

Recovery e Realtà Virtuale

Salvatore Blanco
Centro di Psicoterapia Cognitiva
Quartu S. Elena (Cagliari)

"La realtà è un'illusione molto persistente."

Einstein

In psicopatologia, il termine guarigione è di frequente riferito all'ottenimento di una condizione stabilizzata della patologia con assenza o riduzione dei sintomi associato da un trattamento farmacologico adeguato. Ma una siffatta guarigione non consente al paziente di uscire dal ruolo di malato e di solito è vista come una forma di cronicità. Per Coleman (1999) è necessario riappropriarsi del concetto di guarigione col significato originale del termine (in inglese, *recovery*) che si riferisce al riprendersi nel senso di riappropriarsi pienamente della propria esperienza di sé. Riflettiamo, per esempio, sulla fase residuale della schizofrenia: si tratta di una valutazione che rispetto alla sintomatologia psicotica produttiva o positiva può essere vista come una forma di guarigione o uscita dalla schizofrenia, ma da un punto di vista riabilitativo rappresenta solo l'inizio del lavoro. Rispetto alla qualità della vita, l'aggettivo "residuale" può fuorviare in quanto fa pensare ad una malattia che persiste in forma limitata all'interno della persona, mentre invece si tratta di una limitazione che ne condiziona drammaticamente la qualità della vita.

Recovery è diventata, perciò, il principio del XXI secolo raccomandato nelle linee guida cliniche e professionali nonché il focus esplicito nelle politiche internazionali sulla salute mentale (Slade, Adams & O'Hagan, 2012). L'attenzione deve essere spostata dalla malattia in sé alla totalità della persona nonché alla sua rete di appartenenza e ai gruppi sociali di riferimento per favorire percorsi di ripresa e di recovery; è oggi chiaro che quando si parla di ripresa (*recovery*), non si tratta solamente di un esito corrispondente al ritorno alla condizione precedente al problema, quanto di un percorso che è volto all'attivazione di risorse che permettono al soggetto di vivere in maniera piena la sua vita (Coleman, 1999).

Ci sono diversi modi in cui il sistema di cure può supportare la recovery di persone affette da disagio mentale e questo avviene promuovendo relazioni, benessere e offrendo trattamenti, anche tecnologicamente evoluti, che migliorino le possibilità di inclusione sociale (Slade, 2010). È disponibile un'ampia letteratura a riguardo e accanto alle preziose testimonianze di persone che hanno fatto percorsi positivi di ripresa dal disagio mentale (Romme & Escher, 2009), la ricerca sta validando dal punto di vista scientifico di cosa si tratta quando si parla di recovery. L'aumento delle evidenze scientifiche per l'implementazione di pratiche e sistemi orientati alla recovery ha portato ad un maggior riconoscimento e consenso (Compagni et al., 2007).

Il costante progresso delle neuroscienze e della tecnologia ha facilitato lo sviluppo della ricerca finalizzata all'identificazione di tecniche e di interventi utili a diminuire gli effetti della cronicizzazione del disagio psichico e a promuovere attivamente il reinserimento del paziente nel contesto sociale e lavorativo di riferimento. Questo sforzo presuppone la multidisciplinarietà in quanto i contesti in cui il disagio psichico si manifesta sono diversi. In considerazione dell'importanza del recupero delle funzioni esecutive e del miglioramento delle abilità sociali nella recovery di soggetti con gravi psicopatologie, tra le nuove metodologie utilizzate sembra dare promettenti risultati l'uso, in ambito psicopatologico, della realtà virtuale.

La Realtà Virtuale

Prima di entrare in merito alle modalità di utilizzo di questa tecnologia, ci sembra opportuno fare alcuni brevi accenni alla realtà virtuale (Virtual Reality, VR) e alla sua storia al fine di chiarirne la natura e il suo possibile uso in ambito psicologico e psichiatrico.

La VR viene scientificamente intesa come un ambiente complesso, determinato da un'interfaccia grafica diversamente immersiva, interattiva e tridimensionale, che permette operazioni di simulazione e specifiche forme di comunicazione e di apprendimento, offrendo al soggetto la possibilità di percepirsi fisicamente presente in un mondo virtuale, così da poter interagire con esso, attraverso sensazioni, emozioni, valutazioni e comportamenti tipici della realtà quotidiana. La sensazione di realtà è data dalla capacità del suddetto sistema, attraverso specifici dispositivi tecnologici, di processare le informazioni ricevute e di offrire all'individuo un ritorno visivo, sonoro ed aptico in tempo percettivamente reale. La VR, in estrema sintesi, è un ambiente simulato all'interno del quale si può interagire con oggetti e con altri soggetti connessi. La caratteristica più rilevante di questo ambiente è che esso deve coinvolgere il maggior numero di sensi possibili. L'obiettivo finale è che questa simulazione di realtà sia percepibile come autentica fornendo al soggetto la possibilità di sperimentare altri luoghi e altre forme del sé.

Il desiderio di essere presenti in più luoghi e l'ideale della duplicazione del Sé, anche allo scopo di cambiare la propria identità, rappresentano un elemento mitologico presente sin dall'origine dell'uomo. Altrettanto antico è il desiderio di essere immersi in realtà diverse, simulate con riti magici, uso di sostanze allucinogene e più recentemente con la tecnologia.

Già nel 1890, William James, nei Principi di Psicologia, sostenne l'idea che la realtà, così come noi la sperimentiamo, rappresenta solo uno dei tanti possibili stati di coscienza, mettendone in discussione la sua unicità. Questa idea, più recentemente sviluppata dall'attuale Costruttivismo, è un assunto di base di tutte le applicazioni relative alla Realtà Virtuale. Le prime pionieristiche ricerche sulla VR, iniziate negli anni 60, hanno riguardato l'ambito pubblicitario e soprattutto il campo militare, nel tentativo di favorire l'apprendimento degli allievi con rudimentali apparati di addestramento al pilotaggio degli aerei da guerra. Verso la fine degli anni 60 e gli inizi degli anni 70, Ivan Sutherland ha sviluppato i primi modelli video-casco e alcuni softwares in grado di generare immagini digitali stereoscopiche che interagivano sincronicamente con i movimenti del capo dello sperimentatore. Nel 1972, la General Electric ha costruito il primo simulatore di volo per gli allievi dell'Accademia delle Forze Armate statunitensi e dal 1980, per una ventina di anni, molte aziende hanno investito risorse per lo sviluppo di tecnologie relative alla VR. In quegli anni, tali ricerche portarono Jaron Lanier, filosofo e scienziato, a sviluppare i primi guanti dotati di microsensori (per interagire con l'ambiente simulato) e microvisori sofisticati; Lanier dopo aver coniato nel 1979 l'espressione "Realtà Artificiale" fu il primo a parlare nel 1988 di Realtà Virtuale (Virtual Reality, VR).

Le neuroscienze e la realtà virtuale sono sempre state, in qualche maniera, profondamente connesse. Sin dall'inizio dell'era della VR, le acquisizioni neuroscientifiche sulle percezioni, sull'elaborazione dei segnali sensoriali e sulla coscienza ne hanno alimentato il retropensiero scientifico. Allo stesso modo le possibilità sul piano terapeutico della VR hanno suscitato fortissime suggestioni su psichiatri, psicologi e psicoterapeuti, i quali hanno iniziato dalla metà degli anni '90 a studiarne in concreto le possibilità.

I limiti ed i costi della tecnologia di supporto alla VR negli anni '90 hanno imposto un forte rallentamento, dopo gli iniziali entusiasmi e i risultati positivi. Ma negli ultimi anni, complici anche Google, Sony, Microsoft e Facebook, che stanno buttandosi letteralmente a capofitto nello sviluppo di proprie applicazioni per la VR, le cose sembrano destinate a ripartire e dal 2016 i costi delle apparecchiature sono diventati accessibili a tutti. Osservando i mercati, tutti gli analisti sembrano essere concordi sul fatto che il 2016 è stato l'anno della prima impennata delle vendite di hardware finalizzato alla realtà virtuale. Il

giro d'affari della VR si è aggirato sugli oltre 2,5 miliardi di dollari nel 2016, e si suppone che arriverà a 14 miliardi entro l'anno 2020, quando la vendita di "caschi" invaderà il mondo sostituendosi, forse, ai normali monitor e televisori.

Questo scenario che potevamo vedere solo nei film di fantascienza cyberpunk, sembra realisticamente destinato a diventare la nuova tecnologia di massa. Il cavallo di Troia che servirà a conquistare gli utenti di mezzo mondo saranno sicuramente i videogiochi ed i Social Networks, ma le applicazioni professionali, incluse quelle di medicina e psichiatria, saranno senza dubbio lo step successivo e riguarderanno principalmente la riabilitazione, la terapia e l'apprendimento.

È utile distinguere tre categorie di realtà virtuale, a seconda degli strumenti tecnologici che vengono utilizzati per riprodurla: (a) non immersiva, cioè determinata da un monitor che funge da "finestra" attraverso cui l'individuo vede il mondo in 3D; l'interazione con il mondo virtuale può essere effettuata con il mouse, il joystick o altre periferiche come il data-glove; (b) semi-immersiva, cioè determinata da Cave 3D, ovvero stanze fornite di dispositivi e schermi di retro-proiezione surround che riproducono le immagini stereoscopiche del computer e le proiettano sulle pareti, con differenti forme e gradi di convessità e con adeguati indici di profondità dell'immagine, dando il cosiddetto effetto tridimensionale; (c) immersiva, cioè concernente dispositivi sonori, di visualizzazione, di movimento e tattili (casco 3D, guanti aptici e tracciatori sensoriali) che isolano i canali percettivi del soggetto immergendolo in toto, a livello sensoriale, nell'esperienza virtuale che si accinge a compiere.

Il senso di presenza

Quando si analizzano gli ingredienti operanti in un sistema VR, è importante distinguere il concetto di "immersione" dal concetto di "presenza" (Biocca, 2006).

L'immersione si riferisce al grado di stimolazione fisica che coinvolge il sistema sensoriale e alla sensibilità del sistema motore. Il livello di immersione è determinato dal numero e dalla gamma di canali sensoriali e motori collegati all'ambiente virtuale, dall'estensione e dalla fedeltà della stimolazione sensoriale e dalla reattività agli input del sistema motore. L'immersione può, quindi, essere aumentata incrementando, ad esempio, la gamma degli stimoli visivi, come l'ampiezza di campo impegnato.

Definire la realtà virtuale in termini di esperienza umana e non di sistemi tecnologici richiede il riferimento a due concetti peculiari: la presenza e la telepresenza (Steuer, 1992; Sheridan, 1992; Banos et al., 2004). La presenza può essere definita, in generale, come l'impressione del soggetto di sentirsi parte di un ambiente. Questa esperienza non dipende tanto dall'ambiente fisico reale che circonda il soggetto, ma dai processi percettivi, emotivi e cognitivi ad esso associati. È infatti possibile, stimolando opportunamente i sensi umani, generare in un soggetto la sensazione di trovarsi in un determinato ambiente. Per identificare la sensazione di trovarsi in un ambiente artificiale anche se ci si trova in un diverso ambiente fisico, viene usato il termine di telepresenza. La telepresenza è l'esperienza di presenza in un ambiente attraverso un mezzo di comunicazione: essa focalizza l'attenzione sulla relazione tra un individuo che è sia emittente sia destinatario e sull'ambiente mediato con cui interagisce (Steuer, 1992; Riva, Galimberti, 2001). Questo ambiente può essere anche temporalmente e spazialmente distante da quello reale, o essere sintetizzato dal computer come avviene attraverso la realtà virtuale. In entrambi i casi questa esperienza può essere descritta come "esserci", ossia come presenza a distanza. La presenza, quindi, è il prodotto psicologico dell'immersione tecnologica e la sensazione psicologica di essere dentro l'ambiente virtuale e di interagire con esso. Una definizione comunemente accettata di presenza è quella di "illusione percettiva di non mediazione" (Mraz et al., 2003; Hoffman et al., 2003; Lombard & Jones, 2006), ma essa viene più spesso semplicemente descritta come la sensazione di "essere lì" dentro lo spazio virtuale (Steuer, 1992) o come la sensazione di essere in un mondo che esiste al di fuori di noi (Riva e Waterworth, 2014).

Molti studiosi hanno indagato sull'esistenza di indicatori fisiologici del grado di presenza dell'individuo; ad esempio, portare una persona in una situazione virtuale stressante (come un luogo elevato) determina risposte corporee simili a quelle previste nel mondo reale analogo, quali l'aumento della frequenza cardiaca, l'aumento della conduttanza cutanea e la riduzione della temperatura periferica (Meehan et al., 2002). Dati simili sono stati dai noi riscontrati monitorizzando alcuni parametri psicofisiologici durante l'esposizione di nostri pazienti a scenari di VR riguardante eventi per loro critici.

Facendo riferimento a questi concetti diventa possibile definire la realtà virtuale come un ambiente simulato nel quale sperimentare sensazioni di telepresenza (Steuer, 1992). La sensazione di "presenza reale" è quindi la caratteristica peculiare di questo strumento ed è resa possibile sia dalla realistica riproduzione degli ambienti cibernetici, sia dal possibile coinvolgimento di tutti i canali senso-motori durante l'interazione (Riva, 2004). Dunque attraverso la realtà virtuale è possibile stimolare i sensi umani tramite sistemi tecnologici affinché si generi la sensazione di "esserci", di trovarsi in un determinato ambiente compresente al soggetto.

Non meno importante risulta l'elevato grado di validità ecologica di cui godono i sistemi di VR, intendendo per validità ecologica il fatto che le condizioni sperimentali siano ragionevolmente simili a quelle del mondo reale. Negli ambienti virtuali le simulazioni più ricche di stimoli sensoriali sono quelle dotate di maggiore validità ecologica. Per comprendere che cos'è la realtà virtuale, quindi, non basta fare riferimento alle sue componenti tecnologiche. Ciò sarebbe riduttivo e non permetterebbe di valutare gli effetti di queste apparecchiature sulla mente umana (Streuer, 1992). Chi sperimenta la realtà virtuale è cosciente di avere a che fare con un mondo creato dall'uomo, eppure, l'immersione in esso, produce in lui un'esperienza paragonabile alla realtà. Bricken (1992) ha ragionevolmente sostenuto che, a differenza degli altri strumenti di comunicazione mediata, la realtà virtuale permette il passaggio dallo stare percependo un'informazione all'essere nel luogo dell'informazione; l'esperienza cognitiva ed emozionale consente al soggetto il passaggio dal ruolo di osservatore e fruitore dell'informazione a quello di protagonista dell'esperienza.

Le misurazioni qualitative consistono nel richiedere all'individuo un giudizio sull'esperienza vissuta. Si utilizzano, di solito, questionari self report, sia perché sono di facile somministrazione, sia perché permettono all'individuo di definire soggettivamente il senso di presenza. Tuttavia, sono stati individuati in questa tecnica dei bias nell'attendibilità. Per questo motivo, spesso vengono preferiti strumenti qualitativi come le interviste o i focus group. Questi strumenti, da un lato, permettono un'esauritiva descrizione dell'esperienza da parte dei soggetti, ma dall'altro presentano problemi di validità.

Per quanto riguarda le misurazioni oggettive, risultano particolarmente utili i monitoraggi delle variazioni degli indici fisiologici in risposta all'esperienza di virtual reality. Infatti, così come il sistema nervoso autonomo si attiva in risposta ad eventi del mondo reale, esso reagisce allo stesso modo in risposta a stimolazioni provenienti dall'ambiente virtuale. La misurazione delle variazioni degli indici fisiologici può essere effettuata durante l'esperienza di realtà virtuale, perciò non sarà richiesto al soggetto un giudizio a posteriori e la valutazione sarà avulsa dall'introspezione soggettiva. Ad essere misurate di solito sono: la risposta psico-galvanica, la pressione arteriosa, la frequenza cardiaca, la tensione muscolare, la temperatura periferica e l'ampiezza/frequenza del respiro. Tuttavia, queste misurazioni richiedono strumenti che, a volte, possono interferire con la tecnologia virtuale.

Le misurazioni qualitative e quantitative del senso di presenza, in realtà, sono solo una prova della presenza, poiché la capacità dell'individuo di acquisire conoscenza all'interno di un ambiente virtuale è già, di per sé, una prova dell'esistenza del senso di presenza.

Attraverso i software di RV è possibile ricreare insieme al soggetto in trattamento una tipologia di situazioni corrispondenti alla realtà, che egli potrà esperire in modo autentico grazie al coinvolgimento

di tutti i canali senso-motori. La realistica riproduzione degli ambienti virtuali consente all'individuo interagente di calarsi in una dimensione di presenza reale; tale sensazione gli permette di vivere l'esperienza virtuale in maniera più vivida e realistica di quanto potrebbe fare attraverso la propria immaginazione (Vincelli et al., 2007).

Il razionale descritto da Optale (2004) è in accordo con la teoria neuropsicologica di Damasio (1999) secondo cui l'interazione dei propri sensi con la realtà virtuale può generare degli input che, raggiungendo la neocorteccia, facilitano la modificazione di determinate associazioni cognitive. Da questo deriverebbe l'acquisizione di nuovi mezzi per favorire i processi di cambiamento e una maggiore disinibizione nella sfera emozionale (Optale et al. 2004).

Alla base sembra esserci un fenomeno soggettivo di tipo neuropsicologico e cognitivo, connesso alla dicotomia Azione-Presenza, derivante dall'esperienza e dallo stile di personalità di cui il soggetto è portatore. La possibilità di azione offerta dalla VR, infatti, fornisce al soggetto la percezione di essere presente in quel dato momento e contesto. Lauria (1997) definisce l'esperienza VR come "l'essere al centro della prospettiva di osservazione ed essere, nello stesso tempo, al centro della sua costruzione". L'immersione in un ambiente VR permette al soggetto di avere particolari forme di stimolazione sensoriale sulle quali egli è in grado di creare modelli di rappresentazione basati sulla modalità di relazione fra se stesso e l'ambiente. Interagendo attivamente con un ambiente simulato, infatti, egli mette in atto continuamente un processo di significazione del modello della realtà che sta sperando. È all'interno di questa prospettiva che si organizza un stato cognitivo ed emotivo soggettivo nel quale, nonostante una parte della percezione dell'individuo sia generata o filtrata da un artefatto tecnologico, il soggetto risulta parzialmente o totalmente inconsapevole del ruolo di mediazione svolto dalla tecnologia.

Nella fase iniziale dell'esposizione il soggetto che manipola un determinato strumento, può avere una certa coscienza del suo utilizzo; tuttavia, man mano che procede con le attività in cui viene coinvolto, la sua percezione tenderà progressivamente a superare questa consapevolezza. Ciò significa che, meno il soggetto è cosciente della mediazione dell'artefatto tecnologico, maggiore sarà il senso di presenza avvertito nella VR. A tal proposito, Machover e Tice (1994) definiscono il concetto della presenza sulla base delle componenti di interattività e di coinvolgimento: attraverso la visualizzazione di immagini stereoscopiche, che vengono coadiuvate dal senso uditivo mediante il suono e da quello tattile attraverso la manipolazione in tempo reale di oggetti tridimensionali generati al computer, il soggetto è in grado di superare la barriera rappresentata dalla finzione e di sperimentare concretamente nuove realtà. Loomis (2003) ritiene che la comprensione delle esperienze sintetizzate dovrebbe iniziare riconoscendo che la loro fenomenologia è in continuità con la normale esperienza. Il mondo percettivo, infatti, è creato dai nostri sensi e dal sistema nervoso e l'interazione con il mondo fisico è mediata da tali processi. Loomis ci ricorda che il nostro realismo ingenuo ci induce ad interpretare a nostro modo la realtà che percepiamo, dando per scontato che tale visione non sia soggettiva, bensì l'equivalente oggettivata del mondo stesso. Ciò che viviamo, le esperienze che facciamo, non sono altro che una costruzione soggettiva della realtà elaborata, attraverso i nostri sensi, da processi cerebrali funzionali alle rappresentazioni mentali che sono in accordo con le nostre prospettive, aspettative, credenze e strutture di significato.

Ogni azione, comprese quelle effettuate in un mondo simulato, si svolgono all'interno di una cornice di significati, propri dell'individuo, da cui egli ricava il senso di presenza nell'azione. Nell'interagire con il mondo, gli esseri umani portano con loro il bagaglio della propria storia personale che hanno avuto modo di esperire lungo il corso della loro esistenza. Ed è proprio sulla base di queste informazioni che essi sono in grado di negoziare continuamente significati, attraverso l'interazione con le perturbazioni fornite dall'ambiente in cui si trovano; da questo punto di vista l'esperienza virtuale può essere considerata

come meccanismo selettivo e adattativo, riguardante una cornice di significati socioculturali e individuali di cui l'individuo è portatore, che genera una lettura soggettiva di contesti e situazioni da lui esperite.

Il ruolo dei neuroni nella sensazione di presenza

Un importante contributo alla comprensione di come la presenza in un ambiente virtuale possa produrre conoscenza è stato fornito, recentemente, dal modello di Rizzolatti e Sinigaglia (2007) secondo cui Percezione, Cognizione e Azione sono attività interconnesse tra di loro, in quanto si fondano sullo stesso codice psicomotorio. Tale modello si basa sullo studio di due particolari tipi di neuroni bimodali percettivo-motori presenti nell'area frontale sinistra della corteccia premotoria, connessi alla vista e all'udito: i neuroni canonici e i neuroni specchio. I neuroni canonici si attivano sia durante l'esecuzione di un'azione, sia quando si osserva l'oggetto verso cui sarà diretta l'azione; a tale proposito si può fare riferimento al concetto di affordance, ovvero alla qualità fisica che ha un oggetto di favorire l'intuitività umana in merito all'utilizzo cui è destinato. I neuroni specchio si attivano sia compiendo un'azione, sia osservando gli altri espletarla, e sia ascoltando e rielaborando i suoni che si percepiscono dall'ambiente esterno. È stato dimostrato attraverso dispositivi di visualizzazione funzionale (come potenziali evento-correlati, magneto-encefalografia, tomografia a emissione di positroni, risonanza magnetica funzionale, etc.), che le aree del cervello coinvolte nel vedere, pensare, nominare e manipolare gli oggetti sono vicine tra loro, poiché, molto probabilmente, la nostra capacità tattile e manipolatoria, lungo il percorso evolutivo della specie umana, è stata via via soppiantata dall'uso del linguaggio che permette di concettualizzare, attraverso veri e propri processi di simulazione e simbolizzazione, tutto ciò che vediamo, tocchiamo, pensiamo e nominiamo.

Tali neuroni sembrerebbero essere coinvolti anche nei processi che ci consentono di comprendere empaticamente le espressioni del volto o le intenzioni e le motivazioni che muovono il comportamento e i pensieri di un dato soggetto, osservando e rielaborando gli stati mentali, emotivi e motivazionali sia nostri che altrui. Ciò confluisce in quella che viene definita Teoria della Mente (TOM), la quale, molto probabilmente, si sarà sviluppata con la necessità da parte dell'uomo di comprendere o manipolare psicologicamente l'altro, anche tramite l'inganno, per assicurarsi il controllo delle risorse ambientali che garantiscono un vantaggio evolutivo in termini di successo riproduttivo e di sopravvivenza. È dimostrato, inoltre, che l'osservare un'espressione di dolore attiva le stesse connessioni neurali che si sviluppano quando siamo noi stessi a provare quel dolore. Proprio per tal motivo, si può dunque riconoscere che le modalità di funzionamento dei neuroni specchio e di quelli canonici, rafforzano la teoria secondo la quale la conoscenza degli oggetti e dello spazio, ma anche delle modalità relazionali, delle emozioni e intenzioni altrui, avvenga in modo pragmatico, cioè attraverso processi di simulazione.

L'efficacia della VR in psicopatologia

L'ambito della Medicina in cui finora la VR ha dato il suo maggiore contributo è quello dei disturbi psichiatrici. La VR offre, infatti, un'esperienza controllata simile al dosaggio farmacologico nei trattamenti psichiatrici, oltre ad un grado potenzialmente elevato di realismo in maniera tale da sostenere il trasferimento dei risultati nel mondo reale. La RV, più dettagliatamente, è stata applicata con successo ad una lunga serie di psicopatologie, tra cui: (a) Disturbi d'Ansia (Walshe, et al., 2003; Andrews et al., 2003; Gorini e Riva, 2008), con particolare attenzione al mondo delle Fobie Specifiche (Renaud et al., 2002; Moore et al., 2005; Botella et al., 2005, 2006), del PTSD (Rizzo et al., 2010; Lake, 2015) e del DOC (Kwanguk et al., 2009); (b) Abuso di Sostanze (Lee et al., 2004, 2007; Moon et al., 2009); (c) Disturbi dell'Alimentazione (Riva et al., 1999, 2001; Alcañiz et al., 2000); (d) Disturbi della Sessualità (Optale et al., 2004); (e) Schizofrenia (Deegan, 1996; Ku et al., 2003, 2004, 2006; Astur et al., 2004; Hunter; 2004; Baker et al., 2006; Tabar, 2007; Kuipers et al., 2006; Brown, 2008; Han et al., 2009; La Paglia et al., 2013).

La realtà virtuale mette il paziente nella condizione di diventare un attivo partecipante del mondo virtuale allestito dal clinico, in quanto, il senso di presenza che il paziente avverte, seppur sia cosciente della simulazione, gli permette di vivere particolari atmosfere e di provare emozioni molto più vivide di un semplice ricordo o del ricorso alla sola immaginazione. Nell'ambiente simulato è possibile, infatti, riprodurre e sperimentare situazioni particolarmente problematiche e minacciose per l'individuo sotto il diretto controllo del clinico, che può intervenire in qualunque momento, modificando o sospendendo le caratteristiche dell'ambiente riprodotto, a seconda di come si evolve la seduta terapeutica o riabilitativa e di quali risvolti potrebbe assumere la prova simulata.

Differenti recensioni e meta-analisi, anche pubblicate all'interno della Cochrane Library (database che raccoglie tutte le revisioni sistematiche ed i protocolli delle revisioni in corso, in riferimento a progetti di ricerca che sintetizzano e valutano criticamente tutte le prove disponibili in letteratura riguardo l'efficacia degli interventi sanitari, orientando le attività mediche ed infermieristiche, nell'educazione continua e nell'organizzazione dei servizi), hanno considerato le evidenze cliniche e i riscontri quantitativi della VR come strumento coadiuvante la psicoterapia, per il trattamento di numerosi disturbi psichiatrici (Riva, 2005; Wiederhold & Wiederhold, 2006).

Ritenendo l'argomento di maggiore interesse clinico, nonostante il numero minore di ricerche sull'argomento, consideriamo utile, in questa sede, soffermarci a riflettere sull'uso della VR con soggetti psicotici. Sebbene l'utilizzo della realtà virtuale con pazienti schizofrenici sia una pratica piuttosto recente, numerosi studi dimostrano che gli ambienti virtuali consentono, in una situazione controllata, interessanti applicazioni per la valutazione, per il trattamento e per la riabilitazione di questi pazienti.

Nei quadri schizofrenici i sintomi possono essere di svariato tipo e concorrono tutti nel rendere difficile, sotto molteplici punti di vista, la vita di questi soggetti, poiché non riescono ad essere pienamente autosufficienti, autodeterminati e in grado di badare a loro stessi, soprattutto a causa della mancanza del giudizio di realtà che tale patologia può provocare. Perciò, i terapeuti cercano di affrontare concretamente i problemi quotidiani che producono il disagio psicologico e le alterazioni comportamentali determinati dal disturbo in questione, con lo scopo di alleviarne la sintomatologia attraverso tecniche di addestramento alle abilità socio-relazionali, di modellamento e rinforzo dei comportamenti positivi con lo scopo di evitare di trasformare in catastrofe tutto ciò che accade loro, di ricostruzione cognitiva delle capacità di base di cui il paziente manca (come ad esempio l'attenzione e il linguaggio). A tutto ciò si associano quasi inevitabilmente terapie farmacologiche, come l'uso degli antidepressivi, antipsicotici o neurolettici.

La VR permette di riprodurre situazioni ambientali e sociali che stimolano emotivamente il paziente in modo simile al contesto reale e di modulare l'intensità e la durata dell'esperienza virtuale in base alle esigenze del soggetto (Kim et al., 2007, 2008; La Barbera et al., 2010). Gli ambienti virtuali consentono di esporre il paziente alle proprie paure persecutorie, testando i significati personali su ciò che viene percepito come minaccioso, e facilitano l'apprendimento di strategie di coping da adottare in situazioni sociali variegata. Ricercatori come Park e colleghi (2011) hanno usato un'applicazione della realtà virtuale nei giochi di ruolo per stimolare le abilità interpersonali dei pazienti, migliorandone le capacità di conversazione e la fiducia in se stessi. Tuttavia, il principale limite delle applicazioni VR con gli schizofrenici sembra essere la stabilità dell'esame di realtà, che caratterizza la fase acuta della malattia (La Barbera et al., 2010). Gli ambienti virtuali possono anche essere utilizzati come supporto nella valutazione cognitiva e psicopatologica di questi pazienti. Infatti, all'interno della realtà virtuale le abilità e i deficit del paziente possono essere valutati in modo accurato e in un contesto ecologico che permette di appurare, in modo attendibile, i deficit cognitivi che l'individuo vive nel quotidiano (Freeman, 2008).

Freeman (1998, 2003, 2005, 2008, 2008a, 2008b) ha sottolineato le grandi potenzialità della VR nell'ambito della schizofrenia in quanto capace di integrare i vantaggi degli studi naturalistici con quelli

degli studi di laboratorio. Mediante la realtà virtuale, l'autore, riproducendo situazioni ambientali e sociali in grado di stimolare il soggetto in maniera simile al corrispondente contesto reale, ha modulato l'intensità e la durata dell'esperienza in funzione delle necessità del programma e delle esigenze del paziente. L'identificazione delle caratteristiche specifiche del pensiero paranoideo e dei suoi possibili predittori personologici e ambientali, è stato l'oggetto di diversi lavori su campioni clinici e non. Freeman et al. (2005) hanno condotto diversi studi su campioni non clinici esposti ad ambienti sociali virtuali, come una biblioteca o un vagone della metropolitana. Recentemente lo stesso gruppo di ricerca ha valutato i livelli di paranoia di 200 soggetti sani esposti ad un ambiente sociale virtuale, costituito da un breve tragitto di due fermate in un vagone della metropolitana, ispirato a quelli della London Underground. In un lavoro successivo sono stati analizzati i predittori differenziali della paranoia e dell'ansia sociale. Regressioni logistiche bivariate hanno messo in luce che diverse caratteristiche psicologiche come ansia, depressione e sensibilità interpersonale influenzano tanto la paranoia quanto l'ansia sociale; tuttavia, la presenza di anomalie percettive può essere considerata un predittore specifico dei sintomi paranoidei, in quanto ne incrementa considerevolmente l'emergenza, riducendo al contempo il rischio di ansia sociale.

Utilizzando l'ambiente virtuale sociale ispirato alla metropolitana di Londra, Valmaggia et al. (2007) hanno condotto un primo studio su 21 individui definiti come "ad alto rischio di psicosi" per la presenza di sintomi positivi attenuati, episodi psicotici brevi ricorrenti o improvviso declino del funzionamento associato a disturbo di personalità schizotipico o ancora presenza di parenti di primo grado affetti da disturbo psicotico. Alti livelli di tratti paranoidei, ansia, stress e la percezione di una fragile immagine di sé sono i fattori che predicono un maggiore senso di presenza nella VR e un maggior numero di vissuti persecutori in relazione ad essa.

Il problema della sicurezza e dell'accessibilità della VR a soggetti che presentano sintomi positivi attuali è stato l'obiettivo di una ricerca di Fornells-Ambrojo et al. (2008) che hanno confrontato le reazioni di un campione di soggetti con deliri persecutori ($n = 20$) con un campione di controlli sani ($n = 20$) immersi in un ambiente sociale virtuale. Una valutazione dei sintomi psicopatologici e dei livelli di stress ha indicato che una breve esperienza nella VR può essere efficace e priva di rischi anche per soggetti che presentano sintomi psicotici attuali: l'esposizione alla VR non ha incrementato i livelli di ansia, stress e simulazione di malattia, né al termine dell'esperienza né al follow-up, una settimana dopo. Sebbene non vi siano state differenze significative tra i gruppi, l'elevato grado di coinvolgimento nell'esperienza virtuale da parte del gruppo con deliri persecutori suggerisce una certa cautela nell'uso di questo strumento con pazienti psicotici. In considerazione del fatto che questo costituisce l'unico studio condotto su pazienti con sintomatologia positiva, ulteriori indagini sono necessarie per valutare l'appropriatezza e la sicurezza dell'impiego della VR in questa fase della patologia.

Un numero limitato di studi ha considerato anche la possibilità di utilizzare simulazioni virtuali immersive delle esperienze allucinatorie al fine di implementare la conoscenza dei loro correlati. Il gruppo di ricerca diretto da Banks (2004), supportato dalle indicazioni di pazienti affetti, ha sviluppato un modello di allucinazioni schizofreniche nel contesto di un ambulatorio psichiatrico; le allucinazioni uditive prevedevano, tra l'altro, suoni e voci indotte dalla prossimità a un oggetto come lo stereo, mentre le allucinazioni visive includevano una visione della Vergine Maria e la parola "morte" che appariva a intermittenza tra i titoli di testa di un quotidiano. Un primo lavoro ha utilizzato la simulazione di allucinazioni uditive in un ambiente virtuale per indagarne i correlati neuroradiologici funzionali e verificare l'ipotesi che riporta l'esperienza allucinatoria uditiva a quella di un "monitoraggio interno" o di un "discorso interno". La presentazione di allucinazioni uditive simulate a un campione di soggetti sani ($n = 12$) sottoposti ad fMRI ha riportato una significativa attivazione della corteccia secondaria uditiva nel planum temporale sinistro durante la percezione di voci apparentemente provenienti dallo spazio esterno ma non durante la percezione di quelle apparentemente provenienti dal mondo interno; inoltre,

stimoli provenienti da destra sono stati associati ad una maggiore attivazione della corteccia associativa uditiva dell'emisfero dominante rispetto alle allucinazioni provenienti da sinistra. L'attivazione di una regione cerebrale deputata al processamento di stimoli uditivi reali durante un'esperienza allucinatoria simulata suggerisce, secondo l'autore, che la provenienza dall'esterno possa essere una caratteristica specifica delle allucinazioni uditive. In uno studio successivo, i correlati psicologici delle allucinazioni uditive sono stati esaminati proponendo delle allucinazioni uditive simulate ad un campione di soggetti sani (n = 520) e valutandone le reazioni mediante la Positive And Negative Affect Schedule (PANAS). Sebbene i partecipanti fossero consapevoli dell'artificialità dell'esperienza, così da non interpretare la simulazione come una reale esperienza allucinatoria, è stato rilevato che essa influenzava in maniera indicativa il loro stato emotivo. In particolare, la percezione di voci accusatorie incrementava i livelli di emozioni negative e riduceva, al contempo, i livelli di emozioni in misura maggiore rispetto alle voci amichevoli o neutrali; in linea con la letteratura precedente, si conferma che è il contenuto semantico delle allucinazioni ad influenzare maggiormente lo stato emotivo delle persone più del volume, della frequenza o della durata.

Ambienti virtuali sociali e non-sociali sono stati efficacemente impiegati come supporto alla valutazione psicopatologica e cognitiva di pazienti schizofrenici. La realtà virtuale permette di riprodurre situazioni complesse della vita quotidiana in cui reazioni psicopatologiche e funzioni cognitive dei pazienti possono essere valutate in maniera più attendibile rispetto alla situazione di laboratorio. Tali pazienti mostrano spesso delle alterazioni nelle **funzioni esecutive** con deficit in alcune competenze, come la pianificazione, la sequenzialità, la capacità di mantenere l'attenzione, la resistenza alle interferenze, l'utilizzo di feedback, la capacità di coordinare più attività contemporaneamente, la flessibilità cognitiva e la capacità di affrontare le novità. I substrati neurali di queste competenze si trovano nella corteccia prefrontale (Henry e Crawford, 1998). Queste abilità svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione del comportamento sociale, in quanto aiutano a reprimere le azioni inappropriate e permettono di concentrarsi in modo finalizzato sulle informazioni. L'insieme dei deficit delle funzioni esecutive viene definito "sindrome disesecutiva". I soggetti che soffrono della sindrome disesecutiva presentano una menomazione dell'attenzione, della pianificazione, del problem solving e del controllo comportamentale; oltre a problemi nell'avvio e nell'arresto delle attività, perseverazioni, distraibilità e difficoltà nell'apprendere nuovi compiti (Raspelli et al., 2009, 2010, 2012).

Gli ambienti virtuali possono rappresentare un interessante contesto di interazione sociale tramite il quale sperimentare emozioni, azioni e risposte comportamentali, spingendo i pazienti a rivivere le proprie paure, le aree critiche del pensiero, i comportamenti disfunzionali, tentando di valutare, nel contesto protetto di uno studio clinico che sfrutta tecnologie sempre più alla portata di tutti, le dimensioni cognitive ed emozionali che ne stanno alla base. L'uso di avatar personalizzati e la comunicazione in tempo reale consentono la creazione di ambienti virtuali multi-utente, nei quali diversi soggetti possono condividere la medesima esperienza e interagire reciprocamente e con l'ambiente. La valutazione delle funzioni esecutive in contesti di vita reale ha il vantaggio di dare una stima più accurata dei deficit del paziente, tuttavia, ciò non è sempre fattibile.

Diversamente da quanto avviene per altri strumenti dell'informazione e della comunicazione, i processi di apprendimento mediati dalla VR presentano un carattere specificatamente pragmatico e simulativo, per cui la conoscenza del mondo è il risultato diretto dell'interazione con esso e dell'osservazione dei comportamenti altrui. La possibilità di utilizzare la VR per intervenire sui processi di cambiamento attraverso l'interazione e la simulazione giustifica l'ampia diffusione di tale dispositivo in quegli ambiti clinici che richiedono l'acquisizione di competenze tecniche specifiche. Favorendo l'apprendimento di nuove strategie in un contesto che ripropone situazioni verosimili della vita quotidiana, la VR permette al paziente di economizzare l'esperienza terapeutica rendendo più stabile e duraturo il cambiamento, riducendo il numero e la frequenza delle ricadute.

Inoltre, l'informatizzazione delle procedure di valutazione contribuisce a rendere più accurate le valutazioni. Diversi studi hanno proposto una versione virtuale di test neuro cognitivi come le Standard Progressive Matrices (SPM) e il Wisconsin Card Sorting Test (WCST). Tra quelli più recenti, uno studio di Sorkin et al. (2005, 2006, 2008) ha proposto una valutazione delle funzioni esecutive (ragionamento astratto, memoria di lavoro, pianificazione strategica, flessibilità cognitiva) tramite un ambiente virtuale ispirato al WCST. Sono state rilevate significative correlazioni tra le prestazioni al compito ed i sintomi positivi e negativi della Positive And Negative Syndrome Scale (PANSS); le prestazioni alla prova risultano in grado di predire correttamente l'85% delle diagnosi di schizofrenia. Un successivo lavoro dello stesso gruppo di ricerca si è proposto di utilizzare la realtà virtuale per valutare le distorsioni percettive in un gruppo di pazienti schizofrenici (n = 43) e controlli sani (n = 29), gli autori hanno valutato l'esame di realtà attraverso un compito di riconoscimento di incoerenze percettive in un ambiente virtuale, come ad esempio un gatto che abbaia o un albero con le foglie blu.

Un numero più limitato di lavori ha esplorato i deficit mnestici nella schizofrenia utilizzando la realtà virtuale immersiva. In particolare si sono volute esplorare le differenze tra le prestazioni a compiti di memoria spaziale esplicita (che prevedono l'uso di indizi esterni o allocentrici, come punti di riferimento ambientali, per descrivere la posizione di oggetti nel campo percettivo) e la prestazione a compiti di memoria implicita (che si avvalgono invece di punti di riferimento interni o egocentrici, come, ad esempio, il numero di volte che si è girato a destra). Hanlon e collaboratori (2006) hanno utilizzato una versione virtuale modificata della prova del Morris Water Task, utilizzata per lo studio della memoria spaziale e delle capacità di apprendimento.

Un lavoro di Sorkin (2008) ha confrontato le prestazioni di un gruppo di soggetti con recente esordio schizofrenico (n = 25) e un gruppo di controlli sani (n = 25) a due prove di apprendimento e memoria spaziale, basati, rispettivamente, su indizi di tipo esplicito e implicito. I risultati segnalavano una maggiore compromissione dei soggetti schizofrenici nella prova del parco, ma non in quella del labirinto, connessa ad un maggiore e migliore utilizzo delle strategie egocentriche rispetto al gruppo di controllo.

Diversi studi hanno indagato le caratteristiche della percezione sociale nella schizofrenia anche nella prospettiva di poter utilizzare gli ambienti virtuali sociali come supporto a programmi di social skill training. In particolare, un gruppo di ricerca coreano ha cercato di comprendere se sia possibile utilizzare la VR per misurare la percezione e le abilità sociali di pazienti schizofrenici e quali parametri della VR siano correlati ai sintomi della schizofrenia. Il protocollo comprendeva compiti che richiedevano l'interpretazione di stimoli sociali rilevanti, di natura verbale e non verbale, ed il riconoscimento di emozioni sulla base delle espressioni facciali e del contesto in cui venivano espresse. Uno studio successivo ha approfondito l'analisi dei comportamenti non verbali, integrando la valutazione dei tempi di reazione verbale e della distanza interpersonale con quella della durata del contatto visivo.

Sebbene diversi studi supportino l'applicazione di ambienti virtuali per la riabilitazione cognitiva dei pazienti schizofrenici, solo pochi protocolli sono stati attualmente realizzati. Un esempio efficace di ambiente virtuale per la riabilitazione cognitiva è stato presentato da Da Costa e De Carvalho (2004). Gli autori hanno evidenziato che i presupposti indispensabili di qualunque programma di riabilitazione cognitiva assistito dalla realtà virtuale immersiva dovrebbero essere specificità e progressione delle prove e possibilità di trasferire e generalizzare l'apprendimento mediante compiti che riproducano situazioni della vita quotidiana.

Uno studio preliminare su 10 soggetti con disturbi schizofrenici (Ku et al., 2007) ha dimostrato la sicurezza e l'efficacia dell'applicazione di sistemi di realtà virtuale nei programmi di social skill training per il potenziamento delle abilità sociali generali e delle capacità di conversazione. Simulando realisticamente situazioni sociali consuete e nuove, gli ambienti ed i personaggi virtuali possono migliorare l'efficacia di questi programmi, largamente basati su tecniche di role-playing. La VR può fornire una grande varietà di

ambienti virtuali senza i potenziali pericoli e timori che caratterizzano le esperienze sul campo, dal momento che ogni parametro dell'esperienza rimane sotto il controllo del clinico.

Due lavori (Baker et al., 2006; Kurtz et al., 2007) si sono avvalsi della VR per lo sviluppo di programmi volti ad implementare la compliance farmacologica e la capacità di gestione della terapia. Uno studio pilota ha utilizzato la simulazione di un ambiente domestico, Virtual Reality Apartment Medication Management Assessment (VRAMMA), per la valutazione delle capacità di gestione della terapia da parte di un gruppo di pazienti schizofrenici (n = 25) e controlli sani (n=18). Il VRAMMA rappresenta un appartamento di varie stanze in cui il partecipante deve assumere la giusta terapia, al giusto dosaggio ed al momento opportuno avvalendosi di alcuni ausili ambientali come orologi e notes. Come prevedibile, il gruppo clinico mostrava maggiori difficoltà nell'attenersi al regime terapeutico, commettendo errori significativi nel numero di pillole e nel tempo dell'assunzione, dimostrando la capacità di questa tecnologia di stimare efficacemente l'adesione e la capacità di gestione della terapia al pari o meglio delle scale di valutazione, ma anche di favorire la loro effettiva implementazione attraverso l'uso adeguato di ausili ambientali.

Non trascurabile appare l'opportunità di utilizzare sistemi di VR per simulare alcuni sintomi che caratterizzano i disturbi schizofrenici al fine di favorirne la conoscenza e la comprensione da parte della comunità e incidere positivamente sui processi di stigmatizzazione. In tale direzione vanno sia i progetti condotti sin dal 2001 da Yellowlees et al. che hanno recentemente proposto su «Second Life» un laboratorio di simulazione dell'esperienza allucinatoria, sia il video, visionabile anche con dispositivi IMAX, curato da Duckworth e Pandina che presenta una serie di esperienze allucinatorie e deliranti in una serie di contesti familiari come la cucina di casa, la farmacia, il bus. La verosimiglianza delle rappresentazioni e la possibilità di muoversi negli ambienti osservando la scena dal proprio punto di vista favoriscono il coinvolgimento dei partecipanti, mentre la conclusione dell'esperienza allucinatoria all'entrata in scena di una figura amichevole sottolinea l'importanza del supporto sociale.

Gli studi presi in esame suggeriscono che la VR è sicura e accettabile per pazienti a rischio di psicosi e privi di sintomi positivi attuali: come segnalano alcuni lavori, essi riferiscono di apprezzare l'esperienza, la descrivono in termini prevalentemente ludici, senza riportare segni di sofferenza psicologica a questa riferibili. Grazie alla possibilità di riprodurre contesti e situazioni della vita reale, i sistemi di VR possono favorire una valutazione attendibile di un ampio spettro di funzioni cognitive e sociali in un contesto quasi-naturalistico. Inoltre, l'uso della VR può facilitare una valutazione standardizzata di sintomi psicopatologici come l'ansia sociale o l'ideazione persecutoria. A fronte di un gran numero di lavori sui vantaggi della VR come supporto al trattamento dei disturbi d'ansia, solo pochi di essi hanno verificato la praticabilità di trattamenti psicoterapeutici e riabilitativi di questo tipo nella schizofrenia. Estendere la ricerca sperimentale in questo campo appare un obiettivo fondamentale per il futuro.

La Realtà Virtuale come strumento di assessment

La tecnologia della realtà virtuale permette di progettare degli ambienti che, integrando le tradizionali procedure di valutazione neuropsicologica, ne migliorano l'affidabilità e la validità psicometrica (Riva, 1998; Rizzo et al., 2001). Innanzitutto, la realtà virtuale permette di creare ambienti dinamici tridimensionali, in cui tutte le risposte e i comportamenti del soggetto vengono registrati e misurati in modo più preciso. Pertanto, la VR migliora l'affidabilità dell'assessment, consentendo una maggiore manipolazione degli stimoli complessi e misurazioni più precise delle risposte dei partecipanti (Rizzo, 2002). I convenzionali test neuropsicologici carta matita delle funzioni cognitive vengono spesso criticati per mancanza di validità ecologica.

L'uso della realtà virtuale consente al paziente di interagire con ambienti simili a quelli della vita di tutti i giorni, senza che ciò comporti una perdita di controllo della situazione testale; inoltre gli ambienti

virtuali possono essere programmati per ovviare alle sue ridotte capacità sensoriali e per consentirgli di muoversi al loro interno. Un ambiente di valutazione più funzionale e più ecologico può rilevare alcune difficoltà che potrebbero essere invisibili con le misurazioni tradizionali.

Un altro punto di forza degli ambienti virtuali, ai fini della valutazione, riguarda la capacità di presentare scenari con funzionalità non disponibili nel mondo reale. Questo è il caso degli stimoli “cueing”, forniti ai pazienti per aiutarli nelle strategie compensative, volte a migliorare, giorno per giorno, il comportamento funzionale (Rizzo et al., 2001). Un primo passo per l’uso della realtà virtuale nell’assessment neuropsicologico è quello di sviluppare protocolli standardizzati per somministrare test neuropsicologici, già esistenti, in un ambiente VR.

La somministrazione di test in ambienti virtuali immersivi consente la standardizzazione di tutti gli elementi, vanificando in tal modo le comuni minacce per l’affidabilità. Le distrazioni, che a volte non possono essere eliminate, attraverso la realtà virtuale possono essere sistematicamente controllate. Inoltre, alcuni distrattori, estremamente realistici, possono essere programmati, somministrati e misurati dall’esaminatore (Riva, 1998; Rizzo et al., 2001).

Quindi la realtà virtuale può essere considerata come “una forma testale adattiva altamente sofisticata”. (Riva et al., 1998). Per di più, la realtà virtuale è altamente flessibile e programmabile, permettendo la presentazione di una grande varietà di stimoli, controllati e misurabili, e l’analisi dell’ampia varietà di risposte fornite dall’individuo.

“Effetti collaterali” della Realtà Virtuale

Una preoccupazione persistente per gli utenti della Realtà Virtuale è rappresentata dalla “Malattia da simulazione” definita cybersickness (Rizzo et al., 1997). Alcuni utenti provano, infatti, nausea dopo l'utilizzo della Realtà Virtuale. Una spiegazione ampiamente accettata è fornita dall'incongruenza tra gli input sensoriali: la retroazione vestibolare, ad esempio, può indicare un certo grado di movimento che, però, non è compensato dalla visione. Tuttavia, alcune potenziali fonti di cybersickness sono state eliminate con il progresso tecnologico. Questo disturbo non coincide con quello della cinetosi in cui l'individuo è spesso fermo, ma ha la sensazione di muoversi attraverso le immagini visive in movimento. I sintomi relativi al cybersickness interessano diverse aree: visiva (visione doppia, offuscamento della vista, lacrimazione, irritazione con arrossamento degli occhi), uditiva (tinnito, udito ridotto), vestibolare (vertigini, vomito, sudorazione), nervosa centrale (mal di testa, flashback, disorientamento, instabilità posturale) e muscolo-scheletrica (dolori al polso, mal di schiena) (LaViola, 2000).

Il verificarsi del cybersickness varia in base a fattori quali il programma utilizzato, i driver tecnici, la lunghezza temporale dell’esposizione e il rapporto tra attività e movimenti passivi. Inoltre, i sintomi si manifestano più frequentemente a seguito della prima esperienza della persona nell’utilizzo di realtà virtuale (Rizzo, 1998).

La questione degli effetti collaterali è di particolare importanza se si considera l’utilizzo della realtà virtuale con pazienti neurologici, alcuni dei quali possono presentare danni nell’equilibrio e nell’orientamento. Inoltre, la realtà virtuale è controindicata per pazienti che soffrono di emicrania, cefalea, epilessia e disturbi vestibolari. È stato anche dimostrato che l’esposizione in ambienti virtuali provoca variazioni del battito cardiaco, aumentando notevolmente la pressione sistolica e diastolica ed il consumo di ossigeno. Ciò suggerisce grande cautela con pazienti ipertesi, o affetti da malattie cardiovascolari e circolatorie. Inoltre, dato che il VR può interferire con i normali processi psicologici, un’attenta osservazione è necessaria quando si usa tale espediente tecnologico con pazienti schizofrenici o con seri disturbi della personalità, poiché la confusione tra reale e virtuale potrebbe accentuare la loro patologia (Riva, 1998).

Conclusioni

Grazie, dunque, alla duttilità e alla possibilità di programmare l'ambiente e variarne le caratteristiche, gli scenari VR possono essere considerati come una speciale forma di role-playing. Al paziente, infatti, che non ha ancora trovato una modalità di interazione adeguata con l'ambiente reale, viene offerta la possibilità di apprendere e sperimentare nuove strategie di adattamento; ciò grazie all'esposizione alle situazioni critiche che gli provocano il disagio psicologico e le conseguenti alterazioni emotive. Lo scopo è quello di alleviare la sintomatologia correlata al disturbo di cui soffre, aumentando il livello di consapevolezza, di autostima, di autoefficacia e di sicurezza con tecniche di autosservazione degli eventi critici relativi al controllo del panico, all'evitamento dei rituali compulsivi, alla messa in atto di comportamenti auto-protettivi e di sentimenti autosvalutanti. Il paziente si confronterà con le situazioni temute, percepite come minacciose o ansiogene, e imparerà a individuare progressivamente le trame narrative sottostanti le sintomatologie, secondo un programma di esposizione concordato. In questo modo, la persona è messa nelle condizioni di sperimentare in maniera pratica che le spiegazioni relative alle proprie esperienze e l'idea che ha di sé e del mondo non sono qualcosa di assoluto ma di meramente soggettivo, in quanto frutto di proiezioni mentali, interpretazioni cognitive e rappresentazioni simboliche che possono essere modificate. L'ambiente virtuale diventa così la base sicura, strutturata e controllata, dalla quale partire per esplorare, provare sentimenti, immaginare, rivivere sensazioni e pensieri (presenti o passati) che psicologicamente lo destabilizzano.

Numerose meta-analisi, infatti, hanno mostrato che: (a) gli ambienti VR sono in grado di evocare le medesime reazioni ed emozioni delle situazioni vissute nel mondo reale; (b) il senso di presenza è fortemente correlato alla possibilità di interagire con le componenti dell'ambiente virtuale, favorendo la concentrazione e il coinvolgimento del paziente; (c) la generalizzazione delle attribuzioni e delle spiegazioni transita dalle esperienze guidate nella VR alle situazioni dell'ambiente reale.

I riscontri ottenuti da ricercatori di differente formazione (medici psichiatri e psicologi cognitivisti e dinamici) riconoscono come il protocollo VR possa essere, oltre che un valido metodo coadiuvante le tecniche della terapia classica, anche uno strumento integrativo di assessment e di indagine dei metodi tradizionali (es. colloquio clinico), in quanto, permette di acquisire una serie di informazioni sul paziente difficilmente raggiungibili per altre vie. Proprio per tal motivo, da un punto di vista diagnostico, tale mezzo, in futuro, potrebbe subire un'operazione di standardizzazione qualitativa, se non addirittura psicometrica.

Per implementare nella pratica ambulatoriale tale metodologia, si richiede al terapeuta ulteriori competenze rispetto alle abilità cliniche e relazionali già di sua pertinenza: la familiarità con gli strumenti tecnologici e con le scoperte multimediali in continuo sviluppo, e una certa flessibilità mentale nell'integrare le modalità di esposizione virtuale con quelle classiche e predefinite. Ovviamente, utilizzare la VR nei protocolli clinici non significa ridurre il percorso terapeutico a mero metodo tecnico, nel quale la relazione diventa un elemento trascurabile e marginale. Tale semplificazione viene percepita come inaccettabile da tutti quegli operatori che ben riconoscono l'importanza primaria della relazione in ogni protocollo terapeutico.

La realtà virtuale costituisce uno strumento altamente flessibile che consente di programmare un'enorme varietà di modalità d'intervento sul disagio psicologico. La possibilità di strutturare una gran quantità di stimoli controllati e contemporaneamente di poter monitorare le possibili risposte generate dal fruitore del programma, offre un grande aumento delle probabilità di efficacia terapeutica, rispetto alle procedure tradizionali. Il potenziale offerto da questa tecnologia deriva prevalentemente dal ruolo centrale, in psicoterapia, occupato dall'immaginazione e dalla memoria. Questi due elementi fondamentali nella vita di ognuno di noi hanno dei limiti assoluti e relativi alle potenzialità individuali. Grazie alle esperienze virtuali è possibile trascendere parte di questi limiti. Il mondo ricreato può essere

talvolta più vivido e reale di quello che una gran parte di soggetti può descrivere attraverso la propria immaginazione e attraverso la propria memoria.

Mediante un'analisi della ricerca relativa alla RV è possibile tracciare delle conclusioni, relative all'esperienza virtuale, che sono comuni nei vari studi scientifici. I soggetti sottoposti ad ambienti virtuali hanno sperimentato un senso di presenza simile alle esperienze reali, anche quando l'ambiente virtuale non rappresentava fedelmente le situazioni del mondo reale. Questa asserzione è stata confermata dall'evidenza che le reazioni e le emozioni conseguenti alle esperienze virtuali sono le medesime di quelle sperimentate da soggetti coinvolti in esperienze reali.

L'elemento sostanziale che differenzia la realtà virtuale da altri media (tecnologia della rappresentazione quali cinema, TV, ecc.) è il coinvolgimento diretto del corpo e dell'azione del soggetto dell'esperienza. Entrare in un mondo virtuale, significa essere presenti in esso con il nostro corpo e le nostre azioni: possiamo muoverci, spostare il punto di vista, interagire ed esplorare il mondo virtuale nel quale ci ritroviamo completamente immersi e coinvolti. La sensazione di presenza nel mondo virtuale è prodotta dal coinvolgimento multisensoriale e patemico, e dall'inclusione del nostro punto di vista all'interno dello spazio generato dal computer. È attraverso il nostro corpo che conosciamo il mondo virtuale toccandolo con mano ed il toccare con mano, l'azione effettiva è l'aspetto più vitale della conoscenza in quanto legato alle nostre radici biologiche. Questo aspetto corporeo ed emotivo della cognizione ci permette, mediante il linguaggio, di interpretare l'esperienza nei mondi sintetici in termini di presenza ed azione in un mondo anziché come semplice esperienza visiva.

Nelle esperienze virtuali è palese come la percezione si accompagna all'azione e come in tale esperienza, azione, percezione e conoscenza diventino un tutt'uno. I sistemi di VR sono stati creati in funzione delle nostre modalità globali di percepire fondate sul corpo e l'azione piuttosto che sui singoli sensi; vanno perciò considerati una "tecnologia della cognizione incarnata" imperniata sull'interattività e sull'impiego di capacità sensomotorie e cinestetiche, e strettamente legata alle possibilità cognitive del corpo.

Già nel 1992, Francisco Varela aveva sostenuto che scienza e tecnologia sono inscindibili nello studio della cognizione, per cui i sistemi di realtà virtuale, in quanto tecnologia della cognizione incarnata, spiegano con successo un approccio enattivo alla cognizione, così come il computer e l'intelligenza artificiale avevano spiegato l'ipotesi cognitivista razionalista. La visione enattiva, benché richiami nel significato il concetto di rappresentazione come modalità del conoscere, tenta di superarlo in favore della corporeità, cioè di una mente incarnata (embodied mind). Con la circolarità di percezione e azione si realizza una produzione continua di mondi da parte del soggetto conoscente. Tra mondo (o realtà che si va conoscendo) e soggetto conoscente, si va costruendo una storia di accoppiamento reciproco.

Maturana e Varela (1987) hanno collocato il problema della conoscenza nel problema della vita e hanno riconosciuto una circolarità tra azione ed esperienza e tra azione e conoscenza. Inoltre, la loro spiegazione della conoscenza non necessita l'assunzione dell'oggettività ed abbraccia un'ontologia che pone l'oggettività tra parentesi. La conoscenza è un'azione efficace in un dominio d'esistenza, è esperienza, coinvolgimento profondo; la conoscenza è azione incarnata, operatività inseparabile dal corpo fisico dell'individuo, dalla sua costituzione biologica e storia personale vissuta.

L'esperienza virtuale è resa possibile dal fatto che, nel passaggio dal mondo reale al mondo virtuale, la nostra struttura biologica non cambia, ma viene semplicemente connessa al mondo virtuale mediante interfacce tecnologiche; e il fatto di dover usare delle interfacce ci può rendere più consapevoli del nostro corpo e delle nostre modalità cognitive. Ciò rende nella VR molto più evidente, rispetto al mondo reale, la circolarità tra percezione ed azione del soggetto e attivazione della "esistenza per me" della realtà virtuale, ovvero la produzione o enazione della realtà stessa.

Nella concreta prassi del vivere, la nostra struttura biologica, il modo in cui siamo costitutivamente incarnati, non ci consente di distinguere tra percezione, illusione ed allucinazione. Così, anche nell'esperienza dei mondi virtuali, il nostro modo costitutivo di percepire non ci permette di operare tale distinzione e coloriamo l'esperienza con lo stesso coinvolgimento emotivo che ci accompagna nella vita ordinaria. Solo a posteriori, descriviamo i mondi virtuali come frutto di "illusioni percettive" e siamo comunemente portati ad affermare che non abbiamo percepito o esperito nulla, dal momento che all'evidenza sensoriale, prodotto della simulazione, non corrisponde alcuna realtà esterna oggettiva. Ci troviamo allora di fronte ad "effetti di realtà", ad un semplice errore o inganno dei sensi. Maturana (1998) ha sostenuto che "la distinzione tra percezione ed illusione è fatta a posteriori svalutando un'esperienza in relazione ad un'altra che è accettata come valida". Per cui, contrariamente alle nostre comuni attribuzioni di senso, nella concreta prassi del vivere viviamo le esperienze offerteci dai sistemi di VR come ugualmente reali e come tali indistinguibili da quelle ordinarie.

Se, come sostiene Varela (1985, 1988, 1994), "non esiste mondo se non quello che sperimentiamo attraverso i processi che ci sono dati e che fanno di noi ciò che siamo", i mondi virtuali esistono in quanto percepiti, agiti ed enagiti. Inoltre, le percezioni del virtuale sono delle percezioni costitutive, non illusioni percettive. Non si tratta di illusione, ma di essere fatti in un certo modo e di conoscere e percepire in tale modo. Dietro la possibilità di illusioni ottiche, inganni dei sensi, oggetti impossibili o ambigui, distorsioni e paradossi percettivi, mondi virtuali e, in generale, dietro la nostra capacità percettiva e cognitiva, c'è unicamente il nostro modo costitutivo di percepire. È proprio per questo che una volta "scoperto il trucco" si continua a percepire allo stesso modo.

Quando interagiamo con i mondi virtuali, ridivendiamo coscienti della nostra condizione di esseri determinati da una struttura biologica poiché è solo la struttura umana a rendere possibile l'enazione di una realtà virtuale ed a convalidarne l'esperienza. I cosiddetti "effetti di realtà" non sono altro che il prodotto del coinvolgimento della nostra struttura sensomotoria, del nostro corpo, in azioni e percezioni secondo questa struttura. Se mondo virtuale e mondo reale hanno qualcosa in comune, questo è il comune marchio enattivo: la struttura umana.

La VR costituisce un'ottima esperienza per coloro che vogliono abbandonare il realismo metafisico ed abbracciare un'epistemologia costruttivista. Essa ci dimostra che non esiste un mondo dato, oggettivo, indipendente dall'esperienza e dal vissuto del soggetto che conosce, percepisce ed agisce, indipendente dalla vita intesa come processo cognitivo. È la nostra corporeità che ci permette di metterci in relazione, di interagire con mondi diversi. La VR, infine, non ci libera dalla responsabilità di enagire mondi determinati dalla nostra struttura biologica, anzi rende tale responsabilità ineludibile.

La VR può diventare uno strumento utile che accompagna il paziente in quel processo personale di cambiamento verso la recovery, facilitando esperienze di crescita oltre la malattia.

Nota

Per chi volesse approfondire l'argomento e procedere all'utilizzo di ambienti virtuali, segnaliamo la possibilità di scaricare gratuitamente NeuroVR 2.0 (<https://sites.google.com/site/neurovr2/home>). Si tratta di un software open source per la creazione e l'utilizzo di ambienti virtuali. Esso offre a tutti la possibilità di utilizzare ambienti virtuali completamente personalizzabili in base all'uso che di essi si vuole fare. Nello specifico, NeuroVR si fonda su degli ambienti naturali virtuali, progettati e realizzati ad hoc, in relazione al tipo di problema su cui si andrà ad intervenire. Prevede 14 diverse ambientazioni che rappresentano tipiche situazioni della vita reale (per esempio un supermercato, un appartamento, un parco, un ristorante, una spiaggia, ecc.) all'interno delle quali ognuno può inserire elementi 2D o 3D di uomini, animali o oggetti e introdurre anche elementi nuovi, per personalizzare le scene e per aumentare la sensazione di familiarità e di intimità con la scena virtuale. Possono, infatti, essere usate foto di oggetti e persone che fanno parte della vita quotidiana del paziente, migliorando così l'efficacia degli scenari costruiti. NeuroVR nasce per superare alcuni dei problemi emersi nell'applicazione della realtà virtuale alla

psicoterapia e alla riabilitazione: in particolare la scarsa usabilità, la mancanza di esperienza tecnica fra i clinici e i costi elevati. NeuroVR è costituito da un editor e un player, facilmente utilizzabili anche da chi non ha particolari competenze tecniche. Le caratteristiche chiave che rendono NeuroVR adatto per l'applicazione clinica sono l'elevato livello di controllo dell'interazione con lo strumento e la ricca esperienza fornita dalla sua ormai lunga utilizzazione in ambito clinico e della ricerca. Queste caratteristiche trasformano NeuroVR in un ambiente di empowerment, uno speciale ambiente protetto dove i pazienti possono iniziare ad esplorare e agire in piena tranquillità. Con tale garanzia, si può liberamente esplorare, sperimentare, sentire, vivere, e provare sentimenti o pensieri senza avere paura.

Bibliografia

- Alcañiz M., Perpiña C., Baños R., Lozano J. A., Montesa J., Botella C., et al. *A new realistic 3d body representation in virtual environments for the treatment of disturbed body image in eating disorders*. *CyberPsychology and Behavior*, 421-432, (2000).
- Andrews G., Creamer M., Crino R., Hunt C., Lampe L. & Page, A. *Trattamento dei disturbi d'ansia. guide per il clinico e manuali per chi soffre del disturbo*. Centro Scientifico Editore, Torino, (2003).
- Astur R.S., St. Germain S., Mathalon D.H., D'Souza C., Krystal J.K., Constable R.T., Pearlson G.D., *Using Virtual Reality to Investigate Functioning of the Hippocampus in Schizophrenia*, submitted to the 2nd Annual Cybertherapy Conference, San Diego, CA, 2004.
- Baker EK, Kurtz MM, Astur RS. *Virtual reality assessment of medication compliance in patients with schizophrenia*. *CyberPsychol Behav* 2006;9:224-9.
- Banks J, Ericksson G, Burrage K, Yellowlees P, Ivermee S, Tichon J. *Costructing the hallucinations of Psycosis in virtual reality*. *Journal of Network and Computer Applications* 2004;27:1-11.
- Banos R. M., C. Botella, M. Alcaniz, B. A. Liano, B. Guerrero & B. Rey, *Immersion and emotion: their impact on the sense of presence*. *Cyberpsychology & behavior*, (2004).
- Biocca F. *The cyborg's dilemma: progressive embodiment in virtual environments*. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 2006;3:2:73-86
- Botella C, Baños RM, Guerrero B, García- Palacios A, Quero S, Alcañiz M. *Using a flexible virtual environment for treating a storm phobia*. *PsychNology J* 2006;4:129-44.
- Botella, C., Villa, H., Garcia-Palacios, A., Quero, S., Banos, R. M., and Alcaniz, M. (2006). *The use of VR in the treatment of panic disorders and agoraphobia*, in Riva, G., Botella, C., Legeron, P., & Optale, G. (Eds.), *Cybertherapy: Internet and Virtual Reality as Assessment and Rehabilitation Tools for Clinical Psychology and Neuroscience*. Amsterdam: IOS Press. Riva, G. (2005). *Virtual Reality in Psychotherapy: Review*. *CyberPsychology & Behavior*, 8(3), 220-240.
- Bricken W., (1990), *Virtual Reality: directions of growth*. Proceedings of siggraph'90 VR panel. In Directions and implications of advanced computing, vol.III, Ablex, Norwood 1992.
- Brown SE. *Emotional reaction to simulations of auditory hallucinations*. *J Psychopathol Behav Assess* 2008;30:307-14.
- Coleman R., *Recovery: An Alien Concept*, Handsell Publishing, 32 Furlong Road, Gloucester GL1 4UT, 1999.
- Compagni, A., Adams, N. & Daniels, A. (2007). *International Path- ways to Mental Health System Transformation: Strategies and Challenges*. Sacramento, CA: California Institute for Mental Health.

- Da Costa RM, De Carvalho LA. *The acceptance of virtual reality devices for cognitive rehabilitation: a report of positive results with schizophrenia*. Comput Methods Programs Biomed 2004;73:173-82.
- Damasio, A. *The feeling of what happens: body, emotion and the making of consciousness*. San Diego, CA: Harcourt Brace and Co, Inc. (1999).
- Deegan PE. *Hearing voices that are distressing: a training and a simulated experience*. Lawrence: National Empowerment Center 1996.
- Fornells-Ambrojo M, Barker C, Swapp D, Slater M, Antley A, Freeman D. *Virtual reality and persecutory delusions: safety and feasibility*. Schizophr. Res 2008; 104:228-36.
- Freeman D, Freeman J. *Paranoia: the 21 Century Fear 2008*. Oxford: Oxford University Press 1998.
- Freeman D, Garety PA, Bebbington P, et al. *The psychology of persecutory ideation II: a virtual reality experimental study*. J Nerv Ment Dis 2005;193:309-15.
- Freeman D, Gittins M, Pugh K, Antley A, Slater M, Dunn G. *What makes one person paranoid and another person anxious? The differential prediction of social anxiety and persecutory ideation in an experimental situation*. Psychol Med 2008a;38:1121-32.
- Freeman D, Pugh K, Antley A, Slater M, Bebbington P, Gittins M, et al. *Virtual reality study of paranoid thinking in the general population*. Br J Psychiatry 2008b;192:258-63.
- Freeman D, Slater M, Bebbington PE, et al. *Can virtual reality be used to investigate persecutory ideation?* J Nerv Ment Dis 2003;191,509-14.
- Freeman D. *Studying and treating schizophrenia using virtual reality: a new paradigm*. Schizophr Bull 2008;34:605-10.
- Gorini G, Riva G., *Virtual reality in anxiety disorders: the past and the future*. Expert Rev Neurother 2008;8:215-33.
- Han K, Ku J, Kim K, Jang HJ, Park J, Kim JJ, et al. *Virtual reality prototype for measurement of expression characteristics in emotional situations*. Comput Biol Med 2009;39:173-9.
- Hanlon FM, Weisend MP, Hamilton DA, Jones AP, Thoma RJ, Huang M et al. *Impairment on the hippocampal-dependent virtual Morris water task in schizophrenia*. Schizophr Res 2006;87:67-80.
- Henry J. D., Crawford J. R. (2004). *Verbal fluency deficits in Parkinson's disease: a meta-analysis*. J. Int. Neuropsychol. Soc. 10, 608–622
- Hoffman H.G., Richards T., Coda B., Richards A., Sharar S.R., *The Illusion of Presence in Immersive Virtual Reality during an fMRI Brain Scan*, CyberPsychology & Behavior: *The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society* , 6(2), 2003, 127-131
- Hunter MD. *Locating voices in space: a perceptual model for auditory hallucinations?* Cogn Neuropsychiatry 2004;9:93-105.
- James W., *The Principles of Psychology*, 2 vols. (1890), Henry Holt and Company, NY.
- Kwanguk K, Chan-Hyung K., So-Yeon K., Daeyoung R., and Sun I. K., *Virtual Reality for Obsessive-Compulsive Disorder: Past and the Future*, Psychiatry Investig. 2009 Sep; 6(3): 115–121.
- Kim K, Kim JJ, Kim J, Park DE, Jang HJ, Ku J, et al. *Characteristics of social perception assessed in schizophrenia using virtual reality*. CyberPsychol Behav 2007;10:215-9.

- Kim SI, Ku J, Han J, Lee H, Park J, Kim JJ et al. *Virtual reality applications for patient with schizophrenia. Journal of Cybertherapy and Rehabilitation* 2008;(1):101-12.
- Ku J, Cho W, Kim JJ, Peled A, Wiederhold BK, Wiederhold MD, et al. *A virtual environment for investigating schizophrenic patients' characteristics: assessment of cognitive and navigation ability. CyberPsychol Behav* 2003;6:397-404.
- Ku J, Cho WG, Kim JH, Kim KU, Kim BN, Hahn WY, et al. *The development of a VR system for the cognitive & behavioral assessment of schizophrenia. Stud Health Technol Inform* 2004;98:180-2.
- Ku J, Han K, Lee HR, Jang HR, Kim KU, Park SH et al. *VR-based conversation training program for patients with schizophrenia: a preliminary clinical trial. CyberPsychol Behav* 2007;10:567-74.
- Ku J, Jang HJ, Kim KU, Park SH, Kim JJ, Kim CH, et al. *Pilot study for assessing the behaviors of patients with schizophrenia towards a virtual avatar. CyberPsychol Behav* 2006;9:531-9.
- Kuipers E, Garety P, Fowler D, Freeman D, Dunn G, Bebbington P. *Cognitive, emotional and social processes in psychosis: refining cognitive behavioural therapy for persistent positive symptoms. Schizophr Bull* 2006;32:24-31.
- Kurtz MM, Baker E, Pearson GD, Astur RS. *A virtual reality apartment as a measure of medication management skills in patients with schizophrenia: a pilot study. Schizophr Bull* 2007;33:1162-70.
- La Paglia F, La Cascia C, Rizzo R, Sideli L, Francomano A, La Barbera D. *Cognitive rehabilitation of schizophrenia through neurovr training. Stud Health Technol Inform*, (2013).
- La Barbera D., Sideli L., La Paglia F., *Schizofrenia e realtà virtuale: una rassegna delle applicazioni cliniche*, Giorn Ital Psicopat 2010;16:78-86.
- Lake, J., (2015) *The integrative management of PTSD: A review of conventional and CAM approaches used to prevent and treat PTSD with emphasis on military personnel*, Advances in Integrative Medicine; 2: 13-23.
- Lauria R., *Virtual Reality: An Empirical-Metaphysical Testbed*, in Journal of Computer-Mediated Communication 3(2) · September 1997.
- LaViola, J. J. Jr (2000). *A discussion of cybersickness in virtual environments. ACM SIGCHI Bulletin*. 32: 47–56.
- Lee J, Lim Y, Graham SJ, Kim G, Wiederhold BK, Wiederhold MD, Kim SI. *Nicotine craving and cue exposure therapy by using virtual environments. CyberPsychology & Behavior*. 2004;7:705–713.
- Lee JH, Kwon H, Choi J, Yang BH. *Cue-exposure therapy to decrease alcohol craving in virtual environment. CyberPsychology & Behavior*. 2007;10:617–623.
- Lombard, M. & Jones, M. T. (2006). *Defining presence: A framework*. Temple University. Available: http://astro.temple.edu/~lombard/presence_definitions.html.
- Loomis JM, Knapp JM. *Visual perception of egocentric distance in real and virtual environments*. In: Hettinger LJ, Haas MW, editors. *Virtual and adaptive environments*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 2003. pp. 21–46.
- Machover, C., Tice, S.E. *Virtual Reality*. IEEE Comput. Graph. Appl., 1994;14:15–16.
- Maturana H. e Varela F., *L'albero della conoscenza*, Milano: Garzanti, 1987.
- Meehan, M., B. Insko, M. Whitton and F. P. Brooks (2002). *Physiological measures of presence in stressful virtual environments*. Proceedings of SIGGRAPH 2002, San Antonio, Tx, USA.

- Moon J, Lee JH. *Cue exposure treatment in a virtual environment to reduce nicotine craving: A functional MRI study*. *CyberPsychology & Behavior*. 2009;12:43–45.
- Moore K, Wiederhold BK, Wiederholdie MD, Riva G., *Panic and agoraphobia in a virtual world*. *CyberPsychol Behav* 2002;5:197-202.
- Mraz R., Hong J., Quintin G., Staines W.R., McIlroy W.E., Zakzanis K.K. and Graham S.J., *A Platform for Combining Virtual Reality Experiments with Functional Magnetic Resonance Imaging*, *CyberPsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*. 6(4), 2003, 359-368.
- Optale G., Pastore M., Marin S., Bordin D., Nasta A., Pianon C., (2004), *Male sexual dysfunctions: immersive virtual reality and multimedia therapy*. In Riva G., Botella C., Legeron P.,
- Park K. M., Ku J., Choi S. H., Jang H. J., Park J. Y., Kim S. I., Kim J. J. *A virtual reality application in role-plays of social skills training for schizophrenia: a randomized, controlled trial*. *Psychiatry Research*, (2011).
- Raspelli S, Carelli L, Morganti F, Riva G, Weiss PL, Kizony R, Katz N (2009) *Implementation of the Multiple Errand Test in a NeuroVRsupermarket*. *Virtual rehabilitation international conference*, p 210.
- Raspelli S, Carelli L, Morganti F, Poletti B, Corra B, Silani V, Riva G (2010) *Implementation of the multiple errands test in a NeuroVRsupermarket: a possible approach*. *Stud Health Technol Informa* 154:115–119.
- Raspelli S, Pallavicini F, Carelli L, Morganti F, Pedroli E, Cipresso P, Poletti B, Corra B, Sangalli D, Silani V, Riva G (2012) *Validating the neuro VR-based virtual version of the multiple errands test: preliminary results*. *Presence-Teleop Virt* 21(1):31–42
- Renaud P., Bouchard S. and Proulx R., *Behavioral avoidance dynamics in the presence of a virtual spider*, *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 6(3), 2002, 235-43.
- Riva G., Bacchetta M., Baruffi M., Rinaldi S., Molinari E. *Virtual reality based experiential cognitive treatment of anorexia nervosa*. *Journal of behavioral therapy and experimental psychiatry*, (1999).
- Riva G., *Psicologia dei nuovi media*, Bologna: Il Mulino 2004.
- Riva G., *Virtual reality in neuroscience: a survey, in virtual environments in clinical psychology and neuroscience* (Eds.: G. Riva, B.K. Wiederhold, E. Molinari), los Press: Amsterdam, Netherlands, (1998).
- Riva G., *Virtual reality in psychotherapy*. *CyberPsychol Behav* 2005;8:220-30.
- Riva G., Bacchetta M., Baruffi M., & Molinari E. *Virtual reality-based multidimensional therapy for the treatment of body image disturbances in obesity, a controlled study*, *CyberPsychology & Behavior*, 4(4), 511-526 (2001).
- Riva G., Galimberti C., 2001, *The mind in the Web: Psychology in the Internet age*, *CyberPsychology and Behavior* 4, p. 1-5.
- Riva G., Botella C., Légeron P., Optale G. (Eds.), *Cybertherapy: Internet and Virtual Reality as Assessment and Rehabilitation Tools for Clinical Psychology and Neuroscience*, Amsterdam: los Press, 2004.
- Riva, G. & Waterworth, J. A. (2014). *Being Present in a Virtual World*. Book chapter in Grimshaw, M. (ed.) *The Oxford Handbook of Virtuality*.
- Rizzo A. A., Buckwalter J. G., McGee J., Bowerly T., van der Zaag C., Neumann U., et al. (2001). *Virtual environments for assessing and rehabilitating cognitive/functional performance: a review of project's at the USC Integrated Media Systems Center*. *Presence* 10, 359–374.

- Rizzo A., Buckwalter J.G., Van der Zaag C., *Virtual environment applications in clinical neuropsychology*, in (Ed.: Stanney K.) *The Virtual Environments Handbook*, L.A. Erlbaum, New York, (2002).
- Rizzo AS, Difede J, Rothbaum BO, Reger G, Spitalnick J, Cukor J, McLay R. *Development and early evaluation of the Virtual Iraq/Afghanistan exposure therapy system for combat-related PTSD*. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2010; 1208:114–125.
- Rizzolatti, Sinigaglia, *Mirror neurons and motors intentionality*. *Functional Neurology* (2007) Oct.-Dic.
- Romme M., & Escher, S. (2009). *Living with voices: 50 stories of recovery*. Birmingham University, PCCS Books.
- Sheridan T. B., *Musings on telepresence and virtual presence. presence: teleoperators and virtual environments*, (1992).
- Slade M. (2010). *Mental illness and well-being: The central importance of positive psychology and recovery approaches*. *BMC Health Services Research*, 10(1), 1–14.
- Slade M., Adams N., O'Hagan M. (2012). *Recovery: Past progress and future challenges*. *International Review of Psychiatry*, 24, 1–4.
- Sorkin A, Peled A, Weinshall D. *Virtual reality testing of multi-modal integration in schizophrenic patients*. *Stud Health Technol Inform* 2005;111:508-14.
- Sorkin A, Weinshall D, Modai I, Peled A. *Improving the accuracy of the diagnosis of schizophrenia by means of virtual reality*. *Am J Psychiatry* 2006;163:512-20.
- Sorkin A, Weinshall D, Peled A. *The distortion of reality perception in schizophrenia patients, as measured in virtual reality*. *Stud Health Technol Inform* 2008;132:475-80.
- Steuer J. *Defining virtual reality: dimensions determining telepresence*. In *Journal of communication*, 1992;vol.42:73-93.
- Tabar P. *Mindstorm: simulating psychosis. A new virtual reality experience depicts hallucinations in 3D*. *Behav Health* 2007;27:31-2.
- Valmaggia LR, Freeman D, Green C, Garety P, Swapp D, Antley A, et al. *Virtual reality and paranoid ideations in people with an 'at-risk mental state' for psychosis*. *Br J Psychiatry Suppl* 2007;51,63-8.
- Varela F. J. et al., *The Embodied Mind. Cognitive Science and Human Experience*, MIT Press, 1991; (trad. it. di Isabella Blum, *La via di mezzo della conoscenza. Le scienze cognitive alla prova dell'esperienza*, Milano, Feltrinelli, 1992).
- Varela F. J., *Il reincanto del concreto*, in *Il corpo tecnologico. L'influenza delle nuove tecnologie sul corpo e sulle sue facoltà*, (a cura di) Capucci, Pier Luigi. Bologna, Baskerville, 1994.
- Varela F.J., *Complessità del cervello e autonomia del vivente*, in *La sfida della complessità*, (a cura di) Mauro Ceruti e Gianluca Bocchi, Feltrinelli, 1985, pp. 141-157.
- Varela, F. J., *Il circolo creativo: abbozzo di una storia naturale della circolarità*, in *La realtà inventata. Contributi al costruttivismo*, (a cura di) Paul Watzlawick, Milano, Feltrinelli, 1988,
- Varela, Francisco J. et al., *La via di mezzo della conoscenza. Le scienze cognitive alla prova dell'esperienza*, Milano, Feltrinelli, 1992.
- Vincelli F, Riva G, Molinari E., *La realtà virtuale in psicologia clinica*. Milano: McGraw-Hill 2007.

Walshe D.G., Lewis E.J., Kim S.I., O'Sullivan K. and Wiederhold B.K., *Exploring the Use of Computer Games and Virtual Reality in Exposure Therapy for Fear of Driving Following a Motor Vehicle Accident*, *CyberPsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 6(3), 2003, 329-334.

Wiederhold, B. K., Wiederhold, M. D. *Virtual reality as a tool in early interventions. Human dimensions in military operations - military leaders' strategies for addressing stress and psychological support*, Neuilly-sur-Seine, France: RTO. (2006).

Yellowlees PM, Cook JN. *Education about hallucinations using an internet virtual reality system: a qualitative survey*. *Acad Psychiatry* 2006;30:534-9.