distanza nella scena virtuale.

La modalità di apprendimento, all'interno del quale l'utente lavora, consiste nello spazio simulato da navigare dagli utenti utilizzando il joystick (Figura 4) e altre funzioni che servono agli insegnanti durante e dopo ogni sessione di apprendimento. Ad esempio, i monitor sullo schermo presentano informazioni in tempo reale sulle prestazioni di

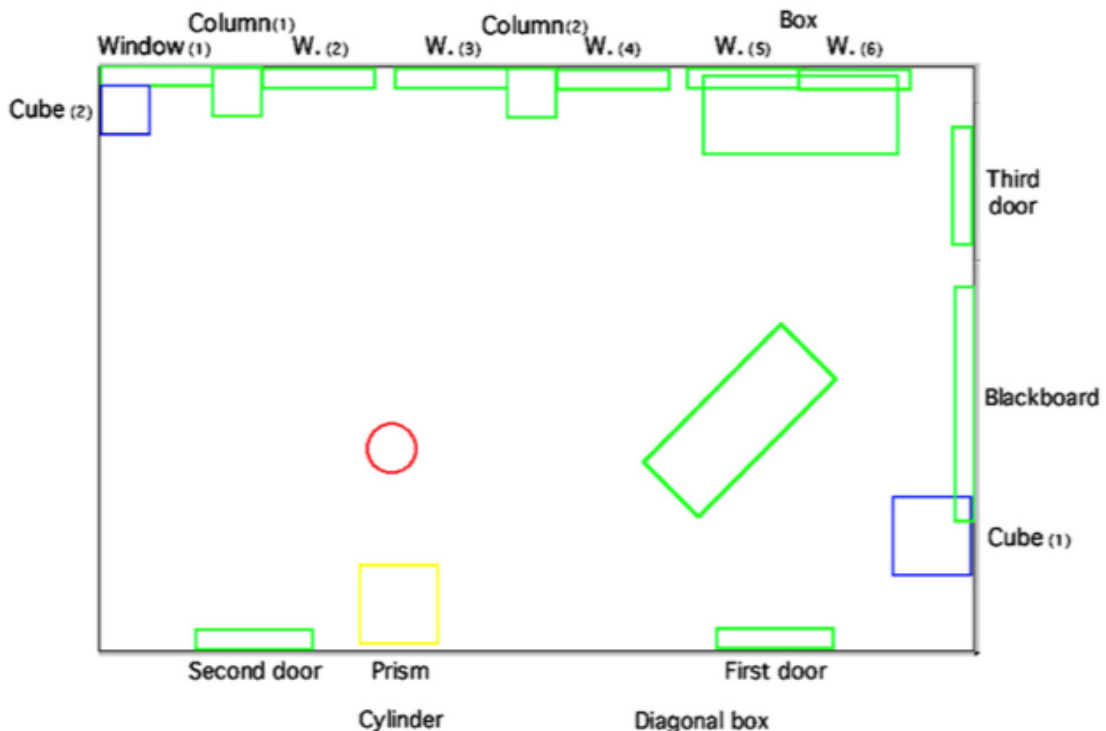


Figura 4: ambiente virtuale - Int. J. Human-Computer Studies

navigazione dell'utente (ad esempio posizione o oggetti già raggiunti). Una funzionalità aggiuntiva consente all'insegnante di registrare il percorso di navigazione del partecipante e di riprodurlo per analizzare e valutare le prestazioni del partecipante. Durante la fase di sviluppo una valutazione preliminare del VR è stata condotta sotto forma di un caso di studio del processo di lavoro di un cieco con lo strumento basato sulla forza-feedback.

Lo studio ha incluso 31 partecipanti selezionati: cecità totale (senza capacità visiva), almeno 12 anni, inizio della cecità almeno due anni prima al periodo sperimentale e confortevole con l'utilizzo di computer.

Spazio sconosciuto, reale e simulato sono i tre strumenti per l'implementazione. Lo spazio reale era una stanza di 54 metri quadri con tre porte, sei finestre e due colonne. C'erano sette oggetti nella stanza, di cui cinque attaccati alle pareti e due disposti nello spazio interno (vedi Figura 5). E' stato scelto questo ambiente perché lo scopo di questo



Figura 5: ambiente reale - Int. J. Human-Computer Studies

progetto è stato quello di utilizzare uno spazio relativamente semplice per questo primo studio sistematico, ma ci consentono di chiedere ai partecipanti di svolgere all'interno di essa una varietà di compiti di orientamento complessi. Questo spazio reale è stato virtualmente rappresentato nell'ambiente informatico (vedi figura 5 sopra).

Attività di esplorazione: Ogni partecipante è stato chiesto di esplorare il VR individualmente e senza limiti di tempo. Gli esperimenti hanno informato i partecipanti che avrebbero chiesto di descrivere la stanza e i suoi componenti alla fine della loro esplorazione.

Attività di orientamento: Ogni partecipante è stato chiesto di eseguire due task di orientamento nello spazio reale: un compito di un oggetto di destinazione e un compito di prelievo. Nell'attività oggetto target, il partecipante è stato chiesto di trovare un oggetto nello spazio (ad esempio, Raggiungi e identificare il cestino situato nella grande casella). Nell'attività di prospettiva, il partecipante è entrato nella stanza da un ingresso diverso e viene chiesto di trovare un oggetto in essa (ad esempio, Camminare dalla porta distante al cilindro).

Inoltre, è stata sviluppata una serie di sei strumenti per la raccolta di **dati quantitativi e qualitativi**.

Kit di modellazione: il kit di modellazione è stato utilizzato dai partecipanti per costruire un modello fisico dello spazio. Il kit comprendeva: (a) tre opzioni alternative per la struttura della stanza (ad esempio, per forma, dimensioni, pareti, numero di finestre e porte); B) otto oggetti in plastica, cinque corrispondenti a quelli

effettivamente presenti nell'ambiente di ricerca (cubo, scatola, cilindro, prisma), tre oggetti distrettivi (piramide e speciali tipi di scatole) e blackboard. Gli oggetti sono stati offerti in tre diverse dimensioni (50%, 100% e 200%) rispetto alla dimensione originale della scala (vedi figura 6). I 22 blocchi sono stati etichettati in Braille e avevano una



Figura 6: modelli creati con il kit di modellazione - Int. J. Human-Computer

striscia di Velcro in modo da poter essere collegati al tappeto nel pavimento del modello.

I risultati dello studio suggeriscono che il lavoro all'interno del VR ha dato ai partecipanti una conoscenza stimolante, completa e approfondita con lo spazio. I partecipanti hanno potuto raccogliere informazioni ricche e diverse sull'ambiente a diversi livelli di risoluzione e rivalutare (in movimenti di scansione ricorrenti) le informazioni già raccolte. Inoltre, si è notato che i soggetti non vedenti, nella loro prima esperienza a piedi nello spazio reale, dopo aver esplorato virtualmente la stanza, sono entrati nella stanza interna con fiducia e decisione questo ci fa capire che il processo di mappatura cognitiva di uno spazio sconosciuto usando il VR e l'applicazione della mappa costruita per eseguire attività di orientamento nello spazio reale è andato a buon fine in quanto quando i soggetti non vedenti camminano in un ambiente sconosciuto per la prima volta è di solito lento e esitante.

2.3 VR e disabilità motorie

Ultimo caso che andremo ad affrontare è quello relativo alle disabilità motorie e VR. In questo caso, ho preso in considerazione uno studio condotto a Pisa dalla Scuola Sant'Anna, uno studio innovativo per la riabilitazione dei soggetti post-ictus. Un altro studio su cui ho approfondito i concetti di disabilità motoria e VR è stato quello relativo alla riabilitazione sull'equilibrio condotto dall'Universitat Politècnica de València nel 2011 per pazienti con lesioni cerebrali acquisite.

2.3.1. Riabilitazione arti superiori

A Pisa, la Scuola Superiore Sant'Anna in collaborazione con l'Unità di Neuroriabilitazione dell'Azienda Ospedaliero-Universitaria Pisana, l'Istituto di Neuroscienze del Cnr e Ausl Toscana Nord Ovest e riabilitazione dell'area pisana nasce "Ronda", acronimo di "Robotica indossabile personalizzata per la riabilitazione motoria dell'arto superiore per i pazienti neurologici", uno studio innovativo per soggetti post-ictus, con un termine previsto per la primavera 2018.

Grazie a "Ronda" i pazienti potranno beneficiare delle opportunità che derivano dall'unione di strumenti tecnologici innovativi, sotto forma di robot indossabili, e di approcci riabilitativi personalizzati¹⁰.

La palestra sarà equipaggiata con almeno cinque stazioni di riabilitazione, che garantiranno altrettanti metodi personalizzati per la riabilitazione: due sistemi robotici indossabili per la mobilizzazione della spalla e del gomito (Figura 7) specializzati rispettivamente per pazienti neurologici con ridotta capacità motoria ed affetti da elevata spasticità o con moderate capacità motorie residue; dispositivi robotici per



Figura 7: screenshot esoscheletro spalla e gomito - santannapisa.it

riabilitare la mano e il polso (Figura 8), una nuova interfaccia tra uomo e macchina che consenta al paziente di sfruttare le capacità residua dei muscoli dell'arto superiore per

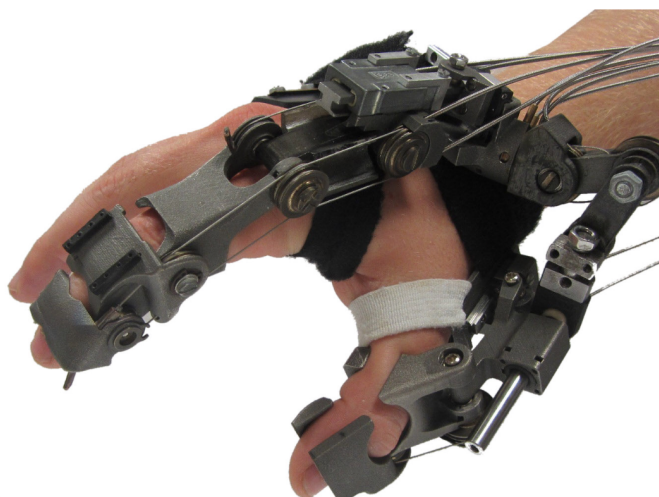


Figura 8: screenshot esoscheletro mano - santannapisa.it

¹⁰ <http://www.santannapisa.it/it/news/dopo-ictus-con-progetto-ronda-nasce-prima-palestra-al-mondo-con-robot-indossabili-e-realta>

controllare i robot indossabili; un sistema di realtà virtuale per la presentazione degli esercizi in uno scenario motivante, adattare la difficoltà degli esercizi alla capacità residua motoria del paziente e stimolare le capacità cognitive¹¹.

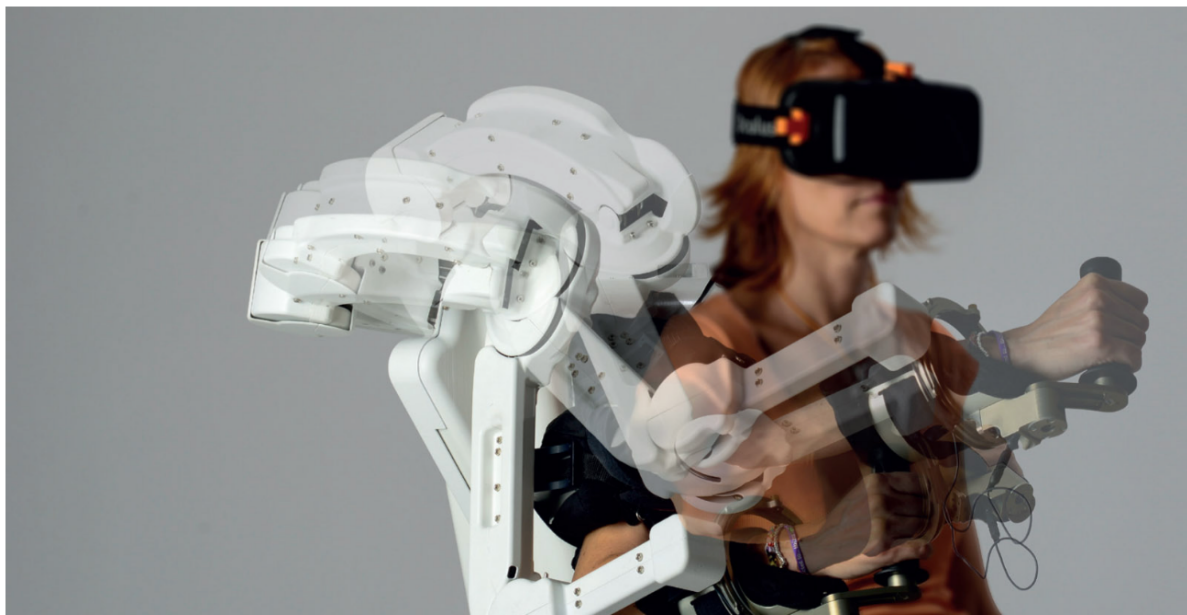


Figura 9: screenshot sistema commercializzato dalla Wearable Robotica - santannapisa.it

L'Azienda Ospedaliero-Universitaria Pisana, l'Ospedale Versilia e la riabilitazione dell'area pisana, si occuperanno del reclutamento dei pazienti, dello sviluppo dei protocolli riabilitativi personalizzati e della loro applicazione su gruppi di pazienti affetti da esiti di ictus.

2.3.2. Riabilitazione sull'equilibrio

Le difficoltà di equilibrio sono tra i più frequenti disordini motori dei pazienti con lesioni cerebrali acquisite. Il recupero di questa abilità è una parte essenziale del processo di riabilitazione, in quanto è associato ad un drastico miglioramento dell'autonomia funzionale. Lo studio clinico suggerisce che la riabilitazione virtuale ha fornito un miglioramento significativo dell'equilibrio statico rispetto al trattamento tradizionale. Un campione di venti pazienti è stato suddiviso in due gruppi: il **gruppo A**, costituito da soggetti con un **alto rischio di caduta** e il **gruppo B**, composto da soggetti con un **basso rischio di caduta**. Tutti i soggetti di entrambi i gruppi sono stati assegnati in modo casuale a un gruppo di controllo (fisioterapia tradizionale) o a un gruppo di sperimentazione (terapia eBaViR). Lo schema di randomizzazione è stato generato dal computer utilizzando un generatore di numeri casuali di base. A livello hardware, alla base del sistema eBaViR c'erano un PC tradizionale, uno schermo LCD da 42 pollici e un Wii Balance Board (WBB). La comunicazione tra questo dispositivo e il computer viene stabilita tramite il protocollo Bluetooth.

¹¹ <http://www.santannapisa.it/it/news/dopo-ictus-con-progetto-ronda-nasce-prima-palestra-al-mondo-con-robot-indossabili-e-realta>

Il sistema eBaViR non utilizza alcun software commerciale. Gli esercizi sono stati programmati utilizzando un sistema di autore per applicazioni interattive 2D e 3D e progettato con l'aiuto di specialisti clinici nella riabilitazione di equilibrio. Il sistema è stato sviluppato con tre obiettivi fondamentali: ottenere un sistema valido e adattivo per la riabilitazione dei pazienti, realizzare un sistema che rafforzi la motivazione dei pazienti durante il processo riabilitativo e fornisce ai terapeuti un obiettivo Dati sull'evoluzione dei pazienti.

Il primo obiettivo è raggiunto grazie all'interfaccia utilizzata nel sistema: il paziente interagisce con i giochi, appositamente progettati dagli specialisti, attraverso trasferimenti di peso in posizione seduta e in piedi, un processo essenziale nella riabilitazione del bilancio permanente.

Il secondo obiettivo viene raggiunto progettando il sistema con uno schema giocoso. Per il paziente, il sistema è fondamentalmente un set di tre giochi, che rendono le sedute ripensanti più suscettibili. Con la sua configurazione, il sistema tenta anche di evitare frustrazioni di esperienze di gioco in cui i pazienti non sono in grado di soddisfare alcuni compiti a causa delle loro disabilità motoristiche o cognitive.

L'ultimo obiettivo è ottenuto registrando i risultati rilevanti di ogni esercizio (punteggi, tempo, ecc.) (Figura10).

In ogni sessione, il paziente svolge i tre giochi del sistema (Simon, Balloon Breaker e Air



Figura 10: Flusso del gioco - Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation

Hockey). Sebbene il loro aspetto visivo possa essere simile ai giochi commerciali, i giochi sono stati progettati per ottimizzare il feedback visivo e audio(Figura 11, schermata 2).

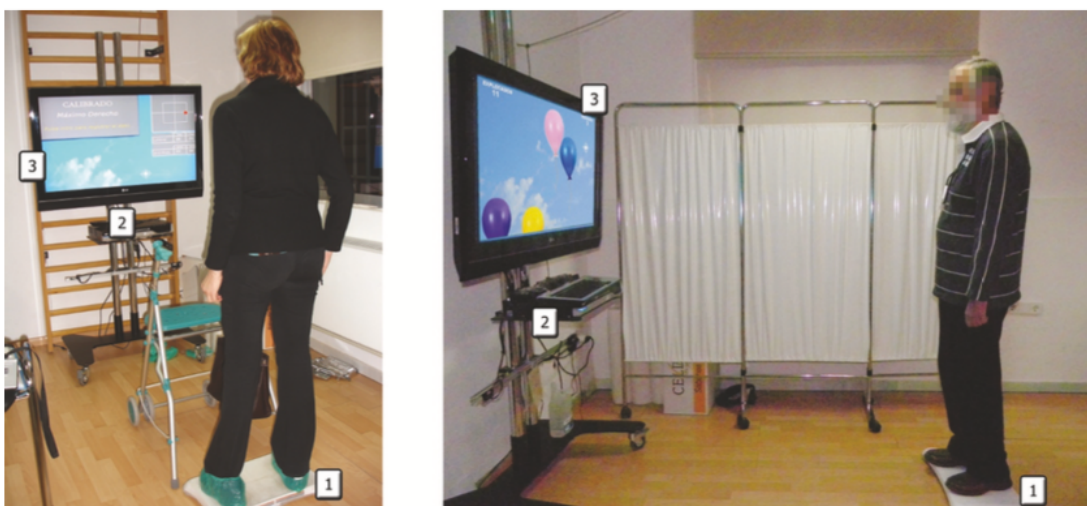


Figura 11: pazienti che giocano con il sistema - Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation

Il sistema è stato progettato per registrare il centro di equilibrio nella posizione di riposo del paziente e la sua gamma di movimento in entrambi gli spazi.

Il sistema eBaViR consente al paziente di giocare in piedi o in posizione di seduta per migliorare il controllo della bilancia in entrambe le condizioni.

I pazienti giocano con il sistema in posizione di riposo. Durante questa sessione, il sistema dà al paziente un feedback armonico con un rinforzo positivo quando il paziente raggiunge il suo obiettivo durante le sessioni e un diverso rinforzo quando il paziente effettua un'azione errata. Il punteggio del paziente viene continuamente visualizzato e vengono accumulati punti per calcolare il punteggio finale. Al termine della sessione di riabilitazione, il sistema mostra la percentuale di colpi e errori del paziente durante la partita. I risultati dei giochi e i suoni servono come motivazionali.

Lo studio ha valutato l'influenza di un sistema di riabilitazione virtuale basata sul WBB (eBaViR) sulla riabilitazione di equilibrio permanente con i pazienti con lesioni cerebrali acquisite ha dimostrato che la riabilitazione virtuale è in grado di migliorare sostanzialmente la condizione dei pazienti. I pazienti hanno riferito di essersi divertiti durante il trattamento senza soffrire di effetti collaterali, il che implica una maggiore motivazione e un livello di adesione al trattamento.

Conclusioni

Al termine di questa lunga carrellata di studi presentati, ritengo che sia possibile cominciare a ritenerli una realtà robusta e salda in quanto l'utilizzo della realtà virtuale si sta rivelando potenzialmente molto promettente negli interventi a favore di persone con disabilità. Nei percorsi di fisioterapia così come in quelli di terapia occupazionale e nell'addestramento all'uso degli ausili si moltiplicano le esperienze di introduzione della realtà virtuale, testimoniate da una ricca produzione scientifica su questo tema.

Oggi realtà e virtualità vengono inserite in un gioco di simulazione, per fornire un elevato grado di apprendimento in un ambiente protetto. Il gioco infatti non può essere inteso come semplice strumento di facilitazione dell'apprendimento, ma deve costituire esperienza centrale del processo che conduce la persona ad apprendere il mondo¹². È nel giocare che si esplicita l'interessante contributo dell'interattività che «presuppone una concezione dinamica della comunicazione che vede il ricevente trasformarsi in emittente, sicché l'informazione che riceve può considerarsi in qualche modo una risposta ad una sua interazione col mezzo»¹³.

In particolare, per quanto riguarda l'ambito della disabilità e realtà virtuale, ritengo che sia auspicabile la possibilità di partecipare attivamente alla creazione e allo sviluppo della propria conoscenza attraverso strumenti che stimolano l'interazione con gli oggetti del mondo virtuale.

¹² Giornale Italiano della Ricerca Educativa, III, 1 giugno 2010

¹³ Giornale Italiano della Ricerca Educativa, III, 1 giugno 2010

Bibliografia

- Mario Saiano, Laura Pellegrino, Maura Casadio, Susanna Summa, Eleonora Garbarino, Valentina Rossi, Daniela Dall'Agata e Vittorio Sanguineti, *Natural interfaces and virtual environments for the acquisition of street crossing and path following skills in adults with Autism Spectrum Disorders: a feasibility study*, in "Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation", 2015, 1-13
- O. Lahav, D. Mioduser, *Haptic-feedback support for cognitive mapping of unknown spaces by people who are blind*, Int. J. Human-Computer Studies 66, 2008, 23-35
- José-Antonio Gil-Gómez, Roberto Lloréns, Mariano Alcañiz and Carolina Colomer, *Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury*, Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2011, 8-30
- Mirella Zanobini, Maria Carmen Usai, *Psicologia della disabilità e della riabilitazione soggetti, le relazioni, i contesti in prospettiva evolutiva*, Franco Angeli s.r.l., Milano, 2005
- *Giornale Italiano della Ricerca Educativa*, III, 1 giugno 2010

Sitografia

- <https://www.webaccessibile.org>
- <http://www.sfismed.univr.it>
- <http://www.lumsa.it>
- <http://www.wikipedia.it>
- <http://www.santannapisa.it>
- <http://www.openbiomedical.org>
- <http://www.adnkronos.com>