

L'impiego dei Sistemi di Realtà Virtuale in Psicologia Clinica

*Antonio Ravasio**

RIASSUNTO I sistemi di Realtà Virtuale (RV) sono strumenti tecnologici in grado di offrire molti potenziali vantaggi alla ricerca e all'intervento nell'ambito della psicologia clinica. La rilevanza metodologico-sperimentale della RV risiede nella capacità di realizzare rigorosi contesti sperimentali multisensoriali, interattivi e ecologicamente rappresentativi, in grado di attivare gli stessi processi psicologici e le stesse azioni messe in atto dagli individui nella vita quotidiana. Le applicazioni realizzate, e le molteplici in corso, testimoniano l'efficacia e l'efficienza della RV per il trattamento di una ampia gamma di problemi e deficit psicologici, fra i quali: la terapia dei disturbi fobici, la cura palliativa per i pazienti oncologici, il training per bambini autistici, la diagnosi e terapia delle distorsioni dell'immagine corporea nei disturbi alimentari. L'utilizzo della RV in ambito clinico a fini valutativi, terapeutici e riabilitativi richiede l'adozione di specifici accorgimenti per garantire la sicurezza del paziente e la validità dell'intervento. In particolare, alcuni fattori rivestono significativa rilevanza e necessitano di ulteriori studi e ricerche sistematiche. Questi fattori includono: gli aspetti psicofisiologici, cognitivi e emotivi dell'adattamento all'esperienza virtuale e di riadattamento alla realtà, il Malessere da VR, Il "senso di presenza", le precauzioni per la sicurezza del paziente e le caratteristiche di adeguatezza dei sistemi.

SUMMARY virtual reality systems are technological tools that can offer many potential advantages as far as research and treatment are concerned in the field of clinical psychology. The methodological-experimental relevancy of the VR resides in its feature of being able to establish rigorous multi-sensory, interactive and ecologically representative experimental contexts that can activate those same psychological processes and actions that individuals make use of in their ordinary daily life. The multiple applications already achieved, or about to be achieved, demonstrate the effectiveness and efficiency obtained by VR systems in the treatment of a wide range of psychological deficits and problems among which can be cited: treatment of phobic disorders, Virtual Reality for the palliative care of cancer, Virtual Reality for the training of autistic children, Virtual Reality for the treatment of body image disturbances in eating disorders. The use of VR systems in the clinical realm with evaluative, therapeutic and rehabilitative scopes, requires the adoption of specific precautions to guarantee the safety of patient and the validity of the treatment. In particular, those factors that are significantly relevant necessitate further studying and systematic research. These factors include: psychophysiological, cognitive, and emotional aspects, as far as the adaptation to the virtual experience and the re-adaptation to reality are concerned, VR sickness, the "sense of presence", the precautions for the safety of patient, and the adequacy characteristics of the system.

Parole Chiave.

Realtà virtuale, terapia, psicologia clinica, riabilitazione

Key Word.

Virtual reality, therapy, clinical psychology, rehabilitation

*Psicologo, Psicoterapeuta, Docente Scuola di Psicoterapia Interattivo-Cognitiva di Padova e Mestre

1. Introduzione

Alla comparsa delle prime realizzazioni commerciali e professionali, la Realtà Virtuale (RV) ha suscitato grande attenzione per le molteplici applicazioni possibili e, contemporaneamente, ha aperto prospettive di riflessione e dibattito molto ampie sulla sua rilevanza, sociale e culturale.

In psicologia l'interesse per le potenzialità inizialmente attribuite, a volte con eccessiva enfasi, alla tecnologia in sé, si è spostato progressivamente al contributo che tale strumento può offrire ai progetti di ricerca, di base e applicata, in molteplici campi quali la neuropsicologia, la psicologia cognitiva, la psicologia clinica, la psicologia sociale, l'intelligenza artificiale, l'ergonomia.

L'impiego della RV in psicologia clinica è ancora nella fase iniziale e diversi aspetti rilevanti dell'interazione uomo-RV sono ancora da approfondire. Tuttavia le applicazioni realizzate stanno dimostrando che i sistemi RV costituiscono degli strumenti tecnologici in grado di offrire alla ricerca e alla pratica clinica un valido ausilio.

2. Sistemi di Realtà Virtuale

Il termine RV fa riferimento a una nuova, multiforme classe di sistemi informatici che riunisce in sé gli apporti di molteplici discipline: computer grafica, ingegneria dei sistemi, robotica, ergonomia, fisiologia, psicologia, scienza delle comunicazioni.

La tecnologia virtuale è essenzialmente costituita da: a) un sistema di elaborazione centrale, comprendente uno o più computer, che grazie a un software specifico, generano l'ambiente virtuale, vale a dire una rappresentazione grafica e sonora di uno spazio fisico tridimensionale e degli oggetti in esso contenuti, dotata di gradi variabili di realismo e di interattività; b) una serie di dispositivi di interfaccia (tracker, casco, guanto, joystick, apparati tattili ed esoscheletrici) che permettono di creare un canale bidirezionale di comunicazione fra uno o più utenti e la simulazione creata dal sistema. Per mezzo di tali dispositivi, l'utente viene "immerso" nell'ambiente virtuale generato dal computer, nel quale può muoversi e interagire con gli oggetti come se fosse realmente in un altro luogo. La posizione, l'orientamento e i movimenti dell'utente vengono rilevati dal sistema di tracciamento e inviati al computer che riproduce in tempo reale i cambiamenti nel mondo virtuale, coerenti con le azioni dell'utente (Greenleaf, 1994). Nella tecnologia virtuale si può ravvisare un significativo cambiamento nel modo di concepire l'interazione uomo-computer, l'obiettivo a cui si tende è la realizzazione di dispositivi d'interfaccia che consentano una naturalezza sempre maggiore nell'interazione, fornendo, da una parte, all'utente le informazioni virtuali secondo modalità più simili alle caratteristiche del sistema percettivo e cognitivo umano e, dall'altra, facendo sì che il sistema accetti come comandi le modalità comunicative e comportamentali che l'uomo utilizza nella sua esperienza quotidiana (Biocca, 1992a).

Le caratteristiche che permettono di specificare la RV e di differenziarla da altre applicazioni informatiche sono principalmente tre: l'interattività, il tempo reale e l'immersività. La RV va intesa come una simulazione della realtà generata dal computer con la quale si può interagire sensorialmente. Per cui un sistema per essere definibile come RV deve essere caratterizzato da una forma spinta di interazione utente-macchina, non deve cioè limitare la partecipazione attiva dell'utente a poche scelte o a nessuna, e deve rispondere alle sue azioni in tempi molto rapidi, teoricamente in tempo reale. Immersivo invece è un termine che si riferisce al grado in cui un ambiente virtuale coinvolge il sistema percettivo di un utente in una stimolazione virtuale. Maggiormente un sistema cattura i sensi dell'utente ed esclude gli stimoli provenienti dal mondo fisico, maggiormente il sistema è considerato immersivo.

In altre parole, la potenza significativa della RV è legata alla velocità e alla quantità di retroazione sensoriale che l'operatore riceve. Se la retroazione sensoriale è nulla, allora non si può parlare di sistema RV (Rovetta, 1994; Montefusco, 1994a; Biocca, 1992b).

Grazie a queste caratteristiche, e indipendentemente dal realismo della grafica, una delle proprietà fondamentali dei sistemi RV è la capacità di fornire all'utente un "senso di presenza" in un ambiente virtuale (Steuer, 1992). Durante l'immersione, infatti, l'utente sperimenta la sensazione di trovarsi effettivamente in un luogo diverso da quello in cui è fisicamente e percepisce come reali il contesto e gli oggetti simulati. Questa sensazione si riflette sui processi percettivo-motori, psicofisiologici, emozionali e cognitivi dell'utente che vengono globalmente coinvolti dalla situazione virtuale in cui si sente presente e agisce (Vittadini, 1994).

Dal punto di vista strettamente tecnico-informatico, non esiste un'unica tipologia di sistemi di RV. La RV è definita come un "technology cluster", cioè come una combinazione sinergica di un vasto insieme di tecnologie. Queste singole tecnologie si possono trovare non solo nella RV, ma integrate, da sole o associate, in altre applicazioni, come la computer grafica, la visualizzazione scientifica, la multimedialità, la telepresenza, la telerobotica. Tuttavia è possibile distinguere alcune tipologie principali di sistemi RV, soprattutto in base ai dispositivi di visualizzazione che impiegano.

- 1) **Realtà Virtuale Immersiva.** È il sistema più noto. La RV immersiva, mediante dispositivi come casco e guanto, permette di isolare l'utente dall'ambiente circostante privandolo degli stimoli sensoriali che gli arrivano da questo e, contemporaneamente, di fornirgli degli stimoli generati dal calcolatore, che generano la sensazione di trovarsi immerso in un altro ambiente.
- 2) **VR Third Person**, a volte anche definita **Projected Reality**. In questo sistema l'utente non indossa nulla e il computer lo percepisce, tramite un sistema di telecamere. La sua posizione e i suoi movimenti vengono calcolati da sofisticati algoritmi di elaborazione delle immagini. L'utente non è immerso nel mondo simulato, ma si vede rappresentato in esso. Su uno schermo, viene infatti proiettata un'immagine bidimensionale dell'ambiente interattivo generato dal computer nella quale è inserita anche la figura dell'utente.
- 3) **RV Desktop.** In questo caso, l'utente vede l'ambiente simulato sul monitor del computer, in due o tre dimensioni, grazie a speciali occhiali. È un sistema non immersivo nel quale non vi è una netta separazione tra mondo reale e virtuale. Questo tipo di RV ha però il vantaggio di essere relativamente poco costosa in quanto si basa su personal computer. L'impiego dei PC permette inoltre di creare simulazioni virtuali in linguaggio VRML (Virtual Reality Modeling Language) e di metterli a disposizione di altri utenti via Internet.
- 4) **Augmented Reality.** Tale termine si riferisce a un sistema simile a quello immersivo, in cui però l'utente continua ad avere la percezione dell'ambiente che lo circonda. Attraverso un sistema di visualizzazione che non occlude il campo visivo (i cosiddetti caschi see-through) infatti la grafica di sintesi viene a sovrapporsi alla realtà circostante, arricchendo il campo visivo dell'utente di tutta una serie di informazioni utili, come simboli, dati, strutture fisiche invisibili o istruzioni che lo guidano nella sua azione sulla realtà stessa.
- 5) **Computer Audiovisual Environment (CAVE)**. L'utente è posto in una stanza che ha le pareti, il soffitto e i pavimenti retroproiettati. I movimenti della testa sono rilevati da appositi sensori e la scena tridimensionale disegnata sulle pareti viene calcolata a partire dalla reale posizione dell'utente nella stanza in ogni istante, fornendo così la corretta prospettiva. Le immagini sono inoltre percepite in stereoscopia grazie ad occhiali ad occlusione.

E una tipologia di sistema molto sofisticata e costosa. I vantaggi derivano dal fatto che, a differenza degli altri sistemi, l'utente può fisicamente muoversi nella stanza per esplorare l'ambiente sintetico senza perdere il contatto con la percezione del suo stesso corpo.

6) RV ImmersiveDesk o WorkBench. E una tipologia di sistemi RV semi-immersiva che utilizza immagini video proiettate. E costituita da uno schermo rigido, traslucido e retroproiettato, ancorato su un supporto basculante fino a 90°, grazie al quale il piano dello schermo può essere utilizzato come una scrivania o come una lavagna. Il sistema impiega occhiali a occlusione per la visione stereoscopica e il guanto o il joystick 3D per l'interazione con gli oggetti virtuali.

7) RV ad ampio schermo visivo. Anche questo è un sistema semi-immersivo che utilizza uno schermo panoramico di circa 120-1400 di campo visivo orizzontale, sul quale sono proiettate le immagini integrate di 3 o più videoproiettori. La visione può essere monoscopica o stereoscopica (mediante occhiali) e la navigazione avviene mediante comandi siti su una console. E un sistema che può essere facilmente integrato all'interno di vari simulatori.

Le ultime due tipologie RV possono costituire valide alternative all'utilizzo dell'HMD in applicazioni in cui l'ampiezza del campo visivo, la definizione dell'immagine o la stereoscopia siano caratteristiche rilevanti.

3. Psicologia Clinica e Realtà Virtuale

La psicologia ha fin dall'inizio dimostrato una grande attenzione al paradigma rappresentato dalla RV. Gli studiosi di diverse aree psicologiche si sono rivolti alla RV sia per assumerla come oggetto di studio nelle sue implicazioni cognitive, sociali e culturali, sia per contribuire al suo sviluppo con particolare interesse per i fattori umani coinvolti nell'interazione uomo-macchina, sia per utilizzarla come strumento di indagine, cogliendone la rilevanza metodologico-sperimentale per i propri obiettivi conoscitivi.

Rispetto a quest'ultimo aspetto, infatti, la Realtà Virtuale come nuovo e potente strumento operativo consente di superare un limite presente in alcuni settori delle scienze del comportamento, ovvero la difficoltà a creare situazioni sperimentali in grado di attivare gli stessi processi psicologici e le azioni messe in atto dagli individui nei contesti reali. La RV consente invece di "simulare" situazioni altamente reali suscettibili di essere vincolate ai protocolli della sperimentazione più rigorosa. In altre parole il soggetto viene immerso in una "realtà potenziale" (quella rispetto a cui si vuole studiare il comportamento o i costrutti cognitivo-relazionali) ciò consente di osservare e registrare, in tempi e in modi notevolmente aderenti alla realtà progettata, le azioni del soggetto, permettendo di ricavare indicatori predittivi altamente affidabili. Inoltre, poiché, la RV dà al soggetto la possibilità di uscire da una dimensione puramente reattiva allo stimolo sperimentale, riesce a vagliarne le modalità interattive in termini di processi, competenze, abilità; ovvero le modalità di adattamento e riorganizzazione neuropsicologica e comportamentale dello stimolo. La RV apre anche nuove possibilità di verifica, falsificazione e quindi controllo di modelli teorici complessi, per esempio non riducibili alla sperimentazione molecolare o al più multicausale, finora non possibile. In altre parole, consente di portare il "contesto", "il campo di osservazione" in laboratorio e di manipolare nuove variabili olistiche, ottenibili direttamente, ossia processi psicologici, reattività psicofisiologiche, strategie cognitive del soggetto, implicazioni emozionali e utilizzo dell'informazione differenziata, attraverso la loro integrazione nel flusso comportamentale.

3.1 L'Ambiente Virtuale

Una caratteristica rilevante dei sistemi RV è la capacità di generare simulazioni sintetiche di una gamma molto vasta, potenzialmente illimitata, di ambienti, eventi e processi, sia che si tratti di riprodurre la realtà che di creare mondi inesistenti. Storicamente la RV nasce come simulazione del mondo reale.

L'isomorfismo è ricercato al massimo grado nelle applicazioni per l'insegnamento, il controllo e la comunicazione a distanza, la manipolazione dell'informazione a supporto delle varie professioni e della la ricerca scientifica (Montefusco, 1994b). Soprattutto nell'ambito della Medicina sono ormai diffuse applicazioni assai sofisticate per la neurochirurgia, la chirurgia endoscopica, la microchirurgia, il training, la telemedicina, la visualizzazione di dati, la riabilitazione dei pazienti. Tuttavia, la versatilità della RV è ancora maggiore e consente di andare oltre la semplice simulazione della realtà esistente. È possibile attribuire all'ambiente e agli oggetti virtuali leggi fisiche diverse da quelle reali, modificare la velocità, il suono, il movimento; attuare operazioni mirate sugli stimoli sensoriali, enfatizzando, riducendo o eliminando gli stimoli di uno o più canali sensoriali o componenti selettivi degli stessi. Di fatto i sistemi RV consentono un elevato controllo su tutte le variabili che compongono l'ambiente virtuale. Durante la simulazione è possibile inserire una ampia varietà di stimoli controllati, manipolare e cambiare agevolmente ogni singolo parametro o l'ambiente virtuale nel suo insieme, replicare con precisione la simulazione il numero di volte desiderato (Rizzo, 1994; Freddi, 1993; Vittadini, 1994).

Queste potenzialità della RV permettono al ricercatore e al clinico di impostare la simulazione di una gamma completa di contesti simili a quelli della vita quotidiana (abitativi, lavorativi, ricreativi) sia a fini di indagine che di intervento. Il contesto fornisce la cornice di significato che facilita l'accettazione, il riconoscimento, la comprensione e l'interpretazione degli stimoli e delle prestazioni richieste. La scena virtuale aumenta la possibilità di effettuare indagini e valutazioni sui processi cognitivi e emotivi che gli individui impiegano nelle situazioni reali, senza rinunciare al controllo tipico delle situazioni di laboratorio. Nella realtà, gli individui si muovono e agiscono all'interno di determinati contesti, materiali e sociali, utilizzandoli per soddisfare i propri bisogni e realizzare i propri progetti. Le situazioni sono risorse di informazioni e conoscenze fondamentali e l'azione non è la semplice esecuzione di un piano prestabilito, ma un adattamento plastico all'ambiente, proprio perché, parte dalle circostanze per organizzarsi e sfruttarle meglio (Mantovani, 1995).

In questa prospettiva, la RV permetterebbe di creare paradigmi in linea con la ricerca sperimentale più avanzata che tende a spostare l'interesse dagli stimoli atomistici e decontestualizzati verso lo studio di situazioni distiche rappresentative dei contesti e delle situazioni fisiche, sociali e culturali in cui le persone vivono e operano (Forgas, Van Heck, 1994).

Inoltre nella pratica clinica, la simulazione virtuale può essere adattata con flessibilità alla peculiarità di ciascun paziente ai fini di una valutazione e di un percorso terapeutico e/o riabilitativo appropriato e personalizzato. Esiste infatti una ampia variabilità inter e intraindividuale fra soggetti che sembrano presentare lo stesso disagio o deficit. Le differenze sono inerenti alla gravità e alla persistenza e all'andamento nel tempo del disturbo, alla coscienza e alle attribuzioni personali circa il disagio, ai riflessi sul Pautostima e sulle emozioni, alla capacità e alla velocità di risposta alle cure. Oltre a ciò, il mondo virtuale non deve necessariamente rispettare i criteri della realtà, ma può strutturarsi in ambienti ad hoc in funzione degli scopi dell'intervento. Allo scopo di adattare la simulazione alle caratteristiche e alle abilità degli utenti, si può variare la complessità della scena virtuale, sia semplificando o riducendo il livello degli stimoli presentati, sia privilegiando una determinata modalità sensoriale.

Ad esempio, per l'insegnamento di abilità ai bambini autistici, nella fase iniziale è utile non impiegare stimoli uditivi e tattili, che possono essere non accettati o distraenti, e ridurre la complessità degli stimoli visivi in modo idoneo alle aspettative e alle capacità dei soggetti, allo scopo di favorire l'orientamento della loro attenzione. Suono e tatto possono essere inseriti in seguito in maniera progressiva. Con bambini che presentano deficit di attenzione con iperattività, suscettibili di distrarsi o annoiarsi velocemente, quantità e qualità degli stimoli può essere strategicamente variata per mantenere un adeguato livello di attenzione sul compito.

In più, con l'inserimento graduale di modificazione minimali si possono attuare strategie di modelling, fading e shaping multisensoriale e dinamico atto a favorire sia l'apprendimento di abilità alternative, sia il rinforzo, il trasferimento e la generalizzazione delle capacità apprese. Sistemáticamente, lo scenario virtuale può essere reso man mano più complesso fino a promuovere la capacità del bambino a confrontarsi con i contesti reali (Strickland, 1997).

3.2 Interazione

Le situazioni tradizionali di test carta-matita, o i loro analoghi computerizzati, sono spesso caratterizzate da una posizione passiva o reattiva dell'individuo esaminato, che si trova a rispondere, in modo acontestuale, a item standardizzati posti dall'esaminatore, o a digitare al computer la scelta desiderata fra un numero finito di alternative. Anche un colloquio psicodiagnostico non strutturato si avvale della mediazione simbolica del linguaggio verbale all'interno della specificità dell'ambiente clinico, che ne influenza il significato e può suscitare ansia da valutazione.

Grazie alla multisensorialità, all'interattività e alla puntuale responsività del sistema alle azioni dell'utente, la RV si configura come un medium comunicativo ed esperienziale capace di coinvolgere l'utente, isolando sullo sfondo il setting psicodiagnostico. L'esperienza di immersione, dopo pochi minuti, perde ogni traccia di non credibilità anche nel caso che lo scenario si accosti alla realtà con relativa approssimazione, l'individuo si "sente presente" nell'ambiente virtuale e non percepisce la sensazione delle risposte al suo agire come l'elaborato di un dispositivo elettronico complesso, ma vive l'esperienza della propria immersione come verosimile, in cui azioni e reazioni sono assimilabili, a quelle che normalmente accadono nei contesti quotidiani (Freddi, 1993). In altre parole, la RV accentua il ruolo attivo dell'utente come agente dell'esperienza condotta in prima persona attraverso tutti i sensi, tramite modalità comportamentali naturali, più aperte, creative e significative. Per cui nei sistemi RV la ricchezza dei gesti comunicativi umani non va persa. A differenza dei normali computer che accettano solo comandi precisi e discreti via tastiera o mouse, i sistemi RV hanno la proprietà di monitorare continuamente i movimenti e le azioni di ogni parte del corpo dell'utente e di far corrispondere alle azioni di questi quelle riprodotte nell'ambiente virtuale (Riva, in stampa). Dal momento che in nostro sistema percettivo motorio è ottimizzato per l'interazione con il mondo reale, un'alta correlazione tra i movimenti percepiti direttamente dall'utente attraverso il sistema percettivo e cinestesico e quelli eseguiti nell'ambiente virtuale è la condizione che crea il più alto senso di presenza. Condizione quindi che attiva i processi cognitivi e autoregolativi, le risorse adattive, le strategie di gestione e di evitamento degli stressor, le risposte emozionali, le componenti motivazionali e affettive normalmente coinvolte nelle azioni quotidiane.

Ai fini del trattamento, l'importanza dell'azione e della sperimentazione diretta di situazioni concrete su cui si basano tradizionalmente gli interventi riabilitativi e addestrativi viene riconosciuta come fondamentale da tutti gli orientamenti terapeutici moderni anche per la terapia dei disturbi psicopatologici.

A questo proposito, i sistemi RV forniscono contesti virtuali ideali e sicuri, nei quali il paziente può iniziare ad agire, esplorare e mettersi alla prova con maggior tranquillità.

In una situazione virtuale di apprendimento di abilità, ad esempio, il paziente si sente in grado di sperimentare le proprie capacità, apprendere nuove strategie senza timore che gli eventuali fallimenti provochino conseguenze pericolose o dannose. Anzi, la simulazione virtuale può essere impostata in modo da facilitare o garantire il raggiungimento del successo, per incoraggiare ed aumentare la fiducia di chi è particolarmente restio o insicuro.

I cambiamenti che avvengono nella scena virtuale in risposta alle azioni che il paziente compie, rappresentano una rilevante fonte di informazioni suscettibile di incrementarne l'autostima, in quanto gli permette di percepirsi in termini di efficacia e di competenza (Strickland, 1997; Botella, Perpina, Banos, Garcia, Palcios, in stampa).

Un altro vantaggio di un setting clinico in RV è che il paziente ha il completo controllo della propria esperienza virtuale. Egli può scegliere il grado di complessità delle prove ed agire secondo modalità e tempi che sente propri. Nel caso di disturbi fobici, ad esempio, il paziente ha la possibilità di controllare in modo attivo la sua esposizione agli stimoli temuti, calibrare distanza e durata, decidersi di mettere ulteriormente alla prova le sue capacità di coping o di interrompere l'esperienza. Inoltre, può anche usufruire dei feedback relativi agli indici di attivazione psicofisiologica, che possono essere introdotti nell'ambiente virtuale sotto forma di suoni o immagini, con lo scopo di aumentare l'automonitoraggio e l'autoregolazione durante la prova.

La proprietà dei sistemi RV di adattarsi ai movimenti degli utenti consente di rendere il loro utilizzo più semplice a soggetti con difficoltà di tipo verbale, ritardo mentale o marcati deficit cognitivi. Le modalità naturali di interazione accettate dai sistemi riducono la quantità e la complessità delle istruzioni verbali da fornire al paziente, e il vincolo, per quest'ultimo, di adoperare sofisticati e arbitrari controlli manuali durante la prestazione. Inoltre il ricercatore e il terapeuta possono intervenire, tramite opportuni canali audiovisivi o condividendo il mondo virtuale col paziente, per fornire indicazioni, rassicurazioni, istruzioni e richiedere a loro volta informazioni secondo modalità più ecologiche. Non sono infine da trascurare i fattori di economicità e di riservatezza ottenibili con la tecnologia virtuale. Si possono infatti impostare prove valutative e contesti terapeutici difficili e costosi da condurre in vivo. Si pensi, a esempio, al trattamento della paura del volo, che nell'esposizione diretta richiede l'accompagnamento del paziente in brevi viaggi su aerei o elicotteri. Nel caso della fobia sociale, il paziente può sperimentarsi in uno scenario riservato e protetto che simula quei contesti relazionali reali che teme di affrontare (North, North, Coble, 1996). Questa opportunità è oltremodo importante nel caso dell'autismo, dove la complessità delle interazioni sociali può interferire, anche con effetti altamente destrutturanti, con l'insegnamento di abilità a pazienti la cui prima difficoltà è legata alle relazioni interpersonali. I bambini autistici accettano volentieri l'interazione con l'ambiente virtuale, per cui è possibile inserire filmati reali entro la simulazione per fornire loro una situazione di apprendimento delle relazioni sociali di base più graduale e serena (Strickland, 1997).

3.3 Rilevazione delle Variabili sperimentali

La Tecnologia Virtuale è in grado di offrire un controllo rigoroso delle variabili sperimentali, tipico dei contesti di laboratorio. Durante l'interazione, ogni azione dell'utente e ogni evento della scena virtuale possono essere rilevati con precisione e immagazzinati per le analisi successive.

Misure delle azioni dell'individuo. L'interazione con i tradizionali computer avviene tramite tastiera, mouse o altri apparati che rilevano solo risposte precise e discrete. Il principale svantaggio è che la maggior parte degli atti performativi e comunicativi tipici dell'uomo sono ricondotti a parametri predeterminati.

La RV permette di monitorare i movimenti e le azioni di ogni parte del corpo o di più parti contemporaneamente. I dispositivi di interfaccia consentono di registrare la posizione della testa e degli arti, le vocalizzazioni e i movimenti in base a tutta una serie di criteri: tempo impiegato, ampiezza dei movimenti, direzione e velocità dello spostamento, contatto, manipolazione e posizione relativa agli oggetti e all'ambiente virtuale.

Un dispositivo di monitoraggio audiovisivo integrato nel sistema permette di analizzare la scena virtuale percepita dall'utente mediante l'HMD lungo il corso della simulazione. Il comportamento, i gesti idiosincratici, gli atteggiamenti posturali del soggetto impegnato nell'interazione possono venire registrati tramite una videocamera. Inoltre, è possibile sincronizzare le singole immagini di queste riprese con la scena vista dall'utente nell'HMD.

Indici psicofisiologici. Il sistema è agevolmente collegabile ad apparecchiature di rilevazione di dati biomedici: cardiogramma, oculogramma, miogramma, attività elettodermica, pressione sanguigna e altri. Le misure psicofisiologiche sono ottenute sia accoppiando i dispositivi esterni con i segnali generati dal sistema RV, sia mediante gli appositi sensori (elettrodi) posizionati direttamente sulla cute del soggetto e registrati da un poligrafo.

L'acquisizione e il confronto fra gli indicatori obiettivi dei movimenti e delle variazioni psicofisiologiche dell'utente con gli eventi che si realizzano nell'ambiente virtuale consentono una indagine più completa e approfondita della prestazione dell'individuo. Ad esempio, la registrazione di ECG, GSR ed EMG può essere utilizzata per la valutazione del grado di coinvolgimento emotivo dell'individuo, l'attivazione sperimentata e il livello di impegno motorio, ed anche allo scopo di evitare all'individuo stressor eccessivi. Ancora, l'analisi del comportamento esplorativo, ricavato dalla combinazione dell'attività oculare e motoria durante la visualizzazione dell'ambiente virtuale, può fornire indicazioni dettagliate sulla rilevanza soggettiva degli stimoli, sulle strategie cognitive e sui processi decisionali.

4. Applicazioni cliniche dei sistemi RV

In questo paragrafo vengono descritte alcune delle principali applicazioni cliniche dei sistemi RV. Il punto partenza logico adottato da tutti gli studiosi è stato la creazione di una nuova classe di strumenti diagnostici e terapeutici nella quale integrare da una parte, i vantaggi dei tradizionali metodi di valutazione e di intervento di provata efficacia, e dall'altra le opportunità performative e comunicative offerte dalla tecnologia virtuale. Questo approccio offre i seguenti vantaggi: a) consente ai ricercatori e ai clinici di non interrompere la continuità con gli approcci metodologici ormai consolidati e di beneficiare di un solido background teorico e sperimentale; b) È utile come programma di ingresso alla RV, per testare l'efficacia di questa nuova tecnologia e l'accettazione da parte dei pazienti; c) grazie alle potenzialità specifiche della RV, permette di inserire, in nuovi tipi di test e di terapie, elementi finora esclusi, e creare ex novo altri paradigmi di ricerca e di intervento (Pugnetti, Mendozzi, 1994).

4.1 Applicazione della RV alla cura delle fobie

Il letteratura sono riportati sia molteplici casi di studio su singoli pazienti, sia ricerche sperimentali su gruppi di soggetti che confermano gli effetti positivi dei trattamenti delle fobie in ambiente virtuale.

La fobie sono caratterizzate da un evitamento sconvolgente, mediato dalla paura e sproporzionato rispetto alla reale pericolosità, di un oggetto o di una situazione ed effettivamente riconosciuto come privo di fondamento anche da colui che ne soffre .

Le Fobie sono caratterizzate dalla presenza di: a) un oggetto o una situazione ambientale e sociale noti e temuti dalla persona; b) da una reazione del soggetto a livello emotivo (ansia, paura, attacco di panico), psicofisiologico (tachicardia, sudorazione, vertigini, dispnea, tensione muscolare, ecc.), cognitivo (polarizzazione attentiva, valutazione irrazionale di pericolosità, catastrofizzazione, incontrollabilità, autosvalutazione) e comportamentale (evitamento, fuga, limitazione delle attività, disadattamento). I disturbi fobici sono presenti nella popolazione generale con una incidenza dal 6-8%, e colpiscono in proporzione doppia le donne rispetto agli uomini. La fobia più diffusa è l'agorafobia (60% circa di tutte le fobie), un insieme di paure relative a frequentare spazi aperti o affollati senza l'aiuto di qualcuno e dai quali è difficile o imbarazzante allontanarsi; abbastanza frequente è la fobia sociale, che riguarda le paure legate alla presenza di altre persone e centrate sul timore di un giudizio sociale negativo; frequenti sono anche le cosiddette fobie semplici che comprendono tutte le fobie specifiche come l'acrofobia, la claustrofobia, la paura di volare, la paura del buio, la paura del dentista, ecc.; infine, le fobie di piccoli animali rappresentano il 3% delle fobie (Davison, Neale, 1989).

Varie ricerche hanno dimostrato le potenzialità dell'utilizzo della tecnologia RV nella terapia dei disturbi fobici. La RV consente al paziente di sperimentare un senso di presenza e di mettere in atto in modo più naturale le strategie di adattamento, di gestione e di evitamento che ha sviluppato, nella vita quotidiana. Inoltre, i sistemi di realtà virtuale permettono di superare alcune delle difficoltà inerenti alla desensibilizzazione sistematica classica. La RV può infatti fornire stimoli a pazienti che hanno difficoltà a immaginare scene ansiogene e/o sono troppo fobici per affrontare una situazione reale. Oltre ai vantaggi in termini di riservatezza per il paziente e di economicità rispetto alla desensibilizzazione in vivo, la desensibilizzazione sistematica in RV è sotto il controllo del paziente, per cui egli si sente più sicuro che nella desensibilizzazione in vivo e, allo stesso tempo, la terapia in RV si presenta come più "realistica" rispetto alla desensibilizzazione immaginativa.

Le fobie sono sicuramente la classe di problemi psicologici che conta il maggior numero di applicazioni RV finalizzate al loro trattamento.

4.1.1. Aracnofobia

Carin e collaboratori (Hoffman, Carin, Weghorst, 1997) presso hanno sottoposto a desensibilizzazione sistematica in ambiente virtuale una donna adulta che soffriva da lungo tempo di una forma grave di aracnofobia. dall'età di 20 anni. La paziente metteva in atto una elaborata serie di rituali ossessivo-compulsivi per gestire la sua paura dei ragni: disinfettava la propria auto prima di utilizzarla, non si coricava senza aver controllato ogni angolo della stanza, chiudeva i vestiti in buste di plastica, usciva raramente di casa, per strada era ipervigilante ed evitava tutti i luoghi dove individuava un ragno.

La terapia si è avvalsa di un sistema RV immersivo tramite HMD. L'ambiente rappresentava una cucina all'interno della quale si potevano trovare ragni di diverse dimensioni in grado di muoversi liberamente. La paziente era invitata ad afferrarli e manipolarli con la mano virtuale. Una volta acquistata confidenza con l'interazione, ci si è avvalsi anche di sensazioni tattili, utilizzando un ragno in peluche, per incrementare il senso di presenza e favorire la generalizzazione del training ai contesti reali. Il ragno finto era visualizzato nell'ambiente virtuale e quando la paziente lo toccava, lo spingeva o lo schiacciava con una paletta, i movimenti del ragno finto erano riprodotti nella scena virtuale. Questa interazione provocava grande ansia, tremori, debolezza e voglia di piangere. La terapia in RV ha comportato 12 immersioni di un'ora con scansione settimanale, durante la quali la paura dei ragni è diminuita gradualmente.

Molto importante è stata la generalizzazione dei risultati alla vita quotidiana della paziente, la quale non attua più i rituali di controllo e riesce a tollerare con poca ansia la presenza di ragni, inoltre esce più frequentemente da casa e a provato a campeggiare all'aperto, cosa che non aveva mai fatto prima della terapia in RV.

4.1.2. Paura del volo

Il trattamento di questa fobia in ambiente virtuale è stato oggetto studio da parte di vari gruppi di ricercatori.

Rothbaum e coli.(1996) hanno impiegato una simulazione virtuale immersiva di un abitacolo di un aereo per la cura di una paziente di 42 anni che da cinque anni aveva cominciato a temere i viaggi in aereo, soprattutto per paura di incidenti, al punto che da due anni aveva smesso di utilizzare gli aerei. Durante il trattamento, la paziente era seduta su un tipico sedile per passeggeri dotato di servomeccanismi in grado di riprodurre effetti come: inclinazioni, turbolenze, scossoni e altri movimenti che possono verificarsi durante un volo. Attraverso l'HMD, la paziente partecipava a tutte le fasi del decollo, come l'accensione dei motori, il rullaggio, il distacco dalla pista e il sorvolo dell'aeroporto; il volo poteva essere caratterizzato da turbolenze, temporali e altri imprevisti e terminava con l'atterraggio. Durante l'immersione la paziente percepiva un alto senso di realismo ed era assistita da un terapeuta che la rassicurava e lo invitava a rilassarsi utilizzando le tecniche di gestione dell'ansia. Il trattamento ha portato a una progressiva e significativa riduzione del punteggio in tutte le scale di valutazione della paura di volare. Come parte finale della terapia la paziente ha partecipato ad un volo reale che ha vissuto in modo tranquillo senza sviluppare ansia (Rothbaum, Hodges, Kooper, Watson, Opdyke, 1996).

Fin dal 1992 l'equipe di North della Clark Atlanta University ha iniziato a studiare l'impiego della RV per il trattamento di disturbi fobici. Rispetto alla paura del volo sono stati condotti due trattamenti individuali. Il primo soggetto era una donna di 32 anni, il secondo un uomo di 42, entrambi con fobia del volo che interferiva con le loro attività professionali e relazionali. Il sistema usato per entrambi era costituito da un HMD, e diversi apparati di interazione che riproducevano la cabina di un elicottero. Nella simulazione sono stati utilizzati anche suoni e vibrazioni per aumentare il realismo. L'elicottero virtuale aveva due posti, uno per il paziente l'altro per un "terapeuta virtuale", tramite cui i ricercatori comunicavano con i pazienti. La simulazione comprendeva decolli, atterraggi e varie condizioni di volo su un paesaggio urbano o su un fiume. La sensazione di presenza fornita dal sistema era notevole, entrambi i soggetti hanno sperimentato intense sensazioni di ansia e sintomi fisici come tremori, debolezza, soprattutto nelle condizioni di volo più spericolate. Alla fine del trattamento, che comprendeva 8 prove in ambiente virtuale, i soggetti hanno riportato una significativa riduzione delle manifestazioni di ansia e di timore verso il volo, ed entrambi sono in grado di affrontare con relativa serenità i viaggi aerei richiesti dalle loro esigenze lavorative (North, North, Coble, 1997a; North, North, Coble, 1997b).

4.1. 3 Acrofobia, Agorafobia e paura di parlare in pubblico

North e coli.(1996) hanno iniziato una serie sistematica di studi con gruppi di soggetti per verificare secondo protocolli sperimentali l'efficacia della RV nel trattamento dei disturbi fobici.

La ricerca relativa all'acrofobia ha coinvolto 20 studenti universitari che soffrivano di questo disturbo, assegnati in modo casuale al gruppo sperimentale e ad una "lista d'attesa".

L'ambiente virtuale rappresentava una serie di scene di posti elevati: alcuni balconi a diversi piani di un edificio, un ascensore panoramico esterno ad un grattacielo, un canyon percorso da passerelle pedonali. Sono state condotte 8 prove al termine delle quali si sono riscontrate significative differenze fra i due gruppi nelle scale dell'ansia, dello stress, degli atteggiamenti e condotte di evitamento relative alla frequentazioni di spazi fisici elevati.

Lo studio sperimentale sull'agorafobia è stato condotto su 60 studenti universitari, maschi e femmine, sofferenti di agorafobia che si sono offerti volontari. 30 studenti costituivano il gruppo sperimentale e 30 il gruppo di controllo senza trattamento. L'apparato virtuale, come nella ricerca precedente, consisteva in un HMD e un data glove. L'ambiente virtuale era composto da otto scene: una stanza vuota, una porta che accedeva a un granai buio nel quale si poteva trovare un gatto nero, una serie di balconi a diverse altezze, un ponte coperto sopra un fiume, un ascensore panoramico, una serie passerelle su un canyon, tre palloni aerostatici dislocati a diverse altezze. Ai soggetti era stato chiesto preventivamente di ordinare le scene secondo l'intensità della paura che evocavano in loro. Durante 8 prove di immersione, i soggetti potevano regolare liberamente la loro esposizione agli stimoli temuti e, una volta superata l'ansia, accedere alla successiva scena. I sintomi legati all'acrofobia sono diminuiti progressivamente durante le prove. Alla fine del trattamento, i soggetti sperimentali hanno riportato differenze significative in tutte le scale di valutazione, mentre nessuna variazione significativa si è riscontrata nei soggetti del gruppo di controllo. I risultati sembrano indicare una notevole aumento della capacità di affrontare con basso livello di disagio gli ambienti temuti (North, North, Coble, 1996).

Per la ricerca sperimentale sulla paura di parlare in pubblico sono stati reclutati 16 studenti universitari, 8 per il gruppo sperimentale, 8 per il gruppo di controllo. Il sistema virtuale era costituito da un HMD e da uno podio da conferenza in legno, visualizzato nell'ambiente virtuale e che costituiva la postazione da cui il soggetto parlava; l'ambiente virtuale rappresentava un auditorium gremito da un pubblico virtuale di 100 persone. Ai soggetti veniva richiesto di tenere un discorso di circa 10-15 minuti di fronte alla platea dalla quale, di tanto in tanto, proveniva del brusio, degli schiamazzi e dei commenti critici all'indirizzo del relatore. Particolarmente curati sono stati gli aspetti sonori della simulazione in modo da ricreare la sensazione realistica dei rumori di un auditorium. Il trattamento in ambiente virtuale si è dimostrato in grado di ridurre i sintomi ansiosi e di aumentare l'abilità dei soggetti sperimentali a parlare in pubblico. Alcuni di questi soggetti si sono sperimentati con successo come relatori in affollate conferenze (North, North, Coble, 1996; North, North, Coble, 1997a).

Sulla base dei dati raccolti da questi studi sperimentali gli autori sottolineano alcuni aspetti rilevanti che contribuiscono alla validità della terapia dei disturbi psicologici con i sistemi RV: a) l'esperienza di una persona in ambiente virtuale può essere connotata da un forte senso di presenza e può evocare le stesse emozioni di una situazione simile nella vita reale indipendentemente dalla somiglianza della simulazione con la realtà; b) il senso di presenza aumenta con l'aumentare delle esposizioni in ambiente virtuale ed è favorito dall'interattività del sistema e dalla concentrazione del soggetto sul compito; c) ogni individuo percepisce e reagisce in modo diverso al medesimo mondo virtuale in funzione delle propria storia personale, inoltre individui che sperimentano una forte sensazione di presenza nell'ambiente reale sono portati a sperimentare un forte senso di presenza anche nella simulazione virtuale; d) la percezione e il comportamento di una persona nella realtà è suscettibile di essere modificato dalle esperienze nel mondo virtuale (North, North, Coble, in stampa).

4.2 Applicazione della RV per la valutazione e la terapia delle distorsioni dell'immagine corporea nei disturbi alimentari

Presso l'istituto Auxologico Italiano di Verbania, si sta da tempo sperimentando l'impiego dei sistemi RV per la valutazione e la cura delle distorsioni dell'esperienza corporea collegata a problemi di bulimia, anoressia nervosa e obesità (Riva, 1995). Lo schema corporeo e l'immagine corporea sono aspetti centrali del concetto di Sé, che ciascun individuo costruisce nel corso della propria vita, e giocano un ruolo importante sia sul piano delle competenze cognitivo-motorie, sia sul piano dell'autostima, delle emozioni, delle motivazioni e delle relazioni interpersonali. Lo schema corporeo è la rappresentazione concettuale e funzionale del proprio corpo, nel quale si integrano esperienze, conoscenze e competenze relative alle proprietà delle varie parti del corpo, alle sensazioni propriocettive e alle abilità percettivo-motorie. Lo schema corporeo costituisce la struttura cognitiva attraverso cui guidare, monitorare e valutare le proprie posture e azioni in rapporto allo spazio circostante. L'immagine corporea è la rappresentazione mentale di come il corpo ci appare. Essa costituisce il modello cognitivo, emotivo e sociale nel quale si riflettono e si organizzano la nostra esperienza corporea, i nostri desideri ed aspettative, e le nostre interazioni con gli altri. I disturbi dell'esperienza corporea nelle loro reciproche interazioni e influenze cognitive, affettive e comportamentali costituiscono una dimensione rilevante dei disordini alimentari e del peso corporeo (Riva, Melis, 1997).

Per la cura delle distorsioni dell'esperienza corporea possono schematicamente essere distinti due principali approcci terapeutici.

L'approccio cognitivo-comportamentale si propone, da un lato, di intervenire sui bias cognitivi, attenzionali e mnestici del paziente implicati nell'elaborazione delle informazioni su di sé, e sul contesto, insegnandoli al contempo nuove abilità di coping, dall'altro, di influire sui sentimenti di disaffezione per le parti del corpo che il paziente ritiene inadeguate. Questo approccio utilizza un largo ventaglio di metodi terapeutici basati su strategie cognitive, rinforzo dei comportamenti corretti, tecniche immaginative e di rilassamento.

L'approccio visuo-motorio ha invece come obiettivo primario, la promozione della consapevolezza della corporeità e delle distorsioni dell'immagine del corpo del paziente, attraverso l'impiego di vari tipi tecniche. A esempio, il paziente viene ripreso con una videocamera in modo da fornirgli un feedback della propria gestualità e della propria immagine corporea. Si organizzano discussioni di gruppo nelle quali ciascun paziente può confrontare la sua auto-immagine con le informazioni oggettive fornite dagli altri partecipanti e dal terapeuta. Un altro esercizio richiede di immaginarsi con dimensioni corporee diverse, oppure più giovane o più vecchio, prima e dopo aver mangiato, dopo un successo o un fallimento. Vengono inoltre proposte attività artistiche, motorie e immaginative che sottolineino i sentimenti e le sensazioni relative al corpo.

Il progetto sviluppato da Riva e collaboratori si articola in due sistemi RV: a) il Body Image Virtual Reality Scale, BIVRS, per la valutazione dei fattori cognitivi e affettivi relati all'immagine corporea; b) Il Virtual Environment for Body Image Modification per il trattamento dei disturbi e della disaffezione riguardante il proprio corpo (Riva, Melis, 1997).

L'idea di base di questo progetto è di integrare il due approcci terapeutici descritti sopra nel tentativo di potenziarne efficacia ed efficienza attraverso l'impiego della RV che consente di intervenire contemporaneamente su tutte le dimensioni della rappresentazione corporea. In più, secondo gli autori, è possibile sfruttare intenzionalmente a fini terapeutici gli effetti psicofisiologici e le alterazioni senso-motorie indotte dalla presenza nell'esperienza virtuale di distorsioni, ritardi temporali e disturbi di sistema.

Infatti il processo di riorganizzazione e di adattamento dell'utente alle peculiarità dell'ambiente virtuale favorisce un aumento di consapevolezza dei propri processi percettivi e senso-motori che può essere di grande aiuto per influenzare l'esperienza corporea del paziente durante la terapia. (Riva, in stampa)

L'applicazione BIVRS si avvale di un sistema RV desktop non immersivo. Il software dell'applicazione è stato sviluppato in due formati. Il primo è ideato per l'utilizzo su personal computer equipaggiati con software specifici per la RV; il secondo è una estensione del primo in quanto, oltre a utilizzare il software RV, è stato realizzato anche in versione VRML. Entrambe le versioni sono state allocate in un server collegato a internet in modo che chiunque fosse interessato potesse accedervi liberamente.

L'ambiente virtuale è composto da tre parti: nella prima è rappresentata l'immagine reale del soggetto, nelle altre due sono invece rappresentate, rispettivamente in due o tre dimensioni, due serie di nove figure umane di taglia corporea variabile da condizioni di sottopeso a condizioni di obesità. La scelta di fornire anche figure tridimensionali ruotabili su se stesse, si proponeva di aumentare l'efficacia della scala di valutazione, rendendo più facile percepire le differenze fra le varie parti del corpo. Il soggetto era invitato a scegliere la figure che meglio rappresentavano la sua reale corporatura e quella che considerava la taglia corporea ideale. La differenza fra le due figure veniva assunta come indice del livello di insoddisfazione per la propria immagine corporea.

L'applicazione VEBIM è invece una simulazione virtuale immersive che utilizza HMD e joystick. L'ambiente virtuale è particolarmente curato e arricchito di ombreggiature, fonti luminose, gradiente tissurale, interposizioni e parallasse di movimento per compensare la mancanza di stereoscopia che avrebbe comportato ritardi di sistema. Il mondo virtuale si configura come cinque ambienti lungo i quali il paziente si confronta con una serie di esperienze e di compiti ricavati dalle tecniche cognitivo-comportamentali e visuo-motorie. All'inizio, il paziente è invitato a pesarsi su una bilancia virtuale, ciò può rappresentare un ostacolo poiché, richiama la sua attenzione sulla dimensione rilevante del peso corporeo. Il secondo ambiente raffigura una cucina e/o un ufficio contenenti vari tipi di cibi e di bevande che il paziente può decidere o meno di "consumare" toccandole col *joystick*. All'uscita è situata un'altra bilancia che lo informa sulle variazioni del peso virtuale in base alle calorie assunte. Successivamente, il paziente entra in una galleria in cui sono esposte immagini pubblicitarie di varie modelli femminili. Lo scopo è di suscitare sentimenti e attribuzioni relative al confronto con modelli sociali idealizzati, da analizzarsi col terapeuta. Nella quarta zona, il paziente vede riflessa la propria immagine reale, preventivamente ripresa con una fotocamera digitale, in un ampio specchio virtuale. Si vuole elicitare nel paziente forti sensazioni suscettibili di potenziare l'apprendimento di alcune strategie cognitive. Lo si invita anche, secondo l'approccio visuo-motorio, ad immaginarsi con dimensioni, età, peso diversi. L'ultimo ambiente è un largo corridoio su cui si aprono 4 porte di diversa ampiezza che il paziente deve scegliere, in base alle sue reali dimensioni, per uscire dal mondo virtuale. Lo scopo è di incrementare la consapevolezza delle distorsioni dell'immagine corporea.

I sistemi BIVRS e VEBIM sono stati testati in due studi, uno senza e l'altro con gruppi di controllo, con più di 120 soggetti sani di entrambi i sessi, per valutarne la sicurezza e l'utilizzabilità con soggetti clinici dal punto di vista psicofisiologico, e per vagliarne l'efficacia sotto il profilo terapeutico. I risultati ottenuti sono positivi. Un primo dato è che il sistema non ha prodotto alterazioni significative nella frequenza cardiaca e nella pressione sanguigna né, ha indotto malessere da simulazione. Quest'ultimo aspetto è particolarmente rilevante per l'utilizzo con pazienti con disturbi alimentari, tenendo conto del fatto che la maggior parte dei soggetti sperimentali erano donne, più suscettibili degli uomini al malessere da RV.

Ai fini terapeutici, i risultati hanno dimostrato che il sistema VEBIM è in grado di ridurre il livello di disaffezione per l'immagine corporea in soggetti sani, anche con una sola sessione di trattamento. Questo suggerisce che la RV può essere uno strumento potenzialmente più efficiente nella cura dei disturbi dell'immagine corporea, rispetto ad altre terapie, caratterizzate da una lunga serie di sedute di trattamento. Sono ovviamente esiti positivi che devono essere confermati sulla popolazione clinica (Riva, 1997a). Tuttavia, un trattamento terapeutico sperimentale con un donna di 22 anni sofferente di anoressia nervosa, offre risultati promettenti. Dopo cinque sessioni di terapia, la paziente ha incrementato la propria consapevolezza corporea e, nonostante desideri una figura più snella di quella attuale, il grado di insoddisfazione per il proprio fisico è diminuito. Inoltre, la paziente dimostra una elevata motivazione al cambiamento, è interessata a continuare una terapia individuale dove abita e ad applicare con costanza le strategie che ha appreso durante il trattamento sperimentale (Riva, Bacchetta, Baruffi, Rinaldi, Molinari, (in stampa).

4.3 Applicazione della RV per insegnamento di abilità a bambini autistici

L'autismo è un disturbo mentale dell'età evolutiva connotato da pervasivi disordini comportamentali, cognitivi, emotivi e comunicativi che possono man mano aggravarsi fino a portare all'invalidità completa. Alla base dell'autismo si ipotizzano marcate anomalie neurologiche delle funzioni di orientamento dell'attenzione selettiva e dell'elaborazione delle informazioni sensoriali. I bambini autistici presentano risposte anomale agli stimoli, hanno difficoltà a discriminare gli oggetti e gli ambienti, e a generalizzare le conoscenze apprese. Il comportamento è caratterizzato da rigidità, stereotipie, compulsioni, rituali e auto-lesionismo. Presentano deficit intellettivi e spesso non apprendono il linguaggio o utilizzano solo pochi termini. Manifestano distacco e timore nei rapporti interpersonali, associati ad elevata reattività emozionale. L'autismo è inoltre caratterizzato da estrema variabilità individuale nel comportamento e nelle risposte che rende indispensabile un approccio personalizzato nella cura di ciascun soggetto (Rovetto, Orifiammi, 1994).

Una prima applicazione dei sistemi RV alla diagnosi e alla terapia dell'autismo è stata realizzata all'università di Tokyo ricalcando la tecnica del SandBox Play, spesso usata per la diagnosi di bambini autistici. Questa tecnica, basata su un insieme di giochi da svolgere col la sabbia e altri oggetti, è stata riprodotta in un ambiente virtuale. Il Virtual Sand Box è rappresentato su un grande schermo mediante un videoproiettore, e l'utente con due "bacchette magiche" può modellare il paesaggio e comporre scenografie utilizzando oggetti virtuali come case, alberi, fiori, figure umane o di fantasia di molteplici dimensioni e colori. Uno studio sperimentale con un bambino autistico ha permesso di verificare che il sistema è difficoltoso da padroneggiare e richiede istruzioni troppo complesse in confronto alle capacità del soggetto (Hirose, Kijma, Shirakawa, Nihei, 1997).

Un'altra applicazione è stata messa a punto e impiegata per il training di due bambini autistici presso la Stetson University di DeLand in Florida (Strickland, 1996). Lo scopo del progetto era di insegnare ai bambini autistici, inizialmente, a riconoscere e a orientarsi verso alcuni comuni oggetti in un ambiente virtuale. Nella fase successiva, i bambini dovevano imparare a trovare un oggetto nell'Ambiente virtuale, dirigersi e fermarsi di fronte a questo.

I soggetti, un bambino di 9 anni e una bambina di 7, presentavano uno basso livello intellettivo e possedevano abilità verbali minime circoscritte all'utilizzo di singoli vocaboli, senza la capacità di comprendere una frase completa. Entrambi i bimbi avevano ottenuto limitati successi durante un precedente training per l'acquisizione delle medesime abilità di riconoscimento di oggetti, condotto da un terapeuta alcuni mesi prima.

Il sistema RV impiegava un HMD e un dispositivo di puntamento manuale per l'interazione. L'ambiente virtuale rappresentava in modo molto semplificato una strada con un marciapiede contornata da edifici, periodicamente un'auto percorreva la via a velocità variabile, non era presente nessun altro oggetto che potesse disturbare o distrarre i bambini. Lo scenario è stato volutamente realizzato a basso contrasto di colore e con scarsa definizione grafica, la tonalità dominante era il grigio. Viceversa, l'auto, in quanto elemento cruciale del training, era di colori brillanti che i bambini conoscevano. Durante la prima prova, il bambino si trovava sul marciapiede e al passaggio dell'auto doveva girare la testa per individuarla, indicarla col dispositivo di puntamento e dichiararne nome e colore. Nella seconda serie di prove, veniva inserito un segnale stradale di STOP in punti variabili del marciapiede e il bambino era invitato a scoprirlo, ad incamminarsi verso di esso e a fermarsi una volta raggiunto.

I bambini autistici manifestano opposizione e ansia verso esperienze nuove o insolite, e sono restii o irritati quando devono indossare copricapi o caschi. Per cui la fase iniziale dello studio è stata dedicata a familiarizzare i soggetti con i dispositivi e l'ambiente virtuale. Per istruire i bambini all'uso dei dispositivi si sono evitate spiegazioni complesse, facendo ricorso a singole parole di loro conoscenza e ad esempi pratici di esecuzione dei compiti richiesti.

I bambini si sono dimostrati in grado di adattarsi alla tecnologia virtuale con relativa facilità. Entrambi, seppure con un numero diverso di prove, hanno accettato di indossare il casco e, una volta immersi nell'ambiente virtuale, sapevano individuare le automobili girando il capo. Il training ha dato risultati positivi. Entrambi i bambini hanno imparato a indicare l'auto con il dispositivo di puntamento, a dire di che oggetto si trattava e quale era il colore. Hanno inoltre appreso ad esplorare visivamente il marciapiede per individuare il segnale stradale e a dirigersi verso di esso. Solo un bambino era in grado di fermarsi esattamente presso il segnale, tuttavia va detto che la mancanza di indizi di confronto nella scena virtuale poteva rendere più complessa la corretta valutazione della distanza. Presso la stessa istituzione, si sta attualmente sperimentando un nuovo ambiente virtuale immersivo per l'insegnamento di abilità ai bambini autistici. L'ambiente rappresenta una serie variabile di oggetti che i bambini devono individuare e riconoscere. Ogni bambino prima del training viene sottoposto a una serie di test per stabilire il grado delle sue abilità, in modo da evitare che si confronti con compito troppo facili o vada incontro a ripetuti insuccessi. Sebbene l'esperienza sia solo all'inizio i risultati sono incoraggianti, i bambini accettano volentieri la tecnologia e imparano a riconoscere gli oggetti visualizzati nell'HMD.

L'ambiente virtuale è stata ideato per funzionare su personal computer e interfacce di costo contenuto, in modo da favorirne la diffusione presso le scuole come strumento per l'insegnamento ai bambini autistici. Il progetto coinvolge terapeuti, educatori e scienziati informatici, l'intento è di dimostrare l'efficacia della RV come strumento didattico, e di valutare non solo il grado di apprendimento delle abilità, ma anche la loro generalizzazione alle situazioni reali (Strickland, 1997).

4.4 Applicazione della RV per la cure palliative in favore di malati oncologici

Presso il National Cancer Center Hospital di Tokio, il Medica VR Development Lab, ha sviluppato una sistema RV per fornire ai pazienti sostegno emozionale e promuovere l'adozione di uno stile di vita più attivo verso il cancro. L'applicazione per le cure palliative fa parte di un intervento complessivo che si avvale della RV per gli interventi in favore di malati oncologici sia dal punto di vista fisico che psicologico. Il progetto globale comprende infatti 6 moduli RV: per la simulazione chirurgica, per la terapia psico-oncologica, per il training dei medici, per la visualizzazione dei dati a fini diagnostici, per la diffusione informazioni medico-oncologiche via internet, per agevolare l'informazione del paziente ai fini del consenso informato.

I pazienti oncologici gravi soffrono spesso di dolori, mancanza di appetito, nausea, vomito, affaticamento generale. A questi sintomi si aggiungono gli effetti collaterali dei trattamenti chemioterapici e lo sconforto, l'ansia e i timori legate alla lunga ospedalizzazione, all'isolamento relazionale e al decorso della malattia. Il progetto di terapia psico-oncologica si proponeva di migliorare le condizioni di vita dei pazienti, cercando di alleviare il dolore, favorire opportunità di distrazione e di rilassamento, e attenuare l'intensità degli altri problemi psicologici, sociali ed esistenziali. In più, si intendeva valutare se tali interventi potessero, assieme alle cure mediche, avere effetti positivi sui processi psicofisiologici e sullo stato generale di salute dei pazienti.

A tale scopo sono state realizzate due applicazioni RV.

Nella prima è stato impiegato sia un sistema immersivo tridimensionale per mezzo dell'HMD, sia un sistema semi-immersivo bidimensionale con un grande schermo. La simulazione virtuale era costituita da diversi ambienti e paesaggi ripresi direttamente nei dintorni dell'ospedale o ricavati da filmati disponibili in commercio. Il paziente poteva esplorare e muoversi all'interno degli ambienti virtuali utilizzando un mouse 3D. Si voleva che il paziente sperimentasse sensazioni e pensieri di trovarsi in un altro ambiente. I pazienti hanno dimostrato di preferire i filmati che procuravano loro una sensazione di benessere, li distraevano dalla loro malattia e faceva loro dimenticare di essere ospedalizzati. Fra i due sistemi di visualizzazione utilizzati per questa applicazione, il grande schermo si è dimostrato compatibile con le condizioni dei pazienti, viceversa l'HMD ha provocato malessere, nausea e affaticamento oculare. Per cui, uno dei futuri obiettivi del progetto è di indagare i problemi connessi all'uso di sistemi RV con pazienti di varia gravità, dal momento che i requisiti in ambito clinico si mostrano diversi da quelli standard per il training o la simulazione.

La seconda applicazione sviluppata, denominata BedSide Wellness System, ed usufruibile anche da pazienti impossibilitati ad alzarsi dal letto, simula l'esperienza di una passeggiata in un bosco. La scena virtuale era visualizzata su uno schermo di 100° di campo visivo, composto da 3 display a cristalli liquidi disposti ad anfiteatro. Per incrementare nel paziente l'impressione di trovarsi in un ambiente naturale, la simulazione includeva, assieme ad immagini ad alto realismo, anche suoni e profumi tipici del bosco e la sensazione della brezza sulla pelle. Per riprodurre in modo più naturale la camminata è stato realizzato un nuovo sistema di interazione, chiamato StepWise Motion-pictures, che consisteva in una piattaforma con due pedatine controllate da un servomeccanismo. Con questo sistema il paziente poteva "camminare" controllare l'andatura nell'ambiente simulato, notando lo scena variare in sincronia con i suoi passi. Questo dispositivo, dotato di resistenza variabile alla spinta del piede, è ideato non solo per incrementare il realismo dell'esperienza, ma anche per promuovere l'attività fisica dei pazienti. Il sistema RV era infine collegato con un apparato biomedico per la rilevazione della frequenza cardiaca, della pressione del sangue, la frequenza respiratoria e l'attività elettrodermica, in modo da monitorare gli effetti del trattamento, durante l'esperienza del paziente nell'ambiente virtuale.

I risultati di uno studio preliminare per la valutazione delle funzionalità del sistema RV, condotto con 27 soggetti adulti sani, si sono rivelati incoraggianti. L'immersività della simulazione è risultata elevata e la maggior parte dei soggetti hanno descritto in modo positivo gli effetti dell'esperienza, in termini di rilassamento, ristoro e divertimento. Nessuno ha riportato sensazioni di malessere da RV. Sono stati inoltre rilevati effetti differenziati sui parametri psicofisiologici a secondo delle condizioni di riposo o di esercizio con il dispositivo StepWise Motion-pictures. Alcuni soggetti hanno tuttavia lamentato sensazioni di fatica e di indolenzimento agli arti inferiori, che suggeriscono la necessità di migliorare il dispositivo in modo da rendere i movimenti più fluidi e continui.

Sono attualmente in corso le prime esperienze con pazienti oncologici. Nonostante non esista ancora un numero sufficiente di studi per dichiarare l'efficacia positiva del trattamento, la maggioranza dei pazienti si mostrata assai contenta e ha riportato una impressione positiva dell'efficacia dell'esperienza, mentre alcuni di essi hanno riferito una riduzione del dolore cronico durante la prova. Oltre a ciò, i pazienti hanno espresso il desiderio di ripetere l'immersione, e hanno chiesto anche se fosse possibile procurare specifici scenari virtuali da esplorare durante l'esperienza.

Per il futuro sono in progetto ulteriori miglioramenti delle possibilità di impiego del sistema. A esempio, è previsto l'inserimento del biofeedback attraverso indicatori visivi o sonori nell'ambiente virtuale per permettere al paziente di acquisire l'abilità di autoregolare il proprio stato di attivazione. Dal momento che l'efficacia di questo metodo è legata alla motivazione del paziente, si vuole rendere il biofeedback più stimolante, attraverso la messa a punto di un sistema che consenta di cambiare le scene virtuali in armonia con lo stato edonico del paziente come rilevato dagli indici psicofisiologici. L'idea è di guidare più agevolmente l'apprendimento dell'autoregolazione, individuando attraverso la covariazione fra scene e livello di attivazione, quegli ambienti virtuali più utili per il benessere del paziente.

Infine è in fase di realizzazione una versione multi-utente del BedSide Wellness System, da collegare in rete. Questo permetterebbe ai pazienti immobilizzati a letto e con ridotte opportunità di relazioni sociali, di incontrare, parlare e condividere l'esperienza virtuale con i loro familiari e amici o con altri pazienti (Oyama, 1997; Ohsuga, Oyama, in stampa).

5. Fattori umani rilevanti per l'impiego dei sistemi RV in psicologia clinica

Le applicazioni realizzate dimostrano che la RV offre molti potenziali vantaggi per la psicologia clinica. Tuttavia, come per ogni nuova metodologia e tecnologia, molta attenzione va posta alla verifica delle opportunità che effettivamente può offrire, per evitare il rischio di basarsi su presupposti infondati e di invalidare il lavoro di ricerca e di intervento che vi si appoggia. Si rende quindi necessario continuare a espandere e approfondire gli studi sperimentali e clinici su tutti gli aspetti dell'interazione uomo-sistemi RV. Ai fini dell'impiego della tecnologia virtuale in ambito clinico, alcuni fattori rivestono una particolare importanza per la loro influenza sulla sicurezza, il benessere e le prestazioni degli utenti.

5.1. Gli aspetti psico-fisiologici e cognitivi e emotivi dell'adattamento all'esperienza virtuale e di riadattamento alla realtà.

Innanzitutto, l'esperienza in ambiente virtuale impegna l'individuo in modo inusuale, è necessario quindi indagare in modo approfondito "come" si realizza l'interazione fra l'individuo, gli oggetti e gli ambienti che la simulazione mette in campo (Vaccarino, 1993). Benché, infatti sia stato verificato che l'impiego psicofisico dell'individuo in talune simulazioni virtuali è simile a quello in analoghe situazioni reali, va tuttavia considerato che non tutte le esperienze virtuali possono essere ritenute omogenee sotto questo aspetto. Le prove si basano soprattutto sui dati di ricerche empiriche sull'efficacia dei training con simulatori RV di vario genere, che, del resto, non sempre hanno dato risultati coerenti (Regian, Shebilske e Monk, 1992). Non si può attualmente escludere che la simulazione comporti abilità percettivo-cognitive maggiori o comunque differenti rispetto a quelle normalmente impegnate.

Le discrepanze fra visione e movimento, le distorsioni e i ritardi temporali degli attuali sistemi RV sono le principali cause del malessere da simulazione e sembrano infatti richiedere all'utente una contingente riorganizzazione funzionale dei sistemi sensoriali per adattarsi alle inusuali condizioni della RV (Reason, Brand, 1975).

Se circa gli aspetti percettivi-motori relativi all'esperienza RV ci sono diversi studi, i possibili effetti a livello cognitivo ed emotivo sono da approfondire. La ricerca è necessaria perché, ci sono validi motivi per ritenere che l'interazione con l'ambiente virtuale causi sollecitazioni "atipiche" che possono portare a fenomeni di sovraccarico emozionale o cognitivo (Pugnetti, Mendozzi, 1994; Kennedy et al., 1993). Ad esempio, dai risultati di uno studio sperimentale condotti su soggetti di entrambi i sessi (Cioffi, 1993) è emerso che durante l'immersione negli ambienti virtuali, l'esperienza del proprio corpo può subire profonde modificazioni, Circa il 44% degli uomini e in 60% delle donne ha detto di non aver percepito più il proprio corpo, in particolare il 40 % dei soggetti ha dichiarato di sentirsi come dematerializzato o di essere senza peso come in assenza di gravità. Inoltre, l'illusione di presenza fornita dalla simulazione virtuale potrebbe mettere in difficoltà l'adeguatezza del giudizio di realtà, Ciò potrebbe indurre confusione in chi non sappia distinguere con chiarezza sul piano cognitivo i vari tipi e livelli della realtà quotidiana sperimentata, per cui una chiarificazione del carattere "irreale" delle esperienze offerte dagli ambienti virtuali potrebbe essere utile ad individui che fossero al riguardo disorientati o disorientabili (Mantovani, 1995).

Bisogna tener presente anche eventuali problemi di accettazione, reazioni negative, e rifiuti della tecnologia. Le esperienze realizzate, come visto, dimostrano che questi problemi sono rari, anzi la compliance verso la RV si è dimostrata elevata). Tuttavia, è sempre obbligatorio informare la persona, prima dell'interazione in RV sulla modalità d'uso, sul tipo di simulazione proposto e sull'impatto che può avere, in modo che possa essere consapevole di scegliere la propria esperienza virtuale (Taruffi, 1994). Maggior cautela è ovviamente obbligatoria in ambito diagnostico e clinico, per evitare situazioni di rischio, soprattutto da parte di individui le cui condizioni fisiche o psicologiche sono per qualche motivo più fragili.

5.2. Malessere da RV

Tra gli effetti indesiderati dell'interazione virtuale il più studiato è sicuramente il cosiddetto "malessere da RV" (*VR-Sickness*). I primi dati che derivano soprattutto da ricerche su simulatori militari e indicano che questa sindrome è abbastanza comune e può colpire fino al 50-60% degli individui. I dati di uno studio più recente riferiscono una incidenza per il 25% degli utenti, con una durata fino a 6 ore dopo l'esposizione per l'8% dei soggetti (Lewis, Griffin, 1997). Tuttavia non è possibile indicare una percentuale media dell'incidenza in quanto esistono grosse variazioni in funzione dei vari tipi di ambienti e simulatori virtuali che vengono impiegati.

I sintomi di malessere da simulazione possono essere divisi in tre categorie principali: 1) disturbi oculomotori che comprendono, affaticamento visivo, difficoltà di messa a fuoco, diplopia, offuscamento della vista e mal di testa; 2) nausea e relativi problemi neurovegetativi, come disturbi gastrointestinali, blocco allo stomaco, salivazione e aerofagia, inappetenza e sonnolenza; 3) disorientamento, che comprende i disturbi vestibolari, come vertigini e capogiri, instabilità posturale e peggioramento della prestazione psicomotoria (Kennedy, Jones, Lilienthal, Harm, 1993). La sintomatologia è generalmente proporzionale al tipo e alla durata dell'interazione. Gli effetti vanno da un leggero senso di affaticamento e malessere fino a sintomi più marcati come emicrania, vomito, disorientamento. Inoltre i disturbi possono persistere per diverso tempo, da qualche minuto a varie ore dopo la simulazione, causando stordimento, mal di testa e riduzione della capacità visiva totale (Regan, 1993).

L'incidenza del malessere da RV varia per intensità e qualità a secondo delle caratteristiche dell'utente. La suscettibilità al malessere è maggiore fra i 2 e i 12 anni, soprattutto per i problemi posturali, per poi diminuire gradualmente durante la crescita. Le donne sono in genere più sensibili al malessere, tuttavia non è chiaro se ciò dipenda da differenze anatomiche o ormonali. Inoltre fattori come lo stato di salute, l'assunzione di farmaci e altri aspetti individuali come precedenti esperienze di malessere da moto incrementano la suscettibilità al malessere da RV dei soggetti (Lewis, Griffin, 1997)

Il malessere da RV è attribuito all'interazione di diverse cause. Il fattore principale è la modalità di interazione nell'ambiente virtuale, che provoca conflitto fra le informazioni visive che indicano il movimento del corpo e quelle vestibolari propriocettive e cinestesiche che suggeriscono una posizione statica. Altra causa sono i limiti di alcuni sistemi di visualizzazione, come l'impossibilità di regolare le ottiche alla distanza interpupillare dell'individuo. L'affaticamento visivo, dipende da fattori fisici dello stimolo visivo utilizzato, come la bassa risoluzione o luminosità, e dallo sforzo di convergenza e di accomodamento che è necessario operare per correggere sdoppiamenti e sfocature. Di conseguenza vengono messi alla prova i recettori retinici e la muscolatura intrinseca ed estrinseca degli occhi (Biocca, 1992b). Anche il cattivo allineamento e la mancanza di sincronizzazione fra le modalità di simulazione (p.e., fra immagine e audio) o altre carenze, come il ritardo temporale o le distorsioni fra le azioni dell'utente e le risposte del sistema, possono essere occasione di affaticamento o malessere (Kennedy et al., 1993).

I sintomi di malessere da RV impediscono una prolungata esposizione all'ambiente virtuale e alla lunga minano la fiducia e l'interesse dell'utente che tende a ridurre l'uso. Inoltre compromettono la prestazione del soggetto durante l'interazione, invalidando l'effettiva generalizzazione delle informazioni diagnostiche, dei risultati terapeutici o delle abilità apprese. Infatti i sintomi possono interferire o distrarre il soggetto durante l'esecuzione della prova, o lo possono indurre ad adottare strategie percettive motorie innaturali per evitare il malessere. Ad esempio, gli individui che provano nausea o disorientamento, tendono a rallentare e restringere l'ampiezza dei loro movimenti per ridurre il malessere. Dal momento che il disorientamento e i problemi oculari possono prolungarsi per diverso tempo dopo l'immersione questi possono compromettere la prestazione e la sicurezza della persona qualora si impegnasse in attività potenzialmente rischiose come, a esempio, guidare (Regan, 1993; Lewis, Griffin, 1997).

5.3. Il senso di presenza

Per la validità di diverse applicazioni valutative e terapeutiche, è importante che il paziente sperimenti la sensazione di essere effettivamente nell'ambiente virtuale. Il senso di presenza è una esperienza psicologica che viene favorita sia dalle caratteristiche tecniche della RV sia da fattori soggettivi, motivazionali e situazionali. Il senso di presenza in un ambiente virtuale aumenta in funzione dei canali sensoriali coinvolti, della ricchezza e dell'adeguatezza dell'informazione fornita, ma soprattutto dell'interattività del sistema RV.

Sono tre i fattori che contribuiscono in modo essenziale al grado di interazione di un sistema virtuale.

1) La velocità o tempo di risposta, che è la prontezza con cui un sistema virtuale reagisce alle azioni dell'utente. Un ritardo temporale superiore ai 0.3 secondi produce una forte diminuzione del senso di presenza (Lewis, Griffin, 1997).

2) Range o ampiezza dell'interazione che si riferisce alle azioni possibili in un ambiente virtuale. Maggiori sono la quantità e la qualità di variazioni che possiamo portare all'ambiente virtuale e agli oggetti virtuali maggiore è il range di interattività di un sistema virtuale.

3) Mapping, ovvero la capacità del sistema di far corrispondere le azioni dell'utente a quelle riprodotte nell'ambiente virtuale. Il mapping è in funzione sia dei dispositivi di controllo usati per interagire con l'ambiente virtuale, sia dei cambiamenti che si riproducono nell'ambiente virtuale. L'impiego di un mapping naturale e più realistico (p.e., con i comandi di un simulatore di guida) rispetto a uno completamente arbitrario (p.e., l'uso del joystick per navigare nell'ambiente virtuale) permette di incrementare il senso di presenza (Bergamasco, 1993).

Dal punto di vista psicologico, il senso di presenza è un'esperienza soggettiva complessa, i cui processi non sono ancora noti con precisione, raggiungibile solo attraverso una elaborazione interna dell'informazione sensoriale, la quale viene filtrata in base ai ricordi passati, agli interessi attuali, al livello di attenzione e di coinvolgimento emotivo presenti. Si tratta quindi di una sensazione articolata in dimensioni psicologiche molto più numerose di quelle offerte dalla RV, sperimentabile in molte situazioni e lungo una scala di diversa intensità. L'esatta relazione fra le diverse dimensioni tecnologiche contestuali e le caratteristiche dell'individuo nel contribuire a creare il senso di presenza in ambiente virtuale varia da situazione a situazione ed è materia di molteplici studi empirici (Castelli, 1995).

Rispetto alla RV, giocano una parte fondamentale l'interesse e la motivazione personale dell'individuo a farsi volutamente coinvolgere nel mondo virtuale e a "credere" alla simulazione, pur sapendo che non è "vera" (Gabrieli, 1993). Inoltre, anche fattori legati alla situazione, al contenuto della simulazione, ai tipi di attività, alla pregnanza emotiva e al grado di difficoltà dei compiti proposti in un ambiente virtuale hanno un ruolo importante nel coinvolgere il soggetto (Steuer, 1992). Ad esempio, le applicazioni per la cura delle fobie che suscitano intensi sentimenti ed elevato coinvolgimento emotivo inducono un forte senso di presenza. Oppure, applicazioni come simulatori di volo, di guida o i giochi virtuali di vario genere sono altamente coinvolgenti perché, oltre ad enfatizzare le caratteristiche situazionali (p.e., abitacolo di guida), impongono la focalizzazione dell'attenzione sull'azione in corso, al fine di fornire risposte immediate ed efficaci.

Anche la possibilità di vedere il proprio corpo simulato durante l'interazione in ambiente virtuale induce maggior senso di presenza, rispetto alla rappresentazione artificiale della sola mano o di una freccia tridimensionale (Slater, Usoh, 1994). Inoltre, dato che le nostre realtà sono sempre di natura sociale, condivise con gli altri, e gli individui interagiscono quotidianamente con le altre persone nel mondo reale, la presenza di altri attori (sintetici o reali) in un ambiente virtuale può aumentare il senso di presenza (Steuer, 1992).

5.4. Precauzioni per la sicurezza del paziente e caratteristiche di adeguatezza dei sistemi nelle applicazioni cliniche della RV

Il ambito clinico è essenziale adottare speciali precauzioni per garantire la sicurezza del paziente. Un protocollo per la conduzione di interventi diagnostici o terapeutici dovrebbero includere sia la valutazione preventiva dell'idoneità del paziente all'utilizzo della tecnologia Virtuale, sia la predisposizione di procedure di monitoraggio e di controllo durante l'esposizione sia la verifica delle qualità tecniche e formali della simulazione virtuale, in termini di efficacia e di sicurezza (Lewis, Griffin, 1997; Pugnetti, Mendozzi; 1994; Riva, 1995; Glantz, Durlarlach, Barnett, Aviles, 1997).

La valutazione dei pazienti prima dell'esposizione, condotta anche con l'ausilio di test psicologici e fisiologici, dovrebbe comprendere: l'indagine dello stato generale di salute psicofisica del paziente, in modo da escludere soggetti con problemi dovuti a stati influenzali, infezioni alle orecchie, disturbi cardiaci, epilessia, effetti di farmaci o altre sostanze psicoattive; la diagnosi di eventuali disturbi dell'equilibrio, di precedenti esperienze di malessere da movimento e della funzionalità visiva, al fine di predisporre particolari condizioni nella simulazione per la sicurezza del soggetto.

In merito alla conduzione dell'esperienza dei pazienti in ambiente virtuale, è utile attuare le seguenti precauzioni: fornire al paziente informazioni molto dettagliate circa la simulazione virtuale, lo scopo della prova, il verificarsi di eventuali effetti collaterali e invitarlo a riferire qualsiasi sintomo di malessere; adattare e calibrare con precisione tutte i dispositivi indossati dall'utente, con particolare attenzione alla regolazione dei dispositivi ottici dell'HMD; garantire al paziente la supervisione lungo tutta l'esposizione alla RV e controllare la sua prestazione e monitorare i parametri psicofisiologici; limitare la durata della prima immersione a circa 5 minuti ed aumentare man mano il tempo nelle sedute successive in modo che il paziente si adatti alle condizioni dell'ambiente virtuale con progressività; adottare particolari precauzioni per soggetti giovani, disabili o con problemi di equilibrio per evitare rischi di danni o cadute; dopo l'esposizione, dare agio al paziente di riadattarsi all'ambiente reale prima di riprendere le normali attività, in presenza di disorientamento, disturbi oculari evitare che il paziente si impegni in attività rischiose fino a che i sintomi non sono spariti.

Per quanto riguarda le caratteristiche del sistema e della simulazione virtuale è importante testarne le caratteristiche di adeguatezza e sicurezza con soggetti sani prima di utilizzarlo coi pazienti. Inoltre nella sua progettazione si ritiene opportuno: ridurre al minimo i fattori di ingombro e di costrizione dei dispositivi hardware, escludendo dalla configurazione del sistema gli apparati non necessari e ponendo particolare cura nella scelta di periferiche leggere, comode, bilanciate e dotate di cavi di collegamento flessibili e lunghi; evitare l'uso di HMD economici dotati di bassa risoluzione, ristretto campo visivo e senza la regolazione della distanza interpupillare e delle lunghezze focale; ridurre al minimo il ritardo temporale del sistema, contenendolo sotto i 0.1 secondi, e aumentare la velocità di aggiornamento delle immagini visive al fine di diminuire la probabilità del malessere da simulazione, di ridurre l'interferenza con le strategie di interazione dell'utente, e di non alterare la sua prestazione al compito; strutturare simulazioni virtuali che non richiedano movimenti troppo rapidi o manovre brusche o non naturali; dotare il sistema di appropriati e immediati feedback quando vengono tentate azione proibite (p. e., attraversare un muro).

6. Conclusioni

Le applicazioni realizzate dimostrano che gli attuali sistemi RV possiedono le qualità tecniche necessarie per un loro utile impiego in psicologia clinica. La valutazione delle opportunità offerte richiede tuttavia ulteriori approfondimenti ed è limitata dai costi elevati richiesti dallo sviluppo delle simulazioni virtuali appropriate e dai limiti tecnologici dei sistemi. I tempi di sviluppo della tecnologia virtuale sono rapidi, il miglioramento della qualità delle simulazioni non è però riducibile all'incremento di potenza degli elaboratori o al perfezionamento dei dispositivi di interazione. Per incrementare i benefici in favore degli utenti nelle applicazioni diagnostiche e terapeutiche, è necessario continuare la sperimentazione sistematica sia su casi singoli che su gruppi, al fine di definire parametri standardizzati per valutare l'attendibilità e la validità dei risultati ottenuti.

Anche se esistono attualmente problemi rilevanti legati alla verificabilità e alla replicabilità dei dati, difficili da ottenere fino a quando i sistemi RV non saranno largamente diffusi, in psicologia clinica la sperimentazione è essenziale, da un lato, per valutare preventivamente l'idoneità dei singoli individui ad un'esperienza virtuale e, dall'altro, per approfondire le conoscenze degli effetti fisiologici e psicologici dell'interazione in ambiente virtuale, sia sulla popolazione normale sia su individui con disabilità o disturbi psicologici.

Riferimenti Bibliografici

- Bergamasco M. (1993), Movimento e retroazione di forza per ambienti virtuali, in *Muscolo e riabilitazione*, Atti del XXI congresso nazionale SIMFER (Società italiana di medicina fisica e riabilitazione), Roma, 10-13 ottobre 1993, 1, pp.122-155.
- Biocca F. (1992a), Communication within Virtual Reality: Creating a Space for Research, *Journal of Communication*, 4, pp.5-22.
- Biocca F. (1992b), Virtual Reality Technology: A Tutorial, *Journal of Communication*, 4, pp. 23-72.
- Botella C., Perpina C., Banos R.M., Garcia-Palcios A. (in stampa), Virtual Reality: a New Clinical Setting Lab., in G. Riva, Wiederhold B., Molinari E., (Eds), *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, IOS Press, Amsterdam.
- Castelli S. (1995), Affacciati ai propri occhi, *Virtual*, 17, pp.52-56.
- Cioffi G. (1993), Le variabili psicologiche implicate in un'esperienza virtuale, in G. Beilotti, (a cura di), *Del Virtuale, Il Rostro*, Milano.
- Davison G.C., Neale J. M. (1989), *Psicologia Clinica*, Zanichelli, Bologna.
- Forgas P.J., Van Heck G.L. (1994), La psicologia delle situazioni, in G.V. Caprara, G.L. Van Heck (Eds), *Moderna psicologia della personalità: rassegne critiche e nuove direzioni di ricerca*, LED - Edizioni Universitarie di Lettere Economia Diritto, Milano, pp.609-662.
- Freddi A. (1993), La realtà virtuale: applicazioni in ambito riabilitativo, in *Muscolo e riabilitazione*, Atti del XXI congresso nazionale SIMFER (Società italiana di medicina fisica e riabilitazione), Roma, 10-13 ottobre 1993, 1, pp. 152-166.
- Gabrieli P. (1993), Che cos'è la realtà virtuale in realtà, *Virtual*, 1, pp.67-70.
- Glantz K., Durlarlach N.I., Barnet R.C., Aviles W.A. (1997), Virtual Reality (VR) and Psychotherapy: opportunities and Challenges, *Presence*, 6 (1), pp.87-105.
- Greenleaf W. (1994), Medical Application of Virtual Reality Technology, in *CRC Biomedical Handbook*, Palo Alto, CA.
- Hirose M., Kijima R., Shirakawa K., Nihei K. (1997), Development of a Virtual Sand Box: An Application of Virtual Environment for Psychological Treatment, in G. Riva, (Ed.), *Virtual Reality in Neuro-Psycho- Physiology*, IOS Press, Amsterdam.
- Hoffman, Carin, Weghorst (1997), Desensitization in Virtual Environment, *Medicine Meet VR*, Atti del convegno.
- Kennedy R.S., Jones M.B., Lilienthal M.G., Harm D.L. (1993), Profile Analysis of after-Effects Experienced During Exposure to Several Virtual Reality Environments, in *Virtual Interfaces: Research and Applications*, Atti del 76a Aerospace Medical Panel Meeting, Lisbona, 18-22 ottobre 1993.
- Lewis C.H., Griffin M.J. (1997), Human Factors Consideration in Clinical Application of Virtual Reality, in G. Riva, (Ed.), *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*, IOS Press, Amsterdam, pp.35-56.
- Mantovani G. (1995), *Comunicazione e identità. Dalle situazioni quotidiane agli ambienti virtuali*, Il Mulino, Bologna,.
- Montefusco D. (1994a), Realtà virtuale: tecnologia e applicazioni, in A. Rovetta et al., (Eds), *European Conference on Virtual Reality in Education, Training and Disability*, Atti del convegno, Bologna 13-15 maggio, SIRV, pp.21-35.
- Montefusco D. (1994b), Più Reale del Reale, *Virtual*, 10, pp. 12-17.
- North M.M., North M.S., Coble J.R. (1996), Effectiveness of Virtual Environment Desensitization in the treatment of Agoraphobia, *Presence*, 5 (3), pp.346-352.
- North M.M., North M.S., Coble J.R. (1997a), Virtual Reality Therapy: an Effective Treatment for Psychological Disorders, in G. Riva, (Ed.), *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*, IOS Press, Amsterdam, pp.59-70.

- North M.M., North M.S., Coble J.R. (1997b), Virtual Reality Therapy For Fear of Flyng, *American Journal of Psychiatry*, 154 (1), p. 130.
- North M.M., North M.S., Coble J.R. (in stampa), Virtual Reality Therapy: an Effective Treatment for Phobias, in G. Riva, B. Wiederhold, E. Molinari, (Eds), *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, IOS Press, Amsterdam.
- Ohsuga M., Oyama H. (in stampa), Possibility of Virtual Reality for Mental Care, in G. Riva, B. Wiederhold, E. Molinari, (Eds), *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, IOS Press, Amsterdam.
- Oyama H. (1997), Virtual Reality for the Palliative Care of Cancer, in G. Riva, (Ed.), *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*, IOS Press, Amsterdam, pp.87-94.
- Pugnetti L., Mendozzi L. (1994), Monitoraggio psicofisiologico e modelli per il recupero dei deficit cognitivi, in A. Rovetta et al., (Eds), *European Conference on Virtual Reality in Education, Training and Disability*, Atti del convegno, Bologna 13-15 maggio, SIRV, pp.41-55.
- Reason J., Brand J. (1975), *Motion Sickness*, Accademie Press, London.
- Regan E.C. (1993), Some Side-effects of Immersion Virtual Reality, in APRE Report 93R010, Special Psychology Research Group, Army Personnel Research Establishment, Ministry of Defence, Farnborough.
- Regian W., Shebilske W.L., Monk J.M. (1992), Virtual Reality: An Istruactional Medium for Visual-Spatial Tasks, *Journal of Communication*, 4, pp. 136-149.
- Riva G. (1995), Specchio virtuale, *Virtual*, 18, pp.63-65.
- Riva G. (Ed.), (1997), *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*, IOS Press, Amsterdam.
- Riva G. (1997a), The Virtuale Environment for Body-Image Modification (VEBIM): Development and Preliminary Evaluation, *Presence*, 6 (1), pp 106-117.
- Riva G. (in stampa), Virtual Reality in Neuroscience: a Survey, in G. Riva, B. Wiederhold, E. Molinari, (Eds), *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, IOS Press, Amsterdam.
- Riva G., Melis L. (1997), Virtual Reality for the Treatment of Body Image Disturbances, in G. Riva, (Ed.), *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*, IOS Press, Amsterdam, pp.95-111.
- Riva G., Wiederhold B., Molinari E. (Eds), (in stampa), *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, IOS Press, Amsterdam.
- Riva G., Bacchetta M., Baruffi M., Rinaldi S., Molinari E. (in stampa), *Experiential Cognitive Therapy: a VR Based Approach for the Assessment and Treatment of Eating Disorder*, in G. Riva, B. Wiederhold, E. Molinari, (Eds), *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, IOS Press, Amsterdam.
- Rizzo A.A. (1994), Virtual Reality Applications for Cognitive Rehabilitation of Persons with Traumatic Head Injuries, in H.J. Murphy, (Ed.), *Atti della seconda conferenza internazionale sulla realtà virtuale e per- sone con disabilità*, Centro sulle disabilità, CSUN, Northridge, CA.
- Rovetta A. et al. (Eds), (1994), *European Conference on Virtual Reality in Education, Training and Disability*, Atti del convegno, Bologna 13-15 maggio, SIRV.
- Rovetta A. (1994), *Attese dalla realtà virtuale*, in A. Rovetta et al., (Eds), *European Conference on Virtual Reality in Education, Training and Disability*, Atti del convegno, Bologna 13-15 maggio, SIRV, pp.15-16.
- Rovetto F., Orifiammi P. (1994), *Elementi di Psichiatria*, AlfaóO Editrice, Padova.
- Rothbaum B.O., Hodges L., Kooper R., Watson B.A., Opdyke D. (1996), Virtual Reality Exposure Therapy in the Treatment of Fear of flyng: a case report, *Behavior Research and Therapy*, 34 (5/6), pp.477-481.
- Slater M., Usoh M. (1994), Representation Systems, Perceptual Position and Presence in Immersive Virtual Environments, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*.
- Steuer J. (1992), Defining Virtual Reality Dimensions Determining Telepresence, *Journal of Communication*, 4, , pp.73-93.
- Strickland D. (1996), A virtual Application with Autistic Children, *Presence*, 5, pp.319-329.
- Strickland D. (1997), Virtual Reality for the Treatment of Autism, in G. Riva, (Ed.), *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*, IOS Press, Amsterdam, pp.81-86.
- Taruffi L. (1994), Introduzione ai lavori, in A. Rovetta et ai, (Eds), *European Conference on Virtual Reality in Education, Training and Disability*, Atti del convegno, Bologna 13-15 maggio, SIRV, pp.17-18.
- Vaccarino G. (1993), *Arte, Scienza, e Realtà Virtuale*, Golem, 11, pp.7-9.
- Vittadini N. (1994), *RV e Riabilitazione. Una Palestra Virtuale*, *Virtual*, 9, pp. 14-17.