



Università
Ca' Foscari
Venezia
Facoltà
di Economia

Corso di Laurea Magistrale
in Sviluppo Economico e
dell'Impresa

**La Realtà Virtuale come
nuovo sistema a supporto
dell'azienda competitiva,
un'analisi delle opportunità**

Relatrice-Correlatrice
Prof.ssa Anna Comacchio
Prof.ssa Francesca Parpinel

Tesi di Laurea di
Valentina Dalla Libera
Matricola 841405

Anno Accademico
2015-2016

*“What is real? How do you define real?
If you’re talking about what you can hear;
what you can smell, taste and feel, then
real is simply electrical signals interpreted
by your brain”.*

Morpheus (The Matrix)

LA REALTÀ VIRTUALE COME NUOVO SISTEMA A SUPPORTO DELL'AZIENDA COMPETITIVA, UN'ANALISI DELLE OPPORTUNITÀ

INDICE

INTRODUZIONE.....	pag. I
1. Realtà Virtuale, definizione e storia	pag. 01
1.1 Definizione	pag. 01
1.2 Una realtà in continua evoluzione.....	pag. 04
1.2.1 Il sistema VR, breve descrizione e milestones dell'evoluzione.....	pag. 04
1.2.2 Gli anni '50 e il Sensorama	pag. 10
1.2.3 Shutterland, "The Ultimate Display".....	pag. 11
1.2.4 Gli anni '70.....	pag. 13
1.2.5 Gli anni '80 e '90.....	pag. 18
1.2.6 I primi anni 2000 e gli engine 3D.....	pag. 21
1.2.7 Second Life.....	pag. 23
1.3 Dal declino alla realtà.....	pag. 27
1.3.1 Gartner Hype Cycle for emerging technologies	pag. 30
1.3.2 2016, l'anno della Realtà Virtuale	pag. 35
1.3.3 Il Metaverso	pag. 40
1.3.4 High Fidelity.....	pag. 44
2. L'esperienza virtuale, analisi psicologica.....	pag. 49
2.1 Il concetto di presenza.....	pag. 50
2.2 Presenza cognitiva e apprendimento	pag. 53
2.3 La memoria.....	pag. 56
2.4 Aspetti emotivi	pag. 61
2.5 Aspetti Sociali.....	pag. 63
2.6 La rappresentazione del Sé virtuale.....	pag. 66

3. Ambiti Applicativi	pag. 72
3.1 Settori e previsioni.....	pag. 72
3.1.1 Il gaming.....	pag. 76
3.1.2 L'Entertainment	pag. 78
3.1.3 Lo Sport	pag. 86
3.1.4 L'Healthcare e la ricerca scientifica.....	pag. 89
3.2 Previsioni nell'ambito del Business	pag. 95
4. Sistemi di realtà virtuale per la gestione dei processi aziendali	pag. 98
4.1 Ambienti virtuali come nuovi spazi di lavoro	pag. 104
4.1.1 La riduzione della gerarchia	pag. 106
4.1.2 La promozione della valorizzazione professionale.....	pag. 108
4.1.3 La stimolazione dell'apprendimento collaborativo	pag. 110
4.2 Nuovi strumenti a supporto alla collaborazione nel lavoro distribuito	pag. 112
4.2.1 Il processo collaborativo.....	pag. 114
4.3 La formazione aziendale	pag. 119
4.3.1 Vantaggi e previsioni sull'utilizzo	pag. 124
4.3.2 NASA Johnson Space Center's Virtual Reality Lab.....	pag. 131
4.4 La fase di Ricerca e Sviluppo.....	pag. 134
4.4.1 La prototipazione	pag. 137
4.4.2 Ford Imersive Veichle Enviroment	pag. 140
4.5 Dalla digitalizzazione alla fabbrica virtuale.....	pag. 143
4.6 Il marketing e le vendite.....	pag. 148
4.6.1 Il marketing esperienziale.....	pag. 149
4.6.2 Il processo di acquisto	pag. 151
4.6.3 La rappresentazione virtuale del prodotto	pag. 153
4.6.4 Dall'esperienza individuale alle comunità virtuali	pag. 154
4.6.5 eBay and Mayer Virtual Store Departement.....	pag. 156
Conclusioni	pag. 160
Bibliografia	pag. 162

Elenco delle figure

Figura 1/a - Virtual Reality Timeline.....	pag. 06
Figura 1/b - Virtual Reality Timeline	pag. 07
Figura 1/c - Virtual Reality Timeline.....	pag. 08
Figura 1/d - Virtual Reality Timeline	pag. 09
Figura 2 - Mercato Hardware VR 2016.....	pag. 39
Figura 3 - Visualizzazione della sessione di training VR.....	pag. 133

Figura 4 - L'equipaggio durante la formazione delle operazioni EVA all'interno del Virtual Reality Lab.....	pag. 134
Figura 5 - Sessione di utilizzo del sistema di prototipazione al Ford Immersion Lab	pag.142
Figura 6 - Esempio di prototipazione virtuale Ford	pag. 143
Figura 7 - Un consumatore durante l'utilizzo dell'eBay Virtual Reality Department Store attraverso cardboard	pag. 158
Figura 8 - La visualizzazione del prodotto all'interno del eBay Virtual Reality Department Store	pag. 159

Elenco dei grafici

Grafico 1 - Due modelli di comunicazione mediata.....	pag. 02
Grafico 2 - Utenti registrati in Second Life da Gennaio 2010 a Novembre 2015	pag. 27
Grafico 3 - Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies	pag. 31
Grafico 4 - Hype Cycle for Emerging Technologie 2007.....	pag. 32
Grafico 5 - Hype Cycle for Emerging Technologie 2009.....	pag. 33
Grafico 6 - Hype Cycle for Emerging Technologie 2011	pag. 33
Grafico 7 - Hype Cycle for Emerging Technologie 2014.....	pag. 34
Grafico 8 - Hype Cycle for Emerging Technologie 2016.....	pag. 34
Grafico 9 - Valore del mercato VR 2016-2020.....	pag. 38
Grafico 10 - Il modello della presenza cognitiva	pag. 55
Grafico 11 - Modello concettuale del funzionamento dei team virtuali	pag. 115
Grafico 12 - Dimensione aziendale del campione intervistato.....	pag. 126
Grafico 13 - Settore merceologico campione intervistato	pag. 127
Grafico 14 - Sistema di formazione utilizzato.....	pag. 128
Grafico 15 - Ambiti di applicazione del processo formativo.....	pag. 128
Grafico 16 - Vantaggi nell'applicazione del sistema virtuale/ibrido nel metodo ILT	pag. 129
Grafico 17 - Ostacoli nell'applicazione del sistema virtuale/ibrido nel metodo ILT	pag. 130

Elenco delle tabelle

Tabella 1 - Previsione settori di applicazione della realtà virtuale e aumentata.....	pag. 75
Tabella 2 - Caratteristiche ambiente VR di formazione	pag. 124

INTRODUZIONE

La realtà virtuale, definita come un innovativo sistema tecnologico che permette la generazione di ambienti virtuali immersivi, interattivi e collaborativi, rappresenta secondo recenti studi un'opportunità in grado di trasformare ambienti e processi aziendali nonché di contribuire allo sviluppo di valore per le aziende che si trovano oggi a operare in un contesto sempre più competitivo e internazionale.

Obiettivo del presente elaborato è dunque l'analisi e la verifica delle opportunità offerte da questa piattaforma tecnologica all'interno dei diversi processi aziendali nonché l'elaborazione di una visione quanto più realistica dei futuri possibili sviluppi nei modelli di business abilitati dall'implementazione della stessa e dall'interconnessione degli ambienti virtuali all'interno del Metaverso, un ecosistema virtuale che consiste nel futuro Web 3D, naturale evoluzione di Internet. A tal fine la tesi si suddivide in quattro capitoli che affrontano l'analisi di diversi aspetti correlati alla realtà virtuale e all'applicazione della stessa all'interno delle organizzazioni.

Il primo capitolo, intitolato "*Realtà Virtuale, definizione e storia*", è suddiviso in tre parti principali. La prima si pone l'obiettivo di dare una definizione quanto più esaustiva e completa del concetto di realtà virtuale per proseguire poi con una breve descrizione del sistema tecnico della stessa utile alla comprensione della seconda parte che si concentra nel riportare gli eventi storicamente più importanti dell'evoluzione della tecnologia. La terza parte invece vuole dare una visione di come la realtà virtuale si stia diffondendo negli ultimi anni grazie in particolare all'entrata nel mercato di dispositivi di visualizzazione VR, definiti *Head Mounted Display*. Grazie a questi dispositivi infatti, la diffusione dell'utilizzo di questa tecnologia sta aumentando in diversi ambiti e lo sviluppo di ambienti virtuali immersivi e tra loro interconnessi è secondo molti l'elemento chiave per la creazione del Metaverso, le cui caratteristiche e potenzialità sono analizzate a chiusura del primo capitolo.

Il secondo capitolo, intitolato "*L'esperienza virtuale, analisi psicologia*", ha come scopo l'analisi dell'esperienza individuale all'interno di ambienti di realtà virtuale. A tal proposito vengono esaminati il concetto di presenza, ritenuto in letteratura elemento fondamentale della stessa, gli aspetti cognitivi, in particolare in relazione all'apprendimento, gli aspetti legati alla memoria, gli aspetti legati alla sfera emotiva, l'approccio sociale e le dinamiche associate alla rappresentazione del Sé che avviene qui attraverso l'avatar, rappresentazione virtuale dell'identità personale.

Il terzo capitolo, intitolato "*Ambiti applicativi*", riporta alcune recenti ricerche nella previsione dei settori di utilizzo della tecnologia e l'analisi di alcuni dei principali ambiti in cui la realtà virtuale è attualmente applicata come, ad esempio, il settore del *gaming*, dell'*entertainment*, dello sport, dell'*healthcare* e della ricerca scientifica. Il capitolo si conclude con la presentazione delle previsioni di applicazione nell'ambito del business.

Il quarto capitolo, intitolato "*Sistemi VR per la gestione dei processi aziendali*", si concentra sull'utilizzo della realtà virtuale in ambito aziendale e, in particolare, di ambienti virtuali di lavoro condiviso, a supporto dell'azienda nel contesto competitivo globale. Quest'ultima parte si pone l'obiettivo di analizzare in che modo questa tecnologia influisce sui modelli di business e sui metodi di lavoro attraverso l'analisi delle diverse fasi aziendali e la verifica del valore

aggiunto apportato dalla stessa. In particolare il capitolo affronta il tema della collaborazione nel contesto dell'attuale tendenza al lavoro distribuito per passare poi all'analisi delle diverse fasi del processo aziendale come la formazione, la ricerca e sviluppo, la produzione, il marketing e le vendite.

L'esplorazione del contesto e della gestione aziendale attraverso sistemi VR è condotta facendo riferimento a ricerche scientifiche disponibili in letteratura e analizzando previsioni e stime recentemente elaborate sul tema. A conclusione della parte dedicata ai principali processi aziendali è stato riportato un caso di implementazione della realtà virtuale, in particolare l'esperienza del *NASA Johnson Space Center's Virtual Reality Lab* nell'ambito della formazione, del *Ford Immersive Vehicle Environment* nell'ambito della prototipazione e dell'*eBay Virtual Store Department* nell'ambito del marketing e delle vendite.

1. REALTÀ VIRTUALE, DEFINIZIONE E STORIA

1.1 Definizione

L'espressione *Realtà Virtuale* (Virtual Reality, VR) identifica un concetto assai complesso e astratto. Diversi sono stati in passato gli approcci utilizzati nell'elaborazione di una definizione, dato che diversi sono gli interessati all'uso della tecnologia e dei sistemi ad essa associati. Ognuno di questi, riporta la propria percezione e, queste percezioni, variano dalla più semplice e pragmatica alla più sofisticata e astratta, riflettendo intuizioni e aspettative dei vari ricercatori e utenti che hanno sviluppato, sperimentato e usufruito di questa tecnologia:

“Virtual Reality is an alternate world filled with computer-generated images that respond to human movements. These simulated environments are usually visited with the aid of an expensive data suit which features stereophonic video goggles and fiber-optic data gloves”.¹

“It is a simulation in which computer graphics is used to create a realistic-looking world. Moreover, the synthetic world is not static, but responds to the user’s input (gesture, verbal command, etc.). This defines a key feature of virtual reality, which is real-time interactivity”.²

“The terms virtual worlds, virtual cockpits, and virtual workstations were used to describe specific projects.... In 1989, Jaron Lanier, CEO of VPL, coined the term virtual reality to bring all of the virtual projects under a single rubric. The term therefore typically refers to three-dimensional realities implemented with stereo viewing goggles and reality gloves”.³

Il termine *Virtual Reality* fu quindi usato per la prima volta da Jaron Lanier⁴ e si può affermare che, come notò Jonathan Steuer⁵, membro del reparto di ricerca sulla comunicazione dell'Università di Stanford, la sua origine proviene dal settore IT e non da istituzioni accademiche. Lo stesso Steuer, inoltre, diede una visione più corretta dell'espressione sostenendo che, la definizione di realtà virtuale come media composto da un sistema di hardware (computer, cuffie, guanti sensoriali, caschi), era troppo riduttiva e focalizzata sulla tecnologia stessa piuttosto che sull'utente e la sua esperienza. Egli suggerì dunque una definizione più completa e corretta in cui descrive la realtà virtuale come un particolare tipo di esperienza coadiuvata da una struttura IT. Steuer sottolinea l'importanza dell'utente e dell'esperienza stessa attraverso i concetti di presenza e telepresenza così espliciti:

¹ GREENBAUM P., *The lawnmower man*. Film e video, 1992.

² BURDEA G., COIFET P., *Virtual reality technology (2nd ed.)*, IEEE Press, 2003.

³ KRUEGER M. W., *Artificial Reality II*, Reading Mass, Addison Wesley, 1991.

⁴ Spesso definito visionario delle nuove tecnologie e classificato dal *Time* nel 2010 tra le 100 persone più influenti al mondo, Lanier, statunitense, è famoso per essere tra i più importati pionieri della VR. Nel 1984 fonda la VPL Research una delle prime società ad implementare applicazioni VR.

⁵ STEURER J., *Communication in the Age of Virtual Reality*, LEA Publishers, 1995.

“The key to defining virtual reality in terms of human experience rather than technological hardware is the concept of presence. **Presence** can be thought of as the experience of one’s physical environment; it refers not to one’s surroundings as they exist in the physical world, but to the perception of those surroundings as mediated by both automatic and controlled mental processes: presence is defined as the sense of being in an environment. However, when perception is mediated by a communication technology, one is forced to perceive two separate environments simultaneously: the physical environment in which one is actually present, and the environment presented via the medium. The term **Telepresence** can be used to describe the precedence of the latter experience in favor of the former; that is, telepresence is the extent to which one feels present in the mediated environment, rather than in the immediate physical environment. Telepresence is defined as the experience of presence in an environment by means of a communication medium.”⁶

La differenza sostanziale dunque, è che il primo termine si riferisce alla naturale percezione dell’ambiente, mentre il secondo si riferisce alla percezione mediata dello stesso. Attraverso il concetto di telepresenza, Steuer propose così una definizione di realtà virtuale senza alcun riferimento al sistema hardware: “A “virtual reality” is defined as a real or simulated environment in which a perceiver experiences telepresence”.⁷

Questi concetti rappresentano quindi due vie alternative alla modalità di comunicazione che Kreuger⁸, seguendo lo stesso pensiero, sintetizza nella seguente rappresentazione:

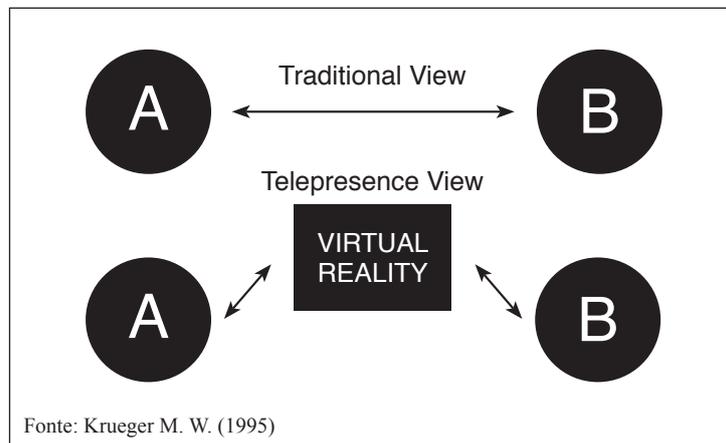


Grafico 1 - Due modelli di comunicazione mediata

Un altro importante contributo in letteratura è quello di Ken Pimental e Kevin Teixeira. Il loro punto di vista si focalizza sul ruolo dell’illusione della virtualità stessa enfatizzando il potenziale

⁶ STEUER J., *Communication in the Age of Virtual Reality*, LEA Publishers, 1995.

⁷ STEUER J., *Communication in the Age of Virtual Reality*, LEA Publishers, 1995.

⁸ KRUEGER M. W., *Artificial Reality II*, Reading Mass, Addison Wesley, 1995.

di questi strumenti nell'introduzione di nuove idee che sfidano i tradizionali e contemporanei metodi di pensiero. La loro visione, condivisa da molti ricercatori, si basa sulle potenzialità di espansione del pensiero e dell'informazione e rappresenta un punto di vista importante per la futura applicazione di questo tipo di sistemi nei processi decisionali. Essi definiscono la realtà virtuale come *“a new media for getting your hands on information, getting inside information, and representing ideas in ways not previously possible”*.⁹

Philip Judkins e Barrie Sherman¹⁰ si allontanano dal concetto di illusione concentrandosi sull'utilizzo della realtà virtuale come rappresentazione pratica del mondo reale, con le sue problematiche e le sue potenzialità. Secondo questa concezione, i sistemi avanzati di visualizzazione rappresentano un mezzo per accedere e per creare informazioni da dati del mondo reale elaborati attraverso strumenti VR.

Micheal Heim¹¹ riflette invece sulle caratteristiche della realtà virtuale e su cosa essa offre agli utenti. Secondo l'approccio di Heim, all'interno dell'ambiente, l'utente è in grado di sperimentare infinite opportunità d'interazione con dati e informazioni che vanno ben oltre i normali limiti delle capacità fisiche dell'uomo nel mondo reale e, questo approccio, focalizzato sull'intensità delle informazioni, rappresenta un'interessante prospettiva sulle possibili applicazioni future della tecnologia.

Simile al pensiero di Heim, sono le riflessioni di McCloy e Stone¹² i quali non solo enfatizzano il ruolo dell'interazione dell'utente con dati e oggetti all'interno del mondo virtuale, ma sottolineano l'importanza dell'interazione in tempo reale e il modo in cui essa coinvolge le capacità fisiche e cognitive dell'utente. In questo senso, il punto di forza della tecnologia, è dato proprio dall'interazione in simultanea che migliora le forme di comunicazione, condivisione e collaborazione tra gli utenti.

Molto importante è inoltre l'approccio di Rob Shields¹³ che si focalizza sulle capacità immersive della realtà virtuale. Egli riflette sulla quantità di interazioni e tecniche di comunicazione possibili all'interno degli ambienti virtuali attraverso l'utilizzo di *avatar*, rappresentazione virtuale dell'uomo reale. L'utente vive nell'esperienza un senso di presenza e di coinvolgimento grazie al ruolo interattivo dell'*avatar* stesso. Come Shields, molti altri ricercatori utilizzano il termine immersivo nel definire l'esperienza VR e, di fatto, è proprio questo termine che esprime la funzione primaria del sistema. Un'utile contributo in questo senso è dato da Friederick Brooks, il quale descrive la realtà virtuale come un'esperienza *“in which the user is effectively immersed in a responsive virtual world. This implies user dynamic control of viewpoint.”*¹⁴

Il termine immersivo può essere quindi descritto come l'illusione dell'utente di essere nel mondo ricreato, circondato da immagini e suoni che contribuiscono alla sensazione di presenza e, nell'ambito di un sistema VR, è usato per indicare l'elevato livello di interazione tra l'utente e l'ambiente ricreato. Un sistema VR, infatti, è progettato per aumentare il senso di immersione nell'esperienza dell'utente ed è questo lo scopo principale della realtà virtuale.

⁹ PIMENTAL K., TEIXEIRA K., *Virtual reality: through the new looking glass*, McGraw-Hill, 1995.

¹⁰ JUDKINS P., SHERMAN B., *Glimpses of Heaven, Visions of Hell: Virtual Reality and Its Implications*. Coronet Books, 1993.

¹¹ HEIM M., *The Metaphysics of Virtual Reality*, OUP USA, 1994.

¹² MCCLOY R., STONE R., *Science, Medicine and the future. Virtual Reality in Surgery*, British Medical Journal, 2003.

¹³ SHIELDS R., *The Virtual*, Routledge, 2003.

¹⁴ BROOKS F., *What's Real about Virtual Reality*, Special Report, IEEE Computer Graphics and Applications, 1999.

1.2 Una realtà in continua evoluzione

Anche se diversi esperimenti sono stati fatti in precedenza, si può sostenere che l'interesse verso questa tecnologia sia iniziato realmente tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '70 del secolo scorso. A partire dagli anni '60, infatti, diversi sono stati gli investimenti fatti nel campo dei modelli di simulazione computerizzata e della visualizzazione tridimensionale, soprattutto negli Stati Uniti.

Il Governo Federale americano, in particolare, ha giocato un ruolo di rilievo elargendo significanti investimenti a favore dello sviluppo della tecnologia VR sia in ambito militare e civile, sia nell'ambito della ricerca universitaria, investimenti grazie ai quali si sono poste le basi per una delle tecnologie più dinamiche ad oggi a nostra disposizione.

1.2.1 Il sistema VR, breve descrizione e milestones dell'evoluzione

La realtà virtuale è un ramo dell'informatica caratterizzato da un elevato grado di multidisciplinarietà che trova origine nella ricerca sulla grafica tridimensionale interattiva e sulla simulazione.

Con il termine realtà virtuale, si intende un sistema complesso composto da diverse tecnologie che, assieme, rendono possibile lo sviluppo e la fruizione dell'ambiente virtuale. Queste tecnologie si sono evolute con modi e tempi diversi e, al fine di meglio comprenderne la storia, prima di analizzare gli eventi più importanti che ne hanno caratterizzato l'evoluzione, è bene descrivere molto brevemente come funziona questo sistema.

Il concetto alla base della tecnologia VR è che un computer sintetizza un ambiente a tre dimensioni partendo da dati numerici, ambiente fruibile dall'operatore umano attraverso l'utilizzo di dispositivi preposti. L'utilizzo di questa tecnologia permette così di ricreare modelli che rappresentano fedelmente la realtà, come ad esempio una città esistente, o circostanze astratte che non esistono in senso stretto ma possono essere comprese dall'uomo, come, ad esempio, una serie di dati o, ancora, un ambiente completamente immaginario come il paese delle meraviglie di Alice.

Per la realizzazione di un ambiente virtuale è necessario innanzitutto procedere alla scelta della *piattaforma*¹⁵ o/e dell'*engine*, un software che assembla gli elementi dell'ambiente 3D e permette le interazioni al suo interno regolando il funzionamento della fisica, della gravità, della forza, delle luci e dei suoni. Nella scelta è necessario tener conto che la piattaforma deve comunque comprendere una parte di engine di grafica e di fisica che, come accennato, è indispensabile per la gestione delle interazioni all'interno dell'ambiente.

Gli altri elementi necessari sono: i modelli 3D degli spazi e degli oggetti, gli scripts di animazione, quelli di interazione e altre componenti di codice create in base alle specifiche dell'ambiente stesso. Una volta scelta la piattaforma e/o l'engine e predisposti gli elementi sopra esposti, è possibile assemblare l'ambiente VR secondo le caratteristiche e le funzionalità richieste dallo specifico progetto. L'ambiente creato viene dunque pubblicato e dev'essere accessibile e fruibile dagli utenti. Ciò avviene attraverso un *Device*, ovvero la parte hardware che elabora i dati per creare l'ambiente virtuale e ne gestisce le dinamiche, e un *Viewer*, la parte

¹⁵ Con il termine *piattaforma* si intende il tipo di architettura di supporto e il sistema *software* attraverso i quali sono progettati ed eseguiti programmi ed applicazioni.

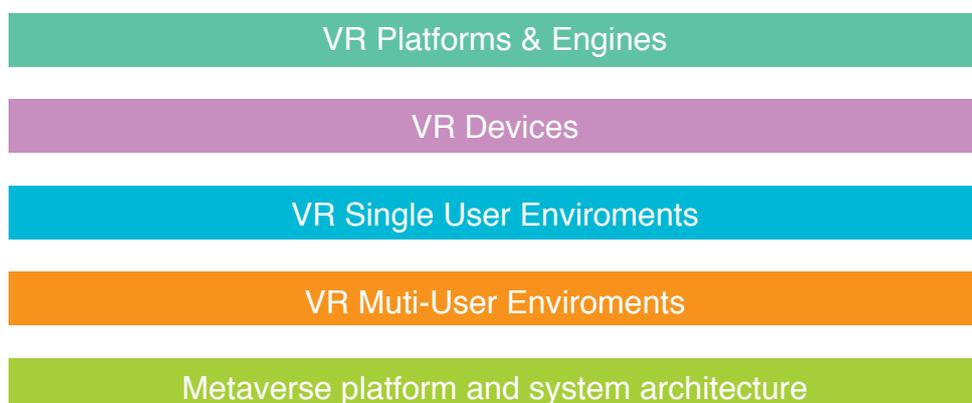
software che rende possibile la visualizzazione dell'ambiente e dei contenuti VR attraverso i dati elaborati dal device. Con il termine device s'intende un dispositivo quale un PC, un Tablet o uno Smartphone, con il termine viewer s'intende un *Browser 3D*¹⁶, un *Browser plug-in*¹⁷ o un'applicazione dedicata attraverso la quale l'utente può visualizzare i contenuti VR elaborati dal device. All'interno della categoria dei devices è possibile aggiungere al vasto sistema VR altri *Smart Devices* quali, ad esempio, l'Oculus Rift, l'HTC Vive ed il Samsung Gear VR che rappresentano i dispositivi di ultima generazione entrati nel mercato in questi anni e grazie ai quali è possibile vivere un'esperienza ancora più immersiva e coinvolgente.

Ovviamente un ambiente 3D è fruito attraverso l'utilizzo di un *avatar* ma questa componente non è fondamentale per la realizzazione dello stesso. Esso può essere creato in ogni momento e rappresenta uno strumento di interazione per l'utente. Tutto questo vale per ambienti VR realizzati per singoli utenti (*Single User Enviroments*), se l'obiettivo invece è quello di ricreare un ambiente con più utenti (*Multi-user Enviroments*), è necessario integrare quanto sopra esposto con un Network. Con network s'intende una qualsiasi rete che permetta agli utenti di essere connessi da remoto e con diversi devices: da una rete locale a cui è collegato un numero definito di utenti, alla rete Internet nel suo complesso.

Integrando l'ambiente VR con quest'ultimo elemento, la rete, si può quindi ottenere un ambiente virtuale online che ospita più utenti nello stesso momento e che permette di vivere e condividere un'esperienza immersiva VR attraverso nuove forme di interazione e collaborazione.

Ma cosa succede quando diversi ambienti VR vengono connessi tra loro attraverso la rete? La risposta sta nell'evoluzione di Internet che, grazie allo sviluppo di una terza dimensione, rende possibile la creazione di un unico grande ecosistema VR condiviso ed interconnesso. Questo è ciò che viene definito *Metaverso* e che rappresenta il futuro Web 3D.

Questa breve descrizione del funzionamento della tecnologia VR vuole essere una premessa utile alla miglior comprensione dell'evoluzione della stessa e, a tal proposito, è stato elaborato uno schema riassuntivo dei principali milestones distinti secondo le cinque seguenti categorie:



¹⁶ Con il termine *browser* si intende un'applicazione software utilizzata per esplorare e visualizzare contenuti nel WorldWideWeb.

¹⁷ Con il termine *Plug-in* si intende una componente software che, se installata, aggiunge particolari funzionalità a un programma già esistente.

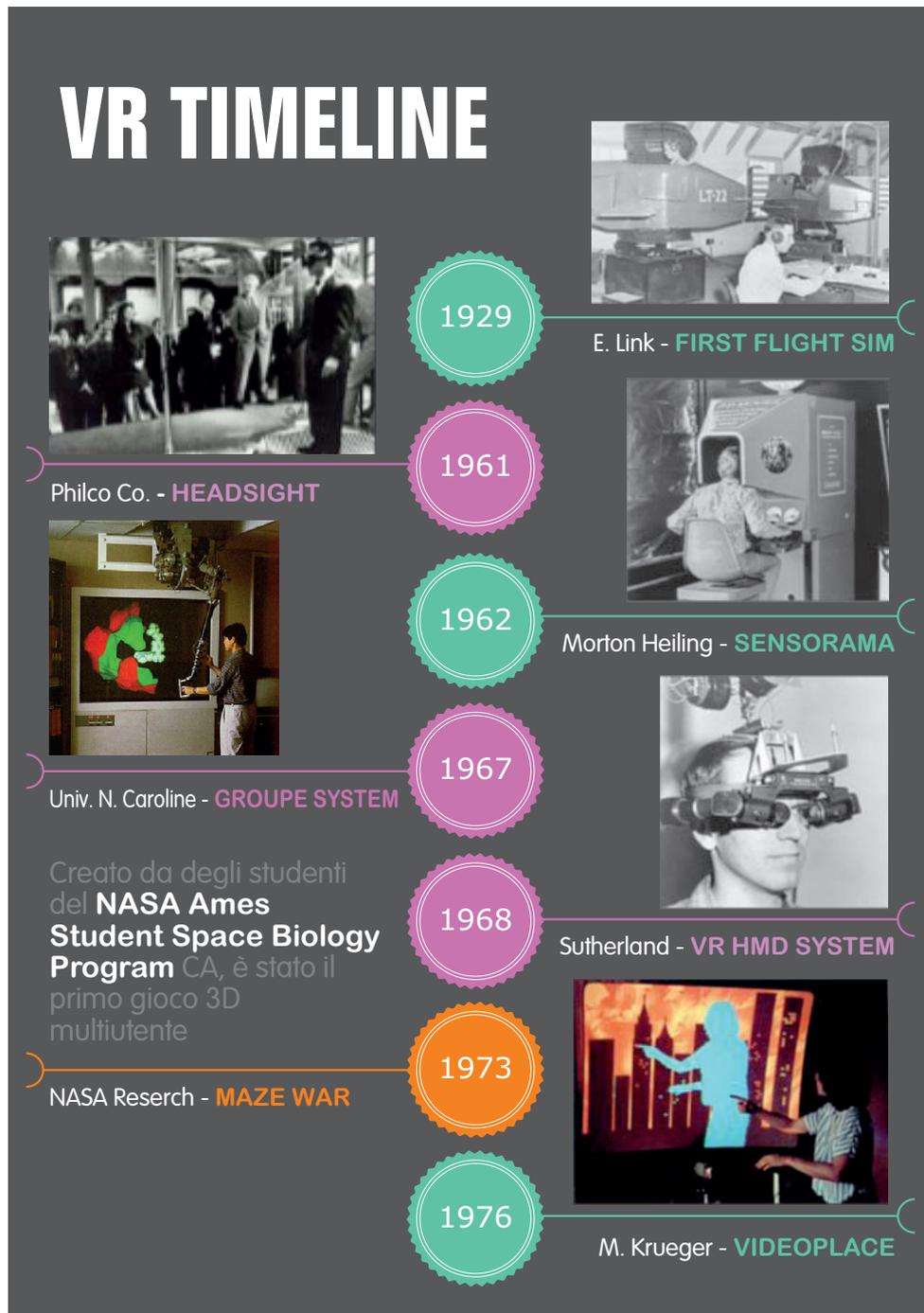


Figura 1/a - Virtual Reality Timeline

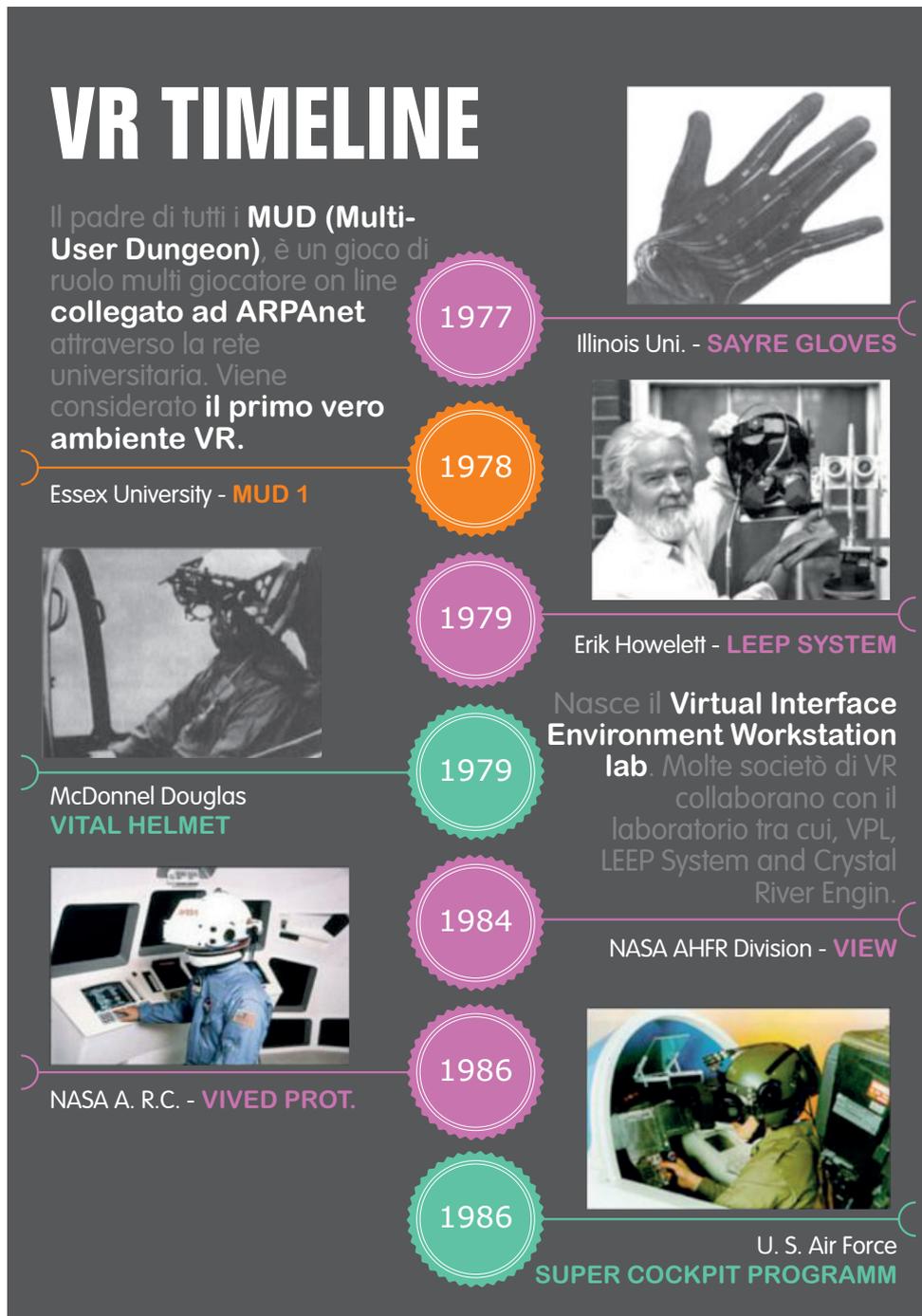


Figura 1/b - Virtual Reality Timeline

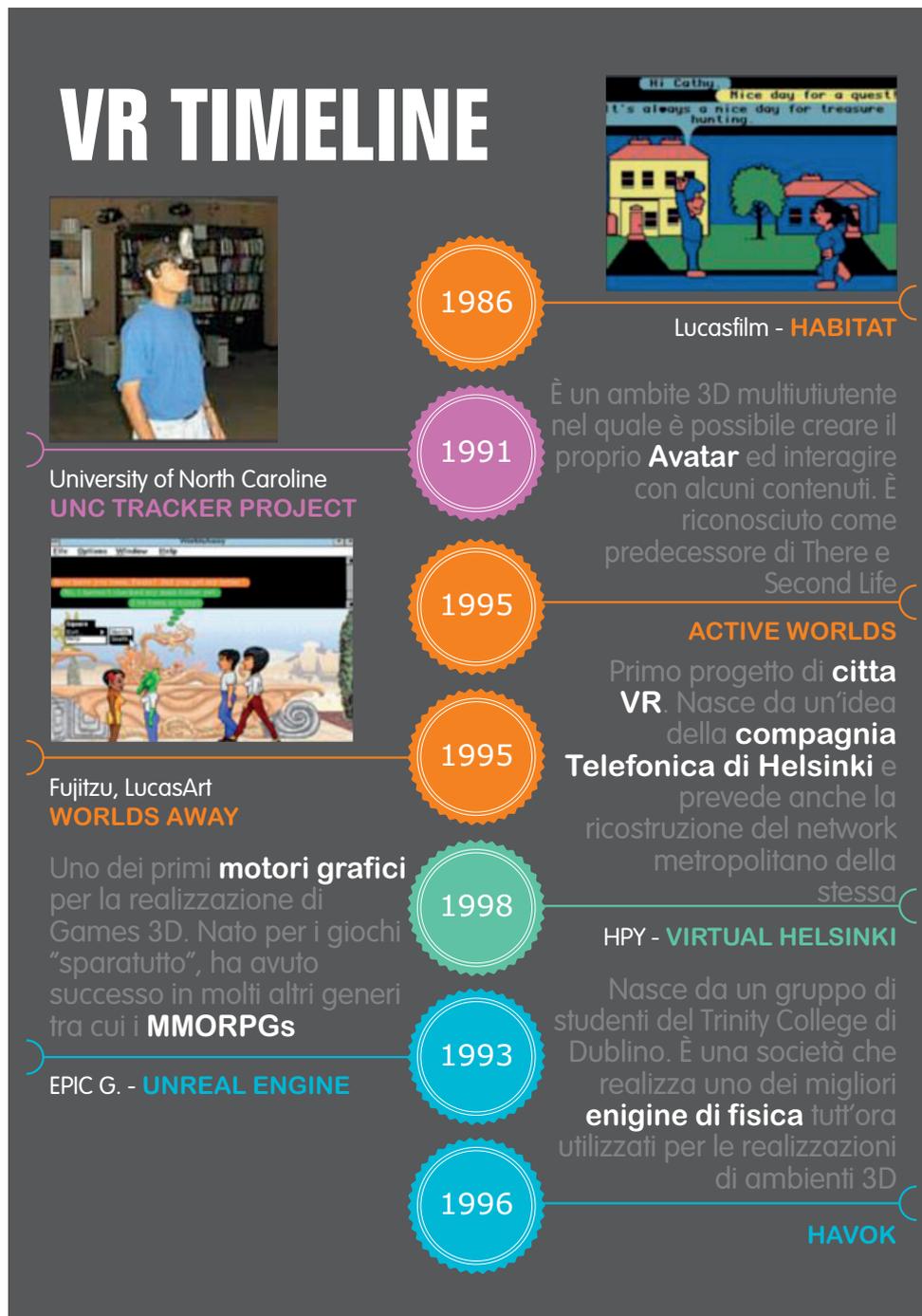


Figura 1/c - Virtual Reality Timeline

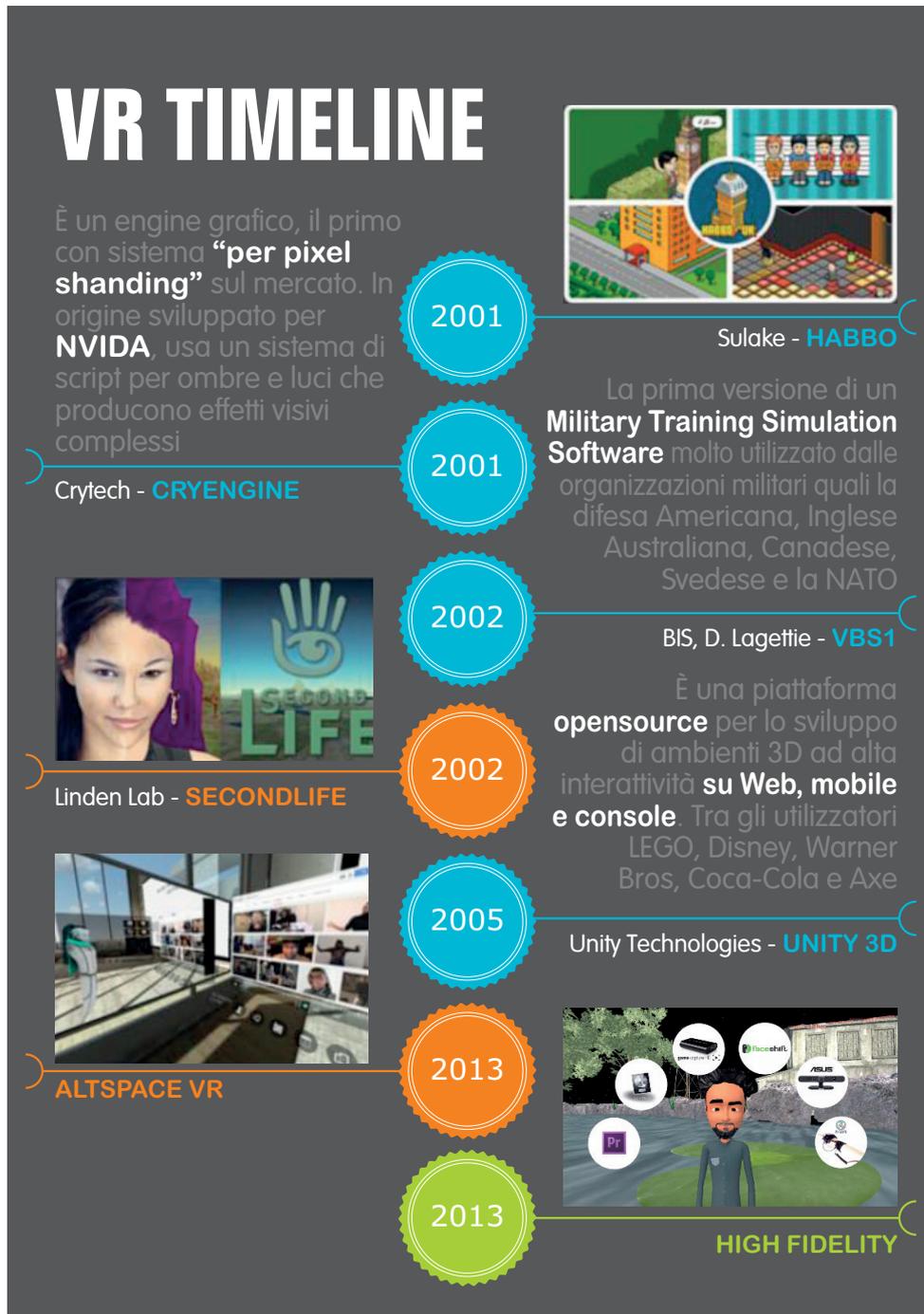


Figura 1/d - Virtual Reality Timeline

1.2.2 Gli anni '50 e il Sensorama

La realtà virtuale inizia ad essere sperimentata da alcuni pionieri tra gli anni 1950 e 1960 anche se, già nel 1916 venne riconosciuto ad Albert B. Pratt il brevetto per il primo periscopio ad elmetto.¹⁸ Nel 1929 Edward Link, invece, tentò lo sviluppo del primo esempio di simulatore di volo computerizzato, il *Mark I*, un'apparecchiatura che permetteva la simulazione delle dinamiche di volo di un aereo anziché semplicemente imitarle.

Nel *Mark I*, mentre i movimenti dei piloti durante le azioni di controllo venivano percepite come input, il computer usava equazioni matematiche per modellare le caratteristiche di un particolare aeroplano ed elaborare una serie di informazioni multi-sensoriali al fine di far vivere l'esperienza simulata al pilota. Questa macchina, al tempo sperimentata dai piloti della difesa militare USA come strumento sicuro di formazione, rappresentò un punto di svolta poiché spinse la tecnologia VR dal mondo accademico e militare a quello commerciale e civile.

La prima importante invenzione nel mondo VR è però attribuibile a Morton Heiling¹⁹ che, nel 1956, sviluppa *Sensorama*, una macchina tra le prime conosciute come esempio di tecnologia immersiva multi-sensoriale.

Sensorama era un simulatore che ricreava l'illusione della realtà usando ricostruzioni 3D, suoni stereo, odori, vibrazioni della seduta e produttori di aria e fumo. Il sistema era composto da altre due invenzioni indispensabili al suo funzionamento: *Il Sensorama Motion Picture Projector e la Sensorama 3-D Motion Picture Camera*.

L'idea di Sensorama nasce dal mondo di Heiling, il cinema. Egli prese ispirazione dal Cinerama, un sistema a tre telecamere utilizzato per la proiezione di film su di un grande schermo ad arco al fine di espandere l'area di visualizzazione spaziale al pubblico.

Heiling credeva in una rivoluzione del cinema e dell'esperienza vissuta con esso e, nel 1955, inizia i suoi studi su ciò che egli definì "*Il Cinema del Futuro*".²⁰

Partendo non tanto dall'esame del rapporto tra cinema e spettatore, bensì dall'analisi di quanto normalmente lo spettatore sposta la sua attenzione in diverse situazioni, gli studi di Heiling si focalizzarono su come ognuno dei nostri cinque sensi sia usato in proporzione diversa durante l'esperienza vissuta, modificando la percezione della stessa in base alla combinazione degli stimoli ricevuti in un dato momento.

I sensi identificano gli organi che rappresentano le fondamenta che, unite, creano la forma sensuale della coscienza umana: l'occhio, con una vista tridimensionale a colori di 180 gradi orizzontali per 150 verticali; l'orecchio, capace di distinguere tonalità, volume, ritmo, suoni, parole e musica; il naso e la bocca che distinguono odori e sapori; la pelle che registra la temperatura, la pressione e la superficie.

L'obiettivo del Cinema del Futuro di Heiling era dunque quello di replicare la realtà per ognuno dei cinque sensi al fine di ampliarne la percezione: intensità degli odori da distribuire attraverso l'impianto di condizionamento, immagini estese oltre la visione periferica e suoni stereofonici diffusi attraverso decine di casse.

¹⁸ <http://www.google.com/patents/US1183492>

¹⁹ *Morton Heilig* (1926-1997) è un regista, direttore di fotografia ed inventore Americano che tra i primi condusse studi sulla Realtà Virtuale attraverso dispositivi multimediali. I suoi studi e le sue invenzioni avranno influenza sul futuro dei dispositivi VR.

²⁰ HEILING M., *The Cinema of the Future*, 1995.

Le stimolazioni sensoriali vengono quindi fornite nelle stesse proporzioni in cui si manifestano nella vita reale contribuendo alla creazione dell'illusione e, in quest'ottica, l'attenzione è diretta e non mantenuta attraverso effetti cinematografici. Essa è stimolata grazie alla riproduzione di stimoli naturali.

Nel 1961 Heiling ottiene così il Brevetto US 3050870 A²¹ che, nel testo originale, definisce il Sensorama un apparato televisivo stereoscopico per uso individuale, il primo dispositivo che presenta forti similarità con quelli che negli anni '90 prenderanno il nome di HMD²².

Fu però l'Headsight il primo vero prototipo di HMD, sviluppato nel 1961 dagli ingegneri della Philco Corporation. L'Headsight era un elmetto al cui interno era stato incorporato uno schermo ed un sistema di tracciamento collegato a delle telecamere a circuito chiuso. L'intenzione era quella di utilizzare l'elmetto in situazioni di pericolo, l'utente avrebbe così potuto osservare un ambiente reale a distanza, spostando

l'angolo della telecamera attraverso il movimento della testa.

1.2.3 Sutherland, “The Ultimate Display”

Negli anni '60, l'interesse per questa nuova tecnologia è sempre maggiore e non soltanto tra le istituzioni pubbliche.

L'industria ed i centri di ricerca privati, tra cui i *Bell Laboratories*, il *Mathematical Applications Group Incorporated* (MAGI)²³ e la *General Electric Company* (GE), giocarono un ruolo importante nei primi sviluppi della tecnologia VR, anche se il settore privato non fu in grado di supportare lo sviluppo di una tecnologia nascente con così alti rischi di ricerca senza il contributo di investimenti governativi.

In quest'epoca, infatti, la realtà virtuale veniva considerata come una tecnologia complessa che comprendeva diverse e separate linee d'innovazione, costose e rischiose. I tempi di sviluppo erano molto lunghi e incerti così come il ritorno degli investimenti a lungo termine.

La stessa MAGI fu sostenuta da contratti militari per lo sviluppo di progetti di simulazione quale, ad esempio, il *Synthavision*, un sistema algoritmico per la realizzazione di animazioni computerizzate.

Allo stesso modo, General Electric riuscì a sviluppare il primo simulatore di volo interattivo, a colori e in tempo reale, grazie a un progetto partito da un contratto con la NASA. Il simulatore, completato nel 1967, permetteva di visualizzare in simultanea fino a 40 oggetti solidi a colori con le rispettive ombre attraverso un buon grado di approssimazione del riflesso della luce. Inoltre, il display si aggiornava in tempo reale in base alle azioni dell'utente da cui veniva controllato.

Questo sistema fu il prototipo per una nuova generazione di training simulators, esso, infatti, integrava la visualizzazione di ambienti virtuali sintetici generati da PC con interazioni tattili. La sinergia tra progetti militari e civili, fondi federali e iniziative del settore privato fu quindi il motore dello sviluppo della tecnologia VR ed è proprio in questo periodo che

²¹ <http://www.google.com/patents/US3050870>

²² *Head-Mounted Displays*, dispositivi da indossare sul capo dotati di un display per la visualizzazione di contenuti virtuali tridimensionali.

²³ Fondata nel 1966 a New York da Philip Mittelman, è stata una tra le prime società informatiche.

si assiste ad uno tra i più importanti contributi nel settore, il contributo di Ivan Sutherland²⁴, pioniere indiscusso della realtà virtuale.

Durante la sua ricerca iniziale sulle tecnologie immersive, Sutherland scrisse *“The Ultimate Display”* e ne presentò il contenuto al congresso dell’*International Federation for Information Processing* (IFIP) nel 1965.

Nel suo discorso, Sutherland sostenne che i progressi nella scienza dell’informatica avrebbero reso possibile l’ingegnerizzazione di esperienze virtuali multi-sensoriali. Egli era convinto delle grandi potenzialità dei computer di trasformare la natura astratta della matematica in ciò che ora definiamo ambienti virtuali interattivi:

*“...For instance, imagine a triangle so built that whichever corner of it you look at becomes rounded. What would such a triangle look like? Such experiments will lead not only to new methods of controlling machines, but also to interesting understandings of the mechanisms of vision. There is no reason why the objects displayed by a computer have to follow the ordinary rules of physical reality with which we are familiar. The kinesthetic display might be used to simulate the motions of a negative mass. The user of one of today’s visual displays can easily make solid objects transparent - he can “see through matter!” (...). By working with such displays of mathematical phenomena we can learn to know them as well as we know our own natural world. Such knowledge is the major promise of computer displays. The ultimate display would, of course, be a room within which the computer can control the existence of matter. A chair displayed in such a room would be good enough to sit in. Handcuffs displayed in such a room would be confining, and a bullet displayed in such a room would be fatal”.*²⁵

Questo paper, pur diventato negli anni un modello fondamentale per la comprensione del concetto di realtà virtuale come intesa oggi, non è l’unico contributo portato da Sutherland. Nel 1966, infatti, si trasferisce dall’ARPA²⁶ alla *Harvard University* dove diventa Professore Associato di Matematica Applicata, e, assieme ad uno dei suoi studenti, Bob Sproull, inizia a lavorare su ciò che sarà chiamato qualche anno dopo *“The Sword of Damocles”*, un paio di occhiali con due piccoli schermi, uno per occhio, che insieme davano l’illusione di una visione tridimensionale dell’ambiente e che, attraverso il movimento della testa, permettevano il cambio di visuale.

Nello stesso periodo, la *Bell Helicopter Company* stava lavorando allo sviluppo di un HMD

²⁴ *Ivan Sutherland* è uno scienziato informatico statunitense considerato da molti padre della grafica computerizzata e pioniere di Internet. Sutherland ha contribuito a numerosi studi in ambito informatico introducendo concetti quali la modellazione computerizzata 3D, la simulazione virtuale, il *computer aided design* (CAD) e la realtà virtuale.

²⁵ SUTERLAND I., *The Ultimate Display*, IFIP Congress, 1965.

²⁶ L’*Advanced Research Projects Agency*, nasce nel 1958 come centro di Ricerca e Sviluppo del Dipartimento della Difesa U.S. ed aveva come missione lo sviluppo di idee innovative e di progetti di ricerca ad alto impatto tecnologico. Nel 1960 tutti i programmi di ingegneria spaziale vennero trasferiti alla NASA e i programmi militari vennero trasferiti alle rispettive forze (Aeronautica, Marina, etc.). L’ARPA mantenne così la sua funzione principale diventando la più grande agenzia di ricerca fondi per la ricerca e lo sviluppo di tecnologie.

progettato per essere indossato dai piloti che utilizzavano i loro elicotteri.

Il caschetto riceveva input da una telecamera infrarossi servo-comandata installata sotto l'elicottero. La telecamera si muoveva in base ai movimenti eseguiti dalla testa e il campo di visualizzazione del pilota era lo stesso riprodotto dalla telecamera. Questo sistema era pensato per permettere agli elicotteri militari di atterrare di notte e in terreni difficili e, questo esperimento, dimostrò che l'uomo poteva essere totalmente immerso in ambienti remoti attraverso gli occhi della telecamera. Sutherland e Sproull trasformarono il lavoro della Bell Helicopter da progetto di sistema di visualizzazione di realtà remota a progetto VR, sostituendo la telecamera, che rappresentava la tecnologia adottata dagli HMD primitivi, con un computer in grado di generare immagini sintetiche. Il progetto di Sutherland ebbe molto successo e ricevette diversi finanziamenti da enti militari e accademici e dal settore industriale: la CIA investì 80.000 dollari e altri fondi furono elargiti dall'ARPA, dal Dipartimento di Ricerca della Marina e dagli stessi Laboratori Bell. La Bell Helicopters fornì inoltre tutto l'equipaggiamento necessario allo sviluppo e un computer PDP-1 fu fornito dall'Air Force.

Nel 1968 Sutherland diventa Professore di Informatica alla *University of Utah*, Salt Lake City, dove prosegue lo sviluppo dell'HMD e conclude un altro importante paper dal titolo "*A head-mounted three dimensional display*"²⁷ nel quale descrive gli sviluppi del progetto dell'HMD stereoscopico iniziato ad Harvard spiegandone il funzionamento.

Nello stesso periodo Sutherland incontra Dave Evans, fondatore del *Computer Science Department of University of Utah* e, insieme, fondano la *Evans & Sutherland Computer Corporation*. La società era specializzata nella progettazione di sistemi di visualizzazione grafica simulata in tempo reale e nella realizzazione di simulatori di volo e per carri armati militari commissionati dal Governo. Molti piloti, sia civili sia militari, furono formati attraverso questi simulatori di volo e, ancora oggi, la *Evans & Sutherland*²⁸ è una tra le maggiori aziende del suo settore.

1.2.4 Gli anni '70

Grazie alle ricerche svolte negli anni precedenti, le immagini in quest'epoca sono computerizzate e tridimensionali, gli schermi dei computer si trasformano da semplici interfacce per lettere, numeri e simboli grafici a elaboratori complessi e, attraverso l'utilizzo di modelli di simulazione per la ricostruzione della realtà, la tecnologia informatica sta dando vita a un immenso universo virtuale che gradualmente aggiunge sviluppi di funzionalità con dispositivi sempre più complessi. Negli anni '70, la ricerca, che si era finora focalizzata principalmente sullo sviluppo di simulatori di volo e HMD, sviluppa nuovi dispositivi, in particolari tattili, e nascono le prime forme di ambienti VR multi-utente.

GROPE PROJECT

Uno dei più grandi contributi di questo periodo è dato Frederick Brooks²⁹ con il progetto Grope, iniziato già nel 1967 alla *University of North Carolina* e sviluppatosi fino agli anni '90. Brooks fu ispirato dalla visione di Sutherland contenuta in "*The Ultimate Display*":

²⁷ SUTHERLAND I., *A head-mounted three dimensional display*, Fall Joint Computer Conference, 1968.

²⁸ <http://www.es.com/>

²⁹ Frederick Brooks è un ingegnere e scienziato informatico americano famoso, oltre che per il progetto GROPE, anche per importanti contributi nello sviluppo di sistemi IBM.

*“In 1965 Ivan Sutherland set forth a vision of “The Ultimate Display,” a view of a display as a window into a virtual world. This vision, which has provided a research program for interactive computer graphics ever since, included seeing, hearing, and feeling in the virtual world... Stimulated by this vision, we began a research program in interactive graphics, selected molecular graphics as our principal driving problem, and started in 1967 Project GROPE to develop a haptic display for molecular forces”.*³⁰

Scopo del progetto era lo sviluppo di un sistema per la visualizzazione a sei dimensioni della simulazione delle forze nell'accoppiamento molecolare rilevate attraverso sistemi di percezione aptica, dove con percezione aptica ci si riferisce *“all’elaborazione percettiva delle informazioni provenienti da molti sottosistemi, tra cui quelli della pelle, dei muscoli, dei tendini e delle articolazioni. La percezione aptica ricerca di solito attivamente le informazioni. Le persone esplorano l’ambiente invece di ricevere passivamente i vari stimoli”*.³¹

Nel 1970 i laboratori di Brooks furono riconosciuti dall’NIH³² come *Research Resource in Molecular Graphics* con l’obiettivo di sviluppare ambienti virtuali a supporto di biologi molecolari e biochimici nella visualizzazione e comprensione di dati e modelli. Nel 1971 viene presentata la prima versione, il *Grope I* con sistema di visualizzazione 2D, mentre nel 1976 fu sviluppata la seconda versione, il *Grope II* con sistema di visualizzazione 3D. Il progetto ebbe dunque più fasi nello sviluppo e fu solo nel 1990 che Brooks riuscì a raggiungere il suo iniziale obiettivo: la realizzazione del *Grope III* con sistema di visualizzazione 6D.

VIDEOPLACE

Un altro interessante progetto di questo periodo è sviluppato da Myron Krueger³³ che, dopo aver terminato il suo PhD in *Computer Controlled Responsive Enviroments alla University of Wisconsin*, esibisce nell’ottobre del 1975 al *Milwaukee Art Center* la prima versione del Videoplace, progetto voluto dal *National Endowment for the Art* del Wisconsin e sostenuto dallo *Space Science and Engineering Center*.

Il Videoplace è un ambiente concettuale, senza esistenza fisica, che unisce persone in luoghi diversi attraverso un’esperienza visuale comune e interattiva. Lo stesso Krueger definisce come segue il suo progetto:

“Videoplace is based on the premise that the act of communication creates a place that consists of all the information that the participants share at that moment. When people are in the same room the physical and communication plans are the same. When the communicants are separated by distance, as

³⁰ BROOKS F., *Project GROPE-HapticDisplays for Scientific Visualization*, Computer Graphics, Vol. 24, N. 4, 1990.

³¹ WOLFE J. M. et al., *Low target prevalence is a stubborn source of errors in visual search tasks*. Journal of Experimental Psychology, 2007.

³² L’NIH, National Institutes of Health, è l’Agenzia Nazionale di Ricerca Medica e fa parte del Dipartimento di Salute e Servizi Umani degli Stati Uniti.

³³ Myron Krueger è un ricercatore e Professore universitario americano considerato uno dei pionieri della realtà virtuale e dell’arte interattiva. Nel 1973 ha coniato il termine Realtà Artificiale.

in a telephone conversation, there is still a sense of being together although sight and touch are not possible. By using television instead of telephone, Videoplace seeks to augment this sense of place by including vision physical dimension and a new interpretation of touch. Videoplace consists of two or more identical environments which can be adjacent or hundreds of miles apart. In each environment a single person walks into a darkened room where he finds himself confronted by an 8' X 10' rear-view projection screen. On the screen he sees his own life-size image and the image of one or more other people'. This is surprising in itself since he is alone in the room. The other images are of people in the other environment. They see the same composite image on their screens. The visual effect of several people in the same room. By moving around their respective rooms, thus moving their images, the participants can interact within the limitations of the video medium".³⁴

Il sistema, sviluppato nel 1975, prevedeva l'utilizzo di uno schermo proiettore e di una videocamera per ognuno dei due distinti ambienti attraverso i quali veniva riprodotta l'illusione che due persone fossero nella stessa stanza seppur realmente distanti tra loro. Muovendosi all'interno dei due ambienti, essi potevano interagire da remoto attraverso l'illusione di toccare l'altra persona e gli oggetti visualizzati in comune.

Al fine di realizzare la sua idea, Krueger riuscì negli anni a sostituire questi dispositivi con sistemi computerizzati, sviluppando il suo personale sistema hardware successivamente, negli anni '80. Questa evoluzione permise il miglioramento di aspetti tecnici quali il riconoscimento e l'analisi dell'immagine, la risposta in tempo reale e permise l'integrazione di immagini artificiali ricreate dal computer con l'ambiente visualizzato.

SAYRE GLOVE

Uno dei primi prototipi di dispositivi tattili, anche chiamati *Data Glove*, è il *Sayre Glove*. Il *Data Glove* è un dispositivo input che viene indossato come un guanto e traccia i movimenti delle dita e delle mani permettendo a chi lo indossa di toccare e manipolare oggetti virtuali per un'interazione in tempo reale all'interno dell'ambiente virtuale.

Il *Sayre Glove* viene sviluppato nel 1977 da Daniel J. Sandin e Thomas Defanti all'Electronic Visualization Laboratory, un laboratorio di ricerca della *University of Illinois* di Chicago. Il progetto, basato su un'idea di un loro collega, Richard Sayre, fu sviluppato per il *National Endowment for the Arts*.

Il *Sayre Glove* usava dei piccoli tubi flessibili, non in fibra ottica, con una fonte di luce ad un'estremità e una fotocellula all'altra. I tubi erano montati lungo la base di ogni dito del guanto e, nel momento in cui uno dei tubi veniva piegato, la quantità di luce che passava dalla fonte alla fotocellula diminuiva, quindi, il voltaggio di ognuna era correlato con il movimento del dito. Questo sistema venne usato come metodo di controllo multidimensionale attraverso l'imitazione di un set di cursori.

³⁴ KRUEGER M.W., *AFIPS 46 National Computer Conference*, 1997.

MAZE WAR

Nell'estate del 1972, Steve Colley e Howard Palmer, stagisti di un Summer College Program, stavano lavorando ad una ricerca del *NASA's Ames Research Center* per testare i limiti dei minicomputer Imlac PDS1 e PDS4, computer usati nel programma *Space Shuttle*.

In particolare, l'ambito della ricerca era focalizzato sulla fluidodinamica computazionale per la progettazione di veicoli spaziali futuri. Durante lo sviluppo della ricerca, Colley capì come far rotare un cubo all'interno dello schermo e, grazie a questa scoperta, Palmer suggerì di creare un labirinto tridimensionale, il *Maze*.

Attraverso questa prima versione del sistema, l'utente non osservava semplicemente il labirinto dall'esterno bensì si trovava virtualmente in esso e poteva camminare al suo interno alla ricerca dell'uscita. Era un semplice labirinto, senza la presenza di oggetti o *avatar* e, una volta trovata l'uscita, lo scopo del gioco era raggiunto.

Il concetto del *Maze* era interessante ma il gioco fine a se stesso risultava noioso. Allo sviluppo del progetto si aggiunse presto un collega dei due, Greg Thompson, ed il *Maze* ebbe notevoli sviluppi. Uno dei tre, infatti, ebbe l'idea di aggiungere utenti al labirinto e, per fare questo, era necessario l'utilizzo di almeno due Imlac che, al tempo, non erano tra loro collegati.

Colley programmò quindi un pezzo di codice aggiuntivo che connetteva i due sistemi attraverso l'utilizzo di porte seriali per la trasmissione delle posizioni.

In questa seconda versione quindi, due utenti potevano camminare all'interno del labirinto in simultanea. Ognuno di essi veniva visualizzato attraverso il proprio username e una semplice indicazione grafica indicava la localizzazione e l'orientamento di ogni utente al suo interno.

Il sistema funzionava molto bene e presto arrivò l'idea di renderlo ancora più interessante integrando al gioco la funzione di sparo. Ora l'utente non solo poteva vedere l'altro all'interno del labirinto ma anche sparargli addosso.

Nacque così il *Maze War*; padre di tutti i videogames oggi chiamati "*first-person shooter*".

Il *Maze War* non ottenne grosse attenzioni al di fuori dei suoi creatori fino a questo momento ma le cose cambiarono velocemente nell'autunno del 1973 quando i tre si diplomarono. Colley si iscrisse a *Caltech*, Palmer a *Stanford* mentre Thompson ritornò al *Massachusetts Institute of Technology*, MIT, portando con sé il progetto *Maze*.

Mentre al NASA Ames ogni Imlac girava la propria versione di *Maze War* e le posizioni venivano calcolate attraverso un collegamento locale delle due rispettive macchine con velocità di trasmissione delle informazioni molto lenta (50Kb al secondo), nel 1974, al MIT, *Maze War* fu collegato ad un mainframe, l'IBM 1800, che permise la connessione ad *Arpanet*, la rete che precedette Internet.

Attraverso il mainframe, quindi, potevano essere collegati in simultanea più di due utenti ed il calcolo delle posizioni era svolto da un'unica macchina centralizzata che coordinava tutti i movimenti e li mostrava in tempo reale ad ogni giocatore. Questo fu il passo che fece del *Maze War* il primo ambiente virtuale multi-utente.

MUD1

Il termine MUD, *Multi-User Dungeon*, è utilizzato per definire una categoria di giochi di ruolo on line multi-utente basati su sistema testuale.

Il primo vero e proprio MUD della storia fu sviluppato nel 1978 da Roy Trubshaw alla *Essex University*, Inghilterra, attraverso l'utilizzo del linguaggio di programmazione MACRO-10

(codice macchina utilizzato per il sistema DEC-10, il mainframe utilizzato all'epoca dall'Università stessa).

Il MUD di Trubshaw, quindi, è sicuramente uno dei primi tra quelli che sono oggi definiti mondi virtuali multi-utente in tempo reale anche se, originariamente, era poco più di un gioco in cui una serie di stanze erano tra loro interconnesse e all'interno delle quali l'utente collegato poteva muoversi e utilizzare un sistema di chat.

Il sistema usava il testo per descrivere gli ambienti anziché permetterne una visualizzazione grafica ed era limitato a trentasei utenti in simultanea.

All'interno del MUD i giocatori si ritrovavano in un mondo di fantasia nel quale essi navigavano attraverso l'uso di comandi testuali e potevano interagire con gli altri utenti. Poco dopo, fu programmata la seconda versione, il MUD 1, versione molto più sofisticata della prima. Uno degli obiettivi di Trubshaw, infatti, era quello di creare un database che permettesse cambiamenti o aggiunte dell'ambiente senza ricompilare il codice di programmazione e, per questo, ebbe l'aiuto di Richard Bartle.

Il database degli elementi che componevano l'ambiente (stanze, oggetti, comandi etc.) era definito in un file separato ma poteva essere integrato durante l'esperienza dell'utente permettendogli di aggiungere nuove stanze anche molto diverse dal resto del mondo.

Lo stesso anno furono apportate delle modifiche al programma che permisero di raggiungere un bacino più largo di utenti. Se prima del 1980 il numero dei giocatori era limitato al numero delle connessioni di rete disponibili, il numero di utenti che potevano potenzialmente avere accesso al gioco si espanse enormemente quando la rete dell'Università fu collegata ad Arpanet.

VITAL

Come accennato, alla fine degli anni '70, la difesa militare statunitense stava investendo ingenti risorse sulla ricerca negli HMD soprattutto al fine di ridurre lo spazio e le misure di quelli che erano all'epoca i loro sistemi di simulazione. Attraverso la visualizzazione della simulazione via HMD indossati dai piloti, infatti, sarebbe stato possibile eliminare schermi e sistemi di proiezione all'epoca molto ingombranti.

Uno dei primi dispositivi di questo tipo fu il *Vital*, l'HMD progettato dalla *McDonnell Douglas* nel 1979.

Il sistema utilizzava un sensore elettromagnetico per tracciare il movimento degli occhi del pilota al fine di riprodurre il suo punto di vista e, attraverso due tubi a raggi catodici monocromatici posizionati all'altezza delle orecchie, veniva proiettata l'immagine in uno schermo integrato.

Il caschetto permetteva così al pilota di visualizzare e gestire controlli meccanici all'interno della cabina di pilotaggio attraverso la visualizzazione delle immagini sintetiche del mondo esterno generate dal computer.

Questo progetto di simulazione di volo di origine militare avrà un grande impatto negli anni successivi nel settore dei video games.

LEEP SYSTEM

Sviluppato nell'estate del 1979 da Eric Howlett, il *LEEP System* fece il suo esordio nel marzo 1980 alla *Photographic Society of America* conference a Las Vegas e fu il primo sistema di fotografia panoramica stereo.

Il LEEP System (*Large Expanse, Extra Prospective*) era un sistema viewer con lenti molto larghe che permetteva all'occhio di vedere la realtà ricreata a grandezza naturale e ad ampio angolo. Una volta indossato, l'utilizzatore esplorava la scena muovendo la testa e l'ambiente visualizzato si adattava all'angolo di visualizzazione ricreando la sensazione di essere all'interno dell'ambiente stesso. In questo modo si poteva percepire la profondità della scena e, di conseguenza, la sensazione di realismo.

Nel 1985, il sistema originale fu riprogettato per la prima installazione di realtà virtuale del NASA Ames Research Center, il VIEW, e la sua tecnologia è alla base di tutti i dispositivi di visualizzazione VR indossabili disponibili oggi.

1.2.5 Gli anni '80 e '90

Gli anni '80 dello scorso secolo rappresentano un periodo molto attivo non soltanto nell'ambito della realtà virtuale, bensì nel settore informatico in genere. In quest'epoca, infatti, vengono fondate molte tra le più importanti società informatiche e del settore VR tra cui la *VPL Research Inc.* fondata da Jaron Lanier, già in precedenza citato e coniatore del termine *Virtual Reality*. L'utilizzo di elaboratori informatici inizia ad essere diffuso tra organizzazioni e privati e il settore IT si consolida grazie ai continui progressi tecnologici. Gli stessi progressi contribuiscono allo sviluppo della realtà virtuale ed è proprio in questo periodo, a metà degli anni '80, che le diverse tecnologie VR finora sperimentate convergono per creare il primo vero e proprio sistema VR. Nel 1984, infatti, Dave Nagel, all'epoca a capo della *NASA Aerospace Human Factors Research Division*, assunse Scott Fisher per creare il VIEW, *Virtual Interface Environment Workstation*. Il VIEW fu il primo sistema che combinava assieme gli elementi chiave della tecnologia: grafica computerizzata, immagini video, suoni tridimensionali, riconoscimento vocale, HMD e Data Glove. Fischer descrive il funzionamento del sistema come segue:

*“The present display unit is helmet-mounted and consists of monochromatic liquid crystal display screens presented to each eye of the user through wide-angle optics. Imagery displayed on the screen is generated by computer, remote video sources or a combination of input media. Head motion of the user is tracked by a sensor mounted on the helmet and the derived position and orientation data is used to update the displayed stereo images in response to the users activity. As a result the displayed imagery can appear to completely surround the user in 3-space. To interact with the displayed three dimensional environment, the user wears lightweight glove like devices that transmit data-records of arm, hand and finger shape and position to a host computer. In coordination with connected speech recognition technology, this information is used to effect indicated gestures in the synthesized or remote environment. Current examples of research in voice and gesture mediated interaction is the control of robotic arms and end-effectors, and associated control of auxiliary camera positions. Similarly, in a data management environment, windows of information or virtual control panels are positioned, sized and activated in 3-space”.*³⁵

³⁵ SCOTT S. FISHER, *Virtual Interface Environment*, NASA Ames Research Center, Moffett Field, California, 1986.

Molte società di VR furono chiamate per dare il loro contributo al progetto tra cui la VPL Inc., la LEEP System Inc., la Fakespace Inc., e la Crystal River Engineering.

In particolare, nel 1985 la VPL Inc. fu contattata da Fischer per creare un Data Glove con apposite specifiche mentre venne utilizzato il LEEP System come sistema di visualizzazione all'interno dell'HMD.

Il VIEW fu realizzato nel 1986 e lo scopo principale fu quello di eseguire prove di manutenzione delle stazioni spaziali attraverso la simulazione VR.

Nello stesso anno, alla *Wright-Patterson Air Force Base in Ohio*, la U.S. Air Force stava sviluppando il programma *Super Cockpit* sotto la direzione di Thomas Furness:

*“The Super Cockpit program will significantly improve pilot interfaces to complex weapon systems by developing a new class of virtual controls and displays. These devices generate a circumambience of three dimensional visual, aural and tactile information which surrounds the pilot becoming a spatial world through which he can communicate with the machine. Such a virtual cockpit is no longer constrained by the physical size of a conventional cockpit nor its displays. The main thrust of this program is to provide a medium through which the pilot interacts with the aircraft which is intuitive, easy to operate and taps the remarkable spatial abilities of the pilot”.*³⁶

Attraverso l'utilizzo di un sofisticato HMD ad alta risoluzione, per la cui singola componente sono stati investiti 1 milione di dollari, il sistema permetteva all'utente di essere immerso in una rappresentazione simbolica del mondo ed era possibile visualizzare l'orizzonte e la terra come se fosse sempre un giorno di sole.

I comandi erano vocali e il sistema audio completava l'esperienza attraverso delle cuffie grazie alle quali era possibile sentire altri velivoli provenire dalla reale direzione.

Se fino ad ora quindi i progetti nell'ambito della tecnologia VR si sono concentrati soprattutto su componenti hardware, è tra la fine degli anni '80 e gli anni '90 che iniziano gli sviluppi di piattaforme software.

In questo periodo, le continue evoluzioni in termini di grafica computerizzata e le nuove architetture di memoria stimolarono la crescita del mercato commerciale nel settore della tecnologia VR, incrementando i guadagni per le aziende e abbassando i prezzi degli strumenti di lavoro grafici.

Il miglioramento ottenuto in termini di rapporto prezzo-prestazioni delle tecnologie portò quindi ad un incremento della domanda di questi prodotti e l'espansione del mercato spinse così lo sviluppo di nuove architetture con l'obiettivo di ridurre notevolmente i requisiti di memoria e la larghezza di banda all'epoca necessari per il funzionamento della VR.

Le opportunità per l'utilizzo di tecnologie VR si allargarono a varie applicazioni commerciali ed è in questo periodo che nacquero le prime piattaforme di mondi virtuali muti-utente non più testuali bensì interamente grafici. Primi tra questi HABITAT, ACTIVE WORLD e WORLD AWAY.

³⁶ THOMAS A. F., *Configuring Virtual Space for the Super Cockpit*, Technical Report, 1988.

HABITAT

Habitat, creato nel 1986 da *Lucasfilm Games* (una divisione di *LucasArts Entertainment Company*) in collaborazione con *Quantum Computer Services Inc.*, è stato senza dubbio il primo tentativo di creare un ambiente virtuale multi-utente su larga scala a scopo commerciale. *Habitat* era un ambiente virtuale online multi-giocatore che permetteva agli utenti una visualizzazione animata in tempo reale all'interno di un mondo simulato online nel quale gli utenti potevano comunicare, giocare, innamorarsi, sposarsi, fare business e altro.

Il PC dell'utente fungeva da front-end mentre la comunicazione era gestita da un sistema back-end centralizzato. Il front-end forniva l'interfaccia utente generando in tempo reale le immagini animate dell'ambiente. Il back-end gestiva e permetteva l'interazione non solo tra utente e mondo ma anche tra gli utenti stessi.

Come primo esperimento, *Habitat* fu una fonte importante di informazioni per gli sviluppi dei mondi virtuali futuri:

“The Habitat project proved to be a rich source of insights into the nitty-gritty reality of actually implementing a serious, commercially viable cyberspace environment. Our experiences developing the Habitat system, and managing the virtual world that resulted, offer a number of interesting and important lessons for prospective cyberspace architects”.³⁷

Nello stesso documento, inoltre, sono riportate quattro importanti principi appresi da questa prima esperienza:

*“A multi-user environment is central to the idea of cyberspace
Communications bandwidth is a scarce resource.
An object-oriented data representation is essential.
The implementation platform is relatively unimportant.
Data communications standards are vital”*.

WOLRDS AWAY e ACTIVE WORLD

Furono entrambi lanciati nel 1995 e rappresentano l'evoluzione di *Habitat*.

Worlds Away fu sviluppato dalla giapponese *Fujitsu*. Nella prima versione la connessione avveniva tramite server account, nella seconda, lanciata due anni dopo, la piattaforma venne collegata ad Internet.

Worlds Away presentava caratteristiche più semplici rispetto ad *Active Worlds* e fu sviluppato in 2D. L'*avatar*, gestito dall'utente, ha limitate funzioni e posizioni e l'interazione avviene principalmente via chat. Al primo accesso l'utente aveva la possibilità di creare il proprio account attraverso la scelta del genere, le caratteristiche del corpo e della testa e, ovviamente, il proprio nome. Una volta avuto accesso al mondo era possibile camminare tra le vie della città, visitare negozi e interagire con gli altri utenti.

Active World è una piattaforma 3D più complessa e completa, integrata da voice chat e messaggi

³⁷ MORNINGSTAR C., FARMER R., *The Lessons of Lucasfilm's Habitat*, The First Annual International Conference on Cyberspace, 1990.

istantanei. All'interno di Active World l'utente, attraverso il proprio *avatar*, può visitare i diversi ambienti che lo compongono e, oltre all'esplorazione e all'interazione con gli altri utenti, è possibile creare singoli edifici o mondi propri grazie ad una serie di elementi grafici messi a disposizione dalla piattaforma stessa.

1.2.6 Gli anni 2000 e gli engine 3D

Se durante il secolo scorso il principale interesse nell'ambito della realtà virtuale si è concentrato, come descritto, soprattutto nello sviluppo delle parti hardware del sistema (devices e viewer), l'interesse si sposta in questo periodo nell'ambito software grazie alle innovazioni tecnologiche in genere, che rendono possibili sviluppi prima non raggiungibili.

Tra la fine degli anni '90 e la prima decade degli anni 2000, nascono, infatti, i primi ed ancora attuali engine 3D. Come sopra descritto, un engine di grafica 3D è quella parte di software che permette alla piattaforma su cui è sviluppato il mondo virtuale di elaborare in tempo reale immagini, elementi e interazioni in base agli input inviati dall'utente. Gestisce la visualizzazione della fisica negli ambienti e delle componenti presenti in essi ed elabora le animazioni di oggetti e *avatar*. Di seguito una breve descrizione dei più importanti engine nati in questo periodo.

UNREAL ENGINE

Uno tra i più importanti engine è sicuramente *Unreal Engine* la cui prima versione, sviluppata da *Epic Games*, debutta nel 1998.

Unreal Engine non è il primo engine 3D sviluppato ma è sicuramente il primo ad avere le caratteristiche complesse che lo caratterizzano.

La prima versione, infatti, realizzata fondamentalmente come motore per videogiochi, integrava più funzioni tra cui un buon livello di Intelligenza Artificiale, il rilevamento delle collisioni e un sistema complesso di gestione dei file.

Nella seconda versione, nel 2004, il codice e la parte di rendering vengono completamente riscritti e vengono implementati altri elementi al fine di permetterne l'utilizzo in più piattaforme (ad esempio GameCube, Xbox e PlayStation 2).

Nella terza generazione, l'engine viene ulteriormente migliorato e la possibilità di adattamento viene ampliata ad altre piattaforme tra cui IOS e Android. Ciò permise un'espansione nell'utilizzo di Unreal Engine e, ad esempio, nel 2012, l'FBI lo utilizza in un simulatore per la formazione.

La quarta e ultima versione disponibile è uscita nel 2014 e rappresenta uno dei migliori engine ad oggi disponibili scelto anche dalla NASA per il progetto *Mars2030*, un'applicazione VR che permetterà agli utenti la simulazione della vita nel pianeta rosso.

Mars2030 farà vivere un'esperienza interattiva non solo attraverso la visita virtuale del pianeta bensì attraverso piccole missioni che si svolgeranno sia all'interno della base spaziale virtuale della NASA, sia nelle varie zone del pianeta stesso.

Oltre a visitare il pianeta, gli utenti avranno così la possibilità di sperimentare l'esperienza vissuta dagli astronauti reali durante le missioni spaziali:

“Advances in virtual reality are creating remarkable opportunities for individuals to immerse themselves in worlds that are impossible, unlikely or simply out of human reach right now. Mars 2030, a new interactive, virtual Mars experience, would allow people to simulate life on the Red Planet. (...)

*Simulated environments have always been important in astronaut training. Today, physics-based simulations are helping NASA mission planners on the Journey to Mars, providing virtual environments to test vehicle and system performance in simulated deep space environments. NASA has relied heavily on mission simulators to prepare astronauts for every conceivable contingency. Mercury, Gemini, and Apollo crews spent one third or more of their total training time in simulators. Lunar landing crews used simulators for more than half of their training time”.*³⁸

Il progetto, sviluppato in collaborazione con la *US Space Agency* e il *MIT Space System Laboratory* verrà lanciato nel Marzo 2016 e l'applicazione sarà disponibile gratuitamente per Oculus Rift, Google *Cardboard*, Samsung VR, iPhone e sistemi Android.

HAVOK

Un altro engine molto utilizzato è *Havok Physics*, progetto iniziato nel 1998 e presentato per la prima volta nel 2000 alla *Game Developers Conference* da un gruppo di studenti del *Trinity College* di Dublino.

Havok Physics è un engine fisico 3D che, grazie all'utilizzo della simulazione dinamica, permette una realizzazione molto realistica di mondi virtuali e video games. Viene utilizzato per lo sviluppo di contenuti interattivi e permette la riproduzione grafica di ambienti realistici e di effetti speciali in tempo reale.

Attualmente supporta la maggior parte delle piattaforme tra le quali Xbox One e 360, PlayStation 4 e 3, Wii, Windows 8 e 7 (Desktop, Tablet e Phone), Android, iOS e Linux.

Nel corso degli anni l'azienda Irlandese ha sviluppato diversi prodotti (tra cui *Havok AI*, *Avock Animation Studio* e *Avok Vision Engine*) suscitando grande interesse tra le aziende del settore. Nel 2007, infatti, viene acquisita da Intel per 110 milioni di dollari per essere poi venduta nell'ottobre 2015 a Microsoft.

UNITY

Relativamente più giovane rispetto ai precedenti è *Unity Engine*, progetto che esordisce nel 2005 durante la *Apple Worldwide Developers Conference* e sviluppato da *Unity Technologies*, in Danimarca. Unity viene definito come:

*“A flexible and powerful development platform for creating multiplatform 3D and 2D games and interactive experiences. It's a complete ecosystem for anyone who aims to build a business on creating high-end content and connecting to their most loyal and enthusiastic players and customers”.*³⁹

Un aspetto che contraddistingue quest'engine è il modello attraverso cui viene offerto. Per l'utilizzo di Unity è infatti possibile scegliere tra la Personal Edition, gratuita e limitata nelle funzionalità, e la Professional Edition, più completa e a un costo che parte da 75 dollari al mese. Questa formula permette sia agli sviluppatori amatoriali sia a quelli esperti di disporre

³⁸ <http://www.nasa.gov/feature/nasa-concepts-bring-precision-mars-to-virtual-reality>

³⁹ <https://unity3d.com/unity>

di un ottimo strumento di lavoro. Per le imprese inoltre sono previste soluzioni personalizzate dell'engine in base alle esigenze.

Unity è stato vincitore di diversi premi tra cui il "Game Companies of 2009" ed il "Technology Innovation Award", premio categoria software del TheWall Street Journal, ed è attualmente molto utilizzato.

1.2.7 Second Life

Second Life (SL) rappresenta sicuramente uno tra i più interessanti fenomeni vissuti nella giovane storia dei mondi virtuali. La sua analisi è importante non solo per la comprensione delle funzioni e delle opportunità di un mondo virtuale, bensì anche per la comprensione del ciclo di vita che le tecnologie, in particolare quelle relative al sistema VR, vivono nell'evoluzione che porta alla loro adozione definitiva.

La prima versione di Second Life (SL) viene lanciata nel giugno 2003 da Linden Lab., società fondata da Philip Rosedale e in parte finanziata da Mitch Kapor⁴⁰.

Second Life è un mondo virtuale tridimensionale multi-utente progettato per permettere agli utenti, chiamati residenti, di avere un elevato grado di controllo rispetto ai diversi contenuti che lo compongono. Il fine è quello di stimolare la creatività e l'espressione di sé degli stessi e rendere così l'ambiente vivace, dinamico e ricco di contenuti interessanti: "*Second Life is a 3D world where everyone you see is a real person and every place you visit is built by people just like you*"⁴¹.

Per accedervi è necessario avere un dispositivo collegato ad internet, scaricare e installare un programma ed eseguire la registrazione.

Ogni utente vive il mondo attraverso il proprio *avatar* del quale può deciderne le sembianze, l'abbigliamento e, ovviamente, il nome. L'*avatar* è ciò che rappresenta la persona reale nel mondo virtuale e può ricreare e rappresentare l'utente così com'è nella realtà o, al contrario, in modo diverso, prendendo le sembianze del personaggio di fantasia immaginato dal suo creatore. Grazie alla massima personalizzazione possibile, dunque, l'utente rappresenta se stesso secondo sua immaginazione. L'aspetto è una componente fondamentale dell'esperienza poiché è proprio attraverso esso che gli utenti traggono le prime informazioni sugli *avatar* che incontrano.

L'approccio iniziale dell'utente, nella prima esperienza all'interno del mondo, è caratterizzato dalla percezione dell'aspetto ludico del sistema. Una volta conosciuto il mondo e il suo funzionamento, invece, pone attenzione ad attività più serie quali l'incontro con altri, la partecipazione ad eventi e la possibilità di guadagno. L'aspetto giocoso è la componente che permette di mantenere vivo l'interesse e rendere anche le attività più serie piacevoli e divertenti. Attraverso l'*avatar* dunque, ogni utente può esplorare il mondo tridimensionale, interagire con altri *avatar* attraverso chat scritte o un sistema di chat vocale, manipolare oggetti presenti e, grazie a una semplice interfaccia preposta, può contribuire alla costruzione delle componenti del mondo.

Il mondo di Second Life è composto da diverse aree chiamate isole o *sim* che, assieme, compongono decine di milioni di metri quadri di ambiente virtuale. Ogni *sim* è diversa dall'altra e in ognuna, tipicamente, s'insedia una determinata comunità. Esistono isole dedicate

⁴⁰ È un imprenditore, software designer statunitense e investitore pioniere nell'industria del personal computing. È fondatore della Lotus Development Corporation ed è stato presidente di Mozilla.

⁴¹ <http://secondlife.com/whatis/?lang=en>

a particolari aspetti della vita, quindi dedicate solo a determinati ambiti (come ad esempio l'intrattenimento, la didattica, il business), e isole più generiche. Ognuna di esse rappresenta comunque un piccolo mondo a sé, interconnesso agli altri. Gli *avatar*, possono spostarsi da un'isola all'altra camminando, volando e con il teletrasporto, utile a raggiungere punti distanti tra loro. Il viaggio all'interno di SL è un'esperienza ampia ed eterogenea in cui è possibile visitare spazi che rappresentano fedelmente luoghi del mondo reale o spazi di totale fantasia e, questo aspetto, rappresenta una delle dimensioni fondamentali del sistema. Il viaggio in SL soddisfa l'utente nel suo desiderio di esplorazione, desiderio che va oltre la possibilità che ha nel mondo reale e rappresenta l'alternativa a ciò che vive quotidianamente. L'esperienza dell'esplorazione di un luogo di fantasia stimola il desiderio di comprendere nuovi concetti e punti di vista, mentre la visita virtuale a luoghi che riproducono il reale rappresenta un'esperienza non paragonabile rispetto al vissuto dello stesso luogo nel mondo fisico grazie alle diverse regole spaziali che, nell'esperienza virtuale, permettono diverse modalità di esplorazione aumentando le percezioni e le sensazioni dell'utente.

Un'altra dimensione fondamentale in SL è l'elevato livello di interattività che lo caratterizza. In SL gli utenti non solo possono interagire con altri *avatar* e oggetti, come sopra detto, ma sono loro stessi i creatori del mondo. In Second Life, quindi, gli utenti creano ambienti e circostanze, sviluppano personaggi e oggetti, costruiscono case, edifici, interi quartieri o città, comprano e vendono beni e servizi, guadagnano e investono.

Un *avatar* collegato a SL può creare un mondo infinito secondo i suoi desideri e interessi modificando e ampliando man mano la struttura del mondo stesso e, in linea di massima, chiunque sia registrato e attivo in esso può farlo.

In tutto ciò, Linden Lab gestisce il sistema e fornisce i tools creativi che permettono di dare libero sfogo all'immaginazione, generando i propri guadagni attraverso la gestione stessa e l'economia interna (vendita terreni, cambi valuta etc.).

Il sistema così pensato rende l'utente parte attiva in una struttura che molto si avvicina al concetto di open source. Ogni utente contribuisce all'espansione del mondo e all'esistenza di esso aggiungendo continuo valore e innovazione.

Ogni spazio in Second Life è punto di incontro e di conoscenza e, in ognuno di essi, le attività svolte dagli *avatar* sono lo specchio di ciò che succede nella vita reale.

Molte persone e istituzioni reali svolgono attività all'interno del mondo. Artisti espongono le loro opere nelle gallerie virtuali, musicisti famosi (come ad esempio gli U2 e Irene Grandi) e non organizzano concerti e associazioni no-profit condividono risorse e organizzano attività di sensibilizzazione per gli utenti.

Società e aziende private, istituzioni scolastiche, agenzie di governo e perfino la difesa americana e la NASA hanno utilizzato Second Life per creare spazi d'incontro, organizzare meetings, conferenze, corsi di formazione e per condividere la progettazione di prototipi in ambito tecnologico e non.

Molte Università sono rappresentate stabilmente in Second Life. Gli scopi sono ovviamente accademici e, all'interno dei loro spazi, organizzano corsi, conferenze, visite virtuali alle sedi dei Campus, raccolgono fondi e creano opportunità per gli studenti. Alcune facoltà hanno inoltre iniziato a insegnare a distanza attraverso corsi virtuali all'interno del mondo sostenendo che, il senso di presenza e l'interazione all'interno della classe di studenti remoti, è più coinvolgente rispetto a qualsiasi altro modello di comunicazione.

Notevole è anche il numero di imprenditori privati che partecipano all'economia di Second Life, economia gestita attraverso una moneta virtuale interna che permette alle persone di vendere e acquistare prodotti e servizi virtuali e reali.

L'economia interna di Second Life è gestita attraverso una propria valuta, i Linden Dollars, che permettono agli utenti di eseguire transazioni commerciali. I Linden Dollars possono essere acquistati con, o convertiti in, valute reali. Il tasso di cambio, il Lindex, è controllato da Linden Lab in base all'offerta e alla domanda del mercato interno e, ad esempio, a Gennaio 2016 è pari a 0,30 USD (acquisto).⁴²

Molti utenti hanno iniziato nuovi business, definiti meta-business, che rappresentano un punto di incontro tra il business elettronico e le organizzazioni reali. Alcuni degli imprenditori che più hanno avuto successo all'interno di Second Life hanno tutt'oggi significanti guadagni anche se il caso più eclatante è quello di Anse Chung, nella vita reale Ailin Graef, che è riuscita a guadagnare più di 1 milione di Dollari in due anni e mezzo con un investimento iniziale di 9,95 dollari. La sua fortuna iniziò con l'acquisto di terreno virtuale che suddivise in aree tematiche sulle quali costruì palazzi con diverse architetture per l'affittato o la vendita. Il business crebbe a punto tale che iniziò a sviluppare e vendere proprietà per grosse aziende e multinazionali del mondo reale e, l'espansione del suo progetto, portò alla creazione di una società reale chiamata Anshe Chung Studios che sviluppa ambienti 3D immersivi applicati a diversi ambiti tra cui l'educazione e il business.

Ingenti inoltre sono stati gli investimenti fatti dalle più grandi società del mondo per garantire la propria presenza all'interno del mondo: Amazon, Disney, Coca-Cola, IBM, Apple, Sony, Nokia, Adidas, Nike, Calvin Klein, Mercedes, Toyota, BMW, l'Oréal, CNN, sono solo alcuni esempi delle aziende che hanno organizzato eventi virtuali, costruito spazi aziendali di lavoro, collaborazione e rappresentanza, e allestito negozi virtuali:

“Le aziende di mezzo mondo facevano la corsa ad accaparrarsi un angolo di SL per aprire uffici, negozi, filiali, punti vendita e sedi di rappresentanza. Erano pronte a spendere migliaia di dollari per garantirsi un ruolo di primo piano nella vetrina online più seducente di sempre: alcune società francesi avevano persino progettato un forum per reclutare personale attraverso il mondo parallelo.

*Così, il mercato “immobiliare” diventava attivissimo e Linden Lab faceva incassi enormi per ogni nuovo edificio che sorgeva all'interno dei territori del pianeta riprodotto. Contemporaneamente, nascevano brand e agenzie di grafica e comunicazione dedicati esclusivamente alla progettazione di servizi ad hoc. Si era creata una vera e propria economia parallela”.*⁴³

In particolare, tra il 2006 e il 2009, SL è riuscita ad attirare grande interesse anche tra i media che hanno prodotto in questo periodo migliaia di articoli e interviste sul fenomeno Second Life:

“L'attenzione da parte dei media era altissima: ogni giorno, le testate di mezzo mondo raccontavano le nuove evoluzioni della “seconda vita” e

⁴² Fonte dati: <https://secondlife.com/corporate/pricing.php?lang=it-IT>

⁴³ DI LUCCHIO M., *Che fine ha fatto... Second Life?*, Yahoo! Finanza, 2011.

ospitavano dibattiti incandescenti sulle sue prospettive future. Nel 2006, un'agenzia di stampa internazionale come la Reuters mandò persino un corrispondente/avatar, Adam Pasick (conosciuto come "Adam Reuters") con il compito di riferire quotidianamente sugli sviluppi della vita parallela online e sui rapporti tra i due mondi, quello 3D e quello in carne ed ossa".⁴⁴

Secondo i dati reperibili dal sito ufficiale⁴⁵, a Ottobre del 2006 si registrano 800.000 utenti e, solo due mesi dopo, a Dicembre, la popolazione sale a 1.77 milioni di utenti per passare a 2.67 milioni nel Gennaio del 2007.

Secondo dati Bloomberg, inoltre, questi utenti hanno speso nel 2006 quasi 5 milioni di Dollari in 4.2 milioni transazioni per la compravendita di vestiti, edifici e spazi virtuali. Nel 2009, SL raggiunge traguardi importanti e tocca il picco di utenti iscritti:

"In total, users around the world have spent more than one billion hours in Second Life. That's roughly 115,000 years spent doing everything from meeting and socializing with friends; to attending live concerts; to creating, selling, and shopping for virtual goods; to learning a foreign language; to attending business meetings; and much more. User hours grew 33% year-over-year to an all-time high of 126 million in Q2 2009.

Second Life Residents spend an average of about 100 minutes inworld per visit. This average session time is significantly greater than those seen with popular social networking websites and reveals the uniquely high level of engagement Residents have with Second Life.

The equivalent of more than USD1 billion has been transacted between Residents in Second Life, who purchase virtual goods and services from one another. The inworld economy grew 94% year-over-year from Q2 2008 to Q2 2009. Now at nearly USD50 million each month in user-to-user transactions, the Second Life economy is on an annual run rate of more than a half billion US dollars, making Second Life the largest virtual economy in the industry.

Residents create more than 250,000 new virtual goods every day – from clothing to vehicles to buildings to automatic language translators, and more. There are now more than 270 terabytes of content in Second Life, and this is growing by approximately 100% every year.

The total land area of Second Life is now equivalent to approximately two billion square meters – roughly the size of the state of Rhode Island. Land in Second Life has grown roughly 18% from Q1 of 2009 and approximately 75% since Q1 of 2008. As the creator and original seller of all virtual land in Second Life, Linden Lab is not only the provider of the worlds largest platform for user-generated virtual goods, but also a leading virtual goods vendor itself".⁴⁶

⁴⁴ DI LUCCHIO M., *Che fine ha fatto... Second Life?*, Yahoo! Finanza, 2011.

⁴⁵ <http://www.secondlife.com>

⁴⁶ <http://www.lindenlab.com/releases/1-billion-hours-1-billion-dollars-served-second-life-celebrates-major-milestones-for-virtual-worlds>

Nel 2013 Second Life compie 10 anni registrando in questo periodo più di 36 milioni di account totali creati che hanno generato più di 1 milione di visite mensili con una media di 400.000 nuovi utenti al mese. Il tempo totale speso dagli utenti all'interno del mondo è pari a 217.266 anni e 3.2 miliardi di Dollari è l'ammontare delle transazioni effettuate all'interno dell'economia di SL per la compravendita di oggetti virtuali. In media si sono registrate 1.2 milioni di transazioni giornaliere di beni virtuali e 2.1 milioni sono i prodotti totali creati dagli utenti. L'estensione raggiunta dalle terre di SL è pari a 1.155 Km quadrati.⁴⁷

1.3 Dal declino alla realtà

Negli anni successivi al 2009, l'entusiasmo per il nuovo mondo, Second Life, inizia a diminuire. I media, perdono interesse per il fenomeno che loro stessi hanno contribuito a rendere tale e alcune tra le più importanti aziende iniziano ad abbandonare gli spazi creati. Questa inversione di pensiero, inoltre, non coinvolse la singola Second Life, qui analizzata perché esempio di maggior successo, bensì fu estesa al concetto di mondo virtuale e alla tecnologia VR in senso più ampio. Se però il pensiero che Second Life, ad esempio, fosse in declino è stato un pensiero diffuso negli ultimi anni, dati ufficiali rappresentati nel seguente grafico, dimostrano invece come sia rimasta negli anni viva e attiva, contando nel mese di Novembre 2015 un numero di utenti pari a 44.054.671.

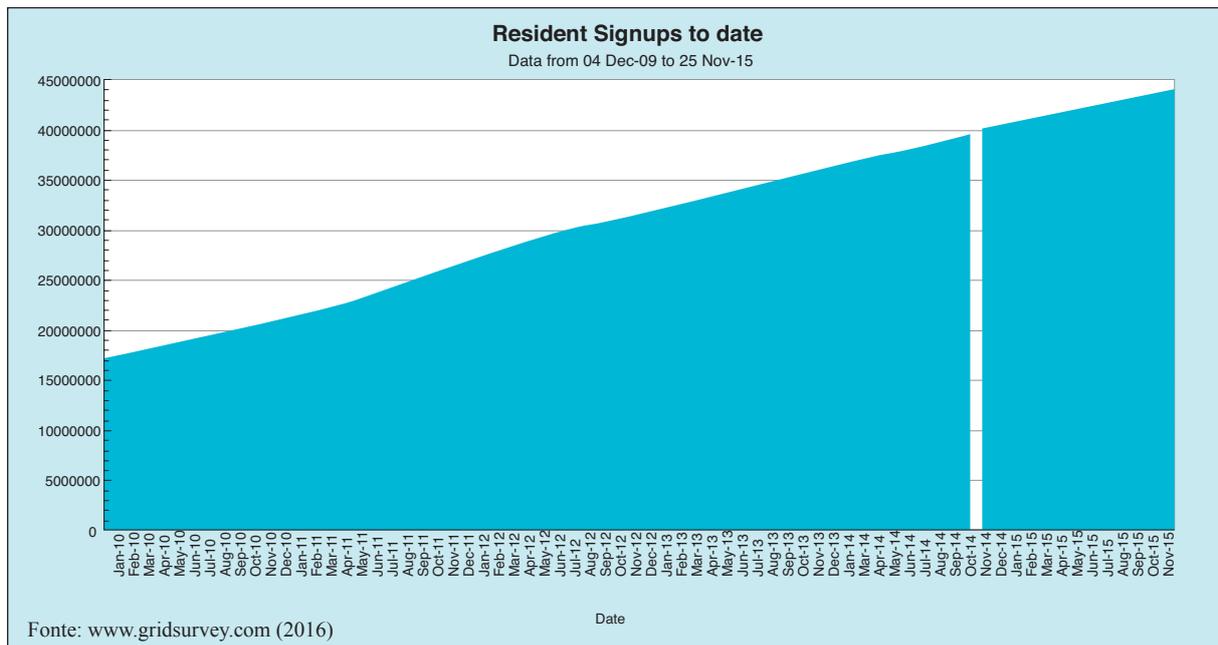


Grafico 2 - Utenti registrati in Second Life da Gennaio 2010 a Novembre 2015

Inoltre, secondo una ricerca del 2015 di KZERO⁴⁹, diverse sono le aziende che negli ultimi anni hanno continuato lo sviluppo di progetti basati sull'utilizzo di sistemi VR, tra queste:

⁴⁷ Dati Second Life, <http://www.lindenlab.com/releases/infographic-10-years-of-second-life>.

⁴⁹ Società inglese di consulenza per società e organizzazioni operanti nel settore della realtà virtuale. Produce ricerche e analisi rispetto diversi ambiti e trend della tecnologia.

- America's CUP, Simulation and Training;
- Audi, Audi TT UK launch;
- Audi, Goodwood Driving Experience;
- Bat Man: The Cave, re-creating iconic scenes and sets;
- Bloomberg, Virtual News Terminal;
- BBC, Virtual News Room and War of words VR;
- Ferrari, product demonstration;
- Ford, product demonstration and NPD;
- Lexus, RC F Test drive;
- Marriot, Time Travel Teleporter;
- MovieStar Yamaha, Moto GP Experience;
- NBC The Voice, On Tour fan demo;
- Oakley, sport experiences;
- Paramount, Interstellar;
- Red Bull, Air Race experience;
- Sochi 2014 Olympics, simulatore di Sci Virtuale;
- Star Trek Voyager, ricreazione di sets e scene principali del film;
- Subaru, Motorsports experience;
- Suzuki, Branded game experience – Expo support;
- Tesco, Mirror Word Experience;
- Volvo, XC90 Test Drive Teaser⁵⁰

Com'è stato possibile dunque che il rapido successo dei sistemi VR e dei mondi virtuali abbia avuto un'altrettanto rapido declino nel pensiero sociale e aziendale?

Per dare risposta a questa domanda e capire l'effettivo stato dell'evoluzione di questa tecnologia si è voluto utilizzare l'approccio adottato da *Gartner*⁵¹ di seguito riportato. Prima di entrare nell'analisi proposta, però, è bene fare qualche premessa. Innanzitutto, come suggerito da Galimberti, l'arrivo di una nuova tecnologia porta grande entusiasmo ed enormi aspettative, spesso in modo affrettato ed esagerato:

*“It happens over and over again. Some innovation (a new product, a management trend) comes along that captures the public's imagination. Everybody joins the parade with great fanfare and high expectations. This “next big thing” promises to transform the companies that adopt it - and inflict great peril on those that don't. Then, when the innovation fails to deliver as promised immediately, everyone starts bailing out. Investments are wasted; stock prices plunge; disillusionment sets in”.*⁵²

La novità è spesso accompagnata da una mole di informazioni che risultano essere incomplete

⁵⁰ <http://www.kzero.co.uk/blog/40-brands-in-virtual-reality/>

⁵¹ Gartner Inc. è tra le più famose società al mondo per la consulenza strategica e la ricerca nel settore IT. Fondata nel 1979 da Gideo Gartner, dispone oggi di 7.600 associati, inclusi 1.200 ricercatori, e 75 sedi distribuite nei vari continenti.

⁵² IVES B. e JUNGLAS I., *Business Implications of Serious Gaming and Virtual Worlds*, Management Information Systems Quarterly Executive, Volume 7, Issue 3, 2008.

o, peggio ancora, non precise e l'introduzione dei mondi virtuali e della VR non è stata esclusa da questo fenomeno.

Nell'ambito aziendale, ad esempio, un'iniziale ondata di articoli elogiava le potenzialità illimitate offerte al business dal mondo VR, senza però specificare in che modo fosse possibile raggiungere gli obiettivi desiderati.

La sfida che le aziende dovettero affrontare fu quindi rappresentata dal capire in che modo queste potenzialità potessero essere sfruttate, sfida accentuata inoltre dalla natura open-system dei mondi virtuali: *“The open-system nature of VWs was designed to allow for many forms of experience. This makes it impossible to foresee all potential applications, as affordances emerge as users pursue a variety of tasks”*.⁵³

Il fatto di come le aziende abbiano colto il potenziale dei mondi virtuali ma non lo abbiano saputo sfruttare al meglio è evidente nei metodi di approccio, non sempre giusti, utilizzati dalle stesse. Tra questi, un esempio è quello rappresentato dall'utilizzo della pubblicità nelle azioni di marketing, in particolare in Second Life.

Soprattutto in una fase iniziale, infatti, spinte dal forte successo mediatico di SL e dalla novità che ne rappresentava, le aziende videro il mondo virtuale come mezzo di pubblicità, branding e marketing (per altro a costi quasi nulli).

La pubblicità esposta in SL rappresentava una vetrina virtuale che rimandava il business vero e proprio alla vita reale attraverso collegamenti a siti web dell'azienda promotrice. Second Life, popolata da un elevatissimo numero di utenti, era vista come un luogo di incontro che rappresentava uno spazio ideale per la diffusione di messaggi e gli *avatar* venivano esposti ad enormi quantità di pubblicità sotto forma di cartelloni virtuali o spazi informativi.

Ciò che le aziende però sottovalutarono nell'attuare le proprie attività di marketing è il fatto che ognuno dei molteplici *avatar* presenti inworld, rappresenta una persona diversa da quella virtuale, che percepisce il messaggio, consciamente o inconsciamente, e lo porta nella vita reale.

Esse, dunque, compresero il valore e il potenziale di SL ma trascurarono la diversità degli utenti sottovalutando l'importanza di un'analisi preventiva che le aiutasse a capire il giusto approccio. Le azioni di marketing attuate all'epoca inworld non si sono basate sull'utente e le sue caratteristiche bensì hanno considerato soltanto l'aspetto numerico degli stessi. Questo sovraffollamento pubblicitario, per altro non correttamente studiato, ha allontanato gli *avatar* stanchi della pressione dei messaggi stessi:

“Se ancora oggi la maggior parte delle aziende continua ad investire in modo sbagliato in SL, ciò contribuisce certamente all'immagine di bluff che il meta-mondo offre: edifici vuoti e desolati, avatar annoiati, aziende che spendono soldi per nulla. Se questo non si modificasse nel tempo, attraverso un'analisi accurata degli utenti di SL e di SL stesso, allora il bluff è reale, e il meta-mondo non è utile né alle organizzazioni né ai singoli”.⁵⁴

Anche il naturale aspetto ludico dei mondi virtuali ha contribuito a mettere in dubbio il pensiero che

⁵³ GALIMBERTI C. et al., *Communication and cooperation in networked environment: An experimental Analysis*, CyberPsychology and Behavior, 2001.

⁵⁴ MORETTI G., *Virtualmente insieme, Comunità virtuali, nuove tecnologie, apprendimento, pratiche*, Edizioni Polimata, 2012.

vedeva gli stessi come potenziali strumenti di business, in quanto si pensava erroneamente che una tecnologia nata per il divertimento non potesse essere adatta a scopi più seri.

Le applicazioni al business, dunque, rappresentarono inizialmente una piccola parte dell'idea di mondo virtuale e questo fu uno dei motivi per i quali non riuscirono, in una prima fase, a sviluppare una posizione di valore nel mercato.

Inoltre, è doveroso ricordare l'influenza che hanno avuto gli sviluppi delle singole componenti della tecnologia in termini di limiti all'esperienza dell'utente e alla capacità di espansione degli ambienti.

Come premesso, per lo sviluppo della tecnologia VR sono necessarie diverse componenti tecnologiche che, storicamente, si sono sviluppate con modalità e tempi diversi. Le capacità di queste componenti, non ancora pienamente sviluppate negli anni scorsi, rappresentano uno dei fattori che hanno contribuito a limitare l'utilizzo della tecnologia.

L'esperienza vissuta dall'utente attraverso la realtà virtuale, infatti, è permessa da diversi aspetti tra cui la velocità della banda di rete e la potenza della scheda video, del processore e della ram che, se non abbastanza performanti, non permettono

un'esperienza d'uso accettabile. Lo stesso vale per la potenza di calcolo del PC che, se non sufficiente, limita le capacità di elaborazione delle interazioni ed il numero di utenti che può ospitare lo stesso ambiente nello stesso momento.

1.3.1 Gartner Hype Cycle for emerging technologies

Come sopra anticipato, un approccio molto interessante per comprendere l'evoluzione naturale delle tecnologie è la ricerca elaborata da Gartner, società storicamente riconosciuta per l'analisi, la ricerca e la diffusione di informazioni in ambito tecnologico.

Ogni anno Gartner pubblica l'Hype Cycle for Emerging Technologies, una ricerca riguardo lo stato di sviluppo delle tecnologie:

“Gartner Hype Cycles provide a graphic representation of the maturity and adoption of technologies and applications, and how they are potentially relevant to solving real business problems and exploiting new opportunities. Gartner Hype Cycle methodology gives you a view of how a technology or application will evolve over time, providing a sound source of insight to manage its deployment.”⁵⁵

Questa metodologia individua cinque stadi distinti e sequenziali che ogni nuova tecnologia necessariamente attraversa nel corso della sua adozione:

- **Technology Trigger:** È l'innesco della tecnologia e rappresenta il momento in cui il suo potenziale inizia ad essere riconosciuto. L'interesse dei media produce pubblicità significativa. Spesso non esiste ancora un prodotto utilizzabile e la validità commerciale non è ancora verificata.
- **Peak of Inflated Expectations:** La pubblicità è alimentata da una quantità enorme di articoli che descrivono casi di successo, spesso coprendo i numerosi casi di insuccesso. Le

⁵⁵ <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>

analisi e i commenti oltremodo positivi sulla novità producono aspettative esagerate rispetto a quelle reali. Alcune aziende adottano prematuramente la tecnologia, altre aspettano.

- **Trough of Disillusionment:** I risultati della sperimentazione e dell'implementazione della tecnologia non rispecchiano le aspettative esagerate nella fase precedente e l'interesse diminuisce fino a produrre articoli e commenti perfino negativi. Le aziende pioniere entrano in crisi o falliscono. Si continua ad investire solo in quelle aziende che sono sopravvissute grazie all'implementazione e miglioramento del prodotto atto a soddisfare le aspettative degli 'early adopters'.

- **Slope of Enlightenment:** La tecnologia inizia ad essere realmente compresa grazie alla maggior conoscenza della stessa e le eventuali problematiche ad essa legate vengono risolte. Le reali potenzialità della tecnologia sono ora chiare così come i metodi più consoni per trarre benefici dalla stessa. In questa fase vengono sviluppate le versioni di seconda e terza generazione che spingono molte aziende verso progetti pilota. Alcune invece, quelle più conservative, rimangono caute.

- **Plateau of Productivity:** La tecnologia viene definitivamente adottata. L'applicabilità e l'efficienza vengono riconosciuti e i risultati nel mercato di massa raggiungono grandi dimensioni.

Il risultato della ricerca viene graficamente rappresentato come segue:

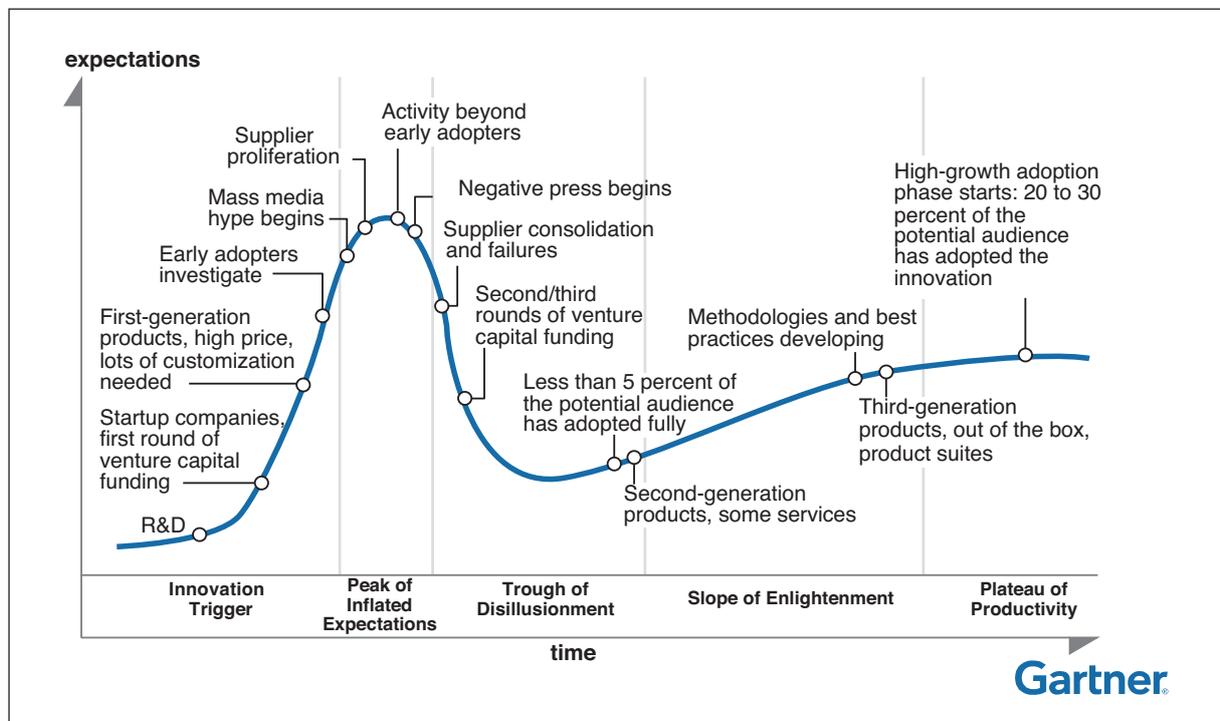


Grafico 3 - Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies

Per meglio comprendere lo sviluppo dell'Hype Cycle, si provi a pensare allo stesso processo applicato all'ambito personale, in una situazione in cui si viene coinvolti, ad esempio, in un nuovo promettente progetto.

In una fase iniziale si è presi dall'euforia data dalla novità (Technology Trigger), euforia che cresce trovando conferme dell'opportunità che rappresenta l'iniziativa nella quale siamo stati coinvolti (Peak of Inflated Expectation). In una fase successiva ci si trova però ad affrontare una sorta di sconforto generato dalla presa di coscienza della complessità e delle difficoltà da affrontare affinché il progetto raggiunga i suoi obiettivi (Trough of Disillusionment). Gradualmente, con il passare del tempo e comprendendo i modi per ottenere al meglio questi obiettivi, si riparte migliorando man mano il progetto (Slope of Enlightenment) e arrivando alla sua messa in atto (Plateau of Productivity)⁵⁶. Come per le altre tecnologie, dunque, anche i mondi virtuali e la tecnologia VR in senso ampio, stanno seguendo questa naturale evoluzione e, di seguito, si riportano le rappresentazioni grafiche dell'Hype Cycle di Gartner in cui è inserita, tra le altre, la tecnologia VR. Al fine di permettere una visuale storica dell'evoluzione secondo la ricerca proposta, si è scelto di partire con la rappresentazione grafica dell'anno 2007, anno di massima popolarità della tecnologia, a seguire gli anni 2009, 2011, 2014 e 2015. I diversi simboli lungo la retta indicano gli anni stimati necessari per l'adozione di massa della tecnologia:

- Meno di 2 anni ● Da 2 a 5 anni ● Da 5 a 10 anni ▲ Più di 10 anni ⊗ Già obsolete

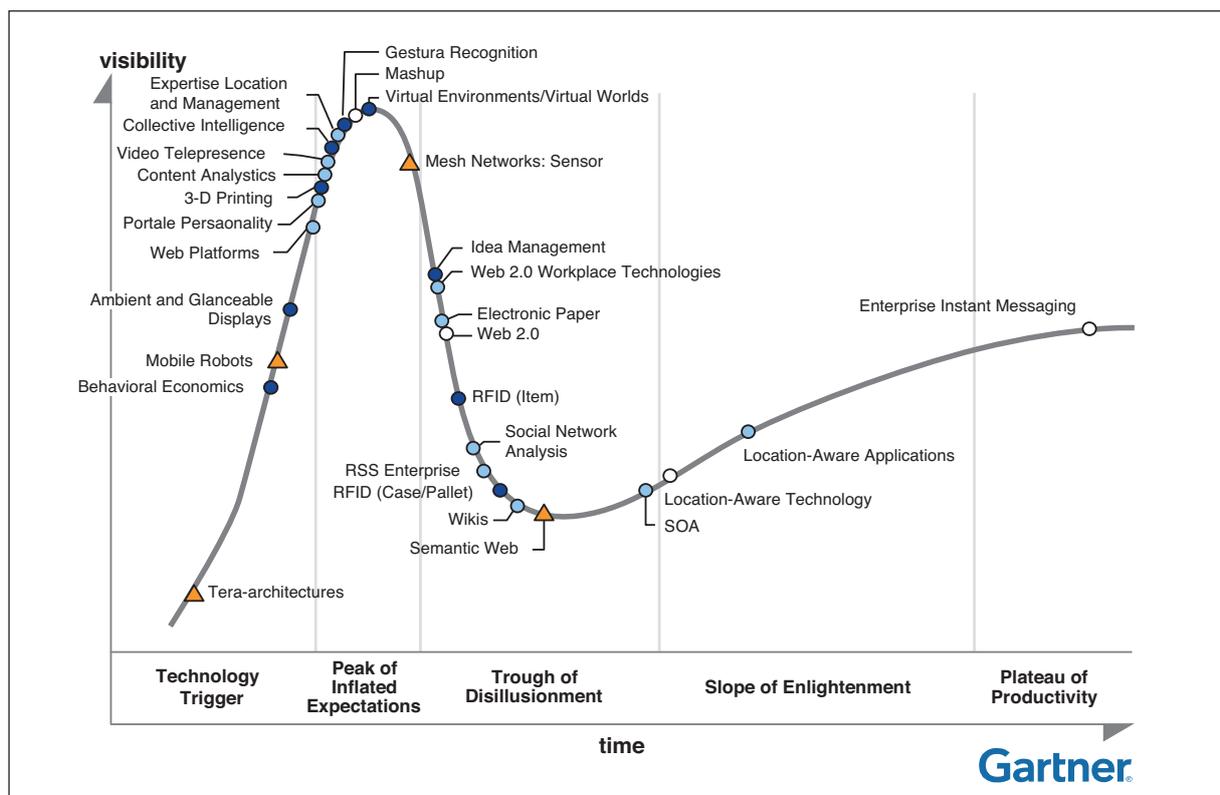


Grafico 4 - Hype Cycle for Emerging Technologie 2007

⁵⁶ FENN J., RASKIN M., *Mastering the Hype Cycle: How to Choose the Right Innovation at the Right Time*, Harvard Business Press, 2008.

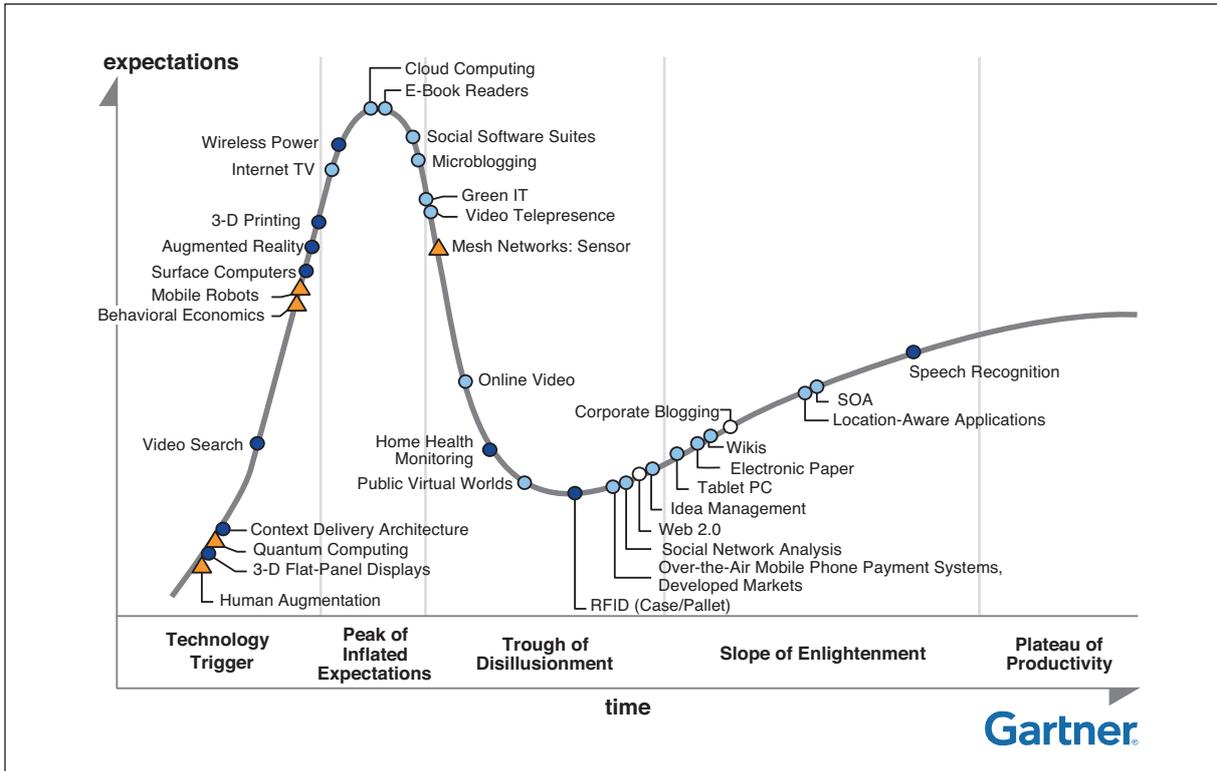


Grafico 5 - Hype Cycle for Emerging Technologie 2009

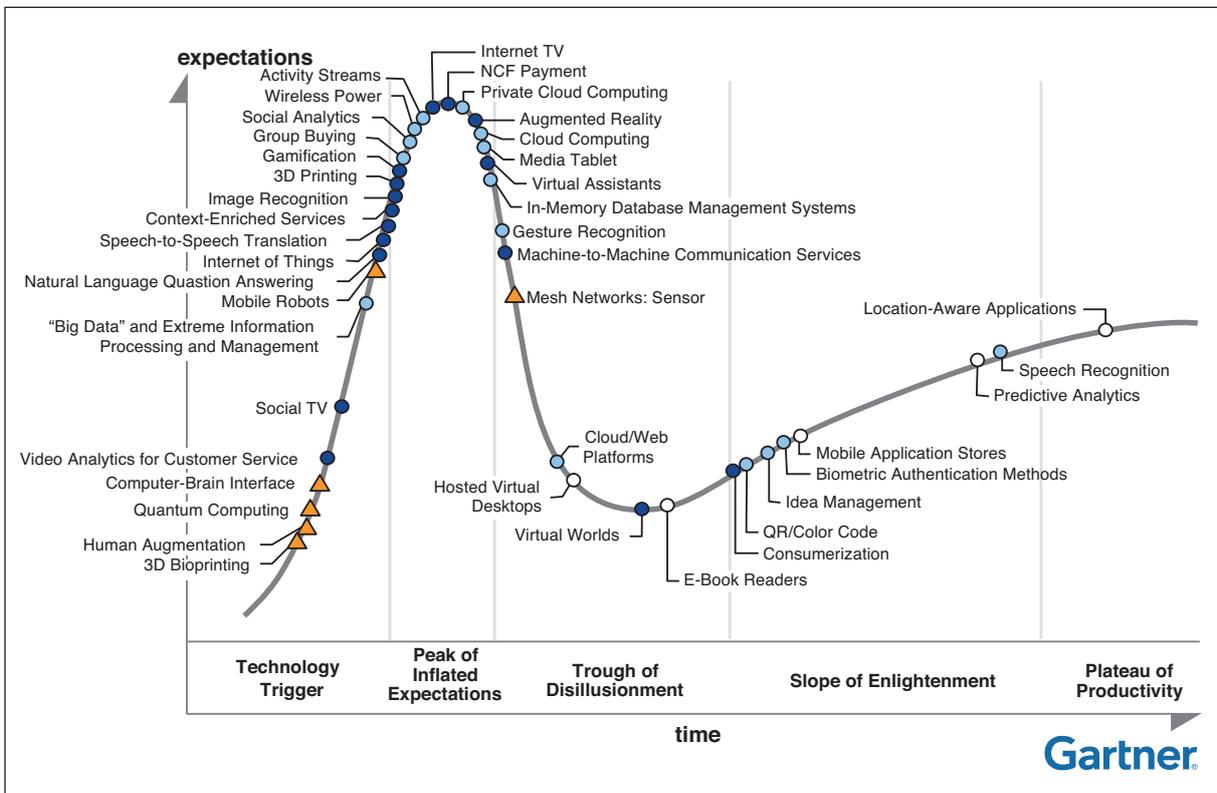


Grafico 6 - Hype Cycle for Emerging Technologie 2011

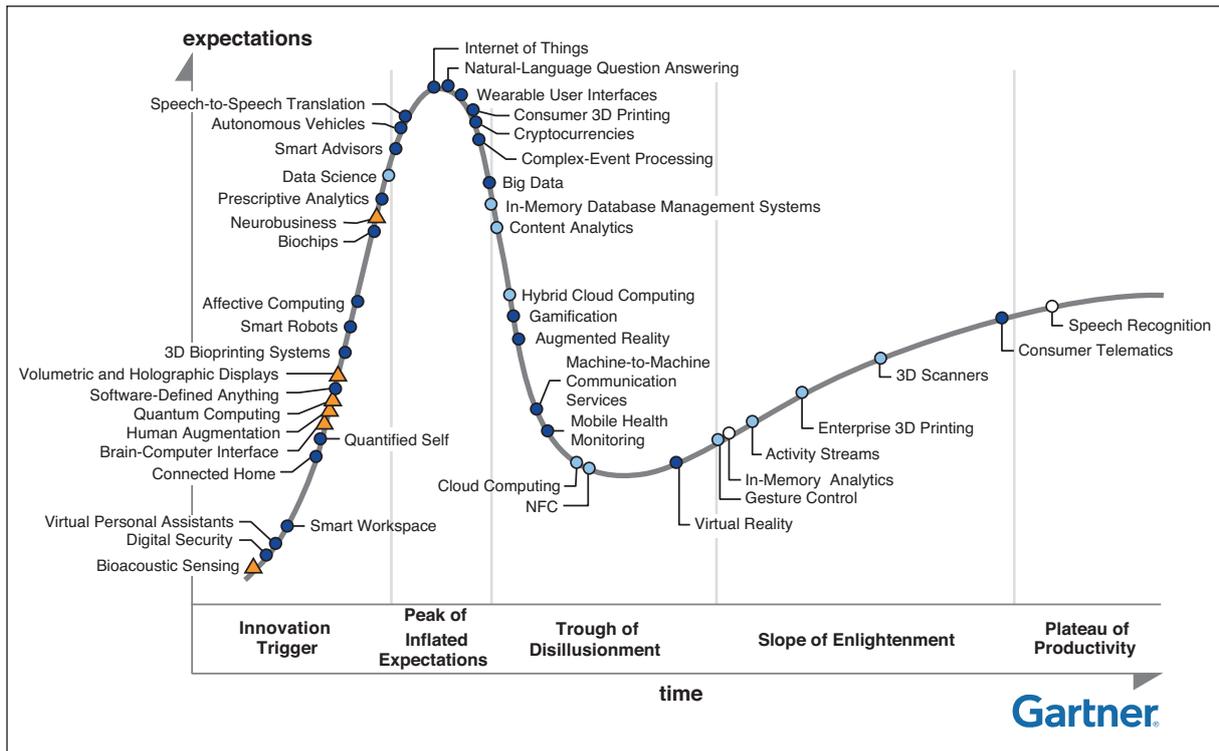


Grafico 7 - Hype Cycle for Emerging Technologie 2014

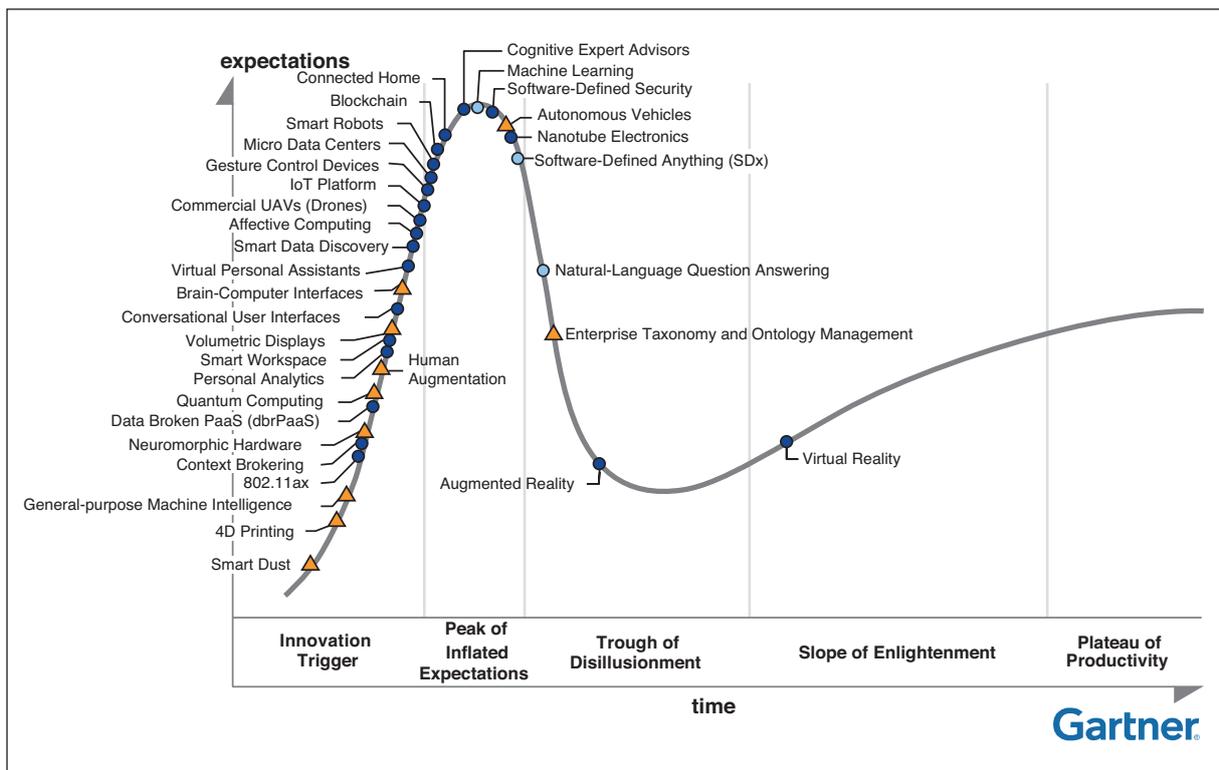


Grafico 8 - Hype Cycle for Emerging Technologie 2016

Analizzando i grafici sopra riportati è possibile notare come la tecnologia associata ai mondi virtuali e, più in genere, alla realtà virtuale, stia seguendo il naturale andamento dell'Hype Cycle. Come suggerito dalla ricerca, nel 2007, la tecnologia è all'apice del suo successo e, nella curva, è posizionata nel punto massimo della zona "Peak of Inflation

Expectations’, zona in cui l’entusiasmo della novità e i media generano grande pubblicità e grandi aspettative.

Si sposta negli anni successivi in uno stato di ‘Trough of Disillusionment’, periodo in cui l’interesse e l’entusiasmo per la tecnologia è sceso drasticamente a causa delle aspettative esagerate create in precedenza e alla non completa comprensione della tecnologia stessa e delle sue applicazioni. Nel 2011 tocca il punto più basso di questo stato, punto in cui rimane per i due anni successivi. Dal 2014 inizia la graduale ascesa che, nel 2016, porta la tecnologia nello stato di ‘Slope of Enlightenment’, stato in cui la tecnologia inizia la sua diffusione e vengono implementate versioni migliorate del sistema.

Dall’analisi sopra esposta è possibile quindi affermare che, la realtà virtuale e i mondi virtuali, non soltanto hanno continuato la loro evoluzione negli anni scorsi, bensì è proprio questo il periodo storico in cui iniziano la loro vera e propria espansione.

L’introduzione di qualsiasi tecnologia incontra diversi ostacoli prima di essere effettivamente adottata dalle organizzazioni. Essa dev’essere realmente compresa, deve dimostrare, oltre al suo potenziale, l’effettiva fattibilità del suo sviluppo e deve vincere le sfide connesse alla sua adozione.

Prima ancora di comprendere il futuro ruolo di una tecnologia nuova, dunque, è necessario capire come risolvere gli inevitabili ostacoli e rischi che essa naturalmente porta con sé prima della sua corretta ed efficiente adozione.

1.3.2 2016, l’anno della Realtà Virtuale

Come precedentemente analizzato, il 2014 rappresenta un anno importante per la tecnologia VR. In questo periodo, infatti, inizia la vera ripresa verso uno stato in cui si diffonde la consapevolezza delle opportunità e dei metodi per raggiungerle.

Le aziende iniziano a considerare seriamente la realtà virtuale investendo in progetti pilota studiati e sviluppati secondo nuove e più solide competenze e le principali aziende di tecnologia annunciano lo sviluppo di nuovi sistemi VR.

A Marzo del 2014, ad esempio, durante il panel “*Driving the Future of Innovation at Sony Computer Entertainment*”, Shuhei Yoshida, presidente dei Worldwide Studios di Sony, presenta il Progetto Morpheus per lo sviluppo di un caschetto di visualizzazione VR e, alla fine dello stesso mese, Facebook annuncia l’acquisto di Oculus VR, giovane società già affermata nel settore grazie allo sviluppo del caschetto Oculus Rift.

L’operazione, del valore di due miliardi di dollari, è stata annunciata attraverso lo stesso social network da Mark Zuckerberg, il quale sottolinea il cambiamento futuro nel modo di giocare, comunicare e lavorare:

“Oculus’s mission is to enable you to experience the impossible. Their technology opens up the possibility of completely new kinds of experiences. Immersive gaming will be the first, but this is just the start. After games, we’re going to make Oculus a platform for many other experiences. Imagine enjoying a court side seat at a game, studying in a classroom of students and teachers all over the world or consulting with a doctor face-to-face -- just by putting on goggles in your home. This is really a new communication platform. By feeling truly present, you can share

unbounded spaces and experiences with the people in your life. These are just some of the potential uses. By working with developers and partners across the industry, together we can build many more. One day, we believe this kind of immersive, augmented reality will become a part of daily life for billions of people. I can't wait to start working with the whole team at Oculus to bring this future to the world, and to unlock new worlds for all of us."⁵⁷

Oculus Rift è un HMD di ultima generazione con schermo integrato OLED da 5 pollici ad alta risoluzione e con angolo di visuale a 100°. Pesa circa mezzo chilo e viene collegato al PC o altro dispositivo tramite porta USB e HDMI.

Una volta indossato e attivato, lo schermo all'interno dell'HMD, riproduce l'ambiente virtuale in due immagini distinte, una per occhio. Attraverso una serie di lenti collocate nella parte alta dello schermo, le due immagini vengono visualizzate e percepite dall'utilizzatore come un unico scenario tridimensionale e stereoscopico. L'immagine così ricreata si adatta in tempo reale in base ai movimenti della testa grazie ai sensori di movimento. Al suo interno, infatti, è installata una piccola fotocamera di posizionamento che permette un rilevamento dei movimenti della testa rapido e preciso. Grazie alle sue innovative componenti, Oculus Rift offre un'esperienza davvero realistica con tempi di latenza minimi.

Un'altra importante novità, il Gear VR, viene presentata da Samsung all'IFA di Berlino, evento annuale dell'innovazione e dell'elettronica.

Samsung Gear VR è stato sviluppato in partnership con Oculus VR ed è un dispositivo mobile di visualizzazione VR indossabile che, a differenza degli altri visori VR, non è dotato di schermo e sensori di tracciamento propri ma sfrutta la potenza di elaborazione, l'accentrimento e il giroscopio degli smartphone Samsung compatibili (venduti separatamente) da apporre nell'apposito alloggiamento. Il modulo di head tracking è lo stesso di Oculus Rift e garantisce un buon tracciamento dei movimenti e un angolo di visualizzazione di 96°.

Mentre le altre aziende investono in dispositivi costosi e sofisticati, alla I/O Google Conference di San Francisco, la più importante conferenza per sviluppatori Android, Google presenta *Cardboard*.

Cardboard è una piattaforma sviluppata per la fruizione di contenuti VR attraverso dispositivi mobile inseriti in una semplice struttura di cartone fornita di due lenti di plastica biconvesse. Una volta assemblata la struttura e inserito uno smartphone nell'apposito spazio, trasforma il dispositivo in un visualizzatore VR indossabile grazie a delle applicazioni VR compatibili scelte e lanciate attraverso il telefono stesso.

Il concetto di base è lo stesso di Samsung Gear VR ma, mentre quest'ultimo è realizzato con materiali di qualità e propone un dispositivo strutturato, Google *Cardboard* offre una soluzione semplice ed economica.

Come spiega Google, infatti, la piattaforma rappresenta un sistema basico e low-cost per stimolare l'interesse e lo sviluppo di applicazioni VR al fine di favorire la diffusione e l'implementazione della tecnologia: "Virtual reality has made exciting progress over the past several years. However, developing for VR still requires expensive, specialized hardware. Thinking about how to make VR accessible to more people, a group of VR

⁵⁷ <https://www.facebook.com/zuck/posts/10101319050523971>

enthusiasts at Google experimented with using a smartphone to drive VR experiences”.⁵⁸

Dispositivi come l’Oculus Rift cambieranno l’esperienza VR vissuta attraverso PC mentre dispositivi come Samsung Gear VR e Google *Cardboard* trasformeranno gli smartphone in avvincenti visualizzatori di realtà virtuale.

Negli ultimi due anni, dunque si è assistito a una ripresa dell’interesse per la realtà virtuale, interesse che sta di nuovo crescendo rapidamente. Molti concetti e idee sono riscoperti ora come fossero nuovi e molti degli ostacoli incontrati sono affrontati con consapevolezza delle possibili soluzioni grazie agli sforzi e agli investimenti sostenuti in passato. Negli anni scorsi, infatti, la realtà virtuale non si è concretizzata in un prodotto di consumo di massa né ha cambiato il mondo come atteso, ma è rimasta viva come materia di ricerca, giocando un ruolo significativo soprattutto nell’ambito industriale.

Oggi il paradigma sta cambiando. Diverse aziende stanno sviluppando prodotti di alta qualità a prezzi accessibili ai consumatori e molte altre aziende e start-ups stanno lavorando per lo sviluppo di prodotti correlati cambiando così le tendenze e portando la realtà virtuale al consumo di massa.

Come spiega Brian Blau, direttore della ricerca di Gartner, il 2014, è stato un anno importante per le basi poste grazie ai fatti sopra riportati correlati all’annuncio del lancio di nuovi e prestanti caschetti di visualizzazione VR accessibili ai consumatori:

*“HMDs are more popular in 2014 than at any point in the past, prior to 2014, HMDs were mainly found in specialty applications, such as industrial design or military training and simulation, where HMD technology is well-developed. However, even with a long history of HMD development, broad adoption in the consumer market has yet to take hold. That situation will change as soon as HMDs are offered as stylish, consumer-grade video eyeglasses. This will eventually drive adoption when paired with compelling virtual worlds.”*⁵⁹

Sempre secondo Blau, l’esperienza permessa agli utenti da questi dispositivi VR contribuirà a creare popolarità tra i consumatori che spenderanno volentieri i loro soldi per viverla e, secondo esperti e ricercatori del settore, tutto questo avrà inizio nel 2016. Il motivo è che molti dei progetti HMD, in sviluppo già da alcuni anni, saranno disponibili ai consumatori proprio da quest’anno e, tra questi, quelli che entreranno nel mercato dalla prima metà del 2016 includono l’Oculus Rift, l’HTC Vive, e il PlayStation VR.

Diverse inoltre sono le ricerche svolte dalle maggiori aziende specializzate sulla situazione attuale e sui trend futuri riguardanti il mercato della realtà virtuale.

L’ultimo report della ricerca di *Juniper*⁶⁰, *Virtual Reality: Market Dynamics & Future Prospects 2015-2020*, ad esempio, identifica il 2016 come l’anno di svolta per la realtà virtuale con una stima di vendite pari a 3 milioni di HMD che, secondo le previsioni, raggiungeranno i 30 milioni nel 2020⁶¹.

⁵⁸ <http://www.theverge.com/2014/6/25/5842188/googles-cardboard-turns-your-android-device-into-a-vr-headset>

⁵⁹ <http://www.gartner.com/newsroom/id/2941317>

⁶⁰ Juniper Research è una società Inglese con sede a Hampshire. È specializzata nell’analisi di dati, nella ricerca, nelle previsioni di mercato e nella consulenza nell’ambito del settore digitale mobile e online.

⁶¹ <http://www.juniperresearch.com/press/press-releases/virtual-reality-headset-shipments-to-approach-30-m>

La ricerca effettuata da TrendForce⁶², invece, fornisce dati ancor più ottimistici. I risultati prevedendo una vendita di HMD pari a 14 milioni di unità nel 2016 per raggiungere i 22 milioni di unità nel 2018 e i 38 milioni nel 2020 generando un valore totale del mercato pari a 6.7 miliardi di dollari nel 2016 che, sempre secondo le previsioni, arriverà a 70 miliardi di dollari nel 2020. Inoltre, secondo Jason Tsai, analista di TrendForce, le proiezioni attuali sono limitate all'utilizzo commerciale della tecnologia e concentrate sulla parte hardware della stessa mentre il mercato VR è in realtà ben più ampio:

*“These explosive growth projections actually do not sufficiently reflect just how hot the VR industry is right now. For example, the industry is currently pushing the development of free software and do-it-yourself apps. While these projects do not immediately generate revenue for the developers, they have a vital role in the promotion market growth and innovations. The development of the VR industry is not solely based on wearable devices launched by major hardware vendors such as Sony, Oculus and HTC. Much of the growth drive also comes from independent developers that contribute innovative apps to the VR industry. Their market value is not often reflected in the data. Since making apps does not have a high entry barrier, there has been a proliferation of non-commercial software made by students, independent developers and content providers. Instead of being guided by immediate commercial interests, they aim to attract consumers’ attention with innovative products. Major device vendors are therefore aggressively courting these independent developers. Collaboration with academic institutions is also another way for the industry to diversify the VR content to create more value.”*⁶³

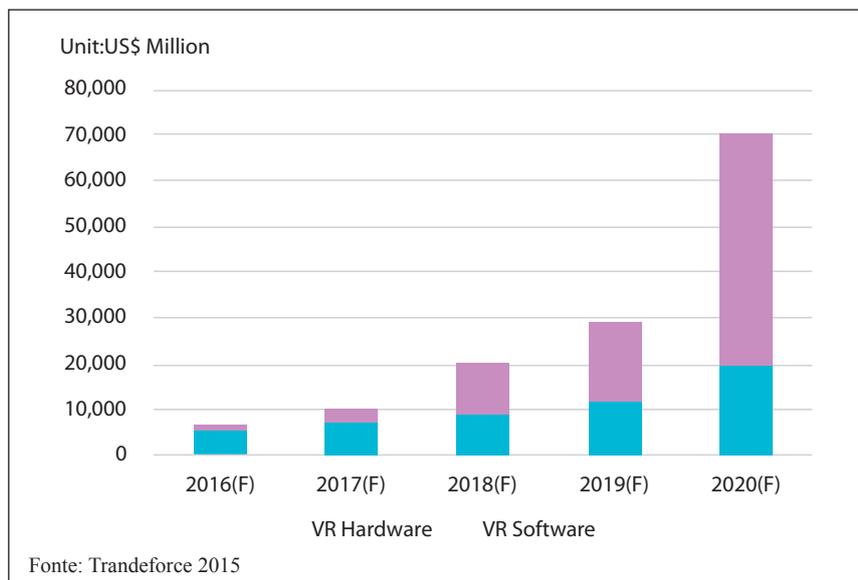


Grafico 9 - Valore del mercato VR 2016-2020

⁶² TrendForce è una società di ricerca specializzata nel settore della tecnologia ed in particolare nell'ambito PC, Smartphone, notebook, tablet, monitor, display, green Energy e Intelligenza Artificiale. Fondata nel 2000, la sede principale è a Taipei, Taiwan.

⁶³ <http://press.trendforce.com/press/20151204-2210.html>

Come affermato da Stephanie Llamas, direttrice della ricerca di SuperData, inoltre, il mercato sarà inizialmente dominato dalle vendite di dispositivi di visualizzazione VR economici quindi supportati da smartphone: *“Initially, affordable smartphone devices will drive the bulk of sales as consumers first explore virtual reality before committing to the more expensive platforms. After this first wave, consumers will likely move more high-end VR devices on PC.”*⁶⁴

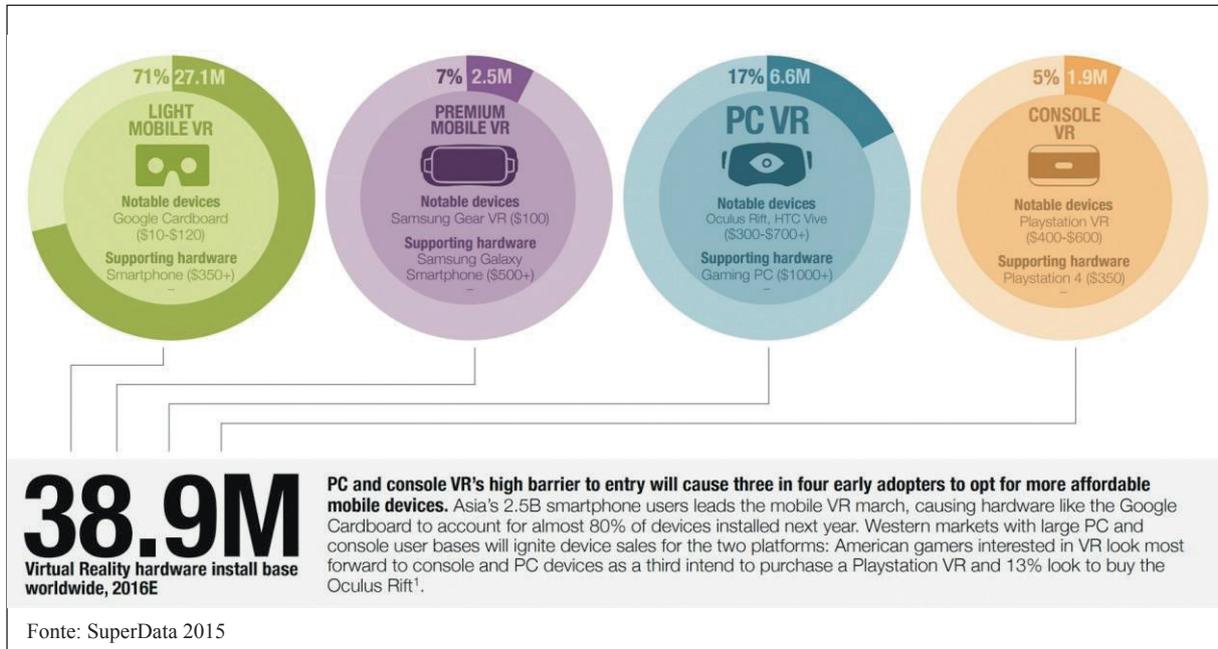


Figura 2 - Mercato Hardware VR 2016

Il fatto che i dispositivi definiti nello schema sopra come mobile VR saranno i più venduti nel 2016 è motivato dal prezzo di acquisto ai consumatori sicuramente inferiore rispetto agli altri. Secondo una ricerca effettuata da Goldmas & Sacs però, i prezzi di questi dispositivi scenderanno con il progredire della tecnologia espandendo ulteriormente il mercato:

*“We found that major hardware devices have experienced pricing declines in the range of 5-10 percent annually over the past 20 years... as the technology advances, price points decline, and an entire new marketplace of applications (both business and consumer) hit the market, we believe VR/AR has the potential to spawn a multibillion-dollar industry.”*⁶⁵

Inoltre, in un'intervista pubblicata a Febbraio 2016, Heather Bellini, ricercatrice di Goldman Sachs, afferma che la realtà virtuale, assieme a quella aumentata, diventerà un mercato da 80 miliardi di dollari entro il 2025, approssimativamente pari all'attuale mercato dei PC:

“We think that virtual and augmented reality have the potential to transform how we interact with almost every industry today, and we think

⁶⁴ <https://www.superdataresearch.com/blog/virtual-reality-market-brief/>

⁶⁵ <http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-01-13/goldman-sachs-has-four-charts-showing-the-huge-potential-in-virtual-and-augmented-reality>

it will be equally transformative both from a consumer and an enterprise perspective.”⁶⁶

Per quanto concerne il tasso di crescita del mercato, invece, Bloomberg ha pubblicato un articolo facendo riferimento alla ricerca effettuata da *Market Research Reports*⁶⁷, *The Global Virtual Reality Market 2015-2019 - Industry Analysis*, in cui prevede che il mercato globale della realtà virtuale crescerà a un CAGR (Compound Annual Growth Rate) del 96,09% nel periodo 2014-2019⁶⁸.

1.3.3 Il Metaverso

Il termine Metaverso è stato coniato nel 1992 da Neal Stephenson nel suo romanzo dal titolo *Snow Crash*. In *Snow Crash*, Stephenson immagina il Metaverso come un mondo virtuale estremamente vasto e popolato che opera non tanto come un ambiente di gioco con specifici parametri e obiettivi, bensì come un sistema di cultura digitale senza limiti imposti che opera in parallelo al mondo fisico.

Dalla pubblicazione del romanzo di Stephenson ad oggi, l'avanzamento tecnologico ha permesso l'implementazione nella vita reale di diversi mondi virtuali e di pari passo definizioni più chiare e ampie sono state sviluppate per esprimere questo concetto.

Tra queste, di particolare interesse è la definizione data da John Smart, CEO di Foresight Company e presidente dell'Acceleration Studies Foundation:

“The Metaverse is the convergence of 1) virtually- enhanced physical reality and 2) physically persistent virtual space. It is a fusion of both, while allowing users to experience it as either.”⁶⁹

Secondo Smart, dunque, il Metaverso rappresenta la fusione tra questi due elementi che creano la connessione tra il mondo fisico e quello virtuale.

Frey, invece, all'interno del paper di presentazione del progetto *Solipsis*, un'architettura open source per la creazione di grandi sistemi basati su ambienti virtuali, definisce il Metaverso come un insieme di mondi virtuali tra loro interconnessi:

“Metaverse is a system of numerous, interconnected virtual and typically user-generated worlds (or Metaworlds) all accessible through a single-user interface. According to this strict definition, the only Metaverse existing today is a prehistoric one: the World Wide Web itself. Plenty of virtual worlds flourish these days claiming they are the Metaverse, but they only are a part of it, as websites are the leaves of the worldwide web tree.”⁷⁰

In sostanza, il concetto di Metaverso è qui inteso come un'infrastruttura di massa composta da mondi virtuali tra loro interconnessi e accessibili attraverso un'interfaccia

⁶⁶ <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/pages/virtual-and-augmented-reality.html>

⁶⁷ Società di ricerca statunitense fondata nel 1998 e con sede a Rockville. È specializzata in market intelligence.

⁶⁸ http://www.bloomberg.com/research/markets/news/article.asp?docKey=600-201511260339M2_____EUPR_____ad9c000003f6dd8c_3600-1

⁶⁹ SMART J., CASCIO J., PAFFENDORF J., A Cross-Industry Foresight Project, *Metaverse Roadmap*, 2007.

⁷⁰ FREY D. et al., *Solipsis: A Decentralized Architecture for Virtual Environments*, Project presentation paper, 2008.

comune, il browser, che incorpora sia elementi 2D che 3D in una sorta di Internet immersivo. Lo stesso approccio di Frey è condiviso dall'IEEE⁷¹ che vede il Metaverso come lo sviluppo progressivo di singoli mondi virtuali verso l'integrazione.

Secondo l'organizzazione, questo processo è iniziato con la creazione di mondi virtuali separati, definiti Metamondi, senza capacità di interconnessione e analoghi ai singoli pianeti fisici (ad es. Second Life) per passare poi alle Metagalassie che coinvolgono diversi mondi virtuali collegati tra loro ma sotto la stessa singola autorità (ad esempio Activeworlds). Questo percorso arriva quindi al culmine del suo progresso con la creazione di un Metaverso completo che coinvolge i diversi sistemi di Metagalassie e Metamondi.

Un protocollo standardizzato, come quello che sta sviluppando l'IEEE Virtual World Standard Group⁷², permetterà agli utenti di vivere il Metaverso spostandosi da un mondo all'altro in modo continuativo e senza interruzioni, a prescindere dall'entità che controlla le diverse regioni virtuali in cui si sposta.

Come in precedenza spiegato, dunque, è possibile immaginare il Metaverso come un insieme di mondi virtuali a se stanti che, uniti ed interconnessi tra loro attraverso un network digitale complesso, danno vita a ciò che viene definito il web 3D, la naturale evoluzione del web oggi utilizzato. Non esiste dunque un'entità singola chiamata Metaverso, esistono piuttosto molteplici entità che si rafforzano reciprocamente grazie alla virtualizzazione e a strumenti web 3D che saranno incorporati nel nostro ambiente e diventeranno parte della nostra vita. Nel tempo le attività oggi associate al Web 2D migreranno nello spazio 3D offerto dal Metaverso. Ciò non significa che tutte le pagine web si trasformeranno in ambienti virtuali, significa piuttosto che lo sviluppo di nuovi strumenti renderanno possibile un'intelligente integrazione tra 2D e 3D al fine di raggiungere il miglior vantaggio da entrambi in un contesto appropriato e più efficiente. Se però diversi mondi virtuali sono già oggi esistenti, il Metaverso, come sopra inteso, è al momento un concetto in attesa di completa implementazione.

Secondo una ricerca condotta da Dionisio, Burn e Gilbert, focalizzata sugli aspetti caratterizzanti la transizione dai mondi virtuali al Metaverso, la completa realizzazione del Metaverso è strettamente collegata allo sviluppo di quattro caratteristiche considerate fondamentali: realismo, ubiquità, interoperabilità e scalabilità.

Il realismo, all'interno di un mondo virtuale e, di conseguenza, nel Metaverso, è associato all'esperienza vissuta dall'utente ed è ciò che gli permette di sentirsi completamente immerso in una realtà alternativa. Esso permette il coinvolgimento psicologico ed emotivo e viene trasmesso all'utente attraverso la vista, l'udito ed il tatto. Inoltre, la presenza all'interno del Metaverso è mediata dal proprio *avatar* che interagisce non soltanto con l'ambiente ma anche con gli altri utenti attraverso gesti ed espressioni che apportano un importante contributo all'esperienza immersiva ed alla percezione di realismo. Maggiore è il senso di naturalezza nell'espressione e nella gestualità dell'*avatar*, maggiore è il senso di realismo veicolato dall'esperienza:

⁷¹ L'IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) è un'importante organizzazione internazionale focalizzata sulla promozione delle scienze tecnologiche e sull'elaborazione di standard che hanno l'obiettivo di facilitare l'adozione delle nuove tecnologie (<http://www.ieee.org>).

⁷² https://standards.ieee.org/develop/wg/Virtual_Worlds.html

“A virtual environment is perceived as more realistic based on the degree to which it transports a user into that environment, and the transparency of the boundary between the user’s physical actions and those of his or her avatar. By this token, virtual world realism is not purely additive nor, visually speaking, strictly photographic; in many cases, strategic rendering choices can yield better returns than merely adding polygons, pixels, objects, or bits in general across the board.”⁷³

L’ubiquità, invece, viene qui intesa come la capacità di accesso che gli spazi virtuali che formano il Metaverso devono assicurare all’utente. Affinché sia uno strumento efficace, il Metaverso dev’essere accessibile dai diversi dispositivi digitali oggi disponibili e deve assicurare all’utente di rimanere interconnesso nel sistema mantenendo la propria identità virtuale al fine di permettere una ricca e valida alternativa per l’attività e l’interazione umana. Se il Metaverso non conservasse la possibilità di un accesso e di una presenza costante, l’utente percepirebbe l’esperienza distante da sé e il senso di realtà non verrebbe percepito come nel mondo fisico:

“If there are barriers, artificial impedances, or undue inconveniences involved with identifying ourselves and the information that we create or use within or across virtual worlds, this distances our sense of self from these worlds and we lose a certain degree of investment or immersion within them”.⁷⁴

L’interoperabilità, invece, viene intesa in questo contesto come la capacità di interazione e di scambio di informazioni ed elementi tra sistemi distinti e piattaforme diverse in modo continuo e quanto più possibile trasparente. È ciò che permette a oggetti e utenti di essere creati e spostati senza interruzioni all’interno del sistema. Al fine di assicurare al meglio l’interoperabilità all’interno del Metaverso è necessario lo sviluppo di consensi e convenzioni che, quando formalizzate, diventano standards da seguire. L’interoperabilità è la componente che abilita l’ubiquità come sopra intesa ed è ciò che porta il capitale umano all’interno del Metaverso:

“As specifically applied to virtual worlds, interoperability might be viewed as merely the enabling technology required for ubiquity. While this is not inaccurate, interoperability remains a key feature of virtual worlds in its own right, since it is interoperability that puts the capital in the Metaverse: just as the singular, capitalized Internet is borne of layered standards which allow disparate, heterogeneous networks and subnetworks to communicate with each other transparently, so too will a singular, capitalized Metaverse only emerge if corresponding standards also allow disparate, heterogeneous virtual worlds to seamlessly exchange or

⁷³ DIONISIO J. D. N., et al., 3D Virtual Worlds and the Metaverse: *Current Status and Future Possibilities*, ACM Computing Surveys, Vol. V, 2001.

⁷⁴ DIONISIO J. D. N. et al., 3D Virtual Worlds and the Metaverse: *Current Status and Future Possibilities*, ACM Computing Surveys, Vol. V, 2001.

transport objects, behaviors, and avatar.”⁷⁵

L’ultimo aspetto, non per importanza, è la scalabilità. Essa rappresenta probabilmente la sfida più grande, dato che il mondo fisico stesso che il Metaverso rappresenta è enorme e potenzialmente infinito in termini di livelli e dimensioni. È ciò che permette un utilizzo efficiente del sistema a prescindere dal numero degli utenti presenti nello stesso momento e dalle diversità e complessità degli ambienti che lo compongono. In particolare sono state identificate tre principali dimensioni che interessano la scalabilità dei mondi virtuali e del Metaverso e riguardano il numero di utenti che possono interagire all’interno del mondo nello stesso momento; il numero di elementi presenti in una determinata area, il loro livello di dettaglio e la complessità della loro apparenza; il tipo, lo scopo e la quantità di interazioni possibili tra i diversi utenti:

*“What we see in the real world is the constantly updating result of multitudes of interactions among photons and materials governed by the laws of physics. Virtual worlds add further dimensions to these interactions, with the human social factor playing a key role.”*⁷⁶

Se questi quattro aspetti sono fondamentali per la realizzazione di un Metaverso efficiente e realistico è bene ricordare le grandi capacità tecniche richieste dal questo tipo di sistema. L’implementazione del Metaverso, infatti, è strettamente collegata all’andamento di crescita di un numero esponenziale di tecnologie a esso correlate e la rapida espansione delle capacità e performance digitali stanno creando le condizioni necessarie per lo sviluppo di un ecosistema web 3D computerizzato. Inoltre, le tecnologie e tecniche per migliorare il senso di immersione e realismo continuano ad evolvere a prescindere dai mondi virtuali grazie al loro campo di applicazione che coinvolge diversi ambiti come, ad esempio, quello dei videogiochi, l’entertainment e dei social media.

La realizzazione di un Metaverso strutturato contribuirà quindi allo sviluppo di diversi “regni” tecnologici. Nell’ambito produttivo, ad esempio, gli ambienti 3D offrono spazi di design ideali per la prototipizzazione e la costumizzazione, particolarmente veloci e utili nel caso di aziende decentralizzate. In ambito logistico e dei trasporti, la consapevolezza spaziale permessa dalla virtualizzazione porterà nuove efficienze, intuizioni e mercati.

Nell’ambito dell’intelligenza artificiale, inoltre, gli ambienti virtuali offrono piattaforme trasparenti e a basso rischio per lo sviluppo e la verifica dei comportamenti di macchine intelligentemente autonome, molte delle quali verranno usate nel mondo fisico. Tutto ciò è solo un esempio delle opportunità che andranno a concretizzarsi con lo sviluppo della tecnologia alla base del Metaverso e, per una corretta visione nel cambiamento che sta avvenendo, è utile pensare al Metaverso non come un semplice spazio virtuale bensì come il punto di giunzione tra il nostro mondo fisico e quello virtuale.

⁷⁵ DIONISIO J. D. N. et al., 3D Virtual Worlds and the Metaverse: *Current Status and Future Possibilities*, ACM Computing Surveys, Vol. V, 2001.

⁷⁶ DIONISIO J. D. N. et al., 3D Virtual Worlds and the Metaverse: *Current Status and Future Possibilities*, ACM Computing Surveys, Vol. V, 2001.

1.3.4 High Fidelity

High Fidelity (HiFi) è una piattaforma open source nata con l'obiettivo di rendere la realtà virtuale uno strumento davvero interconnesso e condiviso.

La piattaforma è sviluppata dall'omonima società fondata nel 2013 a San Francisco da Philip Rosedale (già fondatore di Second Life), Ryan Karpf e Freddy Heiberger.

Notevole è l'interesse suscitato fin dall'inizio da questo progetto che, ad oggi, ha ricevuto finanziamenti per oltre 18 milioni di Dollari, elargiti principalmente da True Ventures, Linden Lab, Kapor Capital, Vulcan Capital e Google Venture⁷⁷.

Il concetto alla base di High Fidelity, è quello di sviluppare una piattaforma in cui chiunque ha la possibilità di visitare, creare, e condividere mondi virtuali tra loro interconnessi in un unico, infinito sistema.

Secondo questa visione dunque, High Fidelity è l'infrastruttura che renderà possibile lo sviluppo del Metaverso come in precedenza inteso, permettendo la generazione autonoma di spazi virtuali accessibili dagli altri e tra loro interconnessi con la stessa facilità con cui attualmente viene sviluppato un sito internet, grazie all'utilizzo di formati e linguaggi comuni.

Ogni spazio virtuale creato farà parte di un dato mondo virtuale che, a sua volta, farà parte del Metaverso nel suo complesso. Questi singoli spazi verranno identificati con un proprio dominio che ne permetterà l'accesso diretto creando così un sistema di domini simile a quello dell'attuale web.

High Fidelity dunque, rappresenta un nuovo modo di concepire la creazione di uno spazio o mondo virtuale e offre elementi innovativi che non si limitano al miglioramento della grafica.

I principali elementi che caratterizzano questa piattaforma sono:

- la natura Open Source (sia dal lato client che server), che permettere di raggiungere un elevato numero di utenti e di ottenere continui miglioramenti ed innovazioni;
- un formato comune che permette la creazione autonoma degli spazi;
- un dominio personale dello spazio creato e posseduto all'interno del Metaverso;
- scalabilità infinita grazie ad un sistema di condivisione della potenza di calcolo dei dispositivi connessi;
- riconoscimento delle espressioni del volto e del linguaggio del corpo grazie all'utilizzo di videocamera 3D e dispositivi sensoriali;
- audio 3D spaziale che permette un'esperienza audio immersiva grazie alla riproduzione di suoni provenienti da diverse fonti in simultanea e con tempi di latenza minimi⁷⁸;
- possibilità di fruizione attraverso la maggior parte dei dispositivi esistenti sia tradizionali che di ultima generazione (HTC Vive, Oculus Rift, Hydra PrioVR, Leap Motion e molti altri);

⁷⁷ <https://app.datafox.com/high-fidelity/overview>

⁷⁸ U.S. Patent n. 2015/0325226 – *System and methods for providing immersive audio experiences in computer generated virtual environments.*

Ciò che rende High Fidelity diversa e più avanzata rispetto alle altre piattaforme VR passate e presenti, è sicuramente la tecnologia dell'interfaccia che permette agli utenti un'interazione con l'ambiente e con gli altri molto più vicina all'esperienza reale. Attraverso l'utilizzo di sofisticate tecniche per il riconoscimento delle espressioni corporee, il sistema permette all'*avatar* presente all'interno dell'ambiente di riprodurre non soltanto i movimenti della testa e del corpo dell'utente, bensì anche le espressioni facciali e il movimento di occhi e bocca.

In particolare, una telecamera frontale collegata o integrata allo schermo del PC permette al sistema di riconoscere le espressioni del volto dell'utente e ricrearle in tempo reale nel volto dell'*avatar* presente all'interno dell'ambiente.

Il sistema, che funziona anche con le telecamere 2D attualmente installate nei PC di consumo, amplifica le prestazioni se utilizzato con una telecamera 3D. Questo tipo di telecamere a tecnologia avanzata, integrate e già in dotazione nei dispositivi di uso comune (PC, laptop e tablet) di ultima generazione, sostituiranno presto le attuali web cam grazie principalmente alla tecnologia sviluppata da Intel, come spiega un articolo pubblicato sulla MIT Technology Review:

“Combined 2-D and 3-D camera from Intel will be built into laptops and tablets from a range of manufacturers. The camera allows a device to be controlled with arm, hand, and finger gestures, and is also intended to allow software to capture and understand the world around it, including people’s facial expressions... Intel intends the technology to become ubiquitous, similar to how conventional webcams have become a standard feature of even the cheapest PCs.”⁷⁹

Questo sistema, pur garantendo un'esperienza ottima se fruito attraverso lo schermo di un PC o di un tablet, permette un'esperienza ancor più immersiva e realistica se vissuto attraverso l'utilizzo di un HMD come quelli in precedenza descritti.

Attraverso questi dispositivi, l'utente vive l'ambiente con gli occhi dell'*avatar* che sposta l'angolo di visualizzazione in base ai movimenti della testa rilevati attraverso i sensori di movimento predisposti nell'HMD.

Lo stesso sistema, inoltre, non è limitato al riconoscimento facciale. Attraverso l'utilizzo di dispositivi per il riconoscimento del movimento delle braccia e delle mani, come ad esempio il Leap Motion, l'utente può interagire con elementi e oggetti presenti nell'ambiente virtuale muovendoli e modificandoli.

Il Leap Motion consiste in un piccolo dispositivo (79 x 30 x 11mm) che viene collegato al PC tramite porta USB e, grazie a un sistema ad infrarossi, elabora i movimenti delle mani lasciandole libere dato che non è necessario indossare alcun sensore.

I sensori riproducono il movimento con un elevatissimo grado di fedeltà. Il dispositivo, infatti, ha la capacità di tracciare il movimento di tutte le 10 dita simultaneamente con un tempo di latenza inferiore a quello impiegato da una pagina internet per caricarsi.

⁷⁹ <https://www.technologyreview.com/s/523336/ces-2014-intels-3-d-camera-heads-to-laptops-and-tablets/>

Con questo sistema dunque, l'utente può spostare, manipolare, modificare, lanciare oggetti, scrivere, disegnare, sfogliare un libro, stringere la mano o accarezzare un *avatar*.

Vivere l'esperienza attraverso, ad esempio, la combinazione di Oculus Rift e Leap Motion, permette all'utente la simulazione delle normali azioni reali in modo libero e istintivo dato che l'utilizzo di dispositivi tradizionali quali la tastiera ed il mouse non sono necessari.

In un articolo intitolato *"The quest to put more reality in virtual reality"*, Tom Simonite, direttore della sede di San Francisco della MIT Technology Review, descrive così l'esperienza vissuta durante una visita alla sede di High Fidelity:

*"When I put on the virtual-reality goggles, I saw the view from my Avatar's eyes; as I moved my head, motion sensors in the goggles controlled the movements of the Avatar's head. Moving my hands in the real world controlled the Avatar's hands, thanks to an infrared motion sensor mounted on the front of the headset... I could gesture for emphasis, and look from person to person as the conversation flowed or my attention drifted. More important, I could get a read on what Rosedale and Karpf were thinking as they spoke or listened—because their head movements and facial expressions mirrored what their real bodies were doing. Each had logged in from a laptop with a small 3-D camera perched on its screen; the camera captured their expressions, down to eye blinks and lip movements. Their virtual mouths synched with their real words. After the initial unfamiliarity wore off, chatting with Rosedale and Karpf in virtual space was much the same as it would have been in real space."*⁸⁰

Lo scopo di High Fidelity è dunque quello di garantire un'esperienza davvero immersiva e vicina a quella reale grazie alla percezione degli aspetti emotivi ed emozionali vissuti dall'utente all'interno dell'ambiente e, come spiegato dallo stesso Rosedale, l'interazione tra *avatar* diventa, appunto, emozionalmente reale. L'integrazione di sensori nell'esperienza virtuale, stanno assumendo un ruolo fondamentale nell'evoluzione della tecnologia soprattutto in un'ottica di applicazione all'ambito lavorativo.

Come spiega Salim Ismail, Angel Investor canadese, ex vice presidente di Yahoo! ora Global Ambassador di Singularity University, la tendenza attuale in questo senso è quella di dare enfasi all'aspetto emotivo/emozionale:

"Per consentire un mondo virtuale a immersione totale, High Fidelity, la nuova piattaforma ideata da Rosedale, si serve di hardware come Oculus Rift, il sensore di profondità PrimeSense e il rilevatore di movimento Leap Motion. L'ambiente High Fidelity ha ridotto il lasso di tempo tra movimento e risposta del sistema a una velocità quasi pari a quella della percezione umana, con un'esperienza a tutti gli effetti in tempo reale (...). L'Emotional Sensing, ultimo elemento chiave della Social Technology, utilizza sensori, come gli health sensor e neurotecnologie, all'interno di un team o di un gruppo, creando Quantified Employee e Qualified Workforce. I dipendenti

⁸⁰ <https://www.technologyreview.com/s/531751/the-quest-to-put-more-reality-in-virtual-reality/>

saranno in grado di acquistare dati su se stessi e sul proprio lavoro, prevenendo malattie, esaurimenti ecc. e migliorando le procedure, la collaborazione e le performance complessive del team. Mentre in passato il lavoro si concentrava principalmente sull'importanza del quoziente intellettivo (Qi), oggi il quoziente emotivo (Qe) e quello spirituale (Qs) stanno diventando indicatori sempre più rilevanti."⁸¹

Un altro aspetto che rende High Fidelity una piattaforma davvero unica e innovativa è il sistema sviluppato per la condivisione della potenza di calcolo.

L'offerta dei sistemi di ambienti virtuali ad oggi esistenti, infatti, è limitata alle potenzialità di calcolo dei singoli dispositivi utilizzati.

Questi sistemi, seppur tecnologicamente avanzati, richiedono ingenti risorse di processo nell'implementazione dell'ambiente virtuale e ciò ne limita l'esperienza, meno realistica, il numero di utenti presenti nello stesso spazio e nello stesso momento e la scalabilità dell'ambiente stesso.

Se questo è vero per i singoli Mondi Virtuali, lo è ancor di più in un'ottica di Metaverso e, come in precedenza spiegato, tutto ciò rappresenta uno dei fattori chiave per cui la tecnologia VR negli anni scorsi non è riuscita a diffondersi secondo le aspettative.

La rivoluzione apportata da High Fidelity sta nel risolvere questo limite grazie ad un innovativo sistema di condivisione della potenza dei dispositivi degli utenti brevettato lo scorso Novembre⁸²:

*"We believe that both the hardware and the internet infrastructure are now available to give people around the world access to an interconnected Metaverse that will offer a broad range of capabilities for creativity, education, exploration, work and play. And by using all of our computers together in an open shared network, we can simulate this space at a far larger scale than would be possible by any single company or centrally hosted system."*⁸³

High Fidelity, dunque, permetterà di ovviare a questo problema attraverso un sistema grazie al quale lo spazio virtuale generato dal computer sarà in parte supportato dalla potenza di calcolo dei dispositivi attraverso i quali gli utenti accedono all'ambiente stesso. Grazie ad un software appositamente sviluppato, il sistema riceve indicazione del numero e del tipo di dispositivi disponibili per la condivisione delle risorse e, in base a questi dati, assegna agli stessi dei task computazionali che permettono di alimentare in parte l'ambiente virtuale.

Questi dispositivi vengono abilitati alla condivisione della potenza di calcolo attraverso una configurazione che l'utente effettua scaricando ed installando un'applicazione dedicata. Ogni utente può decidere se mettere o meno a disposizione il proprio dispositivo e in che misura ricevendo in cambio un pagamento in valuta virtuale. L'importo riconosciuto all'utente è calcolato in base all'intervallo di tempo in cui il dispositivo è a disposizione e/o al numero e alla complessità dei task elaborati.

⁸¹ ISMAIL S., *Exponential Organization: Why new organizations are ten times better, faster and cheaper than yours (and what to do about it)*, Marsilio Editori, 2014.

⁸² U.S. Patent n. 2015/0321101 – *System and methods for implementing distributed computer-generated Virtual Enviroments using user contributed computing device.*

⁸³ <https://blog.highfidelity.com/>

Il credito accumulato può essere utilizzato all'interno dell'ambiente virtuale per l'acquisto di beni e servizi virtuali o per l'affitto di domini di proprietà di altri utenti. L'utilizzo della valuta virtuale inoltre non è limitata a un singolo mondo virtuale.

In presenza di Metaverso, infatti, una valuta virtuale comune può essere utilizzata all'interno dei vari mondi che lo compongono anche se, alcuni di essi avranno una propria economia gestita attraverso una propria valuta.

Nel caso in cui diversi mondi virtuali prevedano l'utilizzo della propria valuta, un sistema di cambio permetterà la conversione e lo scambio delle diverse valute virtuali e, in alcune situazioni, sarà inoltre possibile convertire la valuta virtuale in valuta reale e viceversa.

Questo approccio permette di sfruttare intelligentemente un network molto ampio e dinamico di dispositivi in maniera efficiente, permettendo al Metaverso di ospitare un numero esponenziale di utenti in simultanea e offrire un'ampia quantità di contenuti complessi senza il problema di sovraccarico che caratterizza una rete fissa di server.

Alla base della creazione di questo sistema c'è la comprensione che, tra i dispositivi connessi in rete, c'è una crescente disponibilità di capacità computazionale che, di fatto, è inattiva perché non necessaria all'utente ed è proprio questa capacità inattiva che renderà il Metaverso un luogo virtuale potenzialmente infinito:

“We'll have 1,000 times more machines available... If you could use that, how big a Metaverse would that be? You wind up with the rich details of a video game. You get immense spaces with local details. If we use all these computers we have today, the virtual space could be the size of the land mass of Earth today.”⁸⁴

I vantaggi e le opportunità offerte da High Fidelity sono davvero molte sia dal punto di vista dell'esperienza, davvero vicina al reale, sia dal punto di vista delle capacità tecniche della piattaforma e, tutto ciò rappresenterà nel prossimo futuro una rivoluzione nei vari aspetti della vita umana.

Attualmente lo sviluppo della piattaforma è in fase Alpha anche se, secondo quanto dichiarato dalla società stessa, il rilascio ufficiale sul mercato è previsto per la fine del 2017.

⁸⁴ <http://venturebeat.com/2015/10/28/virtual-world-pioneer-philip-rosedale-shows-off-virtual-toy-room-in-high-fidelity/>

2. L'ESPERIENZA VIRTUALE, ANALISI PSICOLOGICA

Seppur lo scopo di quanto esposto nel primo capitolo sia stato quello di far comprendere cosa sia la realtà virtuale da un punto di vista tecnologico e della sua evoluzione, è bene sottolineare che studiare questa tecnologia limitatamente a tali aspetti non ne permette una completa comprensione.

Come sopra riportato infatti, già molti anni fa, Steuer, nel definire la realtà virtuale, non si limitò al sistema tecnico della stessa bensì individuò l'esperienza umana vissuta attraverso essa come fattore chiave di definizione.

Da Steuer a oggi, con il progredire della tecnologia è aumentato anche l'interesse scientifico per la stessa e diversi studi sono stati condotti in ambito psicologico e sociologico al fine di comprendere influenze e dinamiche della vita virtuale in quella reale.

Da sempre, il tema dell'esperienza umana in genere è molto esaminato dagli studiosi di psicologia e, negli ultimi anni, un numero crescente di ricercatori ha esteso l'analisi all'esperienza soggettiva riportata dalle persone durante l'interazione con un ambiente virtuale. Nonostante questo importante interesse però, l'esperienza umana rimane un costrutto ambiguo, dibattuto in psicologia fin dalle sue iniziali analisi.

Uno dei più interessanti contributi sul tema dell'esperienza è dato da Williams James, noto psicologo e filosofo statunitense, che già nei primi anni del secolo scorso, elabora un interessante analisi sull'esperienza umana:

“The world of our experience consists at all times of two parts, an objective and a subjective part, of which the former may be incalculably more extensive than the latter, and yet the latter can never be omitted or suppressed. The objective part is the sum total of whatsoever at any given time we may be thinking of, the subjective part is the inner ‘state’ in which the thinking comes to pass.”⁸⁵

Secondo la visione di Williams, dunque, l'esperienza si compone di due parti e, attraverso queste, l'individuo focalizza la propria attenzione su una sequenza selezionata di eventi consci che costruiscono l'esperienza:

“Millions of items in the outward order are present to my sense which never properly enter into my experience. Why? Because they have no interest for me. My experience is what I agree to attend to. Only those items which I notice shape my mind, without selective interest, experience is utter chaos.”⁸⁶

Secondo Williams e diversi altri autori l'esperienza è costruita in base ad elementi di nostro interesse e, dunque, l'attenzione ricopre un ruolo primario nel processo che

⁸⁵ JAMES W., *Varieties of Religious Experience: A Study in Human Nature*, Random House, New York, 1902.

⁸⁶ JAMES W., *The Principles of Psychology*, H. Holt and Company, New York, 1980.

regola gli stati di coscienza. In questo senso, secondo Csikszentmihalyi, psicologo statunitense di origine ungherese, le idee, le sensazioni, i sentimenti e i desideri possono apparire nella coscienza, e quindi diventare reali per la persona, soltanto quando l'attenzione è loro rivolta⁸⁷. Al di là della letteratura in psicologia, inoltre, nuove scoperte nel campo delle neuroscienze dimostrano come il cervello umano e il corpo lavorino assieme nell'elaborazione dell'esperienza e nella valutazione delle emozioni e dei pensieri che portano alla percezione del senso di presenza sia nel mondo materiale che in quello virtuale.

Il cervello, in particolare, genera sensazioni corporee che rappresentano fisicamente le emozioni e i pensieri da esso elaborati indirizzando l'attenzione al momento presente e generando così la percezione di presenza nell'esperienza.

Ma cosa caratterizza l'esperienza nella realtà virtuale? Secondo Carrie Heater, *Michigan State University*, e Marcel Allbritton, Clinical Mind Body Therapist di Berkeley, le caratteristiche dell'esperienza virtuale sono le stesse di quella materiale:

*“It’s still the human system, Virtual Worlds replace what one or more of our senses can perceive (usually eyes and ears) with designed stimuli. But it is our human system, our body and mind, which has the experience. External stimuli contribute to experiences. Our mind directs attention toward, perceives, interprets and integrates external stimuli and internal bodily sensations which themselves may be perceived and interpreted. These internal processes occur continuously.”*⁸⁸

L'esperienza virtuale quindi, come quella materiale, è vissuta attraverso il sistema umano, profondamente collegato alle sensazioni corporee e al concetto di presenza.

Il concetto di presenza, come nel precedente capitolo anticipato, rappresenta un elemento fondamentale nell'esperienza VR, tantoché la maggior parte delle ricerche psicologiche svolte in quest'ambito si sono sviluppate attorno a questo concetto, definito essenziale da molti autori non solo per la definizione dell'esperienza VR, bensì anche per la progettazione e lo sviluppo di un ambiente virtuale efficiente.

2.1 Il concetto di presenza

Il concetto di presenza è da sempre ritenuto fondamentale per la comprensione dell'esperienza umana seppur diversi siano gli approcci utilizzati dagli studiosi nell'analisi della stessa nell'esperienza VR.

Alcuni ricercatori, ad esempio, enfatizzano l'utilità della presenza in relazione alle prestazioni dell'utente, altri rilevano come all'aumentare del grado di presenza percepito aumenti la

⁸⁷ CSIKSZENTMIHALYI M., *Attention and the Holistic Approach to Behavior, in The Stream of Consciousness*, Plenum Press, New York, 1978.

⁸⁸ HEATER C., ALLBRITTON M., *Being there: Implication of Neuroscience and Meditation for Self- Presence in Virtual Worlds*, Journal of Virtual Worlds Research, Vol. 8, N° 2, 2015.

possibilità che il comportamento degli utenti in un ambiente virtuale sia simile, in condizioni analoghe, a quello della quotidiana realtà, altri ancora rilevano invece il valore euristico intrinseco che rappresenta lo studio della presenza in quanto utile alla comprensione del processo cognitivo umano.

Se diversi sono gli approcci nello studio della presenza, diverse sono anche le definizioni ad essa attribuite dagli studiosi. Tra queste, Mel Slater, docente presso il *Department of Computer Science dell'University College di Londra* definisce la presenza come “*la (sospensione della dis-) credenza*” di essere situati in un mondo diverso da quello fisico⁸⁹. Un altro interessante punto di vista è proposto da David Schloerb, membro del MIT Touch Lab, che divide invece il concetto di presenza in presenza oggettiva e presenza soggettiva:

“A person is objectively present in a remote environment where the person is not physically present, if there is some type of causal interaction between the person and the environment. Clearly, a person can also be objectively present in his or her weal environment (where the person is physically present). It should also be clear to the reader that objective presence, without further specification, implies nothing about how the person feels. The degree of objective presence may be defined based on the probability that a given task is completed successfully. For example, a baseball player's batting average is his or her degree of objective presence in the task of get- ting a hit. (...) An important category of objective presence is the case where the specified task is for a person to perceive that he or she is physically present in a given environment. For example, if you stop and think about it you will (no doubt) perceive that you are physically present in some environment (wherever you happen to be right now). This is subjective presence. The degree of subjective presence is defined to be the probability that a person perceives that he or she is physically present in the given environment.”⁹⁰

In contrasto alla visione dualistica di Schloerb sono Giuseppe Mantovani e Giuseppe Riva che propongono una visione alternativa in cui il concetto di presenza è considerato come un costruito sociale:

The meaning of presence depends on the concept we have of reality and that different ontological positions generate different definitions of Presence, Telepresence, and Virtual Presence. We believe that the definition of

⁸⁹ SLATER M., USOH M., *Body Centred Interaction in Immersive Virtual Environments, in Artificial Life and Virtual Reality*, John Wiley & Sons, 1994.

⁹⁰ SCHOLOERB D.W., *A quantitative measure of Telepresence*, Presence, Vol. 4, N° 1, The Massachusetts Institute of Technology, 1995.

presence based on physical presence is not only critically unfounded but also deleterious for the development of VR and TS systems, which may thrive if used as effective tools to promote cooperation and communication in work environments. We propose an alternative conception of presence as a social construction, following an approach which is now strongly emerging in social psychology (Gergen, 1994). "Reality" is not out there in the world, somewhere "outside" people's minds, escaping social negotiation and cultural mediation; reality is co-constructed in the relationship between actors and their environments through the mediation of the artifacts. If we arrive to view reality as socially constructed language is the most precious tool we have, as it circum scribes and structures the realm of "reality," assigning precise places to things, actors, actions, and even intentions then we realize that all the experience that social actors can have of environments, both "natural" and "artificial," is mediated."⁹¹

Carrie Heeter, invece, propone di nuovo una suddivisione del concetto, individuando questa volta tre diversi tipi di presenza: la presenza personale soggettiva, la *presenza ambientale* e la *presenza sociale*.

La prima, quella personale, è intesa come l'estensione attraverso la quale (e la ragione per cui) ci si sente in un mondo virtuale. La presenza ambientale è l'estensione attraverso la quale l'ambiente pare percepire la nostra presenza reagendo di conseguenza, mentre quella sociale rappresenta l'estensione attraverso la quale gli altri esseri (viventi o sintetici) esistono nel mondo ed interagiscono con noi.

Se diverse sono dunque le definizioni elaborate del termine presenza, un tentativo di darne una comune è dato dal contributo di Lombard e Ditton che analizzano i vari approcci utilizzati in letteratura nel concettualizzare il termine presenza al fine di dare una spiegazione unificata al costruito. Il risultato della loro analisi sintetizza così la definizione di presenza:

*"Presence is defined as the perceptual illusion of non-mediation (...), an illusion of non-mediation occurs when a person fails to perceive or acknowledge the existence of a medium in his/her communication environment and responds as he/she would if the medium were not there."*⁹²

Al di là delle varie definizioni disponibili in letteratura sulla presenza, è utile notare come tra gli studiosi ci sia però accordo sui concetti base che la caratterizzano.

⁹¹ MANTOVANI G., RIVA G., *Rea Presence: How Different Ontologies Generate Different Criteria for Presence, Telepresence, and Virtual Presence*, Presence, Vol. 8, N° 5, The Massachusetts Institute of Technology, 1999.

⁹² LOMBARD M., DITTON T., *At the hearth of it all: The concept of presence*, Journal of Computer Communication, 2007.

La letteratura sulla presenza, ad esempio, fa spesso riferimento al termine immersione, termine definito da Witmer e Singer, membri della *U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Science*, come uno stato psicologico caratterizzato dal percepire se stessi avvolti, coinvolti e attivi in un ambiente che fornisce un flusso continuo di stimoli ed esperienze⁹³.

Secondo Lassiter e colleghi, inoltre, approccio alternativo per definire il senso di presenza in un ambiente virtuale, è quello di considerare la realtà virtuale come un media, ovvero un mezzo di comunicazione attraverso il quale l'utente vive la propria esperienza.

In questo senso, essi suddividono le variabili che determinano il senso di presenza nell'esperienza dell'utente in due categorie: a) le caratteristiche del media e b) le caratteristiche dell'utente.

A loro volta, le caratteristiche del media sono state suddivise in a) forma del media e b) contenuti del media.

La forma del media si riferisce alle proprietà del mezzo di visualizzazione come, ad esempio, l'estensione delle informazioni sensoriali presentate, il grado di controllo che il partecipante ha nel posizionare i suoi sensori nell'ambiente e la capacità dell'utente di modificare aspetti dell'ambiente stesso, mentre i contenuti del media si riferiscono agli oggetti, agli attori e agli eventi rappresentati dal media.

Le caratteristiche dell'utente, invece, includono rilevanti aspetti individuali come le abilità percettive, cognitive e motorie dello stesso, le sue esperienze mediate precedenti, la durata dell'esposizione e/o interazione nelle precedenti esperienze VR e la propensione a sospendere l'incredulità⁹⁴.

In fine, un altro fattore considerato influenzante nell'esperienza VR è, come sopra accennato, l'attenzione. In questo senso, Witmer e Singer sostengono che allocare sufficienti risorse nell'attenzione all'ambiente virtuale è una determinante importante della presenza⁹⁵. Secondo questa ipotesi, quanto più un utente focalizza la sua attenzione agli stimoli dell'ambiente virtuale, tanto più esso viene coinvolto nell'esperienza VR.

2.2 Presenza cognitiva e apprendimento

L'analisi della presenza cognitiva è una parte che molto interessa gli aspetti di apprendimento e formazione nell'ambito VR, aspetti che già dai primi tempi hanno alimentato l'interesse per la tecnologia.

La scelta di un ambiente VR e, quindi, di una comunicazione mediata da computer, rappresenta una strategia apprezzata da molti ricercatori e professionisti dell'educazione per comprendere come le persone interagiscono e imparano in un ambiente online caratterizzato da comunicazione mediata come accade nelle comunità

⁹³ WITMER G.B., SINGER M.J., *Measuring presence in virtual environments: A Presence Questionnaire*, Presence, Vol. 7, N° 3, The Massachusetts Institute of Technology, 1998.

⁹⁴ LESSITER J., FREEMAN J., KEOGH E., DAVIDOFF J.D., *A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC Sense of Presence Inventory*, Presence, Vol. 10, N° 3, The Massachusetts Institute of Technology, 2001.

⁹⁵ WITMER B.G., SINGER M.J., *Measuring presence in virtual environments: A Presence Questionnaire*, Presence, Vol. 7, N° 3, The Massachusetts Institute of Technology, 1998.

virtuali.⁹⁶ Secondo questi autori gli ambienti virtuali rappresentano ciò che essi definiscono una *Comunità d'Inchiesta*, ovvero un ambiente ricco di interazioni, di costruzione e ricostruzione di conoscenza, di analisi costante e di riflessione in un sistema continuo.

Uno studio interessante sull'identificazione dei requisiti essenziali richiesti da un'esperienza VR in ambito di apprendimento e formazione è svolto da Randy Garrison, Terry Anderson, Walter Archer.

Essi hanno sviluppato un quadro teorico che individua tre requisiti fondamentali della presenza per un'esperienza educativa mediata di successo: la presenza cognitiva, la presenza sociale, la presenza di insegnamento⁹⁷.

Tra le tre si è scelto di approfondire la prima poiché di maggior rilevanza per l'ambito di sviluppo del presente scritto e in quanto considerata in letteratura un elemento essenziale nell'esperienza VR.

Secondo Garrison, Anderson e Archer, la presenza cognitiva è una componente essenziale in una comunità VR in quanto, oltre a fornire l'evidenza della qualità della discussione, permette una continua valutazione dei processi e dell'organizzazione dei pensieri critici dei membri. Essa è considerata un contributo necessario e indispensabile nell'aiutare i membri a raggiungere i propri obiettivi e nel vivere la comunità stessa.

La presenza cognitiva è dunque definita come il processo con il quale gli utenti sono in grado di costruire e confermare significati attraverso riflessioni e discussioni sostenibili sviluppate nella comunità, ovvero attraverso il pensiero critico:

*“The ultimate value of a tool to assess cognitive presence depends on the use of the model of critical thinking (i.e., practical inquiry) and its ability to reflect educational practice. It is important to recognize that cognitive presence focuses on higherorder thinking processes as opposed to specific individual learning outcomes. Critical thinking is both a process and an outcome. As an outcome, it is best understood from an individual perspective that is, the acquisition of deep and meaningful understanding as well as content specific critical inquiry abilities, skills, and dispositions. As a product, critical thinking is, perhaps, best judged through individual educational assignments. The difficulty of assessing critical thinking as a product is that it is a complex and (only indirectly) accessible cognitive process. However, and most relevant here, from a process perspective it is assumed that acquiring critical thinking skills would be greatly assisted by an understanding of the process.”*⁹⁸

Al fine di sviluppare un metodo di valutazione efficace di questa componente nell'esperienza virtuale, gli stessi studiosi sopra citati hanno sviluppato un modello di

⁹⁶ GARRISON R. D., ANDERSON T., ARCHER W., *Critical thinking, cognitive presence, and computer conferencing in distance education*, American Journal of Distance Education, Vol. 15, N° 1, 2001.

⁹⁷ GARRISON D. R., ARCHER W., *A transactional perspective on teaching and learning: A framework for adult and higher education*, Oxford, UK Pergamon, 2000.

⁹⁸ GARRISON, D. R., ANDERSON T., ARCHER W., *Critical thinking, cognitive presence, and computer conferencing in distance education*, American Journal of Distance Education, Vol. 15, N° 1, 2001.

analisi a supporto del paradigma di Dewey, noto filosofo e pedagogista statunitense, il quale sostiene che qualsiasi tipo di conoscenza include riflessione e applicazioni pratiche nella risoluzione dei problemi.

In particolare, nel suo libro *“Experience and Education”*, scritto nel 1938, Dewey propone un'efficace analisi sull'apprendimento che, andando contro le teorie tradizionali dell'epoca, enfatizza l'esperienza, la sperimentazione, l'apprendimento propositivo e altri concetti simili come elementi caratterizzanti la qualità dell'esperienza educativa, dallo stesso definita come un processo sociale e interattivo.

La teoria progressiva sull'apprendimento di Dewey si basa dunque sull'idea che le persone non sono scatole vuote in attesa di essere riempite di conoscenza dal percorso educativo tradizionale (dall'asilo all'università). Esse piuttosto organizzano la comprensione basata sui fatti attraverso meta-cognizioni o attraverso la costruzione di significato di esperienze, preconetti e sapere acquisiti in precedenza⁹⁹.

L'elaborazione della teoria di Dewey di Garrison, Anderson e Archer è sintetizzata nello schema di seguito riportato ed è composta da due dimensioni principali del processo di apprendimento che coinvolgono quattro distinte fasi.

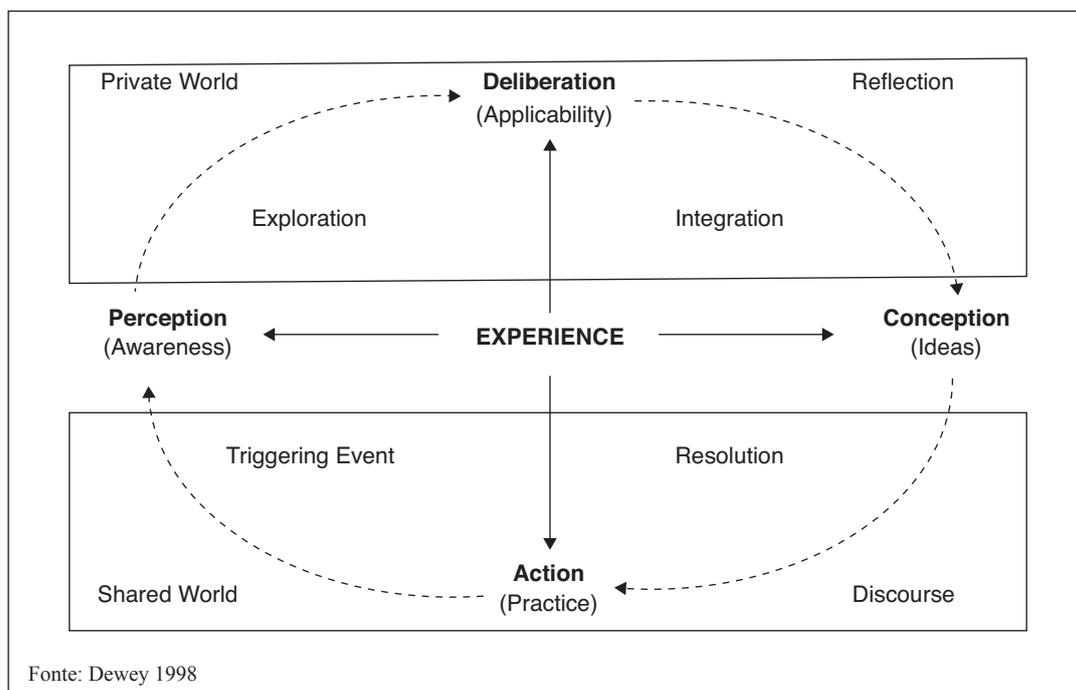


Grafico 10 - Il modello della presenza cognitiva

Come è possibile osservare, la prima dimensione del modello riflette un flusso continuo tra due processi, quello dell'azione e quello della deliberazione che rappresentano l'applicazione pratica dell'acquisizione di conoscenza.

La seconda dimensione rappresenta il momento di transizione tra il mondo concreto e quello astratto. È la fase della percezione e concettualizzazione in cui il processo cognitivo associa fatti e idee. Il modello definisce inoltre quattro fasi essenziali per

⁹⁹ DEWEY J., *Experience and Education: The 60th Anniversary Edition*, Kappa Delta Pi, International Honor Society in Education, 1998.

descrivere e comprendere la presenza cognitiva, soprattutto in un contesto di apprendimento:

- Fase 1, **Trigger Event**: in questa fase, il problema emerso dall'esperienza è definito o riconosciuto. Essa rappresenta l'inizio della ricerca o della discussione. In un'applicazione democratica e non gerarchica della comunicazione mediata, ogni membro dell'ambiente può direttamente o indirettamente aggiungere un Trigger Event alla discussione;
- Fase 2, **Exploration**: in questa fase i partecipanti passano dal mondo privato della riflessione individuale all'esplorazione sociale dell'idea. Nel primo stadio di questa fase, l'individuo percepisce la natura del problema e inizia a esplorare le informazioni rilevanti per esso. L'esplorazione avviene nella comunità e l'individuo si sposta dal mondo privato a quello condiviso caratterizzato dallo scambio di idee e informazioni.
- Fase 3, **Integration**: È il passaggio in cui avviene la costruzione del significato elaborata sulla base delle idee generate e delle informazioni acquisite nella fase precedente. In questo momento si effettua la valutazione dell'applicabilità delle idee nel senso di quanto esse descrivono e connettono le problematiche o gli eventi presi in considerazione.
- Fase 4, **Resolution**: È la fase in cui il dilemma o il problema viene risolto attraverso il significato diretto o indiretto delle azioni. Essa rappresenta il momento di generazione di conoscenza in cui avviene l'implementazione della soluzione precedentemente proposta o la verifica pratica dell'ipotesi generata in risposta al problema originale. A volte è possibile che il risultato o l'implementazione di questa fase porti alla generazione di nuovi problemi e discussioni, quindi, riporti la persona alla fase iniziale del Trigger Event facendo così ripartire un nuovo processo che porterà alla generazione di nuovi significati.

Secondo questi studi dunque, la presenza cognitiva in un'esperienza virtuale, è un elemento fondamentale nella creazione di significato e conoscenza, nella creazione di rapporti tra persone virtualmente rappresentate, nell'acquisizione di competenza e di riflessione critica condivisa. Essa permette all'uomo processi di pensiero più elevati rispetto a processi di apprendimento individuali grazie all'interazione e alla divisione di conoscenza tra i membri della comunità virtuale. Stimola inoltre processi di creatività, comprensione e problem solving, i quali sono considerati da Garrison e Archer importanti indicatori della maturità intellettuale di una rete o di una comunità virtuale.

2.3 La memoria

La comprensione degli effetti che la realtà virtuale ha nei processi cognitivi umani è di notevole importanza per la comprensione e la conferma degli effetti positivi delle applicazioni future di

questa tecnologia. In questo senso, un aspetto di particolare interesse nell'analisi psicologica dell'esperienza virtuale è la memoria.

Secondo diversi autori, tra cui Blascovich e Bailenson¹⁰⁰, l'esperienza virtuale non è fine a se stessa bensì impatta il mondo fisico attraverso le risposte psicologiche e cognitive dell'utente e, seppur essa sia caratterizzata da un alto livello di coinvolgimento e attenzione nel momento in cui è vissuta, pare abbia impatto nell'utente anche una volta conclusa, influenzando i processi dello stesso, come quello della memoria, anche nel mondo fisico.

Come sopra esposto, un importante concetto per l'analisi dell'esperienza virtuale è il concetto di presenza. Esso non soltanto è considerato indice di successo dell'esperienza stessa ma rappresenta un fattore di forte impatto sull'analisi dell'utente. Gran parte della letteratura sull'esperienza VR, infatti, si concentra sull'impatto che un elevato grado di presenza ha sulle attitudini, sul cambio di comportamento, sulle prestazioni e sulla capacità di risoluzione di problemi dei soggetti sottoposti a esperienza virtuale.

Ad esempio, uno studio condotto da Skalski e Tamborini¹⁰¹ ha dimostrato come individui con elevato livello di percezione della presenza fossero più predisposti a essere persuasi da messaggi salutistici rispetto a quelli con un grado inferiore di percezione della presenza.

Tipicamente, tasks di memoria sono stati usati per misurare il grado di presenza: quante più informazioni dell'ambiente virtuale sono ricordate dall'utente, tanto più elevato è il livello di presenza vissuto.

A questo proposito esistono tra gli studiosi due differenti approcci in cui il richiamo alla memoria è utilizzato nell'analisi del livello della presenza.

Il primo, quello tra gli altri di Mania e Chalmers¹⁰², afferma che maggiore è il livello di presenza percepito, maggiore è il livello di dettaglio ricordato in termini di oggetti e persone virtuali, dell'ambiente virtuale e di informazioni e contenuti.

Di simile parere è il risultato degli studi condotti da Dinh, Walker e colleghi che dimostrano come aumentando il livello di input sensoriali è possibile aumentare il livello complessivo della presenza e, quindi, della memoria dell'ambiente, in questo caso un ufficio virtuale. Nello specifico, i partecipanti che hanno vissuto l'esperienza nell'ambiente con più stimoli sensoriali hanno riportato maggiori livelli di percezione di presenza ed hanno ricordato più elementi e dettagli dell'ambiente¹⁰³.

Il secondo approccio, di natura opposta al precedente, suggerisce che se l'utente è completamente coinvolto in un ambiente virtuale, esso ricorderà contenuti e caratteristiche in modo meno specifico.

In particolare, uno studio condotto da Fox, Baileson e Binney, sostiene che il livello di

¹⁰⁰ BLASCOVICH J., BAIENSON J., *Infinite Reality: Avatar, eternal life, new worlds, and the dawn of the virtual revolution*, New York HarperCollins, 2011.

¹⁰¹ SKALSKI P., TAMBORINI R., *The role of social presence in interactive agent-based persuasion*, Media Psychology, 2007.

¹⁰² MANIA K., CHALMERS A., *The effects of levels of immersion on memory and presence in virtual environments: A reality centered approach*, CyberPsychology & Behavior, Vol. 4, N° 2, 2001.

¹⁰³ DINH H. Q., WALKER N., SONG C., KOBAYASHI A., HODGES L.F., *Evaluating the importance of multi-sensory input on memory and the sense of presence in virtual environments*, Virtual Reality, Proceedings of the IEEE, 1999.

presenza e la memoria non sono tra loro in relazione diretta.

L'esperimento condotto prevedeva due gruppi distinti di partecipanti, al primo è stato assegnato un *avatar* che nel corso dell'osservazione aumentava di peso, al secondo invece un *avatar* in condizioni medesime per l'intero periodo. Mentre gli utenti osservavano il proprio *avatar*, è stato loro chiesto di ricordare una serie di numeri presenti nello stesso ambiente virtuale. La memoria è stata qui utilizzata come un elemento di controllo e i partecipanti ai quali era stato assegnato l'*avatar* con l'aumento di peso ricordavano meno numeri riportando però maggiori livelli di presenza percepita rispetto ai partecipanti con *avatar* stabili.

Inoltre, i partecipanti che vedevano il loro *avatar* ingrassare, cosa percepita come spiacevole, mangiarono meno caramelle dopo l'esperimento rispetto ai partecipanti il cui *avatar* rimase invariato per tutto il periodo di osservazione:

“This study revealed that viewing one’s virtual body change while eating limited the ability to recall numbers. Body change was also related to the self-reported experience of presence: seeing changes kept participants more engaged and they reported higher levels of presence than those in the unchanging condition. When participants were divided into low and high presence groups based on their subjective self-report, it was discovered that those in the high presence group identified fewer numbers than those in the low presence group. This study demonstrated how virtual reality can be incorporated to create engaging stimuli that can be used to influence real world behavior. The nature of this manipulation—being able to see the self experience rapid changes in body composition as it ate—would not be possible using traditional media stimuli.”¹⁰⁴

I tasks di memoria presentati in questo studio, come in molti altri, si focalizzano sul richiamo di oggetti, spazi e informazioni presenti nell'ambiente virtuale. Essi sono tipicamente utilizzati per la misurazione della presenza fisica dell'utente la quale permette di stabilire quanto reale appare agli utenti l'ambiente virtuale e gli oggetti presenti in esso. La presenza fisica è dunque un altro elemento fondamentale in letteratura e, alcuni studi dimostrano come l'esperienza vissuta in un ambiente virtuale immersivo può avere impatto sui richiami di memoria al di fuori dell'ambiente virtuale stesso. Un esempio è dato dallo studio condotto da Segovia e Bailenson¹⁰⁵ del Dipartimento di Comunicazione della *Stanford University* in California, in cui un gruppo di bambini fu inserito all'interno di un ambiente virtuale immersivo. Dopo l'esperienza i bambini furono intervistati e riportarono una memoria dell'ambiente falsa, confondendo l'esperienza

¹⁰⁴ FOX J., BAIENSON J. N., BINNEY J., *Virtual experiences, physical behaviors: The effect of presence on imitation on an eating Avatar*, Presence: Teleoperators & Virtual Environments, Vol. 18, N° 4, 2009.

¹⁰⁵ SEGOVIA K. Y., BAIENSON J. N., *Virtually true: children’s acquisition of false memories in virtual reality*, Media Psychology, N° 12, 2009.

virtuale con esperienze precedentemente vissute nel mondo reale. L'effetto durò diversi giorni dopo l'esperimento.

Questo studio dimostra quindi come il potere dell'alto grado di immersione e presenza evocato dalla tecnologia possa avere impatto sulla memoria del e nel mondo fisico.

La realtà virtuale, quindi, permette esperienze sensoriali multiple che accrescono la presenza¹⁰⁶ e i ricercatori che hanno studiato la relazione tra presenza e memoria sottolineano l'utilità delle caratteristiche tecnologiche specifiche della realtà virtuale nello sviluppo di capacità mnemoniche.

Oltre agli studi condotti sulla memoria in senso più generico, un altro gruppo di interessanti studi sulla memoria nell'esperienza VR è quello che riguarda l'ambito della memoria spaziale di breve termine.

La memoria spaziale di breve termine è, come definita da Robertson e colleghi del *Visualization and Interaction (VIBE) Research Group di Microsoft*, "the ability to recognize and understand spatial relationships (both in 2D and 3D)".¹⁰⁷

Essa è dunque un processo cognitivo che permette all'uomo di ricordare luoghi e relazioni tra oggetti nello spazio. Permette di ricordare dov'è qualcosa in relazione ad altri oggetti ed è utilizzata dall'uomo, ad esempio, per orientarsi in una città familiare.

La memoria spaziale si forma dopo che i soggetti hanno raccolto ed elaborato informazioni sensoriali di ciò che sta loro attorno e la memoria di breve termine è il sistema che immagazzina e gestisce temporaneamente le informazioni necessarie richieste per portare a termine processi cognitivi complessi come, ad esempio, il ragionamento, l'apprendimento e la comprensione. Come già detto, diversi studi hanno dimostrato come la realtà virtuale possa essere utilizzata nella misurazione di tasks di memoria e diverse ricerche concordano sul fatto che esista relazione tra il livello di immersione di un ambiente virtuale e le performance degli utenti.

Questa relazione è dimostrata, ad esempio, da uno studio condotto da Rudder e colleghi¹⁰⁸ in cui essi hanno comparato le performance di viaggio di un gruppo di utenti all'interno di un palazzo virtuale.

I partecipanti sono stati divisi in due gruppi: il primo fruiva l'ambiente virtuale attraverso un sistema HMD, mentre il secondo utilizzava un computer desktop come dispositivo di visualizzazione.

Il risultato dello studio dimostra come i partecipanti che furono immersi nell'ambiente attraverso l'utilizzo di HMD si muovevano all'interno del palazzo a una velocità maggiore pari al 12% rispetto all'altro gruppo.

¹⁰⁶ DINH H. Q., WALKER N., SONG C., KOBAYASHI A., HODGES L. F., *Evaluating the importance of multi-sensory input on memory and the sense of presence in virtual environments*, Virtual Reality 1999, Proceedings of the IEEE, 1999.

¹⁰⁷ ROBERTSON G., CZERWINSKI M., LARSON K., ROBBINS D. C., THIEL D., VAN DANTZICH M., *Data mountain: using spatial memory for document management*, Proceedings of the 11th annual ACM symposium on User interface software and technology, San Francisco, 1998.

¹⁰⁸ RUDDLE R., PAYNE S., JONES D. M., *Navigating large scale immersive environments: what differences occur between helmet-mounted and desktop displays?*, Presence, Vol. 8, N° 2, The Massachusetts Institute of Technology, 1999.

Di simile approccio è lo studio condotto da Randy Pausch, Dennis Proffitt e George Williams della *University of Virginia*. Anche in questo caso lo studio prevedeva l'utilizzo di due gruppi, il primo in modalità head-tracked, l'altro in modalità non head-tracked. A entrambi fu affidato un task di ricerca il cui obiettivo era quello di determinare se una specifica lettera dell'alfabeto fosse o meno disegnata in una delle pareti della stanza virtuale. Quando la lettera era effettivamente presente non sono stati registrati miglioramenti di performance in modalità immersiva. Ciò nonostante, quando la lettera non era presente, i partecipanti presenti nell'ambiente immersivo erano capaci di notare l'assenza della lettera più velocemente rispetto ai partecipanti che utilizzavano la visualizzazione non immersiva. Lo studio riporta dunque le seguenti conclusioni:

“1) When targets were present, VR did not improve performance. We believe this is because the task was cognitively limited, and the ability to move the camera quickly and/or naturally was not the bottleneck.

2) When there was no target present, VR users concluded this substantially faster than traditional users. We believe that VR users built a better mental frame-of-reference for the space, and avoided redundant searching.

3) Users of traditional displays improved by practicing first with VR. This underscores that something occurred in the user's mental state and could be transferred to using a different interface.

4) VR users who practiced first with traditional displays hurt their performance in VR. This may imply problems with using desktop 3D graphics to train users for real world search tasks.

We believe this is the first formal demonstration that VR can improve search task performance versus a traditional interface. More importantly, the results give us insight into why VR is beneficial. This is a step towards our long term goal of being able to predict which real-world tasks will benefit from having a VR interface.”¹⁰⁹

Un altro studio interessante è stato condotto da Kenny Gruchalla¹¹⁰ del Computer Science Department della *University of Colorado*.

L'obiettivo dello studio di Gruchalla era quello di quantificare il valore aggiunto dell'immersione nell'ambito delle problematiche industriali del mondo reale.

Lo studio coinvolse sedici soggetti a cui fu affidato il compito di progettare, attraverso il compimento di diversi tasks, il percorso di un oleodotto all'interno dell'ambiente VR.

Alcuni di questi svolsero l'esperienza attraverso una piattaforma desktop, altri attraverso l'utilizzo di dispositivi immersivi. I risultati dimostrarono che i partecipanti che utilizzarono dispositivi immersivi completavano i tasks assegnati più velocemente e con un numero di soluzioni corrette significativamente più alto.

¹⁰⁹ PAUSCH R., PROFFITT D., WILLIAMS G., *Quantifying immersion in virtual reality*, Proceedings of the 24th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, Los Angeles.

¹¹⁰ GRUCHALLA K., *Immersive well-path editing: investigating the added value of immersion*, Proceedings of IEEE Virtual Reality, 2004.

Diversi ricercatori hanno dimostrato, dunque, che gli ambienti virtuali possono essere utilizzati come un effettivo strumento per lo sviluppo dell'acquisizione di memoria spaziale e diverse evidenze indicano che la conoscenza spaziale acquisita negli ambienti virtuali è comparabile a quella acquisita in ambienti reali.

Gaën Plancher, inoltre, ha condotto uno studio nel quale ha utilizzato un ambiente virtuale come strumento per la misurazione della memoria episodica, ovvero la capacità di ricordare una sequenza di eventi nel loro contesto spazio temporale.

Lo studio dimostra che gli utenti che hanno vissuto una navigazione attiva dell'ambiente virtuale hanno raggiunto punteggi maggiori nei test sulla memoria episodica rispetto a coloro che hanno vissuto un'esplorazione passiva.

Infine, dello stesso pensiero è Carassa il quale afferma che i partecipanti che esplorano attivamente un ambiente virtuale completano un livello maggiore di tasks di memoria¹¹¹.

2.4 Aspetti Emotivi

Se, come precedentemente analizzato, concetti come presenza, immersione e attenzione ricoprono un ruolo fondamentale nella determinazione dell'esperienza VR, è bene osservare come aspetti quali le emozioni e l'estetica siano, in tempi recenti, considerati significativi tanto quanto gli aspetti più comuni della ricerca cognitiva e razionale.

Al fine di meglio comprendere l'esperienza è dunque necessario conoscere come essa si relaziona al pensiero, alle emozioni, alle motivazioni e agli obiettivi personali come sostengono, ad esempio, Huang e Alessi, secondo i quali le emozioni ricoprono un ruolo essenziale nel vissuto esperienziale¹¹².

Fattori emotivi ed estetici possono essere visti come fattori chiave nel creare ambienti in cui la personificazione delle emozioni e l'immaginazione assumono un ruolo cruciale. Essi permettono l'immersione dell'utente nella presenza virtuale e coinvolgono all'interno dell'ambiente VR le attività proprie della persona.

È perciò accertato che, tanto quanto gli aspetti cognitivi e razionali, la creazione di conoscenza, gli aspetti emotivi e quelli estetici sono importanti per studiare questo tipo di ambienti. Ma cosa sono le emozioni? Anche in questo caso le definizioni disponibili in letteratura danno diverse interpretazioni al concetto come spiegato da Daniel Siegel, membro della UCLA School of Medicine:

“Exploring the nature of emotion as a fundamental process both of the individual and of interpersonal communication may help deepen our view of an “interpersonal neurobiology” of the developing mind. Researchers have examined a number of ways to view emotion. For example, emotion can be

¹¹¹ CARASSA A., GEMINIANI G., F. MORGANTI, VAROTTOD., *Active and passive spatial learning in a complex environment: the effect of efficient exploration*, Cognitive Processing, 2002.

¹¹² M. P. HUANG, N.E. ALESSI, *Presence as an Emotional Experience, in Medicine Meets Virtual Reality: The Convergence of Physical and Informational Technologies Options for a New Era in Healthcare*, IOS Press, Amsterdam, 1999.

*conceptualized as an integrating process in the mind with many dimensions (Ciompi, 1991). Some scientists argue that emotions are everywhere in the processes of the mind, while others support very specific circuits in the brain that mediate emotion (see LeDoux, 1996). In general, emotion is considered to be a central process that interconnects many aspects of mental functioning. This perspective is expressed by Kenneth Dodge: "... all information processing is emotional, in that emotion is the energy that drives, organizes, amplifies, and attenuates cognitive activity and in turn is the experience and expression of this activity" (Dodge, 1991, p. 159). What are these processes, these emotions, and how can we "see" them at work? The study of emotion suggests that nonverbal behavior is a primary mode in which emotion is communicated. Facial expression, eye gaze, tone of voice, bodily gestures, and the timing and intensity of response each are fundamental to emotional messages (Ekman, 1992)."*¹¹³

Le emozioni possono essere definite dunque come un processo generato conscio o inconscio, con toni positivi o negativi, che aiuta a interpretare il significato di artefatti, situazioni e azioni. Esse aiutano l'essere umano nell'elaborazione del valore che date situazioni e azioni rappresentano per ognuno di noi e, secondo la visione neuropsicologica contemporanea, le emozioni si basano su attività che coinvolgono l'intero cervello e diversi sistemi corporali (ad es. ormonali, motori e sensoriali).

È dunque possibile affermare che, i processi emozionali e l'emotività servono soprattutto a fornire direzioni ed impulsi, sia per la relazione con l'ambiente, sia per le attività umane che sono o appaiono razionali.

Secondo Antonio Rosa Damasio, il concetto di coscienza potrebbe essere totalmente rivisto e invertito in quanto, secondo questi, la coscienza è essa stessa un'esperienza fortemente emotiva, una sensazione di ciò che sta accadendo.

Le emozioni, quindi, sono vissute come episodi e stati mentali di vario tipo (come umore, felicità, tristezza, odio o ansia) che influenzano le decisioni e le attività umane.¹¹⁴ La reazione emotiva ad un determinato evento, indotta dallo stato mentale, può essere quindi considerata come un processo con due stadi identificabili: in un primo momento, gli eventi sono valutati in base alla loro rilevanza secondo ciò che noi stessi riteniamo importante, a seguire avviene la valutazione soggettiva del contesto, ovvero la comprensione di cosa possa essere fatto nel dato evento.¹¹⁵

Considerando le emozioni come stati mentali, quindi, è possibile comprendere la loro funzione nella definizione delle priorità proprie e nell'organizzazione di esse.

¹¹³ SIEGEL D. J., *The Developing Mind: Toward a Neurobiology of Interpersonal Experience*, Guilford Press, New York, 1999.

¹¹⁴ DAMASIO A. R., *Tapahtumisen tunne. Miten tietoisuus syntyy (The Feeling of What Happens: Body, Emotion and the Making of Consciousness)*, Terra Cognita, Helsinki, 2000/1999b.

¹¹⁵ OATLEY K., JENKINS J. M. (1996). *Understanding emotions*, Blackwell, Cambridge, MA.

Nella fruizione di un ambiente virtuale, il senso di presenza è percepito come tale dall'utente anche grazie all'interazione che esso vive con l'ambiente stesso e con gli altri. L'aspetto sociale ricopre un ruolo fondamentale dell'esperienza e il rapporto con gli altri è vissuto dall'utente attraverso una mediazione emozionale.

Le emozioni mediate all'interno dell'ambiente VR servono a creare uno stato emozionale condiviso ed incoraggiano gli utenti nella comprensione mentale dell'altro e nella collaborazione collettiva. Al fine di generare una connessione socio-mentale, inoltre, le persone spesso approfittano di un'assieme di modalità di azione umane rappresentate dalle espressioni corporee dove le espressioni facciali e lo sguardo svolgono un ruolo significativo.¹¹⁶

In un dialogo, una persona non interagisce soltanto attraverso le informazioni, bensì anche attraverso il proprio livello emotivo e cognitivo influenzato, come essere sociale, dal proprio gruppo di appartenenza, caratterizzato da determinati livelli di distanza psicosociale.¹¹⁷ Le connessioni sociali sono strettamente influenzate sia da aspetti emozionali, sia da aspetti cognitivi e la mediazione emotiva deve sempre essere tenuta in considerazione nelle diverse situazioni di comunicazione mediata.

2.5 Aspetti Sociali

I riferimenti concettuali e pragmatici a sostegno del fatto che gli ambienti virtuali ed il futuro Metaverso nel suo complesso possano rappresentare una trasformazione in ambito sociale sono molti.

A partire dagli studi condotti da Heim¹¹⁸ e Turkle¹¹⁹ già negli anni '90 del secolo scorso, diverse sono le ricerche effettuate sul tema ed il pensiero comune è quello che, vivere in un'era digitale in cui pensieri, sensazioni ed azioni vengono espressi attraverso il proprio *avatar*, implica nuove dinamiche che promuovono la trasformazione dell'identità e della cognizione umana.

Di particolare interesse per gli studiosi è la comprensione del modo in cui queste dinamiche siano simili a quelle del mondo reale e, tra gli altri, un interessante studio in questo ambito è stato condotto da Bailenson e colleghi.¹²⁰

Scopo della ricerca era la misurazione della distanza interpersonale tra soggetti coinvolti all'interno di un ambiente VR. In particolare, essi inserirono un gruppo di partecipanti all'interno di un ambiente virtuale in cui altri *avatar*, gestiti dagli studiosi stessi, erano presenti. Una parte di quest'ultimi coinvolgevano i partecipanti attraverso lo sguardo, altri invece venivano ignorati.

I risultati dello studio mostrarono come i partecipanti assunsero lo stesso

¹¹⁶ BOWERS D., BAUER R. M., HEILMAN K. M., *The Nonverbal Affect Lexicon: Theoretical Perspectives From Neuropsychological Studies of Affect Perception*, Neuropsychology, Vol. 7, N° 4, 1993.

¹¹⁷ BRAVE S., NASS C., *Emotion in human-computer interaction*, Handbook of Human- Computer Interaction, Lawrence Erlbaum Associates, New York, 2002.

¹¹⁸ HEIM M., *The Metaphysics of Virtual Reality*, Oxford University Press, 2013.

¹¹⁹ TURKLE S., *Constructions and Reconstruction of Self in Virtual Reality: Playing in the MUDs*, Mind, Culture and Activity Vol. 1, N° 3, Massachusetts Institute of Technology, 1994.

¹²⁰ BAIENSON J. N., BLASCOVICH J., BEALL A. C., LOOMIS J. M., *Interpersonal distance in immersive virtual environments*, Pers. Soc. Psychol. Bull., 2003.

comportamento tenuto nelle interazioni sociali reali: quando l'*avatar* guardava il partecipante, quest'ultimo manteneva una distanza personale maggiore rispetto a quando l'*avatar* non lo stava guardando.

Un altro studio sull'argomento è stato condotto da Crystal Hoyt e colleghi¹²¹ del Dipartimento di Psicologia della *University of California* di Santa Barbara, il cui scopo era quello di replicare gli aspetti psicologici classici nell'inibizione sociale attraverso l'utilizzo di un ambiente VR. Essi formarono un gruppo di partecipanti rispetto ad un task specifico e successivamente chiesero loro di eseguire lo stesso nell'ambiente virtuale sia in presenza di un altro *avatar*, sia da soli.

In accordo con la letteratura classica sull'inibizione sociale i partecipanti registrarono performance peggiori in presenza dell'altro *avatar*.

Lo studio dimostra dunque che, la presenza di un partner di interazione nello stesso ambiente spesso aumenta l'eccitazione nelle interazioni sociali virtuali nello stesso modo in cui accade negli ambienti reali.

Gli stessi risultati sono stati verificati da Mel Slater¹²², del dipartimento di scienze informatiche del *University College of London*. Slater verificò i livelli di eccitazione, misurati attraverso risposte fisiche, come, ad esempio, il battito cardiaco e l'arrossamento della pelle, di un gruppo di soggetti all'interno di un ambiente virtuale. I risultati confermarono che i partecipanti registravano livelli di eccitazione più elevati quando all'interno dello stesso ambiente erano presenti altri *avatar* rispetto a quando i soggetti effettuavano le sessioni di training da soli e, quanto più gli *avatar* presenti coinvolgevano i partecipanti nella relazione, tanto più alto era il livello psicologico di eccitazione registrato.

Altri studi condotti sul tema, inoltre, hanno verificato questo tipo di relazioni attraverso l'utilizzo di elementi emotivi.

Dyck e colleghi, ad esempio, usarono il sistema FACS (Facial Action Coding System) per ricreare artificialmente negli *avatar* le espressioni facciali reali corrispondenti a sei emozioni. I risultati dimostrarono come le espressioni facciali delle emozioni manifestate dagli *avatar* furono dai partecipanti riconosciute come accurate e molto vicine alle naturali espressioni riprodotte dall'uomo reale. La conclusione fu dunque che gli *avatar* possono realmente essere utilizzati per comunicare emozioni:

“Virtual and natural facial displays of emotion may be equally effective. Improved technology (e.g. better modelling of the naso-labial area) may lead to even better results as compared to trained actors. Due to the ease

¹²¹ HOYT C. L., BLASCOVICH J., SWINTH K. R., *Social inhibition in immersive virtual environments*, Presence Teleop. Virt. 12, 2003.

¹²² SLATER M., GUGER C., EDLINGER G., LEEB R., PFURTSCHELLER G., ANTLEY A., et al., *Analysis of physiological responses to a social situation in an immersive virtual environment*, Presence Teleop. Virt. N° 15, 2006.

with which virtual human faces can be animated and manipulated, validated artificial emotional expressions will be of major relevance in future research and therapeutic applications."¹²³

Sempre nell'ambito delle espressioni facciali, in uno studio condotto da Qu e colleghi¹²⁴, fu chiesto ad un gruppo di partecipanti di intrattenere una conversazione con una donna virtuale la quale, mentre dialogava con i partecipanti, era in grado di mostrare le proprie espressioni facciali, sia negative che positive.

I risultati dimostrarono che le emozioni esternate dalla donna virtuale attraverso le espressioni facciali durante l'interazione con i partecipanti evocavano negli stessi uno stato emotivo congruo. Inoltre, è stato notato che il grado di coinvolgimento nella situazione virtuale e l'estensione attraverso cui i partecipati hanno percepito l'interazione sociale virtuale come reale sono diversi tra gli individui.

Anche Bente e colleghi¹²⁵ condussero uno studio sulle interazioni sociali in ambito VR. In particolare studiarono le interazioni di un gruppo di partecipanti impersonificati in un *avatar* all'interno di un ambiente VR in cui erano presenti dei partner di interazione.

A questi partner venne manipolato lo sguardo in modo che il contatto visivo con i partecipanti durasse di più o di meno a seconda dell'incontro. I risultati mostrarono come i partecipanti valutarono in modo più positivo i partner il cui sguardo diretto durava più a lungo.

La realtà virtuale è dunque dimostrato essere un ottimo strumento per lo studio delle interazioni sociali e, questo tipo di esperimenti, possono essere d'aiuto per la comprensione di come diverse variabili interagiscono tra loro e permettono un avanzamento nella comprensione teorica del comportamento e dei processi cognitivi e sociali umani sia in ambienti virtuali sia, di riflesso, in quelli reali.

C'è evidenza in letteratura, infatti, che le sensazioni fisiche, il comportamento e le reazioni psicologiche di un soggetto durante le interazioni con altri *avatar* sono molto simili a quelle mostrate durante le interazioni tra uomini reali e questo grazie all'elevato senso di presenza e co-presenza permesso da questo tipo di ambienti.

Con l'evolversi delle tecnologie informatiche, inoltre, si sta sviluppando un senso sociale nuovo, il cui significato si riferisce ai comportamenti interpersonali dei soggetti coinvolti in interazioni sociali mediate dalla tecnologia e vissute sotto forma di simulazione. Secondo diversi studiosi, questa nuova forma di senso sociale ricoprirà un ruolo importante negli sviluppi futuri della comunicazione tra partecipanti e tra partecipanti ed assistenti virtuali, qui intesi come umani virtuali (*avatar*) dotati di intelligenza

¹²³ DYCK M., WINBECK M., LEIBERG S., CHEN Y., GUR R. C., MATHIAK K., *Recognition profile of emotions in natural and virtual faces*, PLoS ONE N° 3, 2008.

¹²⁴ QU C., BRINKMAN W.P., LING Y., WIGGERS P., HEYNDERICKX I., *Conversations with a virtual human: synthetic emotions and human responses*, Comput. Human Behav. N° 34, 2014.

¹²⁵ BENTE G., ESCHENBURG F., AELKER L., *Effects of simulated gaze on social presence, person perception and personality attribution in avatar-mediated communication*, Presence, The Massachusetts Institute of Technology, 2007.

artificiale il cui funzionamento all'interno di un ambiente VR non è controllato da un essere umano, bensì precedentemente programmato e controllato da algoritmi gestiti da computers. Gli umani virtuali che mostrano comportamenti simili agli umani reali, ad esempio *avatar* in grado di dare senso ad un'interazione e rispondere in modo naturale durante una conversazione, sono in letteratura chiamati *Embodied Conversational Agents* e, nelle ricerche condotte, è tipicamente fatta distinzione tra questo tipo di agenti e gli *avatar* controllati da persone e che rappresentano il proprio sé digitale.

2.6 La rappresentazione del Sé virtuale

Mentre alcune rappresentazioni dell'uomo, come ad esempio fotografie e filmati, sono tipicamente veritiere, ovvero corrispondono alle sembianze reali della persona, è accertato che esiste nell'uomo un desiderio pervasivo di ricreare trasformazioni di sé stesso al fine di dare una rappresentazione propria non necessariamente veritiera. Questo desiderio di modificare la propria apparenza, non solo è da sempre parte della cultura umana bensì è un elemento fondamentale per la socialità umana.

Piccole ed accurate alterazioni del nostro aspetto, come, ad esempio, un taglio di capelli, il trucco e la scelta dell'abbigliamento, sono elementi percepiti come socialmente accettabili se non addirittura desiderabili.

Altri tipi di trasformazioni, invece, più estreme e costose, come ad esempio il ricorso alla chirurgia plastica, sono, al contrario, meno accettate e spesso di difficile o impossibile realizzazione nel corpo fisico.

Secondo molti studiosi, tra i quali Ervin Goffman¹²⁶, famoso sociologo di origine canadese, la rappresentazione del sé è costruita dall'uomo per essere fruita dagli altri attorno a noi. L'approccio di Goffman per la comprensione dell'identità propria, enfatizza l'aspetto teatrale e drammatico dell'essere in cui la presentazione del sé è considerata come una costante performance dell'uomo di fronte al pubblico sociale. Così, ognuno di noi sceglie i propri abiti, gesti ed atteggiamenti al fine di trasmettere l'impressione desiderata.

Diversi psicologi, tra cui Jones e Pitman¹²⁷, hanno inoltre notato come la funzione primaria della rappresentazione del sé sia strumentale. Essa infatti sarebbe costruita per trasmettere impressioni favorevoli agli altri al fine di raggiungere vantaggi sociali.

Se da sempre quindi, psicologi e sociologi studiano gli effetti del rapporto tra la rappresentazione personale del sé e l'influenza sui processi di interazione con gli altri nel mondo reale, con lo sviluppo della tecnologia VR essi hanno iniziato a rivolgere il loro interesse sulle dinamiche sociali nelle interazioni tra *avatar* all'interno di ambienti virtuali.

All'interno di questi ambienti, infatti, il processo di rappresentazione del sé diventa ancor più flessibile e di facile realizzazione. Gli utenti non solo possono scegliere variabili

¹²⁶ GOFFMAN E., *The presentation of self in everyday life*, Anchor Books, New York, 1959.

¹²⁷ JONES E. E., PITMAN T. S., *Toward a general theory of strategic selfpresentation*, Psychological perspectives on the self, Vol. 1, General Learning Press, 1982.

classiche del proprio *avatar* quali genere ed età, bensì, attraverso lo stesso, hanno la libertà di rappresentare se stessi con un grado di personalizzazione pressoché infinito.

La cosa importante di questo processo però, non è l'aspetto quasi giocoso del trasformare la rappresentazione di sé in ciò che più piace, è piuttosto il modo in cui la manipolazione dell'apparenza personale cambia i processi cognitivi e sociali umani.

È cosa ormai certa che, il proprio *avatar* inteso come rappresentazione virtuale del sé, ricopre un ruolo fondamentale nell'esperienza dell'utente e in letteratura ci sono buone ragioni per credere che questa impersonificazione abbia influenza sul nostro modo di interagire con gli altri. Secondo Snyder, Tanke e Berscheid, quest'influenza avviene attraverso ciò che gli stessi definiscono *behavioral confirmation*, ovvero il processo attraverso cui le aspettative di una persona (percettore) inducono l'altra (target) a comportarsi in modo tale da confermare le stesse:

*“Behavioral confirmation is the process whereby the expectations of one person (typically referred to as the perceiver) cause another person (typically referred to as the target) to behave in ways that confirm the perceiver’s expectations.”*¹²⁸

Per dimostrare l'influenza di questo processo, Snyder studiò l'interazione telefonica di un gruppo di studenti, da un lato maschi e dall'altro femmine.

I soggetti di sesso maschile, i percettori, che credevano che le femmine, il target, dall'altro capo del telefono fossero attraenti, indussero inconsciamente le stesse a comportarsi in modo più gentile e disponibile a prescindere da quanto esse lo fossero realmente.

L'esperimento di Snyder è stato condotto in un contesto mediato, in quel caso dal telefono, ma lo stesso contesto mediato è rappresentato anche da un ambiente VR.

Allo stesso modo, infatti, in un ambiente virtuale, un utente che sta interagendo con un altro impersonificato in un *avatar* attraente, può indurre quest'ultimo a comportarsi in modo più gentile e disponibile.

È importante sottolineare che la fonte del cambiamento di comportamento dovuto al processo di conferma comportamentale sta dalla parte del percettore non da quella del target. È il comportamento del percettore infatti che stimola il cambiamento nel comportamento del target. Grazie a questo studio, dunque, è stato dimostrato che la conferma comportamentale è una componente influente sul comportamento delle persone on line, ma in che modo i cambiamenti dell'aspetto del proprio *avatar* influiscono sul nostro comportamento indipendentemente da come gli altri ci percepiscono?

Diversi studi hanno dimostrato come, in generale, le persone creino *avatar* idealizzati ma sulla base del loro essere reale: persone con problemi di peso elevato, ad esempio,

¹²⁸ SNYDER M., TANKE E. D., BERSCHIED E., *Social perception and interpersonal behavior: On the self-fulfilling nature of social stereotypes*, Journal of Personality & Social Psychology, N° 35, 1977.

creano *avatar* fisicamente idealizzati, tipicamente più alti o più magri; allo stesso modo persone depresse o con un grado di autostima basso, creano *avatar* con tratti più idealizzati al fine di apparire più socievoli e sicuri.

Altri studi sostengono inoltre come la propensione al creare una versione idealizzata del sé sia strettamente collegata al grado di coinvolgimento nella situazione, al grado di immersione percepito e al grado di identificazione nel proprio *avatar* del soggetto.

In questo senso, un recente studio è stato condotto da Jin Seung¹²⁹ dell'*Emerson College Marketing Communication Department* di Boston. L'esperimento fu svolto attraverso il sistema Wii e confermò come i giocatori in grado di creare un Mii (nome dato agli *avatar* Wii) che rappresentava approssimativamente la loro forma di corpo ideale, si sentivano generalmente più connessi al loro *avatar* e si dimostrarono più capaci di cambiare il loro comportamento virtuale percependo il gioco più interattivo ed immersivo. Questa relazione era tanto più forte quanto maggiore era la discrepanza nei partecipanti tra la percezione del sé ideale e quello attuale.

Una teoria interessante per meglio comprendere questo processo è la *self-perception theory*, un concetto sviluppato in psicologia nel 1960 da Daryl Bem¹³⁰.

La teoria sostiene che le persone sviluppano i propri atteggiamenti e le proprie opinioni attraverso l'osservazione del proprio comportamento.

In sostanza, è attraverso l'osservazione del comportamento che si ottengono le informazioni che interferiscono con i nostri atteggiamenti o stati d'animo e non sono, al contrario, i nostri atteggiamenti che influenzano il nostro comportamento.

Ad esempio, un appassionato di musica classica, secondo questa teoria, non decide che gli piace questo tipo di musica perché pensa sia la migliore o perché ascoltarla lo fa sentire bene. Egli decide che a lui piace basandosi sul fatto che la ascolta molto.

Diverse ricerche sono state condotte sulla teoria della percezione del sé e c'è accordo sul fatto che l'uomo prima percepisce come appare o cosa sta facendo e poi trae le conclusioni circa i propri atteggiamenti e la propria identità e, negli ultimi anni questo tipo di teoria è stata utilizzata come approccio anche negli studi nell'ambito dell'esperienza VR.

Nick Yee, studioso della rappresentazione del sé e delle interazioni sociali in ambienti VR e ricercatore presso il *Palo Alto Research Center*, e Jeremy Beilenson del *Virtual Humans Interaction Lab* della *Stanford University*, in particolare, hanno condotto un'importante studio sulla teoria della percezione del sé virtuale allo scopo di comprendere come cambia il comportamento dei soggetti in relazione al tipo di *avatar* che li rappresenta.

In un primo esperimento del 2007, Yee e Beilenson fecero indossare ai partecipanti un HMD attraverso il quale essi dovevano muoversi all'interno di un semplice ambiente virtuale in cui erano presenti soltanto uno specchio e un *avatar* controllato da uno dei ricercatori dello studio. L'elemento importante era lo specchio in quanto, all'insaputa dei partecipanti, veniva utilizzato dai ricercatori per mostrare casualmente tre diversi riflessi dell'*avatar* dei partecipanti: uno brutto, uno normale ed uno attraente.

¹²⁹ JIN S., *Self-Discrepancy and Regulatory Fit in Avatar-Based Exergames*, Psychological Reports, 2012.

¹³⁰ BEM D.J., *Self-perception theory*, Stanford University, California, 1960.

ancor più flessibile e di facile realizzazione. Gli utenti non solo possono scegliere variabili classiche del proprio *avatar* quali genere ed età, bensì, attraverso lo stesso, hanno la libertà di rappresentare se stessi con un grado di personalizzazione pressoché infinito.

La cosa importante di questo processo però, non è l'aspetto quasi giocoso del trasformare la rappresentazione di sé in ciò che più piace, è piuttosto il modo in cui la manipolazione dell'apparenza personale cambia i processi cognitivi e sociali umani.

È cosa ormai certa che, il proprio *avatar* inteso come rappresentazione virtuale del sé, ricopre un ruolo fondamentale nell'esperienza dell'utente e in letteratura ci sono buone ragioni per credere che questa impersonificazione abbia influenza sul nostro modo di interagire con gli altri. Secondo Snyder, Tanke e Berscheid, quest'influenza avviene attraverso ciò che gli stessi definiscono *behavioral confirmation*, ovvero il processo attraverso cui le aspettative di una persona (percettore) inducono l'altra (target) a comportarsi in modo tale da confermare le stesse:

*“Behavioral confirmation is the process whereby the expectations of one person (typically referred to as the perceiver) cause another person (typically referred to as the target) to behave in ways that confirm the perceiver’s expectations.”*¹²⁸

Per dimostrare l'influenza di questo processo, Snyder studiò l'interazione telefonica di un gruppo di studenti, da un lato maschi e dall'altro femmine.

I soggetti di sesso maschile, i percettori, che credevano che le femmine, il target, dall'altro capo del telefono fossero attraenti, indussero inconsciamente le stesse a comportarsi in modo più gentile e disponibile a prescindere da quanto esse lo fossero realmente.

L'esperimento di Snyder è stato condotto in un contesto mediato, in quel caso dal telefono, ma lo stesso contesto mediato è rappresentato anche da un ambiente VR.

Allo stesso modo, infatti, in un ambiente virtuale, un utente che sta interagendo con un altro impersonificato in un *avatar* attraente, può indurre quest'ultimo a comportarsi in modo più gentile e disponibile.

È importante sottolineare che la fonte del cambiamento di comportamento dovuto al processo di conferma comportamentale sta dalla parte del percettore non da quella del target. È il comportamento del percettore infatti che stimola il cambiamento nel comportamento del target. Grazie a questo studio, dunque, è stato dimostrato che la conferma comportamentale è una componente influente sul comportamento delle persone on line, ma in che modo i cambiamenti dell'aspetto del proprio *avatar* influiscono sul nostro comportamento indipendentemente da come gli altri ci percepiscono?

Diversi studi hanno dimostrato come, in generale, le persone creino *avatar* idealizzati ma sulla base del loro essere reale: persone con problemi di peso elevato, ad esempio,

¹²⁸ SNYDER M., TANKE E.D., BERSCHIED E., *Social perception and interpersonal behavior: On the self-fulfilling nature of social stereotypes*, Journal of Personality & Social Psychology, N° 35, 1977.

Dopo aver chiesto ai partecipanti di osservare il proprio *avatar* attraverso lo specchio, dunque, venne chiesto agli stessi di interagire e parlare con l'altro *avatar* presente nella stanza. Per stimolare la conversazione l'*avatar* controllato dal ricercatore faceva una semplice domanda del tipo "Raccontami un po' di te."

Lo studio dimostrò come l'attrattività dell'aspetto dell'*avatar* influenzasse il comportamento dei soggetti. Rispetto ai soggetti a cui venne riflessa un'immagine brutta del proprio *avatar*, infatti, i partecipanti che videro il proprio *avatar* attraente si avvicinarono di più all'altro e raccontarono più dettagli personali a questo sconosciuto:

*"Across different behavioral measures and different representational manipulations, we observed the effect of an altered self-representation on behavior. Participants who had more attractive Avatar exhibited increased self-disclosure and were more willing to approach opposite-gendered strangers after less than 1 minute of exposure to their altered Avatar. In other words, the attractiveness of their Avatar impacted how intimate participants were willing to be with a stranger."*¹³¹

Nello stesso periodo, condussero un esperimento simile in cui venne chiesto ai partecipanti di eseguire un compito di negoziazione. Ad alcuni di essi venne assegnato un *avatar* più alto, ad altri un *avatar* più basso. Il risultato dimostrò come gli *avatar* più alti erano più assertivi e confidenziali durante l'interazione nello svolgere il compito richiesto:

*"In our second study, participants who had taller Avatars were more willing to make unfair splits in negotiation tasks than those who had shorter Avatars, whereas participants with shorter Avatars were more willing to accept unfair offers than those who had taller Avatars. Thus, the height of their Avatars impacted how confident participants became. These two studies show the dramatic and almost instantaneous effect that Avatars have on behavior in digital environments."*¹³²

Quindi, in generale, partecipanti con *avatar* più belli e più alti erano più estroversi rispetto a quelli con *avatar* brutti e bassi.

Come nel mondo reale anche in quello virtuale dunque, prima osserviamo il nostro *avatar*, deduciamo qualcosa del nostro carattere e poi continuiamo ad agire in accordo con le nostre aspettative percepite.

Gli studi di Yee e Bailenson hanno dimostrato come le persone inconsciamente si conformino alle aspettative create dall'apparenza del loro *avatar* e, questo processo, viene definito dagli stessi *Proteus effect*, in onore del Dio greco che poteva cambiare la sua forma fisica a piacimento.

¹³¹ YEE N. & BAIENSON J., *The Proteus Effect: The effect of transformed self-representation on behavior*, Human Communication Research, Vol. 33, N° 3, 2007.

¹³² YEE N. & BAIENSON J., *The Proteus Effect: The effect of transformed self-representation on behavior*, Human Communication Research, Vol. 33, N° 3, 2007.

L'effetto Proteus, è in sostanza il processo tale per cui in un ambiente VR, le persone cambiano il loro comportamento in base a come pensano che gli altri si aspettano essi si comporteranno. Esso rappresenta la tendenza delle persone ad essere influenzate dalla loro rappresentazione digitale e, tipicamente, il loro comportamento cambia a seconda dell'apparenza della rappresentazione. Nel 2009 Yee e Bailenson replicarono gli stessi studi per verificare se lo stesso effetto confermato prima dall'esperimento in laboratorio, sarebbe stato confermato in un ambiente più naturale e simile al reale come un mondo virtuale on line. Gli studi confermarono quanto osservato due anni prima:

“The first study extends the work beyond laboratory settings to an actual online community. It was found that both the height and attractiveness of an Avatar in an online game were significant predictors of the player's performance. In the second study, it was found that the behavioral changes stemming from the virtual environment transferred to subsequent face-to-face interactions. Participants were placed in an immersive virtual environment and were given either shorter or taller Avatars. They then interacted with a confederate for about 15 minutes. In addition to causing a behavioral difference within the virtual environment, the authors found that participants given taller Avatars negotiated more aggressively in subsequent face-to-face interactions than participants given shorter Avatars. Together, these two studies show that our virtual bodies can change how we interact with others in actual Avatar-based online communities as well as in subsequent face-to-face interactions.”¹³³

In uno studio condotto nello stesso periodo da Bailenson al Virtual Human Interaction Lab di Stanford, inoltre, è stato verificato come l'effetto Proteus si estenda alla vita reale dei soggetti. In particolare, l'esperimento dimostrò come i soggetti ai quali all'interno di un ambiente virtuale on line venne assegnato un *avatar* dalle sembianze di un super eroe fossero più propensi all'aiuto poi nel mondo reale.

¹³³ YEE N., BAIENSON J., N. DUCHENEAUT, *The Proteus effect: Implications of transformed digital self-representation on online and offline behavior*, Communication Research, Vol. 36, N° 2, 2009.

3. AMBITI APPLICATIVI

3.1 Settori e previsioni

Se è cosa certa che la realtà virtuale trova origine nell'ambito militare e, più in generale, in quello della difesa, la situazione è sicuramente cambiata negli anni e diversi ambiti applicativi sono oggi raggiungibili.

Gli ingenti investimenti effettuati nella ricerca ed i progressi delle tecnologie in genere, hanno permesso l'ampliamento delle funzioni e delle prestazioni della tecnologia VR che passa dall'ambito circoscritto delle simulazioni di volo militari alle più comuni applicazioni della vita quotidiana.

Come in precedenza riportato, sono ormai molte le ricerche elaborate al fine di avere un quadro chiaro sui vari aspetti caratterizzanti la realtà virtuale, sia da un punto di vista prettamente tecnologico, sia dal punto di vista dell'esperienza vissuta attraverso essa e, grazie ai risultati di queste ricerche, va confermandosi il pensiero che la realtà virtuale abbia il potenziale per diventare in un prossimo futuro un'unica grande piattaforma computazionale che andrà a cambiare diversi aspetti della nostra vita.

Come è successo con i personal computers e gli smartphones, non si sta semplicemente assistendo alla creazione di un nuovo mercato. Secondo gli studiosi, infatti, la realtà virtuale influenzerà e, in alcuni casi, stravolgerà molti mercati esistenti. Non mancano esempi di come la realtà virtuale possa cambiare i modi fin'ora adottati di fare le cose, come, ad esempio, acquistare una casa, interagire con il proprio dottore, visitare città lontane, fare shopping e lavorare in modo collaborativo e più efficiente a prescindere dal luogo in cui si opera realmente. Con l'avanzare della tecnologia, la diminuzione del livello dei prezzi della stessa con il conseguente raggiungimento della massa ed un'intera nuova offerta di applicazioni VR, sia business che consumer, è quindi ragionevole sostenere che la realtà virtuale potrà con sé una vera e propria rivoluzione paragonabile, secondo gli esperti, a quella vissuta con l'adozione dei PC.

Punto focale di questa rivoluzione è il fatto che essa stabilisce una presenza simulata come interfaccia. Ciò significa che gli utenti diventano soggetti attivi del sistema e, attraverso questo, possono svolgere comuni attività della vita quotidiana risparmiando tempo e denaro, espandendo la propria conoscenza e vivendo esperienze prima non possibili. Queste attività possono essere di natura ludica, ricreativa, educativa, lavorativa per il singolo soggetto mentre rappresentano uno strumento complesso ed efficiente per lo svolgimento delle attività interne ed esterne di organizzazioni e aziende. Per sua natura dunque, la realtà virtuale permette svariati ambiti applicativi come sostiene Nic Fildes, Technology and Communication Editor al *The Times*, nell'edizione di Raconteur dedicata alla realtà virtuale:

*“VR is quickly becoming a differentiator for a variety of businesses willing to invest and to explore whether the technology is ready for mainstream. (...) The prospects for VR could be endless with the ability to draw users into virtual spaces providing a disruptive element to a host of sectors. Remote medicine, military drills, pilot driving and theme parks are obvious applications for the technology. Mobile shopping, where consumers can browse virtual shelves, and remote maintenance of high-value machinery in the aerospace and oil and gas sector is on the horizon.”*¹³⁴

¹³⁴ ARCHER P., CHIUOU B., KELLS D., FILDES N., *Virtual Reality*, Raconteur, Dec. 2015, The Times, 2015.

La stessa Raconteur¹³⁵ sostiene che la realtà virtuale ha le potenzialità per diventare un fenomeno grande quanto lo è stato quello delle e-mail nell'ambito del business e, nel suo report pubblicato lo scorso Dicembre individua dieci settori nei quali sarà principalmente applicata nella fase iniziale della sua adozione: Sport, City planning, Sub-Sea, Engineering, Mental Health care, Advertising, Executive Meetings, Tourism, Security, Alternative Living.

Diverse sono le ricerche condotte al fine di elaborare delle previsioni sulle principali applicazioni della tecnologia sia a breve che a lungo termine e, nonostante possano essere individuate delle macroaree comuni, diversi sono i settori specifici individuati.

Ciò nonostante, c'è accordo comune nel definire il gaming come settore d'esordio, soprattutto per quanto riguarda il 2016.

Questo trova giustificazione nel progresso storico fatto in questa industria che, dopo quella della difesa, ha suscitato interesse e ottenuto maggiori investimenti già agli inizi degli anni '80 del secolo scorso.

Di questo parere è la ricerca *“Technology, Media and Communication Prediction”* pubblicata annualmente da Deloitte che, pur sottolineando l'estensione a breve in altri settori, individua il gaming come settore trainante, almeno per il 2016:

*“Deloitte Global predicts that virtual reality (VR) will have its first billion dollar year in 2016, with about \$700 million in hardware sales, and the remainder from content. (...) VR is likely to have multiple applications, both consumer and enterprise, but in 2016 we expect the vast majority of commercial activity to focus on video games.”*¹³⁶

Un'altra interessante ricerca sui settori di applicazione della tecnologia è stata prodotta quest'anno da *Goldman and Sacs*. La ricerca, oltre a individuare tre possibili scenari del mercato VR come nel primo capitolo riportato, elabora un'accurata analisi dei settori in cui la tecnologia VR, assieme a quella AR¹³⁷, sarà applicata nel breve periodo. Seppur sia stato scelto di analizzare le due tecnologie unitamente, lo stesso report sottolinea il maggior successo della prima rispetto alla seconda: *“We have greater conviction in the relative success of VR versus AR given VR's technological progress and momentum, and*

¹³⁵ Raconteur è un'agenzia di ricerca inglese focalizzata nella produzione di report specializzati per il *The Times* e il *The Sunday Times*. Elabora e produce contenuti e soluzioni marketing per grandi Brand internazionali ed è editrice di Raconteur magazine, rivista gratuita di affari mensile al primo posto nel Regno Unito.

¹³⁶ LEE P., STEWARD D., *Virtual Reality (VR): A billion dollar niche*, TMT prediction, Deloitte, 2016.

¹³⁷ La realtà virtuale e la realtà aumentata (AR) si sostanziano in due tecnologie distinte con ambiti applicativi e opportunità di mercato diverse, è quindi importante fare una distinzione tra le due. La prima immerge un utente in un mondo immaginato o simula la presenza dello stesso in un ambiente o situazione che riproduce fedelmente quella reale. Essa utilizza HMD strutturati e chiusi che, una volta indossati, concentrano la visualizzazione della riproduzione sintetica dell'ambiente. La seconda utilizza occhiali con lenti trasparenti che permettono di guardare il mondo reale e, allo stesso tempo, di visualizzare una serie di immagini e informazioni digitali sovrapposte a ciò che realmente l'utente sta osservando.

the early formation of an ecosystem of vendors and partners. Our base case software scenarios driven 75% by VR use cases vs 25% for AR use cases."¹³⁸

Secondo la ricerca il gaming non è solo tra i primi settori in cui la tecnologia VR viene applicata. Essa infatti definisce nove ambiti che rappresentano le applicazioni più significative nel breve periodo: videogames, live events, video *entertainment*, *healthcare*, real estate, retail, education, engineering e military.

Andando oltre il settore del videogames, il settore *healthcare*, real estate e retail sono considerati tra i primi mercati rivoluzionati dalle tecnologie VR/AR che cambiano i modelli di business con i quali operano attualmente:

*“VR/AR technology has the potential to change business models and the ways in which we transact. Sotheby’s is beginning to show luxury homes in VR, which has potential to disrupt a \$52bn US real estate commission market (driven with data from the National Association of Realtors). Lowe’s has equipped six of its stores with HMD to help customers envision their home remodelling plans. VR/AR technology could also reduce the need for in-store display inventory and potentially accelerate the erosion in value of physical stores to the extent that the viewing experience can be deployed in the home and via mobile devices. Finally, doctors and medical professionals are experimenting with AR as a hands-free medical tool, playing into a \$16bn monitoring devices market.”*¹³⁹

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle previsioni elaborate dalla ricerca secondo i nove settori ritenuti più rilevanti nel primo periodo.

¹³⁸ BELLINI H., CHEN W., SUGIYAMA M., SHIN M., ALAM S., TAKAYAMA D., *Profile in Innovation. Virtual and Augmented Reality, understanding the race for the next computing platform*, Equity Research, The Goldman & Sacs Group, 2016.

¹³⁹ BELLINI H., CHEN W., SUGIYAMA M., SHIN M., ALAM S., TAKAYAMA D., *Profile in Innovation. Virtual and Augmented Reality, understanding the race for the next computing platform*, Equity Research, The Goldman & Sacs Group, 2016.

	Current market size	Datapoint on the population that could use VR/AR	2020 Base case assumptions		2025 Base case assumptions	
	<i>The market VR/AR is playing into</i>	<i>To gauge the magnitude, the population that VR/AR could sell into</i>	<i>Users</i>	<i>Software revenue</i>	<i>Users</i>	<i>Software revenue</i>
Videogames	\$106bn videogame market	-230mn installed base of video game consoles -150mn PC games in developed markets	70mn	\$6.9bn	216mm	\$11bn
Live events	\$44bn in live sport ticketing revenue	-715mn viewers of World Cup -160 mn viewers of the Super Bowl -92mn ESPN subscribers	28mn	\$0.8bn	95mm	\$4.1bn
Video entertainment	\$50bn online video TAM	-450mn household online video addressable market	24mn	\$0.8bn	79mm	\$3.2bn
Real estate	\$107bn total real estate commission market in US, Japan UK and Germany	1.4mn real estate agents in US, Japan, UK, and Germany	0.2mn	\$0.8bn	0.3mm	\$2.6bn
Retail	\$3bn in ecommerce software market {impacting \$1,5tr commerce market}	1bn+ online shoppers In store shoppers	9,5mn	\$0.5bn	31.5mm	\$2.6bn
Education	Education software market: \$5bn for k-12, \$7bn for higher education	-200mn primary and secondary students in developed markets In US, -50mn K-12 and -20mn college students	7mn	\$0.3bn	15mm	\$0.7bn
Healthcare	\$16bn patient monitoring device market	-8mn phisicians and EMTs in developed markets In Us, -800k physicians and 240k EMTs	0.8mn	\$1.2bn	3.4mm	\$5.1bn
Engineering	\$20 bn engineering software market	-6mn engineers in US, Europe and Japan -2.4mn engineers/ technicians in US	1.0mn	\$1.5bn	3.2mm	\$4.7bn
Military	\$9bn defense industry training and simulation market	-6.9mn military personnel in 'high income countries' [World Bank] -1.3mn US military personnel	Assuming proprietary HMDs	\$0.5bn	Assuming proprietary HMDs	\$1.4bn
Total			95mn	\$13.1bn	315mn	\$35.0bn

Fonte: Goldman & Sacs Group 2016

Tabella 1 - Previsione settori di applicazione della realtà virtuale e aumentata

Come sopra spiegato dunque, i settori in cui la tecnologia VR offre grandi potenziali sono davvero molti e l'applicazione della stessa ad essi rappresenta un'evoluzione che trasformerà presto il modo di operare all'interno dei mercati globali moderni. Nelle prossime sezioni si riporta l'analisi di alcuni dei settori sopra individuati.

3.1.1 Il gaming

La realtà virtuale è stata per lungo tempo considerata fantascienza ma oggi, soprattutto grazie all'industria del gaming, sta entrando a far parte della vita quotidiana.

Essa è considerata da molti esperti come la naturale evoluzione del video gaming e, grazie a dispositivi come Oculus Rift, HTC Vive, Samsung Gear VR (già nel primo capitolo analizzati) ed a complesse game consoles di ultima generazione, si sta assistendo a quella che viene definita dagli esperti la rivoluzione del settore.

Come precedentemente detto, questa industria viene individuata in più studi come il settore d'inizio dell'espansione della tecnologia VR e ciò è motivato dal fatto che, già da molti anni, ingenti investimenti sono stati fatti in quest'ambito dalle principali aziende del settore permettendo così al mondo del gaming di incorporare gli avanzamenti tecnologici più rapidamente che in altre industrie e di incrementarne la popolarità.

La realtà virtuale crea un ambiente di gioco simulato che permette all'utente un'esperienza sempre più simile a quella reale, interattiva e potenzialmente infinita, attraverso la ricostruzione di suoni, segnali ed interazioni in uno spazio condiviso in tempo reale da altri utenti.

Il gioco, fin'ora vissuto come sequenza di tasks di numero limitato finalizzati al raggiungimento di uno scopo predeterminato che ne stabilisce la fine, si trasforma in un processo dinamico, interattivo e collaborativo, senza limiti sequenziali nè spaziali. L'esperienza coinvolge ora una serie di dati, informazioni e sensazioni prima non disponibili che, assieme alla rappresentazione realistica del giocatore all'interno dell'ambiente e dell'ambiente stesso, aumentano l'illusione di realtà.

Anche nell'ambito del gaming è possibile suddividere la tecnologia VR in hardware e software dove la prima comprende innovativi dispositivi di fruizione mentre la seconda si concentra sulla struttura e sui contenuti caratterizzanti uno specifico video game. Seppur si stia verificando un incremento significativo nella produzione di contenuti e applicazioni software VR, molti sviluppi dell'industria provengono inizialmente dall'ambito hardware.

Le principali aziende tecnologiche come, ad esempio, Microsoft, Samsung, Sony e Oculus VR, infatti, hanno fatto enormi investimenti nella ricerca e sviluppo di componenti hardware quali HMD, motion trackers, data gloves e 3D displays che, utilizzati assieme alle moderne console abilitano un'esperienza mai vissuta nell'ambito del video gaming tradizionale:

“Major companies operating in the virtual reality in gaming market are engaged in developing such hardware and game stations with better functionalities and connectivity. Oculus VR has developed VR headgear in collaboration with Samsung that can be used with its smartphones utilizing its hardware capabilities and transforming them into a portable next-generation virtual reality system. Sony has established its dominance in the gaming industry and has a strong distribution network across the globe. The company also provides wide range of products in VR hardware and consoles

*which drives PlayStation segment growth. (...) The VR hardware component segment is expected to maintain steady growth on account of technological advancements and increased awareness of such advanced game technology. (...) VR goggles and headsets form a major part of the setup and offer potential opportunity for the industry participants. Manufacturers are increasingly focusing on developing devices that are lighter, smaller, more comfortable, and available at affordable prices”.*¹⁴⁰

Ciò nonostante, la crescente popolarità del gaming on line e della realtà virtuale rappresenta un fattore chiave anche per lo sviluppo delle applicazioni software.

Con l’offerta di nuovi dispositivi e componenti hardware, infatti, grandi società di sviluppo software e singoli sviluppatori, hanno ricevuto l’input per un nuovo mercato e si stanno concentrando sulla progettazione ed implementazione di contenuti, applicazioni e VR games. L’ammontare di applicazioni e giochi attualmente disponibili per Google *Cardboard*, ad esempio, sono infatti solidi indicatori dell’iniziale incremento di questo mercato.

Un’interessante analisi sulle previsioni del mercato del gaming VR è stata prodotta da *Grand View Research*, nota società di ricerca di San Francisco, specializzata in business intelligence e previsioni di mercato.

Secondo la ricerca, il mercato globale del gaming VR raggiungerà i 9.55 miliardi di dollari entro il 2022 e i player principali di quest’industria saranno l’Xbox One di Microsoft, la PlayStation 4 di Sony, la Wii di Nintendo, i Personal Computers ed i sistemi Mac:

*“The industry is highly competitive with no dominant players. The Sony PlayStation gaming consoles occupied a major share of the global market in 2014, and it is expected to retain its grip over the forecast period. (...) With the introduction of its latest PlayStation 4 and the dedicated VR console and headset, Project Morpheus, now known as PS VR, Sony PlayStations are expected to dominate the market accounting for over 30% of the revenue share over the forecast period. However, the release of Kinect for Xbox 360 by Microsoft to counter Sony’s high penetration rate in the industry is expected to lead the company to regain the market share in the virtual reality in gaming market. (...) Major industry participants are focusing on innovation and product differentiation through technological advancements. Industry leaders have started producing such VR modules for providing them an advantage over other vendors and companies have adopted merger and acquisition growth strategies to establish dominance”.*¹⁴¹

¹⁴⁰ *Virtual Reality in Gaming Market Analysis By Component (Hardware, Software), By Console And Segment Forecasts To 2022*, Grand View Research, Inc., San Francisco (CA), Ottobre 2015.

¹⁴¹ *Virtual Reality in Gaming Market Analysis By Component (Hardware, Software), By Console And Segment Forecasts To 2022*, Grand View Research, Inc., San Francisco (CA), Ottobre 2015.

La stessa ricerca inoltre sottolinea l'importanza della realtà virtuale nel mercato del gaming dell'Asia Pacifica considerata la regione con il tasso CAGR più veloce, pari al 25% nel periodo considerato. Ciò è motivato dalla presenza di un numero crescente di giovani ed esperti consumatori con sufficiente potere d'acquisto, specialmente in Cina, India e nei paesi del Sud Est asiatico. Inoltre la presenza nel territorio di aziende ben piazzate nel mercato come Sony e Nintendo fa di quest'area il mercato più lucrativo per l'industria del VR game.

Simili inoltre sono le previsioni elaborate da *Goldman and Sacs* nella già citata ricerca dello scorso Gennaio in cui Microsoft, Sony e Nintendo vengono stimati come principali player. Secondo i dati, gli hardcore gamers (così definiti coloro che utilizzano videogames per più di 15 ore la settimana) saranno i primi ad adottare la realtà virtuale ed il 30% di questi lo faranno attraverso Xbox One o PlayStation 4, altri ancora attraverso l'utilizzo di PC e Oculus Rift.

Per quanto concerne il mercato delle applicazioni software del VR gaming, la ricerca stima un volume di affari di 6.9 miliardi di dollari entro il 2020 e di 11.6 miliardi di dollari nel 2025. Le stime sono state elaborate considerando il numero di VR gamers, il numero medio di videogames comprati annualmente da ogni singolo utente e il ricavo ottenuto dalla singola vendita. Secondo queste stime, il numero di VR games raggiungerà i 70 milioni entro il 2020 e i 216 milioni nel 2025, il numero medio di giochi acquistati in un anno sarà pari a 2 ed il prezzo avrà un prezzo medio iniziale a gioco di 60 dollari.¹⁴²

3.1.2 Entertainment

Se, fino ad oggi, le principali applicazioni ludiche della realtà virtuale hanno visto il mondo del gaming come principale ambito, l'*entertainment* rappresenta un'altra industria che tra le prime coglie le potenzialità della tecnologia VR.

Grazie alla messa in commercio di dispositivi come Oculus Rift, nuove forme di *entertainment* si stanno diffondendo tra i consumatori e i tradizionali modelli di offerta di questo settore si stanno evolvendo in tempi molto rapidi.

Se tra le principali applicazioni all'*entertainment* quelle del settore del cinema e dei contenuti video in genere, il mondo degli eventi, della musica, dello sport e del turismo sono tra le prime ad essere coinvolti, altre forme di *entertainment* si stanno sviluppando creando nuovi mercati o evolvendo quelli esistenti.

Un esempio di un'industria che, secondo gli esperti, applicherà in modo significativo e con significativi cambiamenti nei propri modelli tradizionali di business è, ad esempio, quella dei parchi a tema.

Con il progredire tecnologico che incrementa le aspettative esperenziali dei consumatori, anche quest'industria ha dovuto rivedere il sistema della propria offerta.

¹⁴² BELLINI H., CHEN W., SUGIYAMA M., SHIN M., ALAM S., TAKAYAMA D., *Profile in Innovation. Virtual and Augmented Reality, understanding the race for the next computing platform*, Equity Research, The Goldman & Sacs Group, 2016.

Attrazioni multisensoriali sono infatti lo step inevitabile nell'evoluzione dei parchi a tema che utilizzano tecnologie sempre più avanzate per offrire esperienze sempre più coinvolgenti, immersive e realistiche. Se fino ad oggi infatti il massimo dell'offerta consisteva in attrazioni 3D con utilizzo di occhiali di plastica o attrazioni 4D che aggiungevano all'effetto 3D alcuni stimoli sensoriali attraverso il movimento sincronizzato della seduta e spruzzi di aria e acqua, è possibile oggi unire l'esperienza fisica a quella virtuale.

Tra le prime a mettere in atto questa rivoluzione delle attrazioni tradizionali è Six Flags, la catena di parchi a tema americana più grande al mondo. La società ha inaugurato nella primavera del 2016 in uno dei suoi parchi a Los Angeles, *The New Revolution Virtual Reality Coaster*, la prima vera attrazione che combina le montagne russe più estreme con l'esperienza virtuale realizzata in partnership con Samsung Gear VR e Oculus. Ogni seduta del The New Revolution è equipaggiata con HMD wireless che vengono indossati da ogni passeggero prima della partenza.

Una volta in movimento si viene immersi in un mondo virtuale ad alta risoluzione e con vista a 360° le cui scene sono sincronizzate con i movimenti della giostra.

In particolare, l'esperienza è quella di una battaglia ambientata nel futuro combattuta per salvare il pianeta dagli alieni. L'utente impersona il co-pilota di un jet da combattimento che, volando sopra il cielo della città, incontra nemici e droni da evitare e abbattere.

Un altro significativo esempio di come la realtà virtuale stia entrando a far parte dell'industria dei parchi a tema è The Void, il primo vero e proprio parco a tema VR che verrà inaugurato a Salt Lake City, Uta, nell'autunno del 2016.

The void consiste in un ambiente fisico, simile ad un labirinto, in cui i partecipanti, indossando HMD elaborati in collaborazione con Samsung e Oculus e altri dispositivi aptici, vengono immersi in un mondo virtuale che può essere fisicamente toccato e con il quale è possibile interagire.

I dispositivi aptici indossati dai partecipanti tracciano i loro movimenti ed elaborano l'esperienza sensoriale mentre una serie di strumenti come, ad esempio, erogatori di fumo e profumi e dispositivi di movimento delle strutture contribuiscono a rendere un'atmosfera fisica convincente e in linea con la situazione virtuale visualizzata attraverso HMD:

“The Void is about creating the most immersive technology, so instead of sitting at your desk, you walk around an environment. It is a tangible world that seems like it never ends. People like to feel that they are somewhere else, and feel the mist in a cave or the heat from a fire – or believe that they are going up in an elevator. The experience is created using haptic vests and a backpack alongside the more familiar VR headset.”¹⁴³

Obiettivo della società creatrice di The Void è quello di creare diversi centri di intrattenimento VR nel mondo, versioni ridotte dell'originale dello Uta ma con la stessa

¹⁴³ WAKEFIELD J., *TED 2016: The Void offers new test of virtual reality*, BBC News, 2016.

tecnologia. I contenuti offerti da The Void sono di proprietà della stessa anche se saranno prodotte versioni VR dei più famosi film e videogames. Tra i primi progetti, quello di Star War e quello di Ghostbuster per il quale è già stata ufficializzata una partnership con Sony Pictures per la produzione dei contenuti.

CINEMA E CONTUNTI VIDEO

L'industria cinematografica e, più in generale, della produzione di contenuti video è tra gli esempi più significativi delle applicazioni VR con potenziali di mercato molto importanti. Non tutti infatti utilizzano videogames ma molte persone vanno al cinema e guardano contenuti video e, per questo, secondo gli esperti, la realtà virtuale sta raggiungendo l'adozione di massa in modo forse più veloce rispetto al gaming.

Vedere un film attraverso la realtà virtuale rappresenta un'esperienza completamente diversa rispetto a quella vissuta guardando un film tradizionale. Nei film tradizionali infatti, il regista dirige il focus d'attenzione dell'utente attraverso una sequenza di scene predefinita.

Un film VR o un video, fruito attraverso l'utilizzo di un HMD, stravolge questo metodo obbligato di osservazione permettendo all'utente la sensazione di essere immerso all'interno della scena. Il punto di osservazione e il processo di attenzione è ora gestito in tempo reale dall'utente che personalizza l'esperienza secondo i propri interessi ed aspettative. L'utente quindi non vede semplicemente immagini tridimensionali come accade oggi con ciò che conosciamo come cinema 3D fruito attraverso dei semplici occhiali di plastica, bensì vive la sensazione di essere parte del film stesso e delle sue ambientazioni.

Da molto tempo l'industria cinematografica è attratta dalle potenzialità della realtà virtuale. Diversi esperimenti in questo senso sono stati condotti da aziende come, ad esempio, Paramount, Fox, Disney, Pixar, Lucas Film e il fatto dunque che l'industria del cinema stia puntando sulla realtà virtuale è cosa confermata dall'interesse e dai numerosi investimenti messi a disposizione dalle stesse.

In un'intervista dello scorso Gennaio alla CNN¹⁴⁴, Ramzi Haidamus, presidente di Nokia Technologies conferma che la tecnologia VR nell'ambito cinematografico sta facendo passi da gigante grazie alla sperimentazione in atto già da diversi anni e presenta Nokia OZO, la prima telecamera VR progettata specificatamente per i grandi produttori di film di Hollywood.

Questa tipologia di strumento (OZO non è l'unico presente nel mercato) è ciò che rende possibile la produzione di film VR ad un costo accettabile, abilitando un nuovo mercato che non coinvolgerà soltanto le tradizionali forme di cinema collettivo bensì formerà parallelamente un mercato basato sulla fruizione on line di video VR:

“While we see VR as a new form of content, we expect to appeal to the masses and see a potential user base similar to on line video today, which our GS Internet Team estimates as having an addressable market of 462mn

¹⁴⁴ <http://edition.cnn.com/2016/01/28/entertainment/virtual-reality-movies-sundance-film-festival-feat/>

households and we believe that VR movie and video content is addressing a similar market. (...) To gain the full VR experience, movies must be filmed with a 360-degree camera which means current films cannot simply be ported over. VR is essentially a new storytelling format that will require different writing and producing techniques than traditional movies. In this regard, the costs to produce VR movie and video entertainment is difficult to predict. We actually see the potential for the costs around camera work to be lower in VR as a 360-degree camera reduces the need for multiple cameras and editing work that is typical with 2D video.”¹⁴⁵

Un esempio di come l'industria stia investendo ingenti capitali nella realtà virtuale è quello di Disney. Il colosso americano di film d'animazione, assieme ad altri, ha investito nel Settembre 2015 65 milioni di dollari nella startup californiana Jaunt VR:

“Disney has led a \$65 million round of funding into Jaunt VR, a startup which makes live-action virtual reality content and also offers a camera system for capturing 360-degree live-action videos. For Disney, the move makes sense. Passive entertainment such as short films is likely to be among the first mass market applications for virtual reality. Disney’s investment suggests that it thinks that the headsets coming from Facebook’s Oculus and its competitors are going to be good enough to become widely popular in the next couple years.”¹⁴⁶

Obiettivo principale di questa società è quello di rendere l'esperienza virtuale il più possibile realistica dando all'utente un profondo senso di presenza mai vissuta prima. Questa tecnologia permette infatti un'esperienza altamente immersiva tale per cui l'utente vive i contenuti con una visualizzazione stereoscopica a 360° sentendosi letteralmente al centro dell'azione.

Per raggiungere questo scopo, Jaunt VR ha sviluppato componenti hardware, software, tools e applicazioni per la realizzazione di film e video VR offrendo un sistema unico alle aziende produttrici del settore. In particolare la società ha realizzato NEO, una telecamera ad alte prestazioni con la capacità di catturare immagini a 360° usando la tecnologia “light field”.

Attraverso questo sistema e un algoritmo proprietario permette all'industria del cinema di produrre contenuti incredibili utilizzando software di produzione esistenti e garantendo l'esperienza VR onnidirezionale più immersiva disponibile al momento.

Jaunt VR, che oltre da Disney ha ricevuto investimenti da, ad esempio, Google Venture, Sky e Paul McCartney per un totale di 100 milioni di dollari, si posiziona nel mercato

¹⁴⁵ BELLINI H., CHEN W., SUGIYAMA M., SHIN M., ALAM S., TAKAYAMA D., *Profile in Innovation. Virtual and Augmented Reality, understanding the race for the next computing platform*, Equity Research, The Goldman & Sacs Group, 2016.

¹⁴⁶ METZ R., *Disney Bets on Virtual Reality With Investment in Startup Jaunt*, MIT Technology Review, 2015.

come società più capitalizzata nel settore della creazione di contenuti e tecnologie per il cinema VR.

Il cinema però non rappresenta l'unico mercato in cui la tecnologia Jaunt può essere applicata e diverse sono infatti le produzioni video realizzate per importanti società e già disponibili al pubblico di cui si riportano alcuni esempi:

- Migrant Crisis, The Whole Picture, *SKY News*. Un documentario sul fenomeno dell'immigrazione ambientato in prevalenza in Grecia. Il reportage permette all'utente di vivere l'immigrazione in prima linea, comprendendone dinamiche e problematiche.
- Nepal after the Earthquake, *BBC News VR*. Un documentario per vivere in prima persona le conseguenze dell'ultimo terremoto permettendo di visitare i luoghi della tragedia e osservarne le reali conseguenze.
- Inside Syria, *BBC News VR*. Un'esperienza che immerge nelle terre della Siria e permette di vivere la drammatica situazione di questo paese cercando di far comprendere all'utente la cultura del suo popolo.
- Inside Corea, *BBC News VR*. Anche in questo caso lo scopo del documentario è quello di far vivere un'esperienza nelle terre della Corea per capire le delicate situazioni che stanno dietro le delicate dinamiche di questo popolo.
- Nepal, *THE NORTH FACE*. Un'esperienza alla scoperta di questa spettacolare terra, delle sue bellezze e delle sue montagne. Realizzato principalmente per gli amanti dell'arrampicata sportiva, è un'ottima occasione per chiunque per esplorare questo stato da remoto.
- The Wonderful World of Disney: Disneyland 60 VR, *DISNEY*. Realizzato per la celebrazione del 60° anniversario di Disneyland, permette di partecipare a Show ed esibizioni a tema vivendo un'esperienza simile a quella vissuta all'interno del parco.

Un'altra società che sta emergendo nel settore è The Virtual Reality Company (VRC), uno studio di produzione dedicato alla creazione di storie e contenuti per piattaforme VR nato nell'Ottobre 2014 e con sede a Los Angeles.

La società è stata fondata da alcuni tra i più importanti veterani del settore: Robert Stromberg, vincitore per due volte dell'Academy Award per la produzione grafica di *avatar* e Alice in Wonderland e direttore, tra gli altri, del film Disney *Maleficent*; Guy Primus, COO di Overbrook *Entertainment*, società di produzione fondata da Will Smith e James Lassiter, e cofondatore di Tentpole Ventures, società di investimenti focalizzata nelle tecnologie per il lifestyle che ha finanziato, ad esempio, Pinterest e DogVacay; Chris Edwards, fondatore e CEO di The Third Floor, studio leader nella previsualizzazione di contenuti che ha collaborato alla realizzazione di films come *Avengers* e *X-Men*, il nuovo *Gozzilla*, *Gravity* e molti altri; Joe Newton, produttore e imprenditore con esperienza significativa nel settore dei media, dei contenuti, della distribuzione e dello sport.

La società, che ha già ottenuto finanziamenti per 23 milioni di dollari, ambisce a diventare lo studio leader nella creazione di esperienze VR ad alta qualità per il cinema e l'entertainment combinando le migliori tecnologie, l'arte e la narrazione digitale:

“The potential of Virtual Reality is Truly limitless. The thechnology keeps shocking me. We launched the Virtual Reality Company to bring together the world’s greatest storytellers and artists to create amazing experiences for VR. I see several incredible concert halls being built, so we’re writtting new symphonies.”¹⁴⁷

Membro attivo e consulente ufficiale di VRC è Steven Spielberg con il quale la società sta già lavorando al riadattamento VR del film *Rady player One* (Worner Bros, 2011), film ambientato nel 2044 e che racconta un futuro in cui le persone spendono la maggior parte del loro tempo all'interno di un universo virtuale chiamato Oasis.

L'interesse del regista per la realtà virtuale è inoltre confermato dall'attività svolta nell'ambito da Dreamworks, noto studio di produzione cinematografica di cui Spielberg è uno dei fondatori. La società, che da diversi anni nutre interesse nella tecnologia VR, è una tra i primi partners ufficiali di Samsung Gear VR ed è attiva nell'ambito VR con la creazione di diverse esperienze VR tra le quali la recente Jurassic World experience già disponibili nei negozi on line Best Buy e MilkVR. Dreamwork, inoltre, ha recentemente realizzato un'applicazione per Samsung Gear VR e afferma che l'obiettivo a breve termine è quello di introdurre contenuti VR in tutti i trailer dei propri film in uscita da quest'anno.

Dreamwork non è però l'unica società operante nel settore cinematografico che sta puntando alla realizzazione di trailer VR.

Un esempio significativo è The Martian VR experience, progetto realizzato dall'Innovation Lab di 20th Century Fox per la promozione dell'omonimo film e disponibile per Oculus Rift, Samsung Gear VR e HTC Vive entro la fine di quest'anno.

The Martian VR Experience è un video VR della durata di 20 minuti che permette all'utente di immedesimarsi nella parte del protagonista, Mark Watney (interpretato nel film da Matt Damon), ed esplorare le scene chiave del film ambientato su Marte. L'utente vive così l'avventura dalla prospettiva dell'astronauta protagonista in modo immersivo ed interattivo svolgendo task necessari alla sopravvivenza dello stesso come accade nel film.

Il progetto, realizzato in collaborazione con The Virtual Reality Company, è in realtà considerato molto più che uno strumento di marketing dalla stessa Fox che si considera in una posizione di leadership nel settore:

“Yet Fox considers itself a bit more advanced than its competitors about VR, especially when it comes to leveraging the medium as a new form of premium content. “All the studios are doing good and smart things in VR,” Schilowitz told Fast Company in November. “But if you ask around, the other

¹⁴⁷ STROMBERG R., <http://www.thevrcompany.com/#founders>

studios and people within the industry would say that Fox started with a leadership position and has maintained that leadership position.” Very few people in the industry have seen the full Martian VR Experience, but there does seem to be a sense in that Fox has gone beyond, and tried more new things than its competitors. (...) For Fox, leadership means using VR not just for marketing, but as profitable entertainment in its own right. Fox very much wants it to be successful, standing on its own as something people will seek out, and be happy to spend money to see. And then it wants to repeat that success again and again, both with VR tie-ins to traditional movies, and as entirely new projects.”¹⁴⁸

Altri progetti VR basati su film tradizionali sono stati elaborati negli ultimi due anni dalle maggiori case produttrici cinematografiche, tra questi:

- *Batman: The animated Series*. Prodotto da Warner Brothers in collaborazione con DC Entertainment e OTOY , il progetto permette all’utente un’esplorazione interattiva della Batcaverna fedelmente riprodotta.
- *Star Wars: The Force Awaken*. Prodotto da Lucas Films in collaborazione con Google e Verizon, permette all’utente di visitare virtualmente la galassia di Star Wars, in particolare il pianeta di Luke Skywalker, e rivivere le battaglie del film.
- *The Lion King*. Prodotto da Disney consiste nella riproduzione virtuale del musical di Broadway, in particolare delle scene riguardanti la canzone *The Circle of Life*.

LIVE EVENT

Un settore in cui la tecnologia VR sta emergendo è sicuramente quello dello streaming di eventi live. Diverse ricerche effettuate nell’ambito dell’event management sostengono che molti eventi in un prossimo futuro adotteranno la tecnologia VR e ciò è motivato dal fatto che le potenzialità di applicazione della realtà virtuale in questo settore sono pressochè infinite. Dalle applicazioni ludiche come eventi sportivi, concerti e feste in genere alle applicazioni business e politiche come convegni, conferenze, dimostrazioni ecc. e, in genere, in qualunque evento di interesse sociale come, ad esempio un matrimonio reale, la realtà virtuale risolve problemi di spazio limitato, è essenzialmente disponibile a chiunque e ovunque e permette un enorme risparmio di costi.

Come in passato è successo per la radio che ha risolto il problema di raggiungere la massa nell’esperienza audio e la tv attualmente risolve il problema con un’esperienza visiva 2D, la realtà virtuale ha oggi il potenziale per diventare un nuovo format in cui le persone guardano e vivono l’esperienza di un evento live da remoto in modo immersivo ed interattivo. La realtà virtuale dunque, permette nuove prospettive ed opportunità per

¹⁴⁸ TERDIMAN D., How Fox’s “The Martian VR Experience” Became Hollywood’s Most Ambitious VR Experiment, Fast Company, 2016.

questo settore. Essa infatti crea eventi con un livello di coinvolgimento mai ottenuto prima e permette un'ampia raccolta dati sui partecipanti in tempo reale che possono fornire preziose informazioni ad esempio per le applicazioni marketing o per analisi di vario genere sull'evento e sui suoi partecipanti. Partecipare ad un evento VR fa sentire l'utente come se vi stesse partecipando fisicamente anche se comodamente seduto sulla poltrona di casa o dell'ufficio. Diverse, se non infinite, sono dunque le applicazioni della realtà virtuale in questo settore e, anche se la maggior parte vedono applicazioni sportive e musicali, un esempio di applicazione non ludica già realizzata è dato dalla CNN che ha trasmesso qualche mese fa il primo dibattito politico democratico in VR a cui hanno assistito 121 paesi in tutto il mondo.

Per dare un'idea della grandezza futura del mercato degli eventi VR si riportano i dati elaborati secondo la già citata ricerca di Goldman and Sacs. Secondo queste previsioni, il mercato degli eventi VR raggiungerà i 750 milioni di dollari entro il 2020 e i 4.1 miliardi di dollari entro il 2025. Le previsioni del mercato sono state elaborate secondo il numero di utilizzatori di realtà virtuale, il numero di eventi visualizzato in un anno e il prezzo per evento:

“We believe live events will be a popular use case for VR users and estimate 30% penetration of our base-case installed base which equates 28 million users in 2020 and 95 million in 2015. We estimate that users initially watch 2 events per year, but that slowly increase as more content becomes available for nearly 4 events in 2015. We see this as low with 82 NBA games per season (for each 30 teams), 162 MLB games (for each of 30 teams), and major sporting events each having playoff and championship games with broad appeal, in addition to the wide range of non-sporting events.”¹⁴⁹

IL SETTORE MUSICALE

Già da diversi anni l'industria della musica ha riconosciuto alla realtà virtuale il potenziale per essere un valido strumento e, in questo settore, le applicazioni più interessanti e che vanno diffondendosi sono quelle nell'ambito dei live concert e dei music videos.

Gli dai tempi di Second Life infatti, diversi cantanti e bands hanno esordito con il proprio avatar, tra questi i più famosi al tempo sono stati sicuramente gli U2 e, per l'Italia, Irene Grandi che, nel 2007, regalò l'emozione al pubblico di partecipare ad uno dei primi concerti VR, questo in particolare sponsorizzato da Telecom Italia.

Anche in questo caso l'utente può partecipare al concerto in modo immersivo e da remoto. Può vivere l'emozione, ad esempio, di salire sul palco con il protagonista del concerto e può farlo in compagnia di altre persone presenti con le quali interagisce in tempo reale. Il problema del limitato numero di posti fisici scompare e anche chi non ha la possibilità di raggiungere il luogo fisico del concerto può viverlo da remoto.

¹⁴⁹ BELLINI H., CHEN W., SUGIYAMA M., SHIN M., ALAM S., TAKAYAMA D., *Profile in Innovation. Virtual and Augmented Reality, understanding the race for the next computing platform*, Equity Research, The Goldman & Sacs Group, 2016.

Un interessante esempio di come l'industria della musica si stia avvicinando alla tecnologia VR è data da Universal Music Group (UMG), una delle tre etichette discografiche più importanti del mondo che lo scorso Gennaio ha annunciato una partnership con IHeartMedia, società Americana leader nel mondo dei media radio e televisivi. Obiettivo dell'accordo è quello di connettere artisti, fans, brands e sponsors per la realizzazione di una serie di rivoluzionarie esperienze musicali immersive in streaming.

Diversi dunque sono i progetti già realizzati in ambito musicale con la tecnologia VR.

La sopra citata Jaunt VR, ad esempio, nel 2014 ha sviluppato un'applicazione dedicata alla musica per Google *Cardboard* e, di recente, ha prodotto un documentario su Sir Paul McCartney, in particolare sulla canzone *Live and Let die* in scena al Candlestick Park.

Nel 2014 Next VR ha pubblicato il concerto VR dei Coldplay e, lo stesso anno Jack White ha prodotto diversi video con questa tecnologia.

Un altro interessante progetto VR in ambito musicale è quello realizzato da The Virtual Reality Company in partnership con Apple per la realizzazione del video della canzone "Song for Someone" degli U2, gruppo che, come già detto, ha sperimentato la tecnologia VR già all'apoca di Second Life.

3.1.3 Sport

Anche nel settore sportivo, sono molti gli ambiti in cui l'implementazione della realtà virtuale promette importanti cambiamenti e, in accordo con le diverse ricerche del settore, è possibile individuare due principali aree di applicazione.

La prima riguarda l'ambito legato all'atleta e alla squadra in senso stretto e comprende attività quali:

- il coaching e il training dei singoli atleti o della squadra nel suo insieme;
- l'elaborazione e la simulazione delle strategie di squadra;
- il monitoraggio e il miglioramento delle performances individuali e collettive;
- la riabilitazione fisica dell'atleta;
- la progettazione e la sperimentazione di nuove attrezzature tecniche sportive;

La seconda, che va oltre la squadra o l'atleta in particolare, riguarda tutte quelle applicazioni legate al lato ludico dello sport, come, ad esempio, la riproduzione virtuale di eventi sportivi e la sperimentazione VR in prima persona di qualsiasi tipo di sport, compresi quelli estremi, che per molti sarebbero altrimenti impraticabili nella vita reale. La tecnologia VR, influenza dunque diversi ambiti relativi al settore dello sport e, in particolare per il primo gruppo di attività, essa permette ad allenatori ed atleti nuovi e più efficienti modi di operare.

Se fino a poco tempo fa, infatti, l'unica tecnologia utilizzata come strumento di allenamento era quella video, attraverso la quale allenatore ed atleti potevano filmare l'azione e rivederla per capirne eventuali errori, con il progresso tecnologico e la possibilità di effettuare analisi biomeccaniche dettagliate, i processi di training e coaching diventano sempre più complessi.

Al contrario delle evidenti limitazioni della tecnologia video tradizionale, la quale non permette un'analisi approfondita delle dinamiche osservate, l'immersività e l'interattività della realtà virtuale permette una migliore analisi e comprensione delle performance attraverso la prospettiva neurocomportamentale dell'atleta stesso grazie al coinvolgimento di una grande quantità di dati e di informazioni provenienti da diversi dispositivi quali, ad esempio, sensori di pressione, sistemi di posizionamento e di rilevazione dei movimenti che, in combinazione all'utilizzo di ambienti virtuali sviluppati ad hoc, permettono la simulazione di infinite situazioni e dinamiche e la raccolta efficace ed efficiente di risultati ed analisi utili a migliorare sia i metodi di training che quelli di pianificazione strategica.

Un'interessante ricerca in questo ambito è stata svolta da Jeremy Bailenson il quale ha messo a confronto nuovi sistemi di training VR con tradizionali sistemi di video training dimostrando come il livello di apprendimento trasferito attraverso i primi sia molto più efficace rispetto a quello trasferito attraverso i secondi:

“After learning athletic movements--in this study tai chi--from either virtual reality or video, subjects later on performed better in the physical environment after learning from VR. Learning from VR was approximately 25 percent more effective than learning from video.”¹⁵⁰

La tecnologia VR migliora così da un lato le abilità, le performance, i tempi di reazione e la tecnica dell'atleta con allenamenti personalizzati secondo le caratteristiche psicofisiche ed il livello di preparazione dello stesso e dall'altro simula situazioni specifiche in base, ad esempio, alle caratteristiche dell'avversario o a particolari condizioni ambientali permettendo così l'elaborazione di schemi e strategie.

Sistemi di realtà virtuale possono quindi riguardare non soltanto l'aspetto biomeccanico dell'allenamento bensì anche quello psicologico, migliorando le prestazioni dell'atleta e preparandolo a situazioni critiche di gioco.

L'utilizzo della realtà virtuale come piattaforma per l'allenamento rappresenta infatti una nuova direzione nella ricerca sulla psicologia sportiva¹⁵¹, un campo interdisciplinare che studia come fattori psicologici influenzino le prestazioni dell'atleta:

Virtual reality poses an interesting option for sport psychology training. It could support both high-stress training and sport imagery, and even foster additional control for coaches and sport psychologists to manage the training. In terms of high-stress training, VR could be used to simulate large crowds, specific environments, and recreate key situations for athletes. Using VR as a platform to administer such training would also allow precise control of the flow and administration of the training. Tasks could be repeated multiple times, and replays of the simulation could be viewed to

¹⁵⁰ BAIENSON J.N., PATEL K., NIELSEN A., BAJCSY R., JUNG S., KURILLO G., *The Effect of interactivity on learning physical actions in virtual reality*, Media Psychology, N° 11, 2008.

¹⁵¹ WEINBERG R., GOULD D., *Foundations of Sport and Exercise Psychology - 6th Ed.*, 2015

*enhance learning. VR could also support sport imagery. By simulating key environments and scenarios in a VR system, athletes would not be limited by their own sport imagery skills. This would free athletes from the cognitive load of imagining such a situation, and allow them to focus on the relaxation and cognitive therapies for improving performance.*¹⁵²

Un progetto di successo nell'ambito del training VR sportivo è rappresentato da STRIVR, la cui idea nasce nel 2007 da Derek Belch, giocatore di football, e dal direttore del Virtual Human Interaction Lab della Stanford University, Jeremy Bailenson.

La tecnologia di STRIVR permette la realizzazione di video immersivi a 360° ad alta definizione attraverso i quali i giocatori possono rivivere le situazioni di gioco con una visualizzazione in prima persona di diverse posizioni e ruoli. Ciò permette di studiare eventuali errori effettuati durante gli incontri precedenti, comprendere i punti di forza e debolezza del singolo atleta ed elaborare le migliori strategie per la squadra nel suo complesso.

Il progetto, sviluppato all'interno della *Stanford University*, è stato inizialmente utilizzato come esperimento dai giocatori della squadra di football dell'università stessa. In particolare, i giocatori utilizzarono il sistema VR per la preparazione degli ultimi tre incontri della stagione 2014. Grazie a questo metodo di allenamento la squadra ottenne evidenti vantaggi competitivi ed i migliori risultati della stagione vincendo per 45 a 21 contro il Maryland durante il Forster Frams Bowl.

Dopo aver sperimentato il progetto con successo, nel Gennaio 2015, Belch decise di fondare STRIVR che ebbe tra i primi clienti le squadre di altri importanti college, tra i cui Clemson, Auburn, Arkansas, Dartmouth e Vanderbilt.

Nello stesso anno, STRIVR venne presentata alla *National Football League* ottenendo grande interesse e molte importanti squadre appartenenti ad essa (tra cui, ad esempio, Arizona Cardinals, San Francisco 49ers, Dallas Cowboys e Minnesota Vikings) utilizzano oggi questo sistema nei loro allenamenti.

Come sopra anticipato però, l'utilizzo della realtà virtuale nel settore dello sport non si limita agli aspetti legati all'atleta o alla squadra nel suo complesso. Essa infatti rappresenta un innovativo strumento anche nell'ambito dello sport live e nella produzione di contenuti immersivi per tifosi ed appassionati. Questo parte delle applicazioni VR al settore sportivo sono molto simili alle dinamiche ed ai prodotti offerti per dall'event *entertainment* sopra analizzato.

La realtà virtuale infatti viene oggi utilizzata per migliorare l'esperienza del pubblico di un evento sportivo attraverso sistemi che consentono agli utenti di navigare all'interno dello stadio durante una partita o all'interno di un autodromo durante una gara ed in qualsiasi altro luogo o evento sportivo di interesse. All'interno di questi ambienti virtuali non è possibile soltanto assistere ad eventi in modo innovativo ed immersivo, in essi infatti è possibile prenotare ed acquistare biglietti, gadgets, interagire con atleti e tifosi

¹⁵² CHERYL A., STINSON, *Virtual Reality for Sport Training*, Thesis submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science In Computer Science and Applications, 2013.

in tempo reale e, attraverso piattaforme dedicate, sperimentare virtualmente qualsiasi tipo di sport, da quelli più popolari a quelli più estremi.

I primi eventi sportivi prodotti con tecnologia VR sono stati trasmessi la scorsa primavera da SKY che, dopo ingenti investimenti nella creazione di Sky VR Studio, ha prodotto, in collaborazione con Formula One Management e Williams Martini Racing, i primi video VR di due eventi di Formula 1. In particolare i video riproducono le prove della gara di Barcellona trasportando gli utenti alla corsia dei box assieme al team di meccanici. L'esperienza completa è disponibile sulla piattaforma video 360 di Facebook, sulla piattaforma Oculus ed è visualizzabile attraverso Samsung Gear VR e Oculus Rift. Anche l'emittente FOX Sports entra nel mondo VR stabilendo una partnership con NextVR per la riproduzione e la trasmissione di eventi sportivi attraverso realtà virtuale:

“David Nathanson, head of business operations at Fox Sports, says virtual reality is a technology that allows the broadcaster to create a completely unique experience with perspectives that fans wouldn't be able to get unless they had the most expensive tickets in the house, or they were credentialed to be on the ground floor of that sporting event. “Our job is to be at the forefront of virtual reality and ensure that if this is something that brings our sponsors, our distribution partners, and ultimately the sports fan, closer to the game, then we take advantage of it,” Nathanson says.”¹⁵³

I primi due eventi riprodotti da Fox Sport sono stati il Daytona 500 NASCAR race e il Premier Boxing Champions anche se l'obiettivo principale di quest'anno è quello di produrre contenuti VR per l'intero campionato NBA.

3.1.4 L' Healthcare e la ricerca scientifica

I primi tentativi di applicare la realtà virtuale al settore dell'*healthcare* risalgono agli anni '90 del secolo scorso quando vennero sperimentati i primi sistemi di visualizzazione VR di dati medici complessi per la simulazione e programmazione di interventi chirurgici¹⁵⁴.

Da allora ad oggi diverse ricerche scientifiche sono state condotte sull'applicazione della tecnologia VR all'ambito della medicina e dalla sanità e l'interesse in questo senso è sempre più vivo grazie anche alle diverse discipline mediche che essa può coinvolgere. In particolare, le principali applicazioni mediche si riferiscono a:

- **Insegnamento e Training.** La visualizzazione 3D di grandi volumi di dati ed informazioni migliora e facilita la comprensione sia delle basi

¹⁵³ GAUDIOSI J., *Fox Sports to Stream March Madness Basketball in Virtual Reality*, Fortune, 2016.

¹⁵⁴ CHINNOCK C., *Virtual reality in surgery and medicine*, Hospital technology series Vol. 13, N° 18, 1994.

dell'anatomia umana che di importanti principi psicologici¹⁵⁵.

La simulazione interattiva del corpo umano e di infinite situazioni di intervento permettono il trasferimento di nozioni e procedure, il miglioramento delle competenze e la verifica dell'apprendimento;

- **Pianificazione pre-operatoria.** Progettazione, sperimentazione e verifica delle procedure di interventi chirurgici complessi attraverso la simulazione di determinate situazioni tipicamente critiche e complesse;
- **Supporto all'assistenza operatoria.** Utilizzo di sistemi di visualizzazione di immagini 3D della situazione del paziente in tempo reale e sistemi di assistenza da remoto attraverso la collaborazione di più professionisti virtualmente presenti nella sala operatoria;
- **Diagnosi interattiva e collaborativa.** Utilizzo di sistemi per l'analisi, la comparazione e la manipolazione di immagini mediche in formato 3D in ambienti virtuali che permettono la condivisione del parere di diversi specialisti in tempo reale. Questi sistemi riducono inoltre l'invasività di diversi metodi attuali d'analisi.
- **Trattamento e pianificazione radiologica.** Supporto alle procedure di analisi radiologica per migliorare la precisione dell'indagine anatomica;
- **Consultazione da remoto.** Ambienti VR collaborativi per la visualizzazione e la condivisione di dati e informazioni ed analisi del paziente a distanza;
- **Riabilitazione.** Ambienti VR a supporto del paziente per la riacquisizione del controllo motorio attraverso la simulazione di esercizi in preparazione alla riabilitazione fisica;
- **Supporto ai disabili.** L'utilizzo di ambienti VR per la simulazione di luoghi reali aiuta il disabile a sperimentare in via preventiva le difficoltà che potrebbe incontrare effettuando alcuni percorsi, visitando alcune città e nell'accesso a determinati edifici o eventi. Attraverso la simulazione preventiva il disabile può programmare i percorsi più consoni allo stesso;
- **Supporto all'autismo.** Sistemi di supporto nello sviluppo di competenze atte a sviluppare l'indipendenza del soggetto. L'ambiente virtuale rappresenta uno strumento ideale e sicuro per incoraggiare la persona autistica alla sperimentazione di queste competenze prima dell'esperienza nel mondo reale;
- **Valutazioni neurologiche.** Utilizzo di ambienti VR standardizzati per la valutazione di processi cerebrali, cognitivi, di memoria e di movimento e per l'individuazione e correzione di eventuali problematiche.
- **Valutazione e riabilitazione psicologica e psichiatrica.** Valutazione e trattamento di disturbi psicologici ed emotivi come ansia, fobie, disturbi sociali, disturbi derivanti dallo stress post traumatico e dalle problematiche legate alle dipendenze. La possibilità di strutturare

¹⁵⁵ ALCANIZ M., PERPIÑA C., BAÑOS R., et al., *A new realistic 3D body representation in virtual environments for the treatment of disturbed body image in eating disorders*, CyberPsychology and Behavior, Vol. 3 N° 3, 2003.

un'ampia varietà di stimoli controllati all'interno dell'ambiente virtuale e, allo stesso tempo, la possibilità di monitorare le reazioni dei pazienti presenti in esso, aumenta la probabilità dell'efficacia terapeutica rispetto alle procedure tradizionali di terapia psicologica.

La tecnologia VR rappresenta dunque un efficace ed efficiente strumento per migliorare la comprensione delle diagnosi, pianificare e simulare le procedure prima dell'intervento chirurgico, gestire il rapporto tra medico e paziente, visualizzare dati e informazioni ed offre inoltre un metodo rivoluzionario nell'istruzione medica permettendo la simulazione, la verifica e il miglioramento delle diverse competenze richieste ai professionisti del settore.

Essa può essere utilizzata come strumento didattico ma anche come piattaforma di simulazione per la sperimentazione scientifica permettendo una comprensione profonda delle interrelazioni esistenti nelle strutture anatomiche non raggiungibile con altri sistemi ad oggi disponibili, nemmeno attraverso autopsia.

Diversi sono in questo settore i progetti di sistemi VR in via di implementazione, tra questi, quello di maggior rilievo in questo momento, è sicuramente Medical Reality. Fondata da Steve Dann, esperto di realtà virtuale, e dal dott. Shafi Ahmend del *Royal Hospital di Londra*, Medical Reality è un'associazione inglese che ha sviluppato un sistema VR dedicato all'utilizzo medico e chirurgico a scopo principalmente didattico:

“Medical Realities is an innovative group offering medical training products, specializing in virtual reality, augmented reality and serious games. By using consumer-level virtual reality devices such as the Oculus Rift, Medical Realities can reduce the cost of training, reach a wider audience and provide a completely safe learning environment for medical students. We believe that over the past few years, the current market in medical simulation and training has come to a plateau. Despite promises, many medical simulators fail to live up to expectation. We believe that new technologies such as virtual and augmented reality offers something different. We want to offer a solution where we can deliver effective teaching and training to anyone, anywhere in the world.”¹⁵⁶

Questo sistema VR consiste nella combinazione di video a 360° e di contenuti 3D interattivi che, attraverso l'utilizzo di HMD quali Oculus e perfino *Cardboard*, permette di assistere da remoto ad un'operazione chirurgica attraverso gli occhi del chirurgo stesso.

Grazie a questa tecnologia, lo scorso 14 Aprile è stata trasmessa in live streaming la prima operazione chirurgica VR. L'operazione, condotta dallo stesso Dott. Shafi al Royal Hospital, consisteva nell'asportazione di un cancro al colon di un paziente settantenne inglese che ha ne ha concesso la trasmissione.

La procedura è stata trasmessa non soltanto agli studenti del *Barts Health HNS*

¹⁵⁶ Medical Reality, sito web ufficiale. <http://www.medicalrealities.com/about/>.

Trust e della Queen Mary University of London, bensì è stata aperta al pubblico di tutto il mondo. Intere classi universitarie, singoli studenti, professionisti e gente comune ha potuto assistere per la prima volta ed in prima persona ad un intervento chirurgico attraverso l'utilizzo di un HMD o del proprio smartphone inserito nel supporto *Cardboard*. L'evento è stato visualizzato da 54.600 persone in tutto il mondo e, il suo successo, è dato anche dalla semplicità di utilizzo del sistema appositamente voluto da Medical Reality il cui scopo è quello di raggiungere un gran numero di utenti in modo semplice, veloce ed economico:

“Ahmed said that he believes that the approach could make healthcare more equitable, improving the training of surgeons worldwide. With internet connections becoming better, smartphones getting cheaper and only a pair of lenses and some cardboard needed to make a virtual reality headset, the costs, he said, paled in comparison to the expense of students travelling abroad to train. Shot using two 360-degree cameras and a number of lenses arranged around the theatre, the operation could be viewed through the “VR in OR” app, using a virtual reality headset that can be paired with a smartphone. Those who did not have a headset could watch the feed live online. (...) While videos showcasing surgical procedures have been around for years, Ahmed believes the new approach is more than a mere gimmick. The technology, he has argued, brings a valuable new feature to education, allowing viewers to focus not just on what the surgeon is doing, but also on what other members of the team are up to.”¹⁵⁷

Le aspettative di applicazione di sistemi VR a questo mercato sono dunque molto interessanti e, secondo una ricerca pubblicata da *Global Industry Analysis Inc.*, il mercato globale della realtà virtuale nel settore dell'*Healthcare* raggiungerà i 3.8 milioni di dollari entro il 2020 grazie agli avanzamenti tecnologici nel settore, l'espandersi delle applicazioni a diverse discipline mediche e la crescente richiesta di sistemi per la riabilitazione ed il training simulativo:

“The virtual reality technology in the healthcare sector is gaining immense interest, with applications possibilities expanding to diverse medical disciplines such as medical training, practice, psychiatry and rehabilitations. Virtual reality in healthcare provides a revolutionary way to improve patients' understanding of disease process, educate them about the benefits of behavior modification, and strengthen medication compliance. The VR technology is also expanding its role in medical education, particularly in the area of simulations, training and modeling. VR technology is playing a crucial role in professional skills training for minimally-invasive surgeries and operating room procedures. The technology continues to gain increased

¹⁵⁷ DAVIS N., *Cutting-edge theatre: world's first virtual reality operation goes live*, The Guardian, 2016.

*demand as a diagnostic tool in the healthcare sector in the form of fully immersive 3D simulation for clinicians in the treatment of phobias, autism, post-traumatic stress disorder (PTSD), depression, anxiety and severe pain in burn victims. Furthermore, the technology is effectively used in the treatment of pain by increasing cognitive activity which is known to inhibit the transmission of pain signals to the brain, thus reducing the need for painkillers and narcotics. Other major factor driving adoption of VR technology in the healthcare sector include increasing incidence of neurological disorders, growing disease awareness among patient and rising demand for innovative diagnostic techniques.*¹⁵⁸

Secondo la stessa ricerca, inoltre, gli Stati Uniti ricoprono la fetta più grande del mercato. Questa posizione dominante è supportata dall'intensa ricerca e sviluppo svolta, dai crescenti investimenti dedicati alla tecnologia VR sia dal governo che dalle società private e dall'adozione precoce della tecnologia nel paese.

Ciò nonostante, il tasso di crescita più veloce è previsto per l'area dell'Asia Pacifica per la quale è stimato un CAGR del 23,2% nel periodo dal 2015 al 2020 ottenuto grazie allo sviluppo di infrastrutture mediche e dal notevole interesse per le tecnologie mediche innovative capaci di ridurre i costi sanitari e di guidare i pazienti ad una vita più sana.

LA RICERCA SCIENTIFICA

Il potenziale della realtà virtuale in questo settore è stato sottolineato già nel 2007 da William S. Bainbridge, membro dell'IEEE e co-direttore del *Human-Centered Computing della National Science Foundation*.

In particolare, Bainbridge sostiene che il Metaverso abbia un grande potenziale come strumento di ricerca ed individua tre ambiti in cui esso può essere applicato alla ricerca scientifica: 1) nella ricerca di laboratorio, 2) nell'osservazione delle scienze sociali ed economiche e 3) nelle scienze informatiche e computazionali.

Nel primo ambito, quello della ricerca di laboratorio, il Metaverso, grazie al fatto che non impone limiti fisici, offre la creazione di ambienti di sperimentazione complessi che permettono l'elaborazione di infinite dinamiche e situazioni. Questi laboratori, oltre ad aiutare gli studiosi nella replicazione di studi classici con nuove metodologie, abilitano innovative forme di esperimento prima non possibili o comunque limitate:

“Virtual worlds provide environments and tools that facilitate creating online laboratories that can automatically recruit potentially thousands of research subjects, over a period of months, at low cost. They offer scripting and graphics tools that allow anyone to build a virtual laboratory building, functioning equipment to run the experiment, and incentives to motivate participation. It would be quite feasible to have advanced students replicate classic experiments inside VW, adding to our confidence in older results while

¹⁵⁸ *Virtual Reality (VR) in Healthcare - A Global Strategic Business Report*, Global Industry Analysis Inc, Dicembre 2015.

giving young people valuable skills. Creative scientists may also be able to design experiments that are feasible in virtual worlds but were never possible before."¹⁵⁹

Gli ambienti virtuali di ricerca, dunque, sono uno strumento collaborativo, efficace e coinvolgente per innovativi studi e sperimentazioni, e rappresentano un'importante fonte di studio e sviluppo di competenze per giovani studiosi.

Grazie alla possibilità di accesso ad essi tramite internet, inoltre, questi sistemi possono essere integrati agli altri metodi di studio di Università ed Istituti minori che, collegandosi virtualmente ai maggiori centri di ricerca, possono offrire opportunità diverse e migliorare la qualità della propria offerta formativa. Diversi infatti, sono i gruppi di ricerca che hanno progettato laboratori virtuali al fine di creare collaborazioni tra centri di Università diverse, condividendo l'utilizzo di database, competenze e risultati.

Tra gli altri, un esempio di successo in questo senso è il centro di ricerca virtuale e aumentata inaugurato dall'Università del Maryland a Dicembre del 2014. Il centro è stato e realizzato grazie ad 1 milione di dollari di finanziamenti, 600.000 dei quali ottenuti dalla *National Science Foundation*, ed è focalizzato nel supporto alla ricerca scientifica, ingegneristica, medica e industriale.¹⁶⁰

La seconda area di applicazione riguarda le scienze sociali ed economiche ovvero l'opportunità di utilizzare il Metaverso come ambiente di osservazione e ricerca socio- economica.

Secondo Bainbridge ed altri studiosi, i mondi virtuali ed il Metaverso possono essere strumenti validi per l'osservazione di trend sociali e l'individuazione di movimenti culturali nascenti. Dello stesso pensiero è l'economista Edward Castronova il quale sostiene inoltre che una crescente parte del vissuto umano, dell'economia e della cultura avverrà all'interno di questi ambienti virtuali ed è per questo che è necessario lo studio delle dinamiche di questo nuovo fenomeno.¹⁶¹

Il più importante laboratorio di ricerca VR in questo ambito è sicuramente il già citato *Virtual Human interaction Lab* dell'Università di Standford, i cui sponsor sono, tra gli altri, Google, Oculus, la *National Science Foundation* ed il *National institute of Health*. Missione di questo laboratorio è la comprensione delle dinamiche e delle implicazioni delle interazioni umane all'interno di ambienti virtuali immersivi attraverso la sperimentazione e l'utilizzo di metodologie scientifiche.

Il terzo ed ultimo ambito di applicazione individuato da Bainbridge riguarda la possibilità offerta alle scienze informatiche in relazione alle sempre maggiori e complesse esperienze basate sui limiti dell'attuale tecnologia Internet, in particolare per i problemi legati alla latenza e alla larghezza di banda che possono notevolmente limitare

¹⁵⁹ BEINBRIDGE S. W., *The Scientific Research Potential of Virtual Worlds*, Science Vol. 317, 2007.

¹⁶⁰ GANTS S., *University of Maryland shows off high-stakes virtual reality lab*, Baltimore Business Journal, Dec. 2015.

¹⁶⁰ CASTRONOVA E., *Synthetic Worlds: The Business and Culture of Online Games*, University of Chicago Press, 2005.

l'esperienza stessa.

All'interno di questa terza linea di ricerca rientrano gli studi sull'intelligenza artificiale, allo scopo, ad esempio, di migliorare *avatar* IA rendendoli più realistici ed ampliare la loro gamma di azioni possibili. Un'altro ambito di studio all'interno di questa linea è l'interazione uomo-computer per facilitare lo sviluppo di nuove e più efficienti interfacce e metodi di visualizzazione al fine dei creare situazioni sempre più immersive e reali. Secondo gli studiosi dunque, la realtà virtuale non solo rappresenta un valido strumento per il miglioramento della ricerca scientifica essa rappresenta piuttosto uno strumento che trasformerà nel tempo la nostra società:

*“In addition to the possible lines of scientific studies in games and metaverses, we see an area in which all lines of study above can be used for the transformation of society, not only overcoming the barriers of cyberspace but also using cyberspace activities to improve conditions of life in the real world. These would be proposals of study based on the methodology of action research, as we will see ahead.”*¹⁶²

3.2 Previsioni nell'ambito del Business

Prima di passare all'analisi vera e propria delle applicazioni VR nell'ambito del business e comprendere le potenzialità della stessa all'interno degli attuali modelli di gestione e organizzazione aziendale, è bene riportare qualche dato emergente dalle previsioni effettuate dai principali centri di ricerca.

Tra le più importanti, la già citata ricerca “Top 10 Strategic Technology Trends for 2016” prodotta da Gartner si concentra sulle applicazioni al business e, analizzando le principali opportunità digitali attuali, elabora trend sulle 10 tecnologie più significative, evidenziando tra queste l'importanza della tecnologia VR:

*“Gartner’s top 10 strategic technology trends will shape digital business opportunities through 2020. IT leaders must understand and prepare for the impacts these disruptive trends will have on people, their businesses and IT departments, and then determine how they can provide competitive advantage. (...)Our top 10 list highlights strategic trends with broad industry impact.. These trends aren’t yet broadly recognized or are experiencing significant changes. Organizations must examine the business impact of our top 10 strategic technology trends, and adjust their business and IT strategies and operational models appropriately. If they don’t, they’ll risk losing competitive advantage to those that do.”*¹⁶³

La ricerca individua dieci principali trends che posiziona all'interno di tre macro aree:

¹⁶² BEINBRIDGE S. W., *The Scientific Research Potential of Virtual Worlds*, Science Vol. 317, 2007.

¹⁶³ CEARLEY D. W., WALKER M.J., BURKE B., *Top 10 Strategic Technology Trend for 2016: At a Glance*, Gartner, Inc., 2015.

- **The Digital Mesh:** rappresenta la mole di dispositivi, informazioni, applicazioni, servizi e business che ruotano attorno all'individuo. Con l'evolversi di questo fenomeno, tutti i dispositivi, le risorse di calcolo e di informazione, il business e gli individui saranno interconnessi.
- **Smart Machines:** descrive il tema di come l'informazione di ogni cosa sta evolvendo per estrarre maggior significato da una serie di fonti in rapida espansione. Avanzati approcci e tecnologie di analisi dati stanno evolvendo al fine di creare macchine programmate per comprendere e gestire dati sostituendo quelle programmate per eseguire un set finito di azioni prescritte.
- **The new IT Reality:** è il fattore chiave per cui architetture tecnologiche e piattaforme cambiano a supporto di un nuovo modello di business, autonomo e digitale abilitato dal Digital Mesh e dalle Smart Machines. Nuove architetture per i sistemi e le applicazioni, per i servizi e per la sicurezza sono indispensabili. Le piattaforme devono evolversi per affrontare non solo la sfida già in atto del mobile computing, bensì anche quella iniziata con la digital mesh.

In particolare, tra i dieci trend, Cearley, Walker e Burke, analisti Gartner, posizionano al secondo posto la tecnologia VR intesa da questi come Ambient User Experience. Per sua natura essa viene collocata all'interno del gruppo Digital Mesh e rappresenta la risposta alla crescente esigenza odierna di creare spazi virtuali di lavoro condiviso:

“The first three trends address merging the physical and virtual worlds and the emergence of the digital mesh. While organizations focus on digital business today, algorithmic business is emerging. Algorithms — relationships and interconnections — define the future of business. (...) The device mesh creates the foundation for a new continuous and ambient user experience. Immersive environments delivering augmented and virtual reality hold significant potential but are only one aspect of the experience. The ambient user experience preserves continuity across boundaries of device mesh, time and space. The experience seamlessly flows across a shifting set of devices and interaction channels blending physical, virtual and electronic environment as the user moves from one place to another.”¹⁶⁴

Come ampiamente discusso in precedenza, anche secondo questa ricerca dunque, l'esperienza abilitata dalla tecnologia VR ricopre un ruolo chiave. Secondo gli analisti infatti, la realtà virtuale preserva la continuità del vissuto dell'utente e attraversa le barriere dei dispositivi tradizionali, del tempo e dello spazio. Gli utenti possono interagire con un'applicazione attraverso un processo dinamico a più sequenze che può estendersi nel tempo attraversando diversi dispositivi e canali

¹⁶⁴ CEARLEY D.W., WALKER M.J., BURKE B., *Top 10 Strategic Technology Trend for 2016: At a Glance*, Gartner, Inc., 2015.

d'interazione mentre le informazioni del contesto ricevute dall'utente seguono i cambiamenti dell'ambiente VR o gli spostamenti dell'utente stesso.

Tutto questo, secondo gli esperti, avrà grosse influenze sulle attuali modalità di gestione dei sistemi di business di organizzazioni ed aziende e, come già detto, avrà grande impatto in diversi mercati:

“Digital business is an overarching theme that covers how the blurring of the physical and virtual worlds is transforming business designs, industries, markets and organizations. Autonomous business is a complementary theme covering how increasingly intelligent algorithms enable smart machines and systems to become autonomous actors in the digital business as agents for human beings. When IT leaders respond to digital and autonomous business, they must respond to the disruptive enabling technology trends that brought them about.”¹⁶⁵

L'adozione della tecnologia VR in ambito aziendale è stata inoltre analizzata dalla ricerca di Deloitte, anche questa già in precedenza citata. La ricerca, meno specializzata della precedente dato che considera diversi settori di adozione e limita le previsioni al 2016, sostiene che il 2016 rappresenta per la realtà virtuale un periodo di sperimentazione in cui le imprese si avvicinano alla stessa principalmente nelle applicazioni di marketing e vendita. La ricerca riporta inoltre alcuni esempi di attività svolte durante questo primo periodo:

“Some architects are using VR to create interactive visualizations of construction projects in place of 3D models, or fly-through video. This approach enable clients to make changes before work starts.

Emergency response workers have used VR to practice how to respond to faults with nuclear reactors.

There are multiple applications for healthcare, with training and education of staff and members of the public being among the most prelevant.

Hotels can provide VR guides to properties. For guests at a property, a VR headset could act as a virtual concierge, showing guests places they could visit.

As well as teaching via virtual classroom, VR can additionally be used to provide digitalized tours to prospective students.

VR will likely continue to be used in military where simulations have long been commonplace.”¹⁶⁶

Nel prossimo capitolo verranno analizzati i diversi ambiti di applicazione della tecnologia VR all'interno dei diversi processi organizzativi e gestionali che caratterizzano le moderne organizzazioni.

¹⁶⁵ CEARLEY D. W., WALKER M. J., BURKE B., *Top 10 Strategic Technology Trend for 2016: At a Glance*, Gartner, Inc., 2015.

¹⁶⁶ LEE P., STEWARD D., *Virtual Reality (VR): A billion dollar niche*, TMT prediction, Deloitte, 2016.

4. SISTEMI DI REALTÀ VIRTUALE PER LA GESTIONE DEI PROCESSI AZIENDALI

Negli ultimi trent'anni si è assistito al fenomeno dell'espansione globale dei media elettronici e dell'*Information Technology* come una forza onnipresente e pervasiva che ha spinto le aziende alla considerevole adozione di questi stessi sistemi a supporto del processo decisionale e gestionale nonché per lo sviluppo di modelli di business più efficaci ed efficienti.¹⁶⁷ Queste tecnologie, assieme alla progressiva globalizzazione dei processi produttivi e commerciali, hanno portato nuovi metodi e procedure all'interno delle moderne aziende e la rapida evoluzione dei sistemi di simulazione e delle tecnologie integrate di comunicazione hanno fornito alle organizzazioni un'opportunità unica per risolvere molti dei vincoli tecnici storicamente affrontati nel migliorare i sistemi di supporto aziendale sia all'interno dell'azienda che tra elementi aziendali geograficamente dislocati.¹⁶⁸

La tecnologia informatica è dunque oggi in grado di supportare sofisticati sistemi di realtà virtuale, di simulazione interattiva e di visualizzazione 3D e, secondo gli esperti, la costruzione di ambienti virtuali immersivi e collaborativi, che assieme rappresentano il futuro Web 3D, il Metaverso, porteranno a breve un'importante rivoluzione all'interno delle organizzazioni e nel rapporto delle stesse con l'esterno.

Nonostante oggi le potenzialità della tecnologia VR siano ormai riconosciute, solo di recente studiosi e ricercatori si sono focalizzati nell'analizzare come le applicazioni di questa tecnologia possano essere validi strumenti a supporto del management quotidiano delle aziende.

Tra i primi a considerare l'importanza dei sistemi virtuali all'interno delle organizzazioni aziendali è sicuramente Martin, il quale, negli anni '80, elabora un costrutto sulle innovazioni tecnologiche rivoluzionarie in cui afferma la particolare rilevanza dell'introduzione della realtà virtuale sia come innovazione tecnologica di per sé, sia come applicazione innovativa alle convergenti tecnologie esistenti.

Egli colloca i sistemi VR tra le invenzioni più significative nella creazione di una nuova industria, siano essi associati ad una simbiosi creativa con indipendenti tecnologie precedenti o costituiscano nuove piattaforme appositamente sviluppate.

Secondo lo studioso, inoltre, essi si posizionano nel contesto aziendale dando vita a rivoluzioni discontinue nell'evoluzione tecnologica in quanto invocano nuovi quadri pragmatici all'interno delle procedure dominanti.¹⁶⁹

L'innovazione tecnologica e l'introduzione di nuove tecnologie, prodotti e servizi, la gestione associata al cambiamento tecnologico e la capacità di mobilitare conoscenza e competenze tecniche, dunque, sono aspetti fondamentali per sostenere la competitività nelle moderne aziende e organizzazioni.¹⁷⁰

Questo è particolarmente vero nell'attuale contesto in cui si assiste all'emergere dell'economia del sapere e in cui nuove capacità e competenze tecnologiche sono fattori

¹⁶⁷ TURBAN E. e VOLONINOL., *Information Technology for Management: Improving Strategic and Operational Performance 8th Ed.*, John Wiley & Sons, 2011.

¹⁶⁸ SILVERTHORNE S., *Developing a Strategy for Digital Convergence*, Harvard Business School: Working Knowledge, 2006.

¹⁶⁹ MARTIN M.J.C., *Managing Technological Innovation and Entrepreneurship*, Reston Publishing Co. Inc, 1984.

¹⁷⁰ TIDD J., BESSANT J. e PAVITT K., *Managing Innovation 3rd ED.* John Wiley & Sons, 2005.

chiave che forniscono il potenziale per l'ottenimento del vantaggio competitivo nei confronti dell'odierno mercato globale.¹⁷¹

È cosa nota però che l'introduzione della tecnologia nella gestione aziendale non porta con sé soltanto nuove potenzialità e metodi più efficienti. La maggior parte delle volte il processo di inserimento della stessa è piuttosto lungo ed incontra diversi ostacoli prima di arrivare alla definitiva adozione.

Un problema spesso sollevato in relazione all'introduzione di nuove tecnologie è la percezione di ciò che viene definito in letteratura come *“technology push syndrome”*:

*“With the technology-push approach, employees within the company (usually technically qualified engineers or scientists) see a technical possibility and strive to capitalize on it. They are typically versed in the existing technical limitation or obstacle. Alternatively, they see a new way in which a technology might be applied. The tendency with this approach is to caught up in the technical possibilities, while assuming the marketplace need.”*¹⁷²

Secondo questa logica, qualsiasi cosa è vista possibile fintantoché venga seguito il leader tecnologico e si cooperi all'interno dell'azienda per respingere le barriere al cambiamento e per accettare nuovi modelli operativi.

In questo senso, anche l'intero argomento sull'utilizzo della tecnologia per lo sviluppo di immagini e simulazioni virtuali derivate da, o rappresentative di, oggetti o eventi del mondo reale come un processo valido per favorire la comprensione di elementi ed eventi fisici, solleva molte questioni. Ad esempio, la transizione da un costrutto virtuale fondato su idee, concetti e relazioni espresse solo nell'ambiente sintetico ad un costrutto realizzabile o ad una forma rappresentabile nel mondo reale può essere, appunto, incerta.

Nel considerare le questioni epistemologiche connesse all'introduzione di sistemi di realtà virtuale e dei nuovi media, è noto fin dall'inizio che i sistemi computazionali e le tecnologie ad essi associate sono definite come tecnologie dell'informazione (Information Technologies, IT) e ciò per il fatto che, questi sistemi, sono stati ampiamente utilizzati per la distribuzione di informazioni e la gestione di database informativi.

In seguito, gli stessi, vennero definiti impropriamente come sistemi di conoscenza a causa del loro crescente utilizzo nella gestione e creazione di conoscenza associata all'analisi decisionale e all'espandersi di sistemi di intelligenza artificiale.¹⁷³

Nel definire le tecnologie ICT e, in particolare, le tecnologie VR ed i sistemi di calcolo digitali, è più corretto però affermare che esse forniscono una piattaforma tecnologica che può essere utilizzata per migliorare l'effettiva gestione delle informazioni e della creazione di conoscenza all'interno delle organizzazioni.

Jock Mackinlay sottolinea che, in un contesto organizzativo, il potenziale per l'integrazione

¹⁷¹ AHMED P. K. e SHEPHERD C. D., *Innovation Management: Context, Strategies, Systems and Processes*, Pearson Education Ltd., 2010.

¹⁷² MORRISH M., TURAKTO D.F. e COVIN J.G., *Corporate Entrepreneurship & Innovation, 3rd Edition*, South Western CENGAGE Learning, 2011.

¹⁷³ WARD J., PEPPARD J., *Strategic Planning for Information Systems*, John Wiley & Sons, 2002.

delle strategie di visualizzazione con le applicazioni utilizzate dagli utenti all'interno dell'azienda, siano essi manager o soggetti con altre mansioni, rappresenta un sistema efficiente per l'elaborazione di informazioni da parte dei lavoratori stessi che vengono così maggiormente coinvolti nel contesto lavorativo migliorando le capacità nel gestire ed utilizzare crescenti volumi di dati disponibili nell'ambito del business e dell'industria.

La necessità continua di integrare tecniche di visualizzazione con nuovi sistemi informativi è riflessa secondo Mackinlay nelle tre fasi del processo che descrive il ruolo dei lavoratori all'interno del contesto informativo: la ricerca di dati, l'elaborazione dei dati e l'azione sui dati disponibili. Questo processo è reso più efficiente se il contenuto dei database è visibile e accessibile agli utenti all'interno di uno spazio di lavoro virtuale condiviso in cui le informazioni possono essere fruite e potenzialmente integrate con applicazioni operative e sistemi di supporto decisionale.¹⁷⁴

Un punto di vista simile a quello di Mackinlay sull'utilizzo di strategie per la visualizzazione e la fruizione di dati e delle relative applicazioni pragmatiche, è quello di Turban e Volonino i quali sostengono che, attraverso l'utilizzo di tecnologie di analisi visuale e virtuale, è possibile identificare problematiche da tempo esistenti ma non scoperte attraverso i metodi di analisi tradizionali.¹⁷⁵

Nelle situazioni in cui dati in forma digitale sono ampiamente disponibili all'interno delle attività aziendali e la loro gestione influenza le performance dell'azienda stessa, esiste dunque un potenziale significativo per l'applicazione di sistemi di virtualizzazione computerizzata che facilitano l'esplorazione di grandi volumi di dati e supportano sistemi di simulazione e tecniche di analisi decisionale.

Uno dei primi e più importanti progetti di ricerca sull'introduzione e sulle applicazioni della tecnologia VR all'interno di aziende e organizzazioni è il *"DiFac: Factory for Human-Oriented Production System"*, progetto di ricerca finanziato nel 2006 dalla Commissione Europea.

La ricerca analizza potenzialità e difficoltà derivanti da aspetti umani nell'applicazione di ambienti virtuali nell'ambito aziendale al fine di sviluppare un ambiente collaborativo di produzione che coinvolge diversi settori dell'industria dell'Unione Europea:

"The future of manufacturing plant is represented by a distributed, collaborative working environment which requires seamless and natural collaboration amongst workers, machines, suppliers and customers. To apply collaboration to manufacturing, the structure and methods of collaboration should be studied, the guidelines for collaborative manufacturing environments should be provided and the collaboration tools and media should be identified and elaborated. Beyond the common collaboration technologies for distributed design and manufacturing based on networked collaborative decision-making and project management, Virtual Reality (VR) technologies are leading to remarkable breakthroughs in enhancing collaboration in manufacturing, from the development

¹⁷⁴ MACKINLAY J. D., *Opportunities for Information Visualisation*, IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 20, N° 1, 2000.

¹⁷⁵ TURBAN E. e VOLONINO L., *Information Technology for Management: Improving Strategic and Operational Performance*, 8th Ed., John Wiley & Sons, 2011.

of digital mock-ups and virtual prototypes, to production simulation, maintenance and training. As this future digital manufacturing focuses on distributed group work and possibly remote individual collaboration, core collaborative services and ancillary tools in the context of group presence, visualization, interaction, decision-making and knowledge management are strongly needed to support collaborative manufacturing activities among work groups and individual workers. (...) DiFac aims at the development of an innovative Collaborative Manufacturing Environment (CME) for next generation digital manufacturing. The DiFac CME will be used as a framework to support group work in an immersive and interactive way, for concurrent product design, prototyping and manufacturing, as well as worker training. It will provide support for data analysis, visualization, advanced interaction and presence within the virtual environment, ergonomics analysis, and collaborative decision-making."¹⁷⁶

Inizialmente pensato per un periodo di tre anni, dal 2006 al 2009, e con 5 milioni di dollari stanziati, questa ricerca è tra i tre più importanti progetti attivati per analizzare e gestire le sfide future nell'industria Europea ed ha coinvolto organizzazioni di Francia, Spagna, Regno Unito, Ungheria, Romania, Svezia, Italia, Germania e Belgio oltre al *Human Factors Research Group* e al *Virtual Reality Application Research Team* dell'Università di Nottingham.

In molti casi, dunque, l'enfasi di queste ricerche non è più riposta sull'attuale sviluppo e sulla distribuzione di queste nuove tecnologie di realtà virtuale in sé.

Si nota piuttosto una crescente attenzione nell'utilizzo di queste tecnologie in aiuto alla risoluzione di problemi complessi, nello sviluppo di strumenti per migliorare la gestione di procedure e processi e nella creazione di opportunità per una collaborazione industriale estesa.¹⁷⁷ Continuando a finanziare progetti sul tema, nel 2010, l'Unione Europea ha sviluppato un'altra importante ricerca nell'ambito VR intitolata "*The Factories of the Future Public-Private Partnership*". Elaborata all'interno dell'*European Economic Recovery Plan*, essa conferma la realtà virtuale come fattore chiave nello sviluppo economico e nella competizione globale delle imprese Europee:

"Addressing the front-end stages of manufacturing, in particular early concept modelling, simulation and evaluation, as well as the transformation of the knowledge-time curve, thus ensuring greater acquisition of knowledge earlier so that better informed manufacturing decisions can be taken. (...) Self-organising, collaborative design environments able to adapt to the needs of different sectors and industries, including facilities for product modelling, decision-making (e.g. needs/requirements identification by means of offer/demand market analysis and perceived qualities), and client-oriented simulation (virtual reality, reverse engineering). Location- and context-aware design environments with filters that direct

¹⁷⁶ *DiFac: Digital Factory for Human-Oriented Production System*, European Commission, 2006.

¹⁷⁷ PETENRIEDER K., et al., *New Media for Collaborative Virtual Manufacturing*, DiFac, European Commission, 2007.

selected information to users according to their roles and needs."¹⁷⁸

Il successo di questi nuovi approcci è in gran parte dovuto alla coerenza ed alla conformità degli ambienti di simulazione con condizioni applicate o potenzialmente applicabili negli ambienti del mondo reale, così come le tecniche di modellazione e simulazione tradizionali si basano su meccanismi di modellazione con parametri conosciuti e misurabili in condizioni osservabili.¹⁷⁹ In contrasto alla simulazione tradizionale però, i sistemi di simulazione VR e gli ambienti virtuali possono essere utilizzati per l'esplorazione di nuove idee e concetti non necessariamente collegabili in modo diretto, o con analogie fisiche, al mondo reale. Anche se a queste condizioni la correlazione con il mondo reale è arbitraria o incerta, è in questo senso che i sistemi di realtà virtuale dimostrano un maggior potenziale nei contesti di gestione aziendale.

Ricerche e sviluppi effettuati negli anni scorsi nell'ambito della realtà virtuale hanno dunque permesso agli ambienti virtuali di beneficiare oggi di un sistema di tecnologie innovative che aumentano la loro utilità passando da semplici strumenti di gioco on line a sofisticati sistemi di simulazione, di collaborazione, di *data storage* e di *networking*.

La convergenza di queste tecnologie in un nuovo ecosistema virtuale cambierà in un prossimo futuro le modalità con cui i sistemi di business hanno operato fino ad ora e, attraverso la creazione di piattaforme VR accessibili da dispositivi mobili e HMD, la tecnologia sta portando nuova potenza di calcolo e di analisi dati e nuovi strumenti per il processo decisionale e gestionale a piccole e grandi aziende.

Secondo Eric von Hippel, arricchendo ed approfondendo la collaborazione all'interno dell'impresa e tra le imprese, gli ambienti virtuali portano il business mondiale nell'era moderna. Questa visione, ora plausibile grazie all'evoluzione dei sistemi tecnologici, vede le moderne organizzazioni operare e ricevere conoscenza ed input da persone interne ed esterne alle stesse in modo completamente innovativo e propone così una nuova visione dell'economia globale.¹⁸⁰ Le operazioni di business all'interno delle organizzazioni e le interazioni delle stesse con fornitori, clienti e sistemi diversi, saranno inoltre facilitate e più efficienti integrando network complessi di elementi esistenti (IoT) con la tecnologia VR all'interno di un unico, potenzialmente infinito spazio condiviso, il futuro Metaverso:

“What started out as visions of ubiquity (Weiser, 1993) of computing technologies and is now discussed under the umbrella term, Internet of Things (IoT), is undoubtedly linked to advances in virtual worlds’ research. A term used particularly in the business domain, the IoT generally refers to networks of computing devices, such as sensors, software, and network infrastructure, which are embedded in physical objects, with the objective to enable connectivity for added value usage through business services. The at first sight rather intangible idea of the IoT, generating greater value and service by enabling data exchange between manufacturers,

¹⁷⁸ European Commission Ad-hoc Industrial Advisory Group, *Factories of the Future PPP: Strategic Multi-annual Roadmap*, Brussels: European Union, 2010.

¹⁷⁹ MANOVICH L., *The Language of New Media*, MIT Press, 2001.

¹⁸⁰ VON HIPPEL E., *Democratizing Innovation*, The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2006.

service providers and other connected devices ('things'), has recently been replaced by the broader, more tangible, concept of Cyber-Physical Systems (CPS) (Wolf, 2007; Lee, 2008). (...) We believe that Virtual Worlds (VWs) can serve as platforms to facilitate the integration required by CPS. Recent R&D in VW applications, such as e-retailing (Bourlakis et al., 2009; Gadalla et al., 2013), or use of VWs for learning home (Han et al., 2010) or business simulations, serve as forays into developing such integration. Extrapolating from such examples, we conceive of a unified platform, the Metaverse, built on VW technologies that allow for the integration of technological, physical, and human elements of CPS (see also Davis et al., 2009; Dionisio et al., 2013). ”¹⁸¹

Seguendo questo pensiero dunque, l'evoluzione dell'IoT in un sistema CPS supportato da piattaforme di realtà virtuale porterà ad una nuova rivoluzione industriale:

“The potential impact of CPS has been estimated to bring about a “new industrial revolution” subsumed under the term Industry 4.0 (BMW, 2015). In the business sphere, concepts subsumed in the Industry 4.0 umbrella have been proposed to digitally transform current business operations. Current large scale R&D initiatives such as those of the European Commission (2015a) or the National Science Foundation (2015), acknowledge the significant challenges with respect to the creation of a base infrastructure that is able to accommodate solutions and services, on all involved technological and perception levels, i.e., including human design of CPS and their use, as well as on a global scale (Lee et al., 2015). Current R&D on business models and operations, as well as organizational models such as virtual business networks and ecosystems (Chesbrough, 2009; Adner and Kapoor, 2010) for instance, reflect on the use of increasingly virtualized products and services under the term servitization. ”¹⁸²

Le piattaforme per lo sviluppo del Web 3D, composto di ambienti virtuali interconnessi che formano il nucleo per un nuovo ecosistema di business, non solo permetteranno metodi più efficienti ed economici nell'ambito delle operazioni sia verticali che orizzontali delle aziende, bensì espanderanno il business, il rapporto con i diversi partner ed i sistemi di management che miglioreranno nel tempo l'attività produttiva nel suo complesso.

Gli ambienti virtuali promuovono cambiamenti e aiutando le imprese nello sviluppo di nuovi prodotti in collaborazione con fornitori, aziende esperte o singoli imprenditori specializzati. Dirigenti aziendali e altri dipendenti possono quindi condividere simulazioni e grandi quantità di dati e informazioni.

¹⁸¹ SVEN R., GOEL L. e CRESPI M., *The Metaverse as Mediator between Technology, Trends, and the Digital Transformation of Society and Business*, Journal of Virtual Worlds Research, Vol. 8, N° 2, 2015.

¹⁸² SVEN R., GOEL L. e CRESPI M., *The Metaverse as Mediator between Technology, Trends, and the Digital Transformation of Society and Business*, Journal of Virtual Worlds Research, Vol. 8, N° 2, 2015.

Essi permettono nuovi sistemi di collaborazione intraziendale e con l'esterno e facilitano una serie di attività e opportunità di business coinvolgendo diversi ambiti aziendali tra cui la formazione, il processo produttivo, il marketing, la creazione di strategie, i sistemi finanziari e i rapporti con clienti, fornitori e terze parti in genere, attività che possono ora essere eseguite all'interno di ambienti virtuali interattivi in modo più efficiente ed economico. Tutto ciò abilita nuovi modelli di business, nuovi sistemi di fabbricazione e la creazione di nuovi servizi incrementando il valore aggiunto come risultato di una gestione più efficiente e in tempo reale.

4.1 Ambienti virtuali come nuovi spazi di lavoro

Come sopra detto, le aziende moderne compiono molti sforzi al fine di trovare l'equilibrio ottimale tra la necessità di mantenere processi e funzioni necessari al compimento dei propri obiettivi e il loro desiderio di abbracciare soluzioni innovative introdotte dagli avanzamenti tecnologici. Se la collaborazione e la comunicazione efficace sono alla base delle prestazioni ottime dell'azienda, l'integrazione dei progressi tecnologici in questi processi possono però a volte far emergere fattori che rappresentano delle sfide notevoli.

Ad esempio, è riscontrato che diverse aziende trovano difficile motivare ed incoraggiare i propri dipendenti in un'economia repressa ed altamente competitiva con ovvie conseguenze per il clima generale dell'organizzazione¹⁸³ e certi impedimenti a livello organizzativo, come le gerarchie sociali, possono diventare più accentuate in ambienti difficili generando con il tempo situazioni disfunzionali all'interno dell'azienda.

Allo stesso modo, nelle moderne organizzazioni, le squadre ai vertici del management si trovano a dover gestire una forza lavoro sempre più frammentata e geograficamente dislocata generando fattori di maggiore stress che influenzano il successo della collaborazione stessa e delle prestazioni.¹⁸⁴

Allo stato attuale degli avanzamenti tecnologici, queste ed altre sfide spesso fanno parte della vita quotidiana e del funzionamento delle organizzazioni e sono diventate ancor più evidenti con la progressiva digitalizzazione e globalizzazione della società moderna.¹⁸⁵

La rapida penetrazione di internet che ha caratterizzato gli ultimi decenni, assieme alla diffusione di applicazioni Web tra cui siti di social media e mondi virtuali, infatti, hanno introdotto nuove dimensioni di interconnettività tra gli individui.

Queste nuove dimensioni interessano in particolar modo le piattaforme di ambienti virtuali che offrono nuove forme di socializzazione, di collaborazione, di acquisizione di competenze e sono considerate dagli esperti le applicazioni tecnologiche emergenti che forniscono opportunità per estendere, ripensare e visualizzare nuove forme di apprendimento.

Non sorprende dunque che questi ambienti virtuali abbiano suscitato l'interesse anche nell'ambito del business.

La presenza in questi ambienti innovativi, infatti, abilita nuove forme di lavoro, di gestione e

¹⁸³ MACKENZIE C. A., GARAVAN, T. N., CARBERY R., *Through the looking glass: Challenges for human resource development (HRD) post the global financial crisis – Business as usual*, Human Resource Development International, 2012.

¹⁸⁴ REEVES B., READ L. J., *Totalengagement. Using Games and Virtual Worlds to change the way people work and businesses compete*, Harvard Business School Press, 2009.

¹⁸⁵ CUMMINGS J., HAAS M., *So many teams, so little time: Time allocation matters in geographically dispersed teams*, Journal of Organizational Behavior, Vol. 33, 2012.

di organizzazione, di marketing e di vendita; permette di raggiungere il proprio target in modo coinvolgente e facilita la comprensione dei meccanismi che influenzano i comportamenti degli utenti coinvolti nei vari processi aziendali.

In un recente studio focalizzato sul contributo degli ambienti virtuali nell'ambito della formazione organizzativa, ad esempio, Allen e Demchak affermano che la combinazione delle capacità tecniche, tecnologiche e spaziali che caratterizzano gli ambienti virtuali possono accrescere la conoscenza sia individuale che di gruppo ed offrono piattaforme più efficienti per la gestione e la coordinazione dei dipendenti e del flusso lavorativo.¹⁸⁶

Al di là degli aspetti e benefici a livello individuale derivanti dall'utilizzo di ambienti virtuali già presentati nel precedente capitolo, un crescente numero di ricerche documentano il potenziale vantaggio derivante dall'utilizzo di questi sistemi all'interno delle organizzazioni. Tra questi, uno studio approfondito è stato effettuato da Paul Messinger, professore di *Business Economics and Marketing* all'*Alberta School of Business*. In particolare, Messinger e colleghi definiscono gli ambienti virtuali come uno spazio di lavoro globale condiviso, individuandone le principali aree di applicazione nell'ambito del business:

*“Important virtual worlds research questions arise in the areas of strategy business models, market research, advertising, general marketing, retailing and services, organizational management, management information systems, and organizational collaboration. These areas use virtual worlds as a place to do business efficaciously in new ways.”*¹⁸⁷

Di pensiero simile sono Blodgett e Tapia i quali sostengono che questi ambienti possono essere visti come terre di mezzo in cui lavoro e gioco possono essere facilmente ed efficacemente condivisi fornendo terreno fertile per la formazione e lo sviluppo professionale.

Gli ambienti virtuali dunque possono essere importanti strumenti per aiutare le aziende nell'affrontare la complessità del progresso digitale e dell'economia sempre più competitiva e globale.

Come introdotto all'inizio, infatti, le aziende moderne sono spinte ad adottare diverse tecnologie per gestire processi di lavoro sempre più frammentati e decentralizzati.

Secondo Reeves e Read, gli ambienti virtuali, intesi come “ambienti di gioco lavorativi” saranno non solo la soluzione a questi cambiamenti, bensì essi rappresenteranno la naturale evoluzione del modo operativo all'interno delle aziende:

“Implementing components of multiplayer computer games in the workplace will address a host of age-old problems. Games can not only stem boredom and decrease turnover, but also enhance collaboration and encourage creative leadership. Games require extraordinary teamwork, elaborate data analysis and strategy, recruitment and retention of top players, and quick decision making. Recreating some elements of games -

¹⁸⁶ ALLEN P. D., DEMCHAK C. C., *Applied virtual environments: Applications of virtual environments to government, military and business organizations*, Journal of Virtual Worlds Research, Vol. 4, 2011.

¹⁸⁷ MESSINGER P. R., STROULIA E., LYONS K. e altri, *Virtual worlds – Past, present, and future: New directions in social computing*, Decision Support, Vol. 47, Elsevier, 2009.

such as positioning tasks within stories, creating internal economies, and implementing participant-driven communication systems - can not only boost employee engagement but overall productivity."¹⁸⁸

Gli ambienti virtuali intesi come veri e propri ambienti lavorativi, dunque, rappresentano uno strumento ottimo per gestire i fattori chiave caratterizzanti i modelli lavorativi delle organizzazioni moderne e, riassumendo quanto disponibile in letteratura sull'argomento, è possibile individuare tre ambiti principali in cui essi influiscono positivamente all'interno dei modelli di gestione aziendale: nella riduzione della gerarchia sociale, nella promozione della valorizzazione professionale e nella stimolazione dell'apprendimento collaborativo.

4.1.1 La riduzione della gerarchia

La nozione di gerarchia sociale, definita come un ordine implicito o esplicito di individui o di gruppi in relazione al valore della dimensione sociale¹⁸⁹, è un argomento largamente citato, e molto spesso, in relazione allo status, alla potenza e all'influenza.

È stato dimostrato che alcuni elementi gerarchici sono presenti in molte strutture societarie e organizzative tra e all'interno di gruppi in cui, in genere, si emerge sulla base di caratteristiche organizzative o individuali e in cui spesso si fa riferimento a più gerarchie nello stesso momento.¹⁹⁰

Al di là delle gerarchie formali, più stabili e durature, all'interno dei gruppi si sviluppano delle gerarchie definite informali data la loro formazione relativamente flessibile e di natura dinamica e, quest'ultime, sono di particolare interesse per gli studiosi.¹⁹¹

Da una prospettiva globale, secondo De Oliveira, Guimond, e Dambrun, in base al contesto normativo in cui il potere e la gerarchia si sviluppano, è possibile fare distinzione tra ambienti di potenziamento-gerarchico, come quelli che caratterizzano l'esercito o le forze di polizia, con gli ambienti gerarchico-attenuanti, come quelli delle organizzazioni dei diritti o libertà civili. Nell'ambito aziendale, diverse distinzioni, sono state inoltre proposte in funzione all'orientamento organizzativo, separando le aziende "task-oriented", orientate appunto al raggiungimento degli obiettivi, come quelle nel campo dell'ingegneria, da quelle più orientate alle società, come le aziende di consulenza.

Da una prospettiva individuale, una varietà di giudizi e deduzioni sono stati elaborati sulla base di competenze, abilità percepite e caratteristiche di fondo che tendono a contribuire in maniera indiretta all'emergere di gerarchie informali. Seppur dimostrato che le gerarchie non siano amate tra gli individui e venga piuttosto preferito il senso di uguaglianza, i vantaggi dati da questo tipo di strutture sono evidenti. Esse infatti attivano la creazione di un ordine, facilitano

¹⁸⁸ REEVES B., LEIGHTON READ J., Total Engagement: Using Games and Virtual Worlds to Change the Way People Work and Businesses Compete, Harvard Business Review, 2009.

¹⁸⁹ MAGEE J. C., GALINSKY A. D., *Social hierarchy: The self-reinforcing nature of power and status*, The Academy of Management Annals, N° 2, 2008.

¹⁹⁰ LEAVITT H. J., *Top down: Why hierarchies are here to stay and how to manage them more effectively*, Boston, Harvard Business School Press, 2005.

¹⁹¹ MAGEE J. C., Galinsky A. D., *Social hierarchy: The self-reinforcing nature of power and status*, The Academy of Management Annals, N° 2, 2008.

¹⁹² ZITEK E. M., TIEDENS L. Z., *The fluency of social hierarchy: The ease with which hierarchical relationships are seen, remembered, learned, and liked*, Journal of Personality and Social Psychology, N° 102, 2012.

la coordinazione e permettono modalità trasparenti nella motivazione delle persone.¹⁹²

L'aspetto negativo è rappresentato, invece, dal fatto che le stesse possono portare ad una serie di conseguenze disfunzionali e indesiderate che incentivano il non consenso, la corruzione e stereotipi accentuati.¹⁹³ Ad esempio, le percezioni basate sugli stereotipi e le aspettative che derivano dalla base dei generi individuali, degli status socio economici o da diversi background etnici, sono stati in precedenza già collegati con l'affermazione di gerarchie informali e con quegli elementi che spesso servono alla determinazione e al mantenimento di eventuali differenziazioni tra i gruppi.¹⁹⁴

Inoltre, anche se spesso viene mediata attraverso certi fattori ambientali e personali, la gerarchia sociale si è dimostrata avere effetti sulla salute mentale e sul complessivo benessere emotivo dell'individuo, in modo particolare quando gli atteggiamenti socio-politici degli individui non sono congruenti con il loro proprio ambiente istituzionale.¹⁹⁵

In questo senso, i sistemi VR offrono un ambiente tale per cui le distinzioni possono essere ridotte e certi ostacoli legati alla disuguaglianza personale e alle potenziali differenze sociali possono essere facilmente oltrepassati permettendo così di minimizzare le connotazioni negative legate alle strutture gerarchiche.

In un certo senso, gli ambienti virtuali possono servire come livellatori e promuovere di conseguenza le interazioni sociali e professionali che in essi sono caratterizzate da uguaglianza, apertura e assenza di posizioni predeterminati, aspetto costante nelle organizzazioni gerarchiche.¹⁹⁶

Essi attivano così delle squadre che, all'interno del Metaverso, sono meno propense alla nascita di variazioni gerarchiche e più propense all'accettazione dei diversi livelli socio-culturali con il risultato che la stessa struttura risulta più efficiente.¹⁹⁷

Molti studi condotti sul tema, infatti, identificano diversi elementi chiave collegati al successo di team operanti nel Metaverso. Tra questi, un'efficienza crescente in relazione alla costruzione e alla determinazione degli obiettivi che si traduce in un crescente senso di motivazione¹⁹⁸ da un lato e in un potenziale per la creazione di ponti di incontro tra differenze culturali dall'altro.¹⁹⁹ Ad esempio, la possibile uguaglianza dei membri che entrano in un ambiente virtuale assicura agli individui una presenza meno pervasiva di quanto accade nella vita reale.²⁰⁰ Studi condotti sostengono che quando un determinato gruppo o situazione necessita di una sorta di estensione della gerarchia, la percezione positiva dei partecipanti rispetto alla legittimità del cambiamento della struttura è cruciale in quanto predeterminante essenziale nell'accettare il cambiamento

¹⁹³ MAGEE J. C., GALINSKY A. D., *Social hierarchy: The self-reinforcing nature of power and status*, The Academy of Management Annals, Vol. 2, 2008.

¹⁹⁴ SNELLMAN A., EKEHAMMAR B., *Ethnic hierarchies, ethnic prejudice, and social dominance orientation*, Journal of Community & Applied Social Psychology, Vol. 15, 2005.

¹⁹⁵ LANGNER C., EPEL E., MATTHEWS K., MOSKOWITZ J., ADLER N., *Social hierarchy and depression: The role of emotion suppression*. Journal of Psychology, N° 146, 2012.

¹⁹⁶ DUCHENEAUT N., MOORE R. J., NICKELL E., *Virtual "third places": A case study of sociability in massively multiplayer games*, Computer Supported Cooperative Work, N° 16, 2007.

¹⁹⁷ WATSON-MANHEIM M. B., CHUDOBA K. M., CROWSTON K., *Perceived discontinuities and constructed continuities in virtual work*, Information Systems Journal, N° 22, 2012.

¹⁹⁸ BELLS T., MARENTETTE B. J., *Team viability for long-term and ongoing organizational teams*, Organizational Psychology Review, N° 1, 2011.

¹⁹⁹ GOODMAN N., *Training for cultural competence*, Industrial and Commercial Training, N° 44, 2012.

²⁰⁰ DUCHENEAUT N., MOORE R. J., NICKELL E., *Virtual "third places": A case study of sociability in massively multiplayer games*, Computer Supported Cooperative Work, N° 16, 2007.

stesso. In queste situazioni, nonostante l'estensione della gerarchia, gli ambienti virtuali aiutano gli individui ad avere una valutazione più realistica dell'uguaglianza in quanto sono qui esposti ad un contesto meno centralizzato e più solidale.²⁰¹ In aggiunta agli aspetti relativi alla struttura gerarchica, anche i diversi stati sociali e culturali dei partecipanti tendono ad essere meno pronunciati, così come, negli ambienti virtuali, gli utenti interagiscono l'un l'altro in modo più facile ed aperto grazie al fatto che l'influenza del fattore demografico, sociale, culturale ed il proprio background non influenzano il rapporto con l'altro come spesso accade nella vita reale.²⁰²

4.1.2 La promozione della valorizzazione professionale

Negli attuali momenti di crisi, le organizzazioni sono spesso costrette a tagli di budget, riduzione delle ore lavorative, licenziamenti, spostamenti delle risorse umane con il conseguente insorgere di un'atmosfera negativa²⁰³ e, tutto ciò, investe anche organizzazioni storicamente predominanti che sono ora obbligate a modificare le loro precedenti strategie per adattarsi al cambiamento del tessuto imprenditoriale.²⁰⁴

La scarsità e le limitazioni crescenti delle risorse influenzano sotto diverse forme la forza lavoro delle aziende spesso creando o amplificando tensioni già in essere all'interno dell'ambiente lavorativo.

Un esempio di un problema spesso affrontato da molte aziende è ciò che viene definita la "sindrome del burnout". Essa è definita come:

*"emotional and physical exhaustion resulting from a combination of exposure to environmental and internal stressors and inadequate coping and adaptive skills. In addition to signs of exhaustion, the person with burnout exhibits an increasingly negative attitude toward his or her job, low self-esteem, and personal devaluation."*²⁰⁵

Tale condizione è ritenuta una sfida importante data la sua associazione con l'assenteismo, con i problemi legati allo stress e con la conseguente carenza delle performance lavorative.²⁰⁶ Analogamente, un ambiente negativo può aumentare l'emergere di percezioni legate a dati stereotipi che, a loro volta, impediscono agli individui l'espressione del loro reale potenziale. Gli ambienti virtuali offrono alternative utili ed economiche che permettono alle aziende il raggiungimento degli obiettivi desiderati con investimenti relativamente bassi.

²⁰¹ MAGEE J. C., GALINSKY, A. D., *Social hierarchy: The self-reinforcing nature of power and status*, The Academy of Management Annals, N° 2, 2008.

²⁰² BLODGETT B., TAPIA A., *Do Avatars dream of electronic picket lines?: The blurring of work and play in virtual environments*, Information Technology and People, N° 24, 2011.

²⁰³ MACKENZIE C. A., Garavan T. N., Carbery R., *Through the looking glass: Challenges for human resource development (HRD) post the global financial crisis – Business as usual?*, Human Resource Development International, N° 15, 2012.

²⁰⁴ DAVIS G. F., *The rise and fall of finance and the end of the society of organizations*, Academy of Management Perspectives, N° 23, 2009.

²⁰⁵ <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/burnout>

²⁰⁶ VAN DEN BROECK A., VANSTEENSKISTE M., DE WITTE H., LENS W., *Explaining the relationships between job characteristics, burnout, and engagement: The role of basic psychological need satisfaction*, Work and Stress, N° 22, 2008.

Questi ambienti offrono infatti un'alternativa semplice, accessibile e sicura che abilita una funzione sociale comune in cui gli individui riescono ad interagire con le proprie attività e processi giornalieri senza particolari sforzi o stress²⁰⁷ e senza l'influenza di limiti e ostacoli della vita reale come le restrizioni fisiche legate a spostamenti o viaggi a volte necessari nell'ambiente di lavoro reale o limiti di tipo sociale e psicologico che derivano da stereotipi a cui diversi gruppi minoritari potrebbero sentirsi soggetti all'interno di un apparato organizzativo.

Grazie a questi sistemi VR è possibile raggiungere il proprio ufficio virtuale da qualunque posizione remota e per la loro natura ludica, sicura e familiare essi aiutano a ridurre stress e ansia che spesso caratterizzano l'ambiente lavorativo.²⁰⁸

Gli ambienti virtuali permettono inoltre l'esperienza di un forte senso di appartenenza, di libertà e di calore, caratteristiche che in genere fanno parte di un ambiente domestico e che creano un senso di protezione e sicurezza anche nelle decisioni organizzative.

Oltre a minimizzare i vari effetti legati allo stress del lavoro spesso vissuti nel contesto lavorativo fisico, le interazioni, aperte e flessibili, riescono a promuovere forme innovative di sviluppo professionale²⁰⁹ aiutando gli individui nell'identificazione delle regole, delle soluzioni ai problemi e nella gestione dei conflitti.²¹⁰

Diversi studi dimostrano come l'ambiente virtuale permette agli individui di definire le proprie regole in maniera più elaborata e flessibile dando come risultato l'espansione delle regole stesse elaborate grazie ad un coinvolgimento più intenso e alla volontaria assunzione di nuove responsabilità.²¹¹

Al fine di interiorizzare certe regole di relazione, gli individui possono accertare la loro propria identità e quella altrui in maniera più precisa e questo attiva un processo di feedback ciclico e reciproco nel gruppo e tra gruppi.

Gli ambienti virtuali inoltre offrono un'ottima base per la sperimentazione di nuove forme di *job design* e *job crafting*, termine coniato da Wrzesniewski il quale si riferisce ai cambiamenti fisici e cognitivi individuali che influenzano la costruzione di un lavoro personalizzato o di un'identità di ruolo:

“Job crafting’ has emerged as a theoretical approach that expands perspectives on job design to include proactive changes that employees make to their own jobs. Is defined as ‘the physical and cognitive changes individuals make in the task or relational boundaries of their work’. By altering task and relational boundaries, employees can change the social and task components of their jobs and experience different kinds of

²⁰⁷ NITSCHKE M., *The players’ dimension: From virtual to physical*, in Virtual worlds and metaverse platforms: New communication and identity paradigms, Hershey, IGI Global, 2012.

²⁰⁸ SADRI G., CONDIA J., *Managing the virtual world*, Industrial Management N° 14, 2012.

²⁰⁹ REYNOLDS R., ISHIKAWA Y., MACCHIARELLA A., *Relationship between Second Life and the U.S. economy*, Encyclopedia of e-business development and management in the global economy, IGI Global, 2010.

²¹⁰ GRANT A. M., HOFMANN D. A., *Role expansion as a persuasion process: The interpersonal influence dynamics of role redefinition*, Organizational Psychology Review, N° 1, 2011.

²¹¹ ALLEN P. D., DEMCHAK C. C., *Applied virtual environments: Applications of virtual environments to government, military and business organizations*, Journal of Virtual Worlds Research, N° 4, 2011.

²¹² WRZESNIEWSKI A., DUTTON J. E., *Job crafting and cultivating positive meaning and identity in work*, Advances in Positive Organizational Psychology, Vol. 1, 2013.

meaning of the work and themselves."²¹²

Gli autori inoltre sottolineano alcune motivazioni che attivano il processo di *job crafting*, tra cui il bisogno di controllo, il desiderio di stabilità e di un'immagine positiva di se stessi ed il bisogno di connettersi con gli altri.

Seguendo questo pensiero, gli ambienti virtuali offrono forme innovative di job design e *job crafting* e permettono agli individui di soddisfare gli elementi sopra esposti grazie anche al completo controllo sui propri *avatar*. Essi permettendo agli individui di incorporare nel proprio *avatar* aspetti ideali di sé stessi ed esporre gli stessi ad un ambiente sociale di supporto che stimola la formazione del gruppo ed il mantenimento dello stesso.²¹³

Infine, è stato dimostrato che gli ambienti virtuali stimolano la creatività ed elevati livelli di incoraggiamento tra gli impiegati, aspetti che a loro volta hanno influenza positiva sulle performance degli stessi e creano un'un'atmosfera positiva.²¹⁴

Nei periodi in cui è necessario coinvolgere e motivare gli impiegati in un contesto in cui è stato necessario ridurre risorse e limitare le opportunità di apprendimento e di sviluppo, dunque, tali benefici possono essere un valido ed efficiente supporto.²¹⁵

4.1.3 La stimolazione dell'apprendimento collaborativo

Gli ambienti virtuali, come già discusso nei precedenti capitoli, sono riconosciuti in letteratura come ambienti in cui il fattore sociale è predominante. È stato dimostrato che, già solo la presenza di per sé all'interno dell'ambiente virtuale stimola le interazioni e le conversazioni tra gli individui, anche nel caso di assenza di precedenti incontri fisici. Essi hanno inoltre la capacità di stimolare gli individui nel rafforzare le proprie capacità sociali e cognitive con tempi di reazione brevi che facilitano l'adattamento ai cambiamenti delle diverse situazioni, permettendo una serie di implicazioni positive all'interno delle aziende.²¹⁶

È possibile, ad esempio, ottenere un significativo vantaggio dalle funzioni sociali intrinseche agli ambienti lavorativi virtuali permettendo alle organizzazioni di migliorare facilmente la comunicazione tra i propri dipendenti attraverso la creazione di team virtuali e stabilendo delle comunità virtuali online in cui è possibile organizzare incontri formali o informali, sia con scadenze temporali che per eventi straordinari.²¹⁷

Come più avanti approfondito, diverse aziende fanno ricorso oggi all'utilizzo di team virtuali gestiti attraverso forme di interazione online per esigenze di delocalizzazione del business in un panorama ormai globale. Tale adeguamento necessita però di contributi aperti e interdipendenti tra i membri e di funzioni collaborative incontrando la possibilità di creare sfiducia tra i membri o ridurre la soddisfazione complessiva. I sistemi VR, andando oltre ai classici sistemi per il lavoro

²¹³ MORGESON F. P., HUMPHREY S. E., *The Work Design Questionnaire (WDQ): Developing and validating a comprehensive measure for assessing job design and the nature of work*, Journal of Applied Psychology, N° 91, 2006.

²¹⁴ WHITMAN D. S., VAN ROOY D. L., Viswesvaran C., *Satisfaction, citizenship, and performance in work units: A meta-analysis of collective construct relations*, Personnel Psychology, N° 63, 2010.

²¹⁵ VAN ROOY D. L., WHITMAN, D. S., HART, D., CALEO S., *Measuring employee engagement during a financial downturn: Business imperative or nuisance?*, Journal of Business and Psychology, 26, 2011.

²¹⁶ FERGUSSON B., *Games for wellness – Impacting the lives of employees and the profits of employers*, Games for Health Journal: Research, Development, and Clinical Applications, N° 1, 2012.

²¹⁷ JAUREGI K., CANTO S., DE GRAAFF R., KOENRAAD T., MOONEN M., *Verbal interaction in Second Life: Towards a pedagogic framework for task design*, Computer Assisted Language Learning, N° 24, 2011.

condiviso offerti dai social media e dalle piattaforme di e-learning, che includono groupware, email, videoconferenze e programmi di chat utilizzati per supportare le comunicazioni e la condivisioni di dati, rappresentano oggi la soluzione a diverse delle sopra citate problematiche del lavoro distribuito.²¹⁸

Essi infatti permettono ai loro utenti, attraverso il proprio *avatar*, di vivere le interazioni in tempo reale trascendendo così dalla forma tradizionale e dalle funzioni dei team reali. In contrasto con la creazione e il sostegno di team efficaci nello scenario del mondo reale, dove i manager tendono a trascorrere gran parte del loro tempo pensando a come risolvere i conflitti sociali e nel motivare i propri collaboratori che hanno propri orientamenti sociali e modi di interazione²¹⁹, l'ambiente virtuale supporta gli sforzi per sviluppare e mantenere team professionali in maniera più efficiente.²²⁰

Secondo diversi studiosi, gli ambienti virtuali sono spazi unici e vivi grazie alla regolarità dei loro visitatori i quali contribuiscono alla creazione di un'atmosfera amichevole e tipicamente non conformista.²²¹ All'interno di tale atmosfera aperta e collaborativa ed in assenza di quelle regole sociali preesistenti che spesso guidano gli incontri nel mondo reale, l'apprendimento di gruppo è non soltanto stimolato, bensì è efficientemente stimolato.²²²

Il vantaggio di una presenza continua e consistente porta gli utenti presenti nell'ambiente VR a ricoprire un ruolo chiave nella trasmissione reciproca di informazioni, contenuti e competenze.²²³ Dati questi presupposti, le aziende possono oggi creare team composti da un insieme di competenze diverse, dallo studente neolaureato all'esperto o mentore affermato, in un clima aperto e rassicurante che promuove l'apprendimento, una comunicazione efficace la leadership, la fiducia su se stessi e verso gli altri ma anche la ricerca di aiuto.

Quest'ultimo aspetto rappresenta un miglioramento significativo dato che, secondo gli studiosi, in condizioni di ambienti lavorativi reali gli individui sono meno propensi alla ricerca di aiuto per motivi quali timidezza, orgoglio, vergogna, o per la difficoltà la persona più corretta.²²⁴

Infine, la natura persistente degli ambienti virtuali agevola la continuità, elemento importante per assicurare efficienza nei processi. La presenza ricorrente nell'ambiente virtuale implica l'opportunità di una cooperazione efficace, dove le interazioni con gli altri utenti tendono ad essere percepite con un alto livello di fiducia e di reciprocità²²⁵ e il coinvolgimento è volontario e sincero. Partecipando allo svolgimento dei propri compiti in un ambiente socialmente condiviso, i soggetti arricchiscono le proprie competenze e sono stimolati in termini di creatività

²¹⁸ SADRI G., CONDIA J., *Managing the virtual world*. Industrial Management, N° 54, 2012.

²¹⁹ GILLEY J. W., MORRIS M. L., WAITE A. M., COATES T., *Integrated theoretical model for building effective teams*, Advances in Developing Human Resources, N° 12, 201.

²²⁰ CALLEJA G., *Digital games and escapism*, Games and Culture, N° 5, 2010.

²²¹ STEINKUEHLER C. A., WILLIAMS D., *Where everybody knows your (screen) name: Online games as "third places"*, Journal of ComputerMediated Communication, N° 11, 2006.

²²² ATLAS S., PUTTERMAN L., *Trust among Avatars: A virtual world experiment, with or without textual and visual cues*, Southern Economic Journal, N° 78, 2011

²²³ SHERLOCK L., *Genre, activity, and collaborative work and play in World of Warcraft: Places, problems of open systems in online gaming*, Journal of Business and Technical Communication, N° 23, 2009

²²⁴ FLYNN F. J., LAKE V. K. B., *If you need help, just ask: Underestimating compliance with direct requests for help*, Journal of Personality and Social Psychology, N° 95, 2008.

²²⁵ FU'LLBRUNN, S., RICHWIEN, K., E SADRIEH, A., *Trust and trustworthiness in anonymous virtual worlds*, Journal of Media Economics, N° 24, 2011.

²²⁶ ATLAS, S. e PUTTERMAN L., *Trust among Avatars: A virtual world experiment, with or without textual and visual cues*, Southern Economic Journal, N° 78, 2011.

e sperimentazione.²²⁶

Concludendo, attraverso questi sistemi, i team virtuali riescono a trasferire problemi dati da una situazione reale all'interno dello spazio virtuale in cui nuovi approcci possono essere esplorati al fine di trovare la soluzione ottimale²²⁷, soluzione che, successivamente, viene trasmessa al mondo reale in termini di nuove capacità, soluzioni e risultati ottenuti.

4.2 Nuovi strumenti a supporto alla collaborazione nel lavoro distribuito

Il costante aumento della competizione, la globalizzazione dei mercati, la crescente dispersione geografica delle organizzazioni da un lato e la gestione dei costi nel supportare questi moderni sistemi economici dall'altro, hanno spinto oggi molte organizzazioni all'utilizzo di strumenti di lavoro distribuito:

“During the last two decades, the global reach of organizations has grown to encompass the whole world. Globalization of businesses, the need to recruit experts from all over the world near customers, and requirements to cut travel costs have made distributed work the de facto mode of work for many organizations. In distributed work people collaborate with their remote colleagues, either while traveling, from home, from another office, or from a customer's site.”²²⁸

Dati gli sviluppi tecnologici ed il livello odierno di connettività globale disponibile grazie ad Internet, le esigenze lavorative delle moderne aziende non sono più legate ad un particolare luogo o tempo e il ricorso a team virtuali, definiti come un insieme di persone che collaborano ad un incarico comune senza l'influenza di vincoli geografici, temporali e relazionali attraverso il supporto delle tecnologie ICT e dei sistemi di comunicazione mediata computerizzata²²⁹, sta diventando sempre più diffuso.

Diversi principi chiave sono stati definiti per gestire con successo i teams virtuali come, ad esempio, la chiarezza degli obiettivi, l'importanza dell'assegnazione di ruoli distintivi, la comunicazione aperta, la necessità di alti livelli di fiducia, l'uso appropriato delle tecnologie e una forte leadership. Molti di questi principi sono condizioni necessarie per team efficienti e di successo anche nel caso di soggetti attivi nello stesso ambiente e offline, ma diventano sempre più pronunciati in assenza di vicinanza fisica, geografica e/o temporale.²³⁰

Molti studi condotti in quest'ambito, dunque, si concentrano sull'analisi delle implicazioni che questo nuovo modo di operare comporta sulla collaborazione tra persone che lavorano mentre stanno viaggiando, da casa, da un altro ufficio o dalla sede del cliente e l'elemento riconosciuto

²²⁷ ALLEN P. D., DEMCHAK C. C., *Applied virtual environments: Applications of virtual environments to government, military and business organizations*, Journal of Virtual Worlds Research, N° 4, 2011.

²²⁸ HAKONEN M., BOSCH-SIJTSEMA P., *Virtual Worlds enabling distributed collaboration*, Journal of Virtual Worlds Research, Vol. 7, N° 3, 2014.

²²⁹ POWELL A., PICCOLI G., IVES B., *Virtual teams: A review of current literature and directions for future research*, Advances in Information Systems, N° 35, 2004.

²³⁰ BERGIEL B. J., BERGIEL E. B. e BALSMEIER P. W., *Nature of virtual teams: A summary of their advantages and disadvantages*, Management Research News, N° 31, 2008.

come fondamentale nel raggiungere l'obiettivo nei sistemi di lavoro distribuito è la piattaforma di supporto tecnologico che rappresenta l'ambiente lavorativo stesso.

Nel tempo, diversi tipi di tools comunicativi e collaborativi sono stati sviluppati e, tra questi, i sistemi VR vengono oggi riconosciuti come dei veri e propri spazi di lavoro:

“Virtual environments can be seen as a new collaboration and communication tool or workspace for geographically distributed work groups and organizations . They can provide a common workspace for virtual teams that struggle with communication problems over distance.”²³¹

Grazie alle loro caratteristiche intrinseche, gli ambienti virtuali rappresentano uno strumento di collaborazione innovativo, efficiente ed economico che abilita nuove forme di lavoro ed ha influenza positiva nei tradizionali metodi, trasformando l'ambiente collaborativo non soltanto tra team aziendali, siano essi composti da membri dello stesso luogo o dislocati, bensì anche tra membri o team interni e soggetti esterni. Tutto ciò crea sistemi di networking innovativi che rendendo le organizzazioni più agili e reattive ai nuovi trend.

Gli ambienti virtuali associati alle tecnologie di rete cambiano dunque non soltanto il modo di collaborare bensì anche lo stesso utilizzo delle infrastrutture IT nell'ambito del business che sono ora utilizzate per creare opportunità dal basso verso l'alto piuttosto che rinforzare la struttura gerarchica gestionale delle organizzazioni.

Le reti sociali abilitate dalle tecnologie VR permettono flessibilità nel collegare individui diversi in diversi modi fornendo alle aziende l'abilità di riconfigurare nuovi tipi di team di lavoro in base alle necessità emergenti. Questi sistemi in sostanza creano una nuova e flessibile infrastruttura che le aziende possono utilizzare per riconfigurare sé stesse in risposta alle richieste o esigenze interne ed esterne.

La creazione di questi team flessibili, posti all'interno di una rete strutturata, abilita un nuovo ambiente lavorativo in cui gli inputs per i diversi processi aziendali e per la creazione del valore sono elaborati da più soggetti. Tutto ciò crea un nuovo e decentralizzato sistema di organizzazione focalizzato sul coordinamento e la gestione dei contributi provenienti da una rete interattiva di persone in una struttura che è aperta ai cambiamenti aziendali ed alle esigenze del mercato.

Se da un lato dunque, i sistemi VR creano flessibilità all'interno dell'azienda, dall'altro essi creano luoghi sicuri in cui team interni all'azienda e team di esperti esterni possono collaborare senza particolari limitazioni. Ciò significa che esperti provenienti da diversi luoghi possono essere focalizzati simultaneamente nello stesso obiettivo, ad esempio per la creazione e sperimentazione di un nuovo prodotto, la risoluzione di un problema procedurale, l'elaborazione di una campagna marketing ecc.

Questo nuovo modello di collaborazione migliora le operazioni aziendali in quanto:

- 1- permette l'accesso a figure professionali con appropriati livelli di esperienza in

²³¹ Bosch-Sijtsema, *Professional Virtual Worlds Supporting Computer-Mediated Communication, Collaboration, and Learning in Geographically Distributed Contexts*, IEEE Transactions on Professional Communication, Vol. 56, N° 2, 2013.

base alle necessità, anche se non presenti all'interno dell'azienda;

- 2- la creazione e lo sviluppo di prodotti intermedi possono essere eseguite tra operatori interni ed esterni collaborativamente riducendo tempi e costi attraverso l'utilizzo di spazi di lavoro virtuali condivisi e protetti;
- 3- è possibile rifinire e testare prodotti intermedi o provenienti da fornitori o terze parti attraverso simulazioni interattive, ad esempio prima dell'assemblaggio del prodotto finale o al fine di decidere quale sia la soluzione migliore proposta.

4.2.1 Il processo collaborativo

Secondo Alan Dennis²³², professore della Business School dell'*Indiana University* di Bloomington, per una collaborazione efficace all'interno di team dislocati è necessario si inneschino due processi. Il primo viene definito *Information Support* ed è il processo attraverso il quale le informazioni riguardanti l'incarico e l'obiettivo da raggiungere devono essere trasmesse in modo chiaro ed essere elaborate da ogni membro del team.

Il secondo, definito *Communication Support*, è il processo per cui le informazioni elaborate a livello personale vengono condivise a livello sociale al fine di raggiungere una linea d'intesa comune.

Seguendo il pensiero di Dennis, diverse ricerche concordano sul fatto che gli ambienti virtuali non soltanto supportino entrambi i processi, bensì lo fanno in modo più efficiente rispetto ai sistemi finora adottati. Essi infatti, da un lato supportano i processi informativi facilitando l'elaborazione e la presentazione delle informazioni rilevanti utili per la creazione di modelli mentali relativi ad una certa situazione, dall'altro supportano i processi comunicativi permettendo una comunicazione più ricca e veloce attraverso l'utilizzo del proprio *avatar* ed il controllo sulle informazioni comuni che vengono trasmesse all'interno del team.

Questo sistema permette al team di raggiungere un maggior livello di condivisione, comprensione e intesa aumentando le probabilità di successo della collaborazione.

Un interessante studio che confronta le tecnologie tradizionali con quelle VR come sistemi di supporto nella collaborazione è stato condotto da Alanah Davis, professore alla University of Nebraska di Omaha. Secondo lo studio, che si concentra in particolare sulla collaborazione all'interno del Metaverso, gli ambienti virtuali supportano il processo decisionale e la collaborazione grazie a due caratteristiche sostanziali: l'ambiente 3D stesso all'interno del quale i membri del team sono immersi e l'interazione tra *avatar* attraverso la quale avviene l'intero processo di comunicazione.

Partendo da questi presupposti Davis elabora un modello concettuale composto da cinque elementi fondamentali per il funzionamento di team virtuali all'interno del Metaverso: l'ambiente virtuale stesso, le persone/*avatar*, le capacità tecnologiche del Metaverso, comportamenti e risultati. Di sotto si riporta il grafico che riassume il processo di relazione di questi elementi.

²³² DENNIS A., FULLER R., VALACICH J., *Media, tasks, and communication processes: A theory of media synchronicity*, MIS Quarterly, Vol. 32, N° 3, 2008.

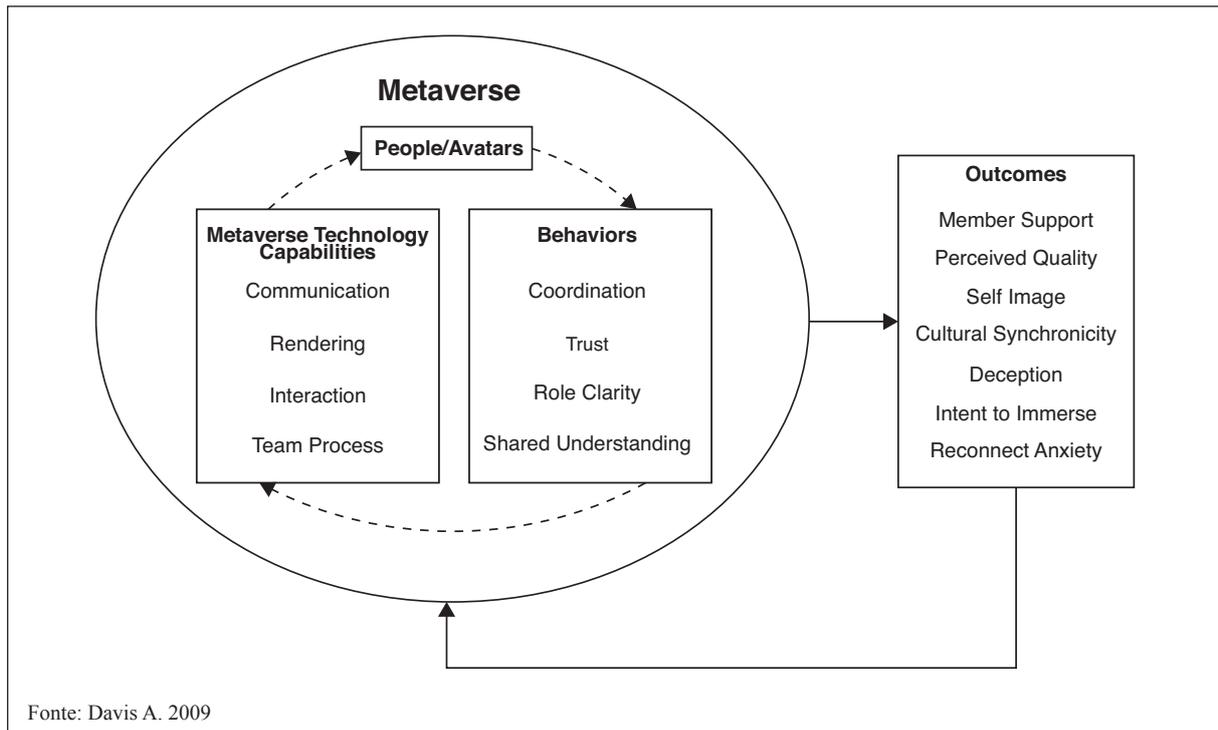


Grafico 11 - Modello concettuale del funzionamento dei team virtuali

La relazione circolare all'interno del Metaverso e tra il suo interno ed i risultati prodotti illustra un'interazione sociale continua che influenza ed è influenzata dalle capacità tecnologiche del Metaverso stesso.

Le frecce che mostrano questo rapporto circolare rappresentano l'interazione tra questi costrutti e non una causalità unidirezionale. Inoltre non vi è alcun giudizio predeterminato sulla natura dei risultati in quanto essi possono essere sia positivi che negativi.²³³

L'AMBIENTE VIRTUALE

Innanzitutto, l'ambiente virtuale per sua natura può prendere diverse sembianze e riprodurre molteplici situazioni e circostanze offrendo infinite soluzioni di ambienti di lavoro in base alla tipologia degli incarichi e degli obiettivi da raggiungere. Esso offre inoltre la possibilità di integrare al suo interno svariate applicazioni a supporto dell'interazione. È possibile, ad esempio, riprodurre un video o una presentazione sulle pareti della stanza virtuale o manipolare informazioni, dati ed oggetti virtuali in tempo reale e in simultanea.

Secondo Youg Lee esistono tre fattori che stimolano la collaborazione all'interno di un ambiente virtuale: la presenza, il realismo e l'interattività.

La *Presenza*, fattore che come già in precedenza analizzato rappresenta un ruolo chiave nel vissuto dell'esperienza virtuale, è anche in questo contesto considerata fondamentale in quanto amplifica l'immersione percepita dal membro del team e stimola il coinvolgimento, definito già in precedenza come la capacità della persona di concentrare la propria attenzione ed energia

²³³ DAVIS A., MURPHY J., OWENS D., KHAZANCHI D., ZIGURS I., *Avatars, people, and virtual worlds: Foundations for research in Metaverses*. Journal of the Association for Information Systems, Vol. 10, N° 2, 2009.

²³⁴ WITMER B. G., SINGER M. J., *Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire*, Presence: Teleoperators & Virtual Environments, Vol. 7, N° 3, 1998.

su una serie coerente di stimoli, attività ed eventi significativamente correlati all'interno dell'ambiente.²³⁴ Il coinvolgimento, legato al maggior senso di presenza, è amplificato dagli stimoli visivi dell'ambiente e arricchisce, supporta e aiuta il processo informativo.

Il *Realismo* è invece l'estensione attraverso la quale il soggetto crede che l'ambiente virtuale sia reale. Davis e colleghi sostengono che le caratteristiche di rappresentazione e rendering siano importanti capacità tecniche degli ambienti virtuali ed entrambe contribuiscono al processo di creazione di immagini ed oggetti realistici all'interno dello spazio tridimensionale. In questo senso, l'ambiente virtuale permette alla persona di muoversi e operare all'interno di un luogo virtuale fedelmente riprodotto da uno fisico o, al contrario, in un luogo di pura fantasia o che ancora non esiste nel mondo fisico, come ad esempio un palazzo in costruzione. Se messi a confronto con le tradizionali rappresentazioni 2D, gli ambienti virtuali 3D offrono dunque più stimoli ed un maggior livello di realtà e, tutto ciò, ha influenza positiva sull'elaborazione e condivisione di informazioni.

L'*Interattività* è sicuramente la caratteristica più esclusiva offerta dagli ambienti virtuali. Rispetto alle tecnologie di collaborazione tradizionali, infatti, essi offrono un maggior livello di interattività, qui intesa come la capacità di spostarsi e muoversi all'interno di uno spazio virtuale associata all'abilità di operare attivamente con lo stesso, in contrasto all'esaminazione di immagini 2D o 3D statiche in un ambiente fisico.²³⁵

Grazie all'elevato livello di interattività all'interno degli ambienti virtuali, dunque, gli utenti sono ora attivi piuttosto che passivi nel loro coinvolgimento con gli altri, con l'ambiente con gli elementi e le informazioni. Tutto ciò facilita rapporti e dinamiche all'interno del team seppur formato da soggetti dislocati e attiva processi più efficienti per lo svolgimento degli incarichi. È pensiero ormai diffuso in letteratura infatti, che gli ambienti virtuali, se comparati con le tecnologie di collaborazione tradizionali come quelle di *Instant Messaging*, Email e sistemi di supporto decisionale, offrono ai membri del team maggiori risorse e strumenti per il lavoro distribuito permettendo di ottenere risultati migliori e in modo più efficiente ed economico.

L'INTERAZIONE ATTRAVERSO AVATAR

La seconda caratteristica fondamentale che fornisce capacità in grado di supportare la collaborazione all'interno di ambienti VR è l'interazione tra *avatar* attraverso la cui si attiva il processo comunicativo.

Come già esposto nel secondo capitolo, gli *avatar* sono la rappresentazione virtuale della persona ed assumono le sembianze volute dalla stessa riflettendo così l'identità digitale dell'individuo. L'interazione attraverso *avatar* non si basa soltanto sulla comunicazione verbale ed in tempo reale offerta, essa piuttosto permette processi comunicativi simili a quelli tra le persone nel mondo reale. Come precedentemente spiegato, grazie alle moderne tecnologie, infatti, il processo comunicativo è arricchito dalle espressioni facciali e dalla gestualità fisica dell'*avatar* stesso, aspetti che aggiungono segnali e stimoli all'interno del processo comunicativo.

In particolare, sono due gli elementi all'interno di questa interazione che supportano la collaborazione in ambienti VR e, questi, sono da un lato la presenza sociale degli *avatar* e, dall'altro, la presentazione del sé individuale.

²³⁵ FOX J., ARENA D., BAIENSON J. N., *Virtual reality*, Journal of Media Psychology: Theories, Methods, and Applications, Vol. 21, N° 3, 2009.

Il primo, la presenza sociale, è in genere definita come “*the awareness of being present with others in a mediated environment combined with a certain degree of attention to the other’s intentional, cognitive, or affective states*”.²³⁶

L’interazione tra *avatar* offre diversi segnali comunicativi: è sincrona, utilizza l’interazione vocale, è in tempo reale e permette l’utilizzo di canali gestuali ed espressivi. Oltre a questo, all’interno dell’ambiente virtuale l’utente percepisce la sensazione di compresenza data dalla consapevolezza di condividere virtualmente lo stesso spazio.

La ricchezza del processo comunicativo permessa e la sensazione della co-presenza creano la socialità tra i componenti del gruppo che, grazie all’interazione attiva, si sentono parte del team e sono più predisposti e coinvolti nella collaborazione.

Il secondo, la *presentazione di sé stessi*, invece, fa riferimento alle possibilità offerte alla personalizzazione dell’*avatar* ed al controllo esercitato dall’individuo sullo stesso.

Come già spiegato, la presentazione del sé ricopre un ruolo fondamentale sia nella vita reale che in quella virtuale anche se, nella prima, diversi vincoli fisici limitano l’abilità dell’auto-presentazione strategica dell’individuo. Al contrario, all’interno degli ambienti virtuali, queste limitazioni sono minime, se non inesistenti, e la persona ha maggior libertà di presentarsi alle altre come sente di farlo.

Nel contesto collaborativo, ad esempio, gli *avatar* possono assumere le sembianze realistiche di ogni partecipante o, al contrario, possono essere resi anonimi ed essere tra loro simili nel rappresentare i componenti del team. La decisione della tipologia di *avatar* influenzerà così il livello di identificazione con l’*avatar* e/o con il gruppo, le dinamiche del team e la collaborazione al suo interno.

Le maggiori possibilità offerte dagli ambienti virtuali in termini di auto-presentazione attraverso la personalizzazione degli *avatar* rappresenta quindi un importante incentivo per una collaborazione efficace e, rispetto alle tradizionali tecnologie di collaborazione, l’esperienza vissuta dai membri dei team è caratterizzata da un maggior livello di presenza sociale e di controllo sulla propria presentazione.

Premesse le caratteristiche degli ambienti virtuali tali per cui è ritenuto essi permettano una collaborazione più efficace e per identificare i processi attraverso i quali ciò è reso possibile, è bene far riferimento alla letteratura sui sistemi di supporto al gruppo in genere.

I sistemi di supporto al gruppo sono definiti come “*A set of communication, structuring and information processing tools that are designed to work together to support the accomplishment of group tasks*”.²³⁷

Seguendo il sopra citato pensiero di Alan Dennis, la letteratura individua in genere tre processi nei quali gli ambienti virtuali possono facilitare la collaborazione di gruppo: il supporto comunicativo, ovvero il processo a supporto delle capacità dei membri del team di comunicare in modo efficace l’uno con l’altro; l’elaborazione informativa, ovvero il processo che supporta le capacità dei membri del gruppo nel raccogliere, condividere ed elaborare le informazioni;

²³⁶ BIOCCA F., HARMS C., *What is social presence?* In F. Gouveia & F. Biocca (Eds.), *Presence 2002 Proceedings*. Pessoa Press, 2012.

²³⁷ ZIGURS I., BUCKLAND B. K., *A theory of task/technology fit and group support systems effectiveness*, *MIS Quarterly*, Vol. 22, N° 3, 1998.

la strutturazione procedurale, ovvero il processo a supporto dell'interazione tra i membri e dell'organizzazione e coordinamento del team.²³⁸

Seguendo questo modello, le specifiche capacità offerte dagli ambienti VR possono supportare sia l'elaborazione comunicativa che quella informativa.

Nello specifico, la presenza, il realismo e l'interattività permesse da questi ambienti supportano l'elaborazione informativa nei compiti in cui prevalgono le componenti visive e spaziali mentre la personalizzazione dell'*avatar* e la presenza sociale forniscono supporto comunicativo e tutto ciò in modo più efficiente rispetto ai sistemi tradizionali.

Analizzando il processo dell'elaborazione informativa è bene sottolineare innanzi tutto, che la percezione della presenza aumenta l'elaborazione informativa poiché i membri del team si sentono immersi e coinvolti nell'ambiente VR. Quando infatti il team è riunito nello stesso ambiente, grazie al senso di immersione e presenza, i partecipanti si sentono maggiormente coinvolti nel processo collaborativo, decisionale e di pianificazione²³⁹ e, in quanto tali, sono più inclini a prestare attenzione alla fonte delle informazioni, requisito primario per un'elaborazione informativa approfondita.²⁴⁰

In secondo luogo, il realismo supporta l'elaborazione informativa poiché maggiore è la sensazione di realismo percepita dall'individuo, migliore sarà la visualizzazione e la comprensione del risultato che deve raggiungere il team.²⁴¹ Gli elementi visuali come, ad esempio, rappresentazioni 3D di oggetti ed immagini e grafici interattivi, rappresentano un mezzo molto efficiente per semplificare la comprensione di questioni o situazioni complesse e tendono a minimizzare le possibilità di interpretazioni divergenti da parte dei membri del team. Il maggior grado di realismo vissuto all'interno dell'ambiente VR dunque, è positivamente correlato alla profondità e all'efficacia dell'elaborazione informativa.²⁴²

Infine, l'interattività offerta dagli ambienti virtuali stimola l'elaborazione informativa in quanto l'ambiente viene percepito con un maggior grado di naturalezza rispetto alle rappresentazioni 2D.²⁴³ Diversi studi hanno dimostrato infatti che segnali ed elementi dinamici, mobili e manipolabili abilitano una maggior attenzione e sono rilevati ed elaborati più facilmente rispetto a segnali ed elementi statici.²⁴⁴

Ciò comporta il fatto che, all'interno di questi ambienti, gli utenti ricoprano un ruolo attivo piuttosto che passivo nello stesso coinvolgimento e nell'elaborazione delle informazioni.

Il supporto comunicativo, come detto, è invece incentivato dall'interazione tra *avatar* per i seguenti motivi.

In primo luogo, la presenza sociale offre supporto comunicativo poiché arricchisce i processi

²³⁸ ZIGURS I., BUCKLAND B. K., *A theory of task/technology fit and group support systems effectiveness*, MIS Quarterly, Vol. 22, N° 3, 1998.

²³⁹ SCHOUTEN A. P., VAN DEN HOOFF B., FELDBERG F., *Real decisions in virtual worlds: Team collaboration and decision making in virtual worlds*, Paper presented at the 20102010 ICIS Conference, St. Louis, MI, 2010.

²⁴⁰ LAMME V. A. F., *Separate neural definitions of visual consciousness and visual attention, a case for phenomenal awareness*, Neural Networks, Vol.17, 2004.

²⁴¹ BAKER J., JONES D., BURKMAN J., *Using visual representations of data to enhance sensemaking in data exploration tasks*, Journal of the Association for Information Systems, Vol. 10, N° 7, 2009.

²⁴² GRIGOROVICI D., *Persuasive effects of presence in immersive virtual environments*, Amsterdam IOS Press, 2003.

²⁴³ ZHOU Z., CHEOK A. D., QIU Y., YANG X., *The role of 3-D sound in human reaction and Performance in augmented reality environments*, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, Vol. 37, N° 2, 2007.

²⁴⁴ KHAKIMDJANOVA L., PARK J., *Online visual merchandising practice of apparel e-merchants*, Journal of Retailing and Consumer Services, Vol. 12, N° 5, 2005.

socio-relazionali tra i membri del gruppo necessari per una collaborazione di squadra efficace. L'interazione tra *avatar* offre infatti un feedback immediato e molteplici segnali, come gesti ed espressioni corporee, che possono essere trasmessi simultaneamente offrendo una forma di interazione ricca, prerequisito fondamentale per stabilire relazioni interpersonali solide.

Il secondo motivo consiste nel fatto che l'auto-presentazione attraverso la personalizzazione degli *avatar* può essere impiegata strategicamente dai team per massimizzare la collaborazione del gruppo e i risultati dello stesso. Affinché i membri del team siano disposti a collaborare e a condividere le informazioni necessarie per raggiungere un obiettivo o concludere un incarico, gli stessi devono sentirsi parte del loro gruppo.²⁴⁵

Se, ad esempio, ogni membro del team utilizzasse un *avatar* dalle sembianze simili a quelle degli altri si otterrebbe una forma di senso di appartenenza al gruppo più accentuata e ciò condurrebbe ad una partecipazione più paritaria all'interno del progetto.

A questo proposito Bailenson e Beall hanno condotto un esperimento in cui hanno manipolato digitalmente il volto dell'*avatar* di un team manager affinché lo stesso fosse una rappresentazione equamente divisa delle sembianze reali dei tre membri che componevano lo stesso team. Il risultato dell'esperimento ha evidenziato come il manager del team è stato percepito dai suoi colleghi come più empatico e credibile.²⁴⁶

Sia il supporto di elaborazione informativa (trasmissione) che il supporto comunicativo (convergenza), dunque, sono necessari affinché un team possa raggiungere una comprensione condivisa al fine di raggiungere una linea d'intesa comune nei riguardi di un incarico o problema, di comprendere i punti di vista di ognuno, e di arrivare alla convergenza delle soluzioni possibili.²⁴⁷

Per poter raggiungere una comprensione condivisa, dunque, l'elaborazione informativa e il supporto comunicativo sono processi essenziali ed i sistemi di VR rappresentano un miglioramento nei sistemi di supporto nella collaborazione tra team aziendali, migliorando questi processi, aumentando le prestazioni dei componenti e permettendo di raggiungere l'obiettivo del team in modo più efficace ed economico.

4.3 La formazione aziendale

La formazione dei dipendenti nel contesto aziendale ed industriale è una componente essenziale per la buona riuscita delle attività interne, soprattutto nella fase produttiva.

Una formazione efficace, infatti, riduce i rischi e le responsabilità e contribuisce a soddisfare le richieste di conformità da un lato, mentre migliora il rendimento, accresce la produttività, accelera l'avviamento delle attività e dei tempi di intervento dall'altro.

Alcune strutture industriali, però, spesso rendono il processo formativo in loco difficile e costoso a causa della loro conformazione, del tipo di attività svolte in esse e dal tipo di risorse utilizzate. Stabilimenti di trivellazione, ad esempio, sono spesso situati in località remote dove il solo fatto di far raggiungere lo stesso dalle persone coinvolte nella formazione risulta costoso in termini

²⁴⁵ SASSENBERG K., *Common bond and common identity groups on the internet: Attachment and normative behavior in on-topic and off-topic chats*, Group Dynamics, Vol.6, N° 1, 2002.

²⁴⁶ BAIENSON J., BEALL A., *Transformed social interaction: exploring the digital plasticity of Avatars*, In Avatars at Work and Play: Collaboration and Interaction in Shared Virtual Environments, Springer-Verlag, 2006.

²⁴⁷ HINDS P., WEISBAND S., *Knowledge sharing and shared understanding in virtual teams*, C. B. Gibson & S. G. Cohen Eds., SF, 2003.

di tempo e denaro. Altri ambienti ancora, potrebbero risultare molto pericolosi o comunque poco idonei all'accesso di non esperti così come presentare situazioni particolari in cui la formazione reale risulta impossibile come, ad esempio, l'estinzione di un incendio all'interno di uno stabilimento nucleare. Tali ambienti o situazioni, inoltre, oltre a essere estremamente pericolosi per gli apprendisti, influenzano in modo negativo l'apprendimento. Per loro natura dunque, alcune strutture industriali rendono difficile formare il personale sul luogo, sia per le caratteristiche dello stesso ma anche per quelle delle risorse che sarebbe necessario utilizzare e, anche se la sicurezza non fosse un problema, per alcune aziende la formazione può rappresentare elevati costi che possono influire negativamente sulla redditività della stessa. Impiegare una risorsa aziendale per l'addestramento e sottrarla dal processo produttivo effettivo, ad esempio, potrebbe diminuire la produzione stessa. Mettere temporaneamente a disposizione un muletto per attività formative, ad esempio, può non essere un problema ma il costo derivante dal tener fermo per gli stessi motivi un impianto che normalmente è attivo 24 ore su 24, sarebbe un costo notevole per l'azienda.

In alcune situazioni inoltre, utilizzare dei macchinari, delle risorse o dei luoghi per processi formativi può risultare semplicemente poco pratico dal punto di vista organizzativo.

In altri casi ancora è possibile che gli stessi non siano fisicamente disponibili rendendo impossibile la formazione quantomeno finché la costruzione di questi non sia compiuta.

La formazione attraverso sistemi VR di simulazione offre una valida soluzione a queste problematiche permettendo attività diverse, in scenari prestabiliti e potenzialmente infiniti. Essi permettono agli utenti di operare in un ambiente sicuro e controllato che, potendo simulare qualsiasi tipo di situazione, dalla più semplice alla più estrema, non sottopone a rischi o limiti fisici.

Questo nuovo metodo di formazione, inoltre, permette agli istruttori il monitoraggio continuo e in tempo reale delle attività ed offre l'elaborazione e la visualizzazione di dati e statistiche che permettono valutazioni precise ed il ricorso ad eventuali azioni correttive in modo reattivo e simultaneo.

I sistemi VR, in sostanza, permettono ai soggetti di praticare attività di formazione in maniera efficace ed esauriente prima di essere introdotti nell'ambiente fisico reale con evidenti vantaggi di sicurezza, di efficacia dell'apprendimento e di economicità.

Da diversi anni ormai, molte realtà aziendali, tra le prime quelle del settore aeronautico, fanno utilizzo di quelli che sono definiti simulatori fisici, ovvero sistemi hardware e software, tipicamente di grandi dimensioni, che tentano di ricostruire situazioni reali.

Tuttavia questo tipo di strumenti ha evidenti svantaggi come il rapido tempo di obsolescenza e il costo tipicamente molto alto e che, solitamente, oscilla tra il 25% ed il 100% del costo dell'apparecchiatura reale stessa e non include la programmazione personalizzata del sistema, i contenuti di formazione e la formazione stessa dell'istruttore all'utilizzo del simulatore. Questi costi determinano spesso il fatto che non ci sia abbastanza disponibilità degli stessi e ciò limita il numero di partecipanti o, in alcuni casi, riduce il programma di formazione.

Le grandi dimensioni di questi simulatori, inoltre, comporta il fatto che essi non siano mobili bensì fissi in determinati luoghi che devono essere raggiunti dagli operatori aggiungendo così altri costi al processo formativo.

È cosa nota però che la simulazione è un processo fondamentale per la formazione soprattutto per l'acquisizione di specifiche competenze che richiedono pratica e valutazione, a volte continua,

e che coinvolgono l'utilizzo di particolari attrezzature, l'abilità di controllo o la gestione di processi. Ciò che non è in sé fondamentale per la simulazione è la struttura fisica che può essere oggi sostituita, con evidenti benefici, dagli ambienti virtuali.

La formazione in ambienti virtuali apre nuove opportunità di apprendimento non possibili in ambienti di formazione tradizionale quali, ad esempio, l'apprendimento guidato simultaneo ed interattivo, la riproduzione di attività e situazioni pressoché infinite e la verifica nonché la correzione in tempo reale.

Le potenzialità offerte dalla formazione attraverso sistemi VR sono riconosciute ormai da tempo e studiosi e ricercatori confermano i vantaggi nell'utilizzo degli ambienti virtuali per soddisfare le esigenze di formazione e superare i limiti posti dai simulatori fisici:

*“3D simulation environments allow users to experience real, recreated, abstract or imaginary environments that may be of impractical size, infeasible distance, prohibitive cost, or too significant a hazard to visit in person (Baylis, 2000). Users are able to perform actions within these virtual environments in ways that may not be possible, practical, safe, or ethical to do so in the real world environment being modelled. As such, 3D simulation environments are particularly well suited to training users and preparing them for real world tasks in operational environments that would benefit from some degree of familiarity before real world exposure. Thus, 3D simulation environments can be used to familiarise trainees not only with a specific operation or task within a real world environment, but also the environment itself.”*²⁴⁸

Verso la fine degli anni 2000, diverse aziende ed organizzazioni hanno iniziato a considerare gli ambienti virtuali come uno scenario promettente ed efficiente per la formazione e lo sviluppo del proprio personale. Una tra le prime piattaforme utilizzate in questo senso è sicuramente quella di Second Life in cui, ad esempio, IBM ha creato uno spazio virtuale per un nuovo programma di formazione e per lo sviluppo di attività diverse.²⁴⁹

Un'altro esempio è dato da Sun Microsystem che, con l'utilizzo della stessa piattaforma, ha creato il *Sun United States Virtual Campus*, uno spazio mirato alla formazione interna ed allo sviluppo di attività di incontro quali meetings e conferenze.²⁵⁰

Negli stessi anni anche il mondo accademico sostiene questo tipo di sistemi per la formazione e gli studiosi della Harvard University raccomandano gli ambienti virtuali per un insegnamento efficace, ad esempio, nella formazione di soft skills che, secondo gli stessi, risulta essere decisamente migliore rispetto a quella tradizionale.²⁵¹

Secondo gli studiosi, l'adozione di ambienti virtuali per la formazione aziendale è caratterizzata da due importanti vantaggi.

In primo luogo, gli strumenti forniti da questo tipo di ambienti consentono un maggior livello

²⁴⁸ BAYLIS W. T., *The use of virtual reality in training and education*, Logistics Spectrum, 34, 2000.

²⁴⁹ HATCH S., *VWs, real meetings*, Corporate Meetings & Incentives, 26, 2007.

²⁵⁰ WYLD D. C., *A Second Life for organizations?: Managing the new, VW*, Management Research Review, 33, 2010.

²⁵¹ REEVES B., MALONE T. W. and O'DRISCOLL T., *Leadership's online labs*, Harvard Business Review, 86, 2008.

di interattività, di illustrazione e di simulazione rispetto ai metodi e sistemi tradizionali di formazione. Gli utenti possono partecipare, infatti, attraverso il proprio *avatar*, a giochi di ruolo o a simulazioni di situazioni diverse con un livello di realismo decisamente maggiore rispetto a quello raggiungibile, ad esempio, in un laboratorio tradizionale. È possibile, ad esempio, riprodurre una vera piattaforma petrolifera per formare il personale sul funzionamento della stessa o per testare la reazione e risoluzione di situazioni particolari come, ad esempio, l'incendio della stessa, senza alcun rischio per gli operatori.

In secondo luogo, i costi, come detto, sono nettamente ridotti. Lo spostamento dei partecipanti non è più necessario, si riducono sia i costi legati alla trasferta sia quelli legati al tempo sottratto al lavoro effettivo e la costruzione di strutture e contenuti virtuali di per sé è notevolmente più economica rispetto alla costruzione di strutture di simulazione tradizionale.²⁵²

Tutto ciò porta ad ottenere risultati e benefici nettamente maggiori e rende la formazione virtuale la scelta migliore.

Come già ampiamente esposto, gli ambienti virtuali rappresentano uno strumento grafico particolarmente ricco ed interattivo che stimola l'esplorazione individuale e la collaborazione di gruppo. Se si considera il fatto che, come noto, una delle maggiori problematiche riscontrate dai partecipanti alla formazione da remoto è la sensazione di disconnessione con gli altri soggetti e con l'istruttore stesso, gli ambienti virtuali rappresentano uno strumento che riduce questo aspetto dato che supportano efficacemente sia l'insegnamento sincrono che quello asincrono.

In particolare essi facilitano un approccio di insegnamento centralizzato sul soggetto grazie al quale i partecipanti possono determinare quando e come navigare attraverso l'esperienza formativa. Essi possono utilizzare l'ambiente virtuale per familiarizzare con i contenuti formativi, per fare pratica, per seguire delle procedure, per partecipare a dimostrazioni ed attività di problem-solving e decision-making, per monitorare i propri risultati, per effettuare test di autovalutazione o testare l'apprendimento proprio condividendo risultati e opinioni con i colleghi attivando processi di apprendimento di gruppo per l'identificazione del problema o l'elaborazione della soluzione.²⁵³

Il contesto simulativo inoltre, offre la possibilità di fare cose non possibili nel mondo reale come, ad esempio esplorare o diventare parte di un sistema di dati, di un prodotto, di un organismo o di una particella permettendo così al soggetto una comprensione più profonda di elementi, processi e procedure.

Un altro aspetto fondamentale dell'apprendimento all'interno di ambienti virtuali è il "*learning by doing*". È opinione comune, e diverse ricerche lo dimostrano, che il processo di apprendimento è più efficace quando i soggetti sono attivi nello stesso. È dimostrato che, al contrario di quanto accade nell'apprendimento attraverso la lettura, l'ascolto o la mera analisi di materiale, utilizzando il metodo del learning by doing il cervello assimila informazioni e competenze molto più rapidamente. I soggetti in questo modo assimilano l'apprendimento grazie alla sperimentazione in prima persona e attraverso tentativi ed errori che attivano più velocemente l'elaborazione della soluzione corretta.

La simulazione virtuale stimola i meccanismi di learning by doing attivando gli stessi processi

²⁵² WYLD, D. C., "A Second Life for organizations?: Managing the new, VW", Management Research Review, 33, 2010.

²⁵³ DEDE C., "Reinventing the role of information and communications technologies in education", Yearbook of the National Society for the Study of Education, 106, 2007.

neurologici attivati dall'esperienza nel mondo fisico ma, in un ambiente virtuale, il soggetto ha la possibilità di sperimentare il processo di causa-effetto in un meccanismo di apprendimento circolare, in quanto esso permette una sperimentazione continua e potenzialmente infinita data l'assenza di limiti fisici che possono ridurre i tentativi di verifica dell'attività svolta.

Queste caratteristiche però, sono solo alcune delle potenzialità che gli strumenti VR rappresentano per il processo formativo che si trasforma da esperienza individuale ad esperienza collettiva e collaborativa. Diverse ricerche dimostrano infatti come la collaborazione sia una componente strategica per l'apprendimento e, in questo senso, gli ambienti virtuali rappresentano uno strumento ottimo per la risoluzione collettiva di compiti e problematiche grazie all'interazione mediata sia con gli altri che con le diverse situazioni proposte.

Secondo Tony O'Driscott, *Regional Managing Director* alla Duke Corporate Education, sono sei le caratteristiche fondamentali per cui gli ambienti virtuali conducono ad un apprendimento efficace:

- *Coesistenza*: permette la partecipazione simultanea di più utenti allo stesso ambiente condiviso;
- *Interfaccia grafica*: offre la rappresentazione visiva di contenuti, elementi ambientali ed interazioni;
- *Presenza*: permette e stimola l'interazione in tempo reale, l'interazione diretta e indiretta, l'interazione sincrona e asincrona;
- *Co-creazione*: supporta lo sviluppo e la modifica di contenuti, elementi e risultati;
- *Persistenza*: mantiene costante l'esistenza sia del partecipante, sia della presenza e dei processi di interazioni sincrone o asincrone, sia dei contributi di tutti gli altri *avatar* ed elementi presenti all'interno dell'ambiente indipendentemente dallo stato di accesso del soggetto;
- *Collaborazione*: incoraggia l'apprendimento e lo sviluppo di gruppi dislocati.²⁵⁴

Un interessante studio condotto in quest'ambito è stato elaborato dalla *United States Distant Learning Association (USDA)*.²⁵⁵ In particolare la ricerca mette in relazione le sei caratteristiche individuate da O'Driscott con il modello teorico di apprendimento "*How people learn*" sviluppato da Bransford.²⁵⁶ Secondo questo modello esistono quattro condizioni fondamentali che devono essere prese in considerazione nella costruzione di un ambiente virtuale di apprendimento: l'allievo, la conoscenza, la comunità e la valutazione.

Mettendo in relazione le sei caratteristiche fondamentali degli ambienti virtuali di O'Driscott e le quattro caratteristiche fondamentali del processo di apprendimento di Bransford è possibile elaborare alcune considerazioni sulla costruzione di un ambiente di formazione virtuale riassunte nella seguente tabella.

²⁵⁴ O'DRISCOLL T., Co-creating the sensibilities. Learning Matters! Retrieved from <http://wadatripp.wordpress.com/2008/11/02/co-creating-the-sensibilities>, 2 Novembre 2008.

²⁵⁵ HOLDEN J.T., WESTFALD P. J., "*An Instructional Media Selection Guide for Distance Learning - Implication for blended learning featuring an introduction to virtual worlds*", USDA, Second Ed, 2010.

²⁵⁶ BRANSFORD J., BROWN A. & COCKING R., *How people learn: Brain, mind experience and school*. Retrieved on November 1, 2008, from http://cde.athabasca.ca/online_book/pdf/TPOL_chp02.pdf, 1999.

How People Learn Framework	Affordances of Virtual Worlds	Virtual World Design Considerations
LEARNER-CENTERED	Presence Coexistence	<ul style="list-style-type: none"> ◊ Create individual and group activities ◊ Plan for synchronous and asynchronous interactions
KNOWLEDGE-CENTERED	Graphical User Interface Persistence	<ul style="list-style-type: none"> ◊ Develop interactive objects beyond basic presentation slides and videos ◊ Make use of notes, basic building capabilities, and problem-identification activities ◊ Look for platforms that enable remote ways to stay connected to the world via communication/interactions, file portability, asset ownership
COMMUNITY-CENTERED	Co-creation Collaboration	<ul style="list-style-type: none"> ◊ Include activities and opportunities for multiple perspectives to converge ◊ Exploit tried and true instructional strategies that foster collaboration ◊ Reward collaboration
ASSESSMENT-CENTERED	Persistence Coexistence	<ul style="list-style-type: none"> ◊ Use synchronous/asynchronous learning opportunities ◊ Capitalize on avatars, objects, and the environment's persistent nature

Fonte: USDA 2010

Tabella 2 - Caratteristiche ambiente VR di formazione

È bene inoltre sottolineare che, seppur alcune delle caratteristiche individuate da O'Driscott possono essere presenti anche in altri metodi di formazione, la Persistenza, come in questo ambito intesa, è esclusiva dei sistemi VR e, secondo l'USDA è possibile affermare che sia proprio essa l'elemento che contraddistingue la maggior efficacia di questi sistemi.

4.3.1 Vantaggi e previsioni sull'utilizzo

Dopo aver analizzato i motivi per i quali gli ambienti virtuali offrono uno strumento più efficace rispetto ai tradizionali metodi nell'apprendimento, soprattutto nell'ambito aziendale ed industriale, e prima di passare all'analisi di alcune previsioni elaborate sulla loro effettiva adozione è bene riassumere i principali vantaggi che essi offrono:

- *Interattività realistica*: grazie alle loro caratteristiche, i sistemi virtuali di formazione permettono la creazione di svariati ambienti e circostanze che rappresentano fedelmente quelle del mondo fisico permettendo al soggetto un'esperienza quanto più autentica rispetto a quella reale.²⁵⁷ Ad esempio, un apprendista meccanico può imparare il processo di assemblaggio delle parti di un'auto simulando lo stesso processo reale ma in sicurezza e senza il pericolo che, alcuni errori, comportino situazioni spiacevoli;

²⁵⁷ DAVIES I.T., SHIRLEY M. J., *Internationalising Work-Integrated Learning for Law Students*, Proceedings 15th World Conference on Cooperative Education (WACE), Singapore, 2007.

- *Flessibilità*: un ambiente virtuale può essere facilmente modellato, trasformato o ricostruito in base alle esigenze formative o alle dinamiche che in esso devono svolgersi senza costi significativi per l'azienda. Essi possono essere definiti come ambienti programmabili e personalizzabili che permettono di andare incontro sia alle esigenze dell'istruttore o dell'azienda che a quelle dell'apprendista. Secondo alcuni studiosi questa flessibilità inoltre riduce il livello di stress dei partecipanti grazie al fatto di unire la flessibilità dell'apprendimento online con i vantaggi della simulazione del mondo reale;²⁵⁸
- *Costruttivismo*: questo tipo di sistemi non sono limitati ad un processo visivo, al contrario l'utente è attivo. L'utente può interagire, controllare e manipolare lo stato di oggetti, elementi, contenuti e processi e, attraverso le applicazioni disponibili, può crearne di nuovi o modificare quelli esistenti in base alle abilità da formare;²⁵⁹
- *Disponibilità allargata*: Non avendo limiti fisici, l'ambiente virtuale offre spazi paradossalmente illimitati in cui un numero elevato di soggetti può partecipare alle attività formative in simultanea stimolando inoltre la collaborazione e andando incontro alle attuali esigenze delle organizzazioni sempre più globali;
- *Sicurezza ed economicità*: Per molti settori industriali, gli ambienti virtuali di simulazione rappresentano la risoluzione del problema della sicurezza, permettendo livelli di formazioni prima impossibili perché troppo pericolosi. Allo stesso modo essi permettono la formazione di situazioni troppo costose come in precedenza analizzato.

Un'interessante e recente ricerca sul passaggio all'adozione del training virtuale è stata prodotta da *Training Industry, Inc.*, famosa organizzazione specializzata nella ricerca e nello sviluppo di best practices per il settore del training aziendale, in collaborazione con *MicroTeck*, affermata società americana specializzata nell'elaborazione di soluzioni per il training.

La ricerca, intitolata "*The next generation classroom: Virtual/Hybrid Instructor-Led Training*", analizza in particolare l'adozione di ambienti virtuali e di simulazione all'interno del diffuso metodo *Instructor-Led Training (ILT)*:

"For decades, instructor-led training (ILT) has been the "gold standard" of training delivery methods in corporate training. Today, many companies regularly combine aspects of face-to-face and virtual ILT in what is called "hybrid" ILT. This has permette training events where instructors, learners and support staff can be organized in a variety of combinations of co-located learning, further enhanced by the ability

²⁵⁸ JONES S., MCCANN J., *Virtual learning environments for time-stressed and peripatetic managers*, Journal of Workplace Learning, Vol. 17, N° 5, 2005.

²⁵⁹ DAVIES I.T., SHIRLEY M.J., *Community Engagement through a model of Virtual Work-integrated Learning*, Proceedings of AUCEA Inc National Conference, Darwin University, Alice Springs, 2007.

to leverage technology for learner collaboration and applied exercises regardless of whether learners are shoulder-to-shoulder or separated by thousands of miles. These advances have led to what can be called the “next generation” of training classrooms, where technology plays a significant role in the learning experience. These Virtual/Hybrid ILT learning experiences represent an evolution of the corporate classroom that accounts for the dispersion of modern workforces, the need to provide a similar training experience regardless of the modality, and harnesses the ubiquity of internet technology to connect learners and instructors from nearly any location to simultaneously participate in training”²⁶⁰

Il report elaborato e qui riassunto, fornisce una serie di dati sull'utilizzo e sull'impatto di soluzioni virtuali e ibride nel modello ILT all'interno delle aziende. A tal fine, durante il terzo e quarto quadrimestre del 2015, 261 società sono state sottoposte in via confidenziale ad un questionario sull'utilizzo di questi nuovi strumenti definiti di ultima generazione.

In particolare, i grafici 12 e 13 rappresentano la tipologia di aziende intervistate rispettivamente per dimensione e settore, mentre la figura all'interno delle stesse scelta per rispondere all'intervista è rappresentata dal 62% da manager.

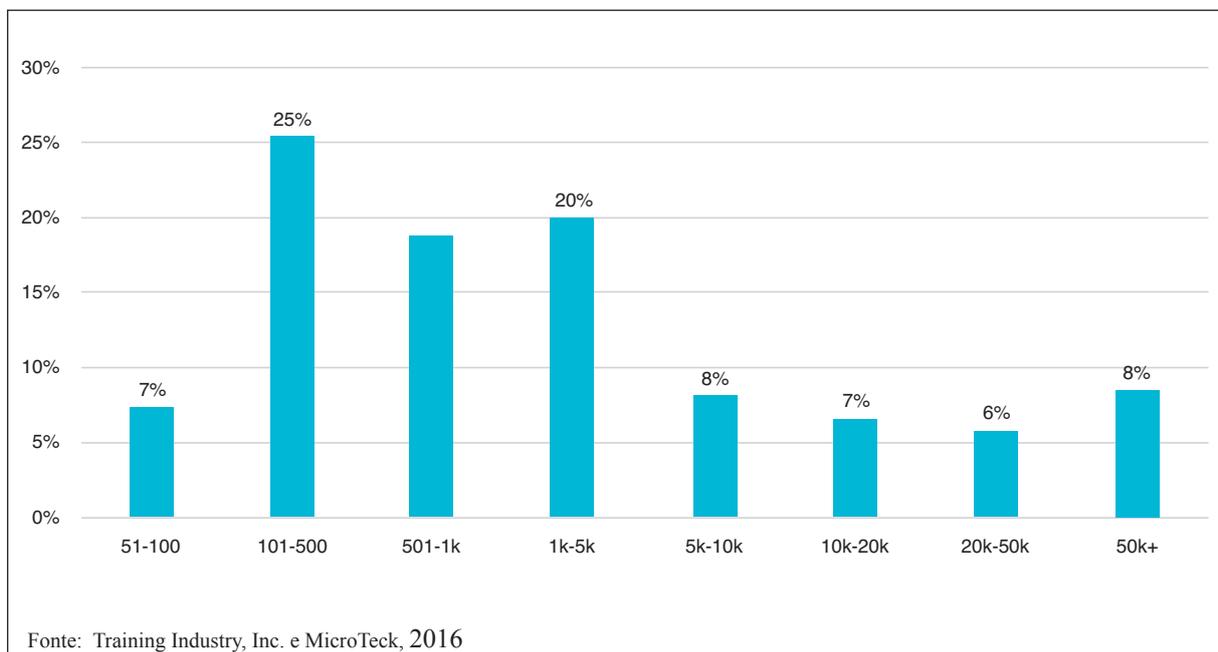


Grafico 12 - Dimensione aziendale del campione intervistato

²⁶⁰ *The next generation classroom: Virtual/Hybrid Instructor-Led Training*, Training Industry, Inc. and MicroTeck, 2016.

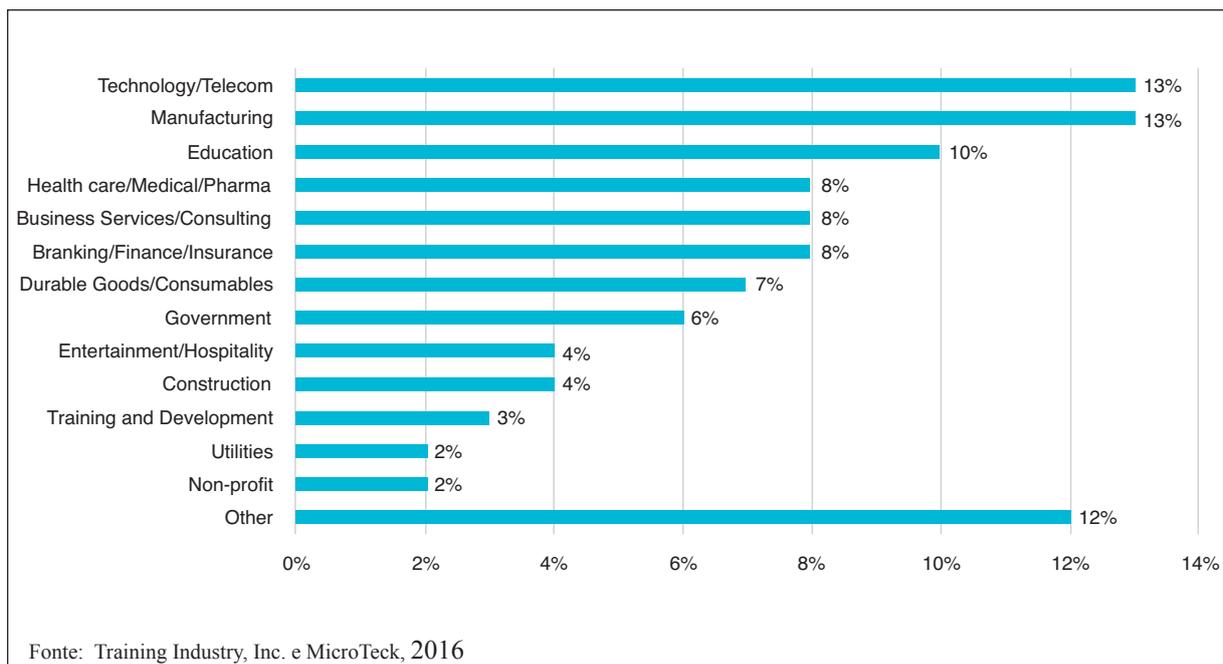


Grafico 13 - Settore merceologico campione intervistato

Al fine di meglio comprendere i dati successivamente riportati è bene spiegare cosa viene qui inteso con i termini Traditional ILT, Hybrid ILT e Virtual ILT:

- *Traditional ILT*: si riferisce ad un modello di formazione supportato e facilitato da un istruttore presente in una classe fisica. Permette ad apprendisti ed istruttori un'interazione faccia a faccia sia individuale che di gruppo;
- *Virtual ILT*: si riferisce ad un modello di formazione che avviene all'interno di un ambiente virtuale che simula la classe fisica o l'esperienza di formazione ed in cui istruttore ed apprendista possono essere fisicamente in luoghi diversi;
- *Hybrid ILT*: integra simultaneamente le impostazioni di una classe fisica con l'ambiente virtuale.

Come rappresentato dal grafico 14, il metodo ILT tradizionale è ancora il più diffuso anche se, il 37% delle aziende dichiara di aver già adottato sistemi ILT ibridi o virtuali. Secondo la ricerca, ciò è motivato dal fatto che le aziende stanno ancora vivendo una fase di transizione verso questi nuovi sistemi che prevedono comunque tempi di preparazione ed adattamento alla vera e propria adozione. Ciò nonostante, le aziende dimostrano interesse nella transizione da sistemi tradizionali a quelli virtuali soprattutto in virtù del fatto del risparmio economico che questi ultimi, una volta a regime, permettono di raggiungere.

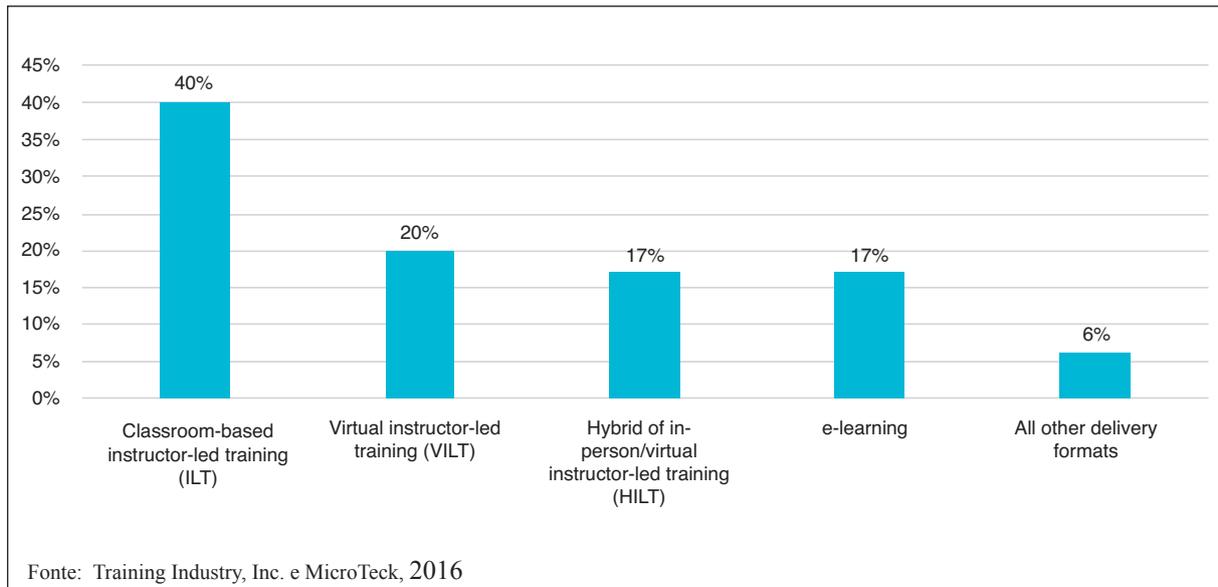


Grafico 14 - Sistema di formazione utilizzato

Per quanto concerne la tipologia di pubblico per il quale vengono utilizzati sistemi virtuali o ibridi, la maggior parte delle aziende sostiene che l'utilizzo sia dedicato al personale interno, mentre un terzo di esse utilizza questi sistemi per la formazione di partner esterni o per l'educazione dei clienti rispetto all'utilizzo di prodotti o servizi.

La ricerca si concentra poi sull'analisi delle applicazioni per le quali vengono utilizzati questi metodi e, come dimostra il grafico 15, le applicazioni più comuni consistono nei programmi di certificazione, nella formazione sulla conoscenza di prodotti e servizi, nello sviluppo di abilità di leadership, nella formazione di competenze tecniche, nella formazione per i servizi al cliente, nella formazione IT e sulla sicurezza.

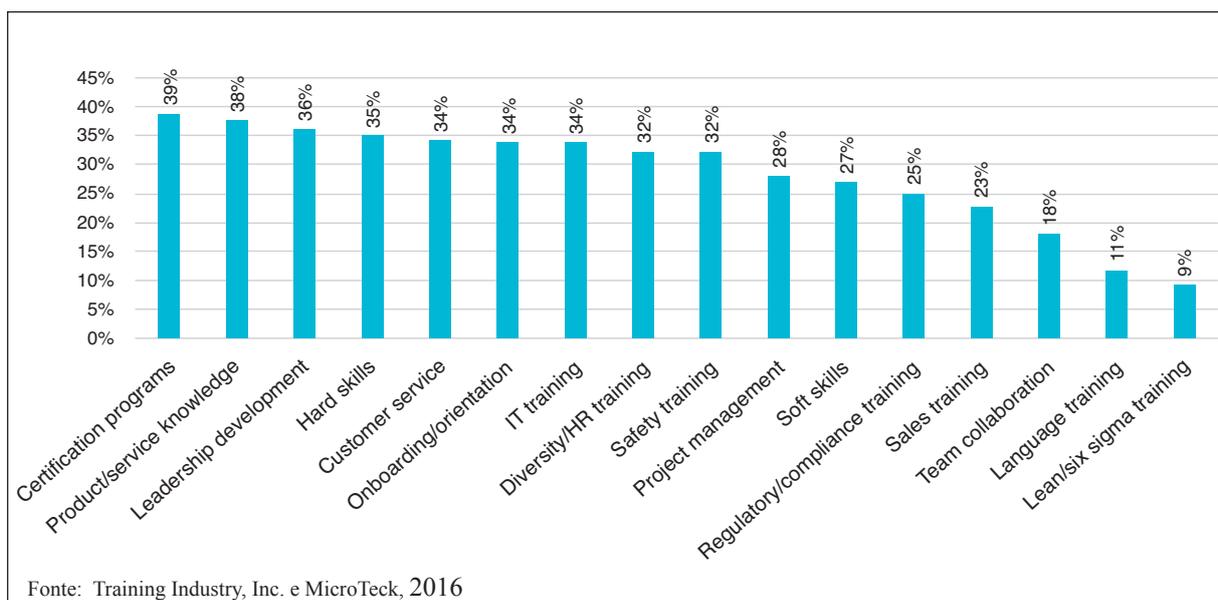


Grafico 15 - Ambiti di applicazione del processo formativo

La ricerca prosegue dunque analizzando quali siano gli aspetti che migliorano l'apprendimento nell'esperienza virtuale e ibrida. Il grafico 16 mostra come l'esperienza di apprendimento coinvolgente ed interattiva sia percepita come la caratteristica più importante di questi sistemi. Al contrario, la qualità dell'istruttore non rappresenta per i partecipanti al sondaggio un fattore rilevante e ciò, secondo i ricercatori, è attribuibile al fatto che la presenza di questa figura è percepita come meno invasiva rispetto al metodo ILT tradizionale dato che l'interattività ed il coinvolgimento con i contenuti formativi rappresentano una componenti più importante in un'esperienza di formazione virtuale.

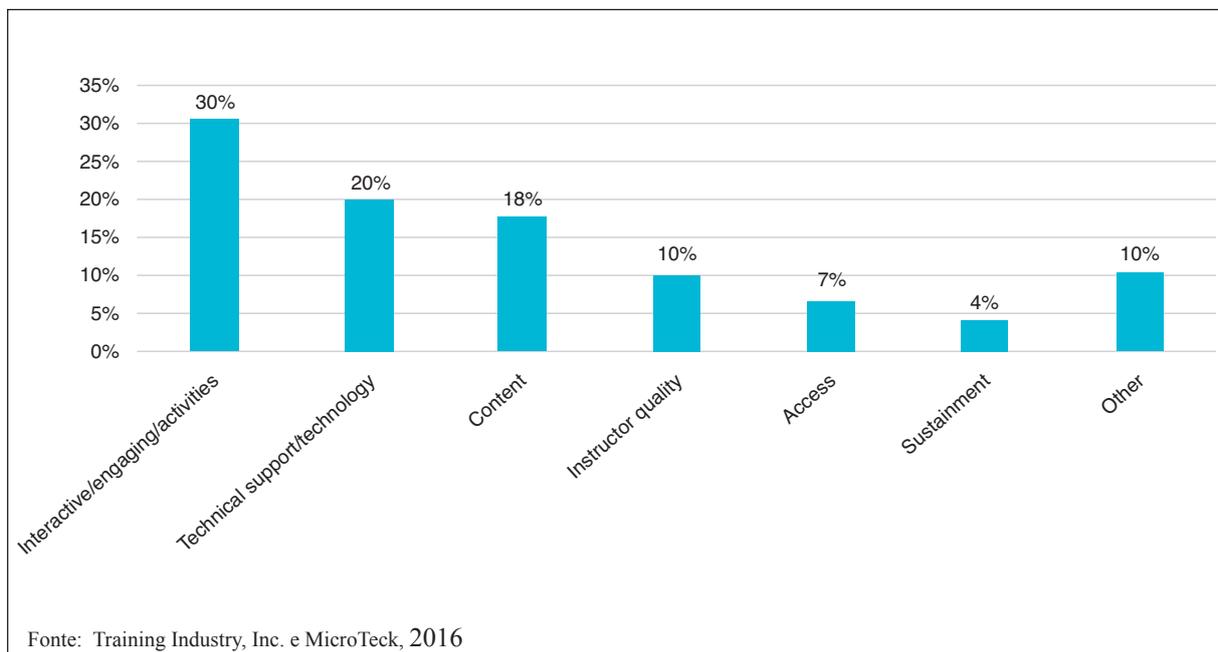


Grafico 16 - Vantaggi nell'applicazione del sistema virtuale/ibrido nel metodo ILT

Al di là degli aspetti positivi nell'adozione di questi sistemi, come esposto in precedenza, molte organizzazioni non ne stanno ancora facendo effettivo uso. Per meglio comprenderne il motivo, è stato chiesto dunque quali siano i principali ostacoli percepiti dalle aziende nell'utilizzo di piattaforme di formazione virtuale. Come è possibile notare dal grafico 17, gli ostacoli percepiti più frequentemente sono la valutazione e ed il livello di consistenza della formazione stessa e la gestione delle risorse nell'offrire questo tipo di servizio come, ad esempio, il tempo e il personale. Secondo la ricerca però, sebbene l'impatto di questi ostacoli associati al metodo ILT virtuale possono manifestarsi in maniera diversa se comparati al metodo ILT tradizionale, molti di quelli segnalati non appartengono necessariamente solo ai sistemi VR e, al contrario, sono spesso presenti anche nei metodi tradizionali.

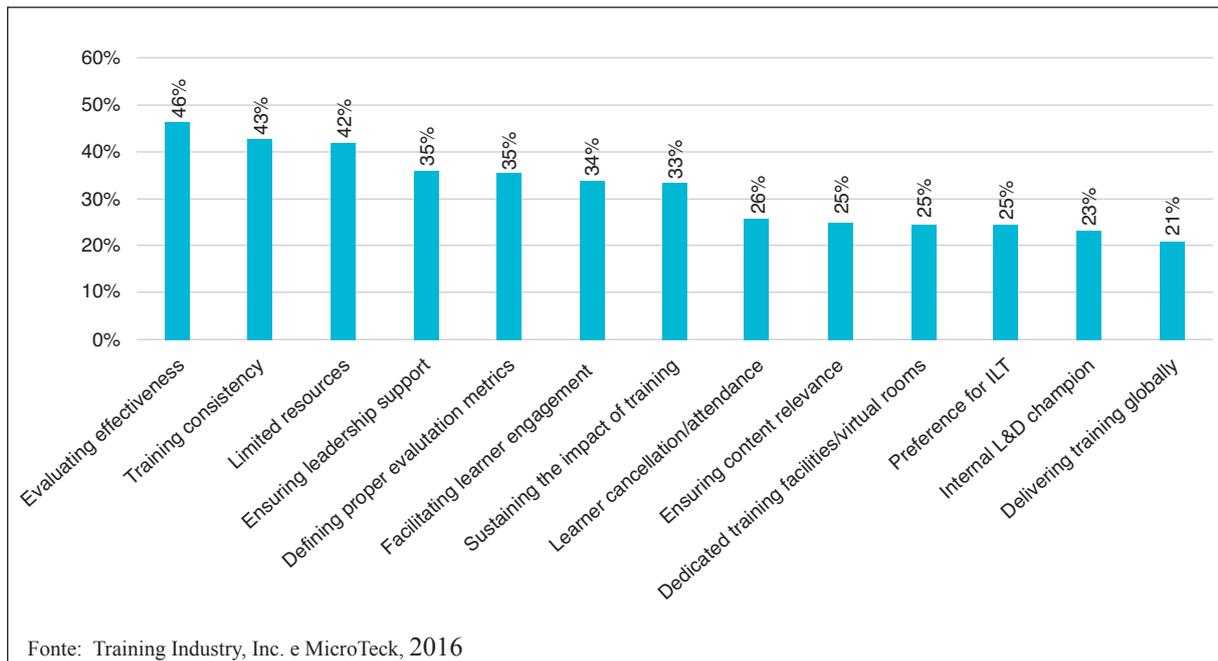


Grafico 17 - Ostacoli nell'applicazione del sistema virtuale/ibrido nel metodo ILT

La presente ricerca ha dunque dimostrato come, nonostante diverse organizzazioni non abbiano ancora effettivamente adottato il metodo ILT in forma virtuale o ibrida, l'utilizzo di questo tipo di piattaforme sia soltanto all'inizio e, dall'analisi dei risultati raccolti è stato possibile elaborare sei best practices che le aziende dovrebbero considerare per un utilizzo di successo dei sistemi di formazione virtuale:

1. Mantenere la classe con un numero di partecipanti compreso tra 25 e 50;
2. Utilizzare il metodo di formazione virtuale con regolarità per abituare i partecipanti al nuovo tipo di esperienza formativa e facilitare la consistenza del risultato;
3. Selezionare argomenti che possono essere facilmente tradotti all'interno delle impostazioni del metodo ILT virtuale o ibrido;
4. Assicurare materiale di formazione che contenga attività interattive per i partecipanti ed eventualmente coinvolgere gli stessi con altri presenti nella stessa classe virtuale;
5. Assicurare contenuti coinvolgenti per i partecipanti e fornire un ambiente virtuale di formazione il più libero possibile da elementi di distrazione;
6. Fornire un'adeguata formazione a tutti gli istruttori circa il funzionamento e le opportunità della piattaforma VR nonché sulla gestione della classe e dell'esperienza formativa virtuale.

4.3.2 NASA Johnson Space Center's Virtual Reality Lab

Il Johnson Space Center (JSC), situato a 40 chilometri da Houston, è il più grande centro a livello internazionale per la ricerca spaziale e la formazione di astronauti provenienti da tutto il mondo:

*“NASA's Johnson Space Center has served as a hub of human spaceflight activity for more than half a century. It is home to the nation's astronaut corps, the International Space Station mission operations, the Orion Program, and a host of future space developments. The center plays a pivotal role in enhancing scientific and technological knowledge to benefit all of humankind.”*²⁶¹

Dal 1959, 321 astronauti statunitensi e più di 130 provenienti da altre nazioni sono stati formati all'interno di questo centro. Al *Johnson Space Center*, dopo aver affrontato un durissimo processo di selezione, gli astronauti sono sottoposti a un intenso ciclo di formazione della durata di due anni per poi passare alla formazione mirata alla singola missione. Oltre allo studio di discipline scientifiche riguardanti la terra, lo spazio, la meteorologia e l'ingegneria, durante questo processo gli aspiranti astronauti sono sottoposti a complicate simulazioni sia delle navicelle spaziali, sia dell'ambiente spaziale. Alla fine di questo processo di formazione, determinate missioni sono assegnate ai nuovi astronauti e la formazione continua sulle specifiche richieste dalla missione loro assegnata.

In particolare è possibile distinguere due tipologie di astronauta, il pilota e lo specialista di missione. Al primo viene assegnato il compito di guidare lo shuttle nello spazio e di comandare la missione, al secondo invece è affidato il compito di condurre l'escursione spaziale, seguire le attività dei robot e condurre la ricerca scientifica.

Al fine di ottimizzare e migliorare questo processo di formazione, all'interno del JSC è presente il *Virtual Reality Lab* (VRL). La sua nascita risale all'inizio degli anni '90, quando il *Software Technology Branch* (STB) del NASA JSC, in cooperazione con la *University of Houston-Downtown*, ha esplorato l'utilizzo di nuove tecnologie per la formazione e la pianificazione delle missioni.²⁶²

In particolare il VRL nasce come esperimento quando il telescopio *Hubble*, lanciato in orbita nel 1993, subì un danno ed fu necessario ripararlo. L'operazione era molto complessa in quanto il telescopio doveva essere recuperato dall'orbita, sistemato alla base dello shuttle e riparato. Tutto questo processo richiese elevate competenze e abilità tali per cui è necessaria una complessa formazione degli astronauti e fu questo il momento in cui la NASA iniziò a pensare a come fosse possibile creare una migliore esperienza nella fase di *training*.

Il *Virtual Innovation Lab* è un dipartimento del JSC dedicato allo sviluppo di sistemi e metodi di *training* basati su un ambiente virtuale definito ultra realistico.

Il sistema di *training* VR del NASA VRL integra diversi elementi come la grafica computazionale,

²⁶¹ <http://www.nasa.gov/centers/johnson/home/index.html>

²⁶² LOFTIN R. B., SAVELY R., BENEDETTI R. et al., *Virtual Environment Technology in Training, Results from the Hubble Space Telescope Mission*, Defense Research Series Vol. 6 pp 93-103, 1993.

HMD, guanti aptici, e dispositivi sensoriali per simulare la visione e la sensazione di una passeggiata nello spazio (*spacewalking*).

La *spacewalking* è quella fase in cui l'astronauta lascia l'ambiente della navicella spaziale per avventurarsi nello spazio al fine di portare a termine un compito come la riparazione o sostituzione di moduli compromessi della navicella o dei satelliti artificiali e il punto attorno al quale comunemente avvengono queste operazioni è l'*International Space Station* (ISS), un satellite artificiale internazionale lanciato in orbita nel 1998.

La formazione degli astronauti durante questa fase è quindi un elemento fondamentale per la riuscita della missione e la sicurezza degli stessi e, come sostiene David Homan, STS-123 *mission specialist* al NASA VRL, la realtà virtuale rappresenta un valido strumento a supporto di questo processo:

“Training in the virtual reality lab gives the spacewalking crew members a chance to see and interact with the actual space station configuration they will be working around on their particular flight. Virtual reality training allows the spacewalkers and the arm operators to practice together in and around the “actual” station and shuttle configurations they will be working. They can determine and practice what and how to give commands before flight so that no confusion occurs during the actual in-flight operations. Spacewalkers can safely practice “dangerous” events such as self-rescue techniques using the SAFER units. Spacewalkers and arm operators can familiarize themselves with the actual configuration that the space station will be in during their particular mission, no matter how far off into the future that may be.”²⁶³

All'interno del sistema VR, tutte le stazioni spaziali e le strutture presenti nell'orbita sono ricreate nell'ambiente simulato e osservato dall'astronauta attraverso HMD.

In simultanea, la stessa struttura è visualizzata negli schermi video che riproducono il punto di vista del soggetto agli altri membri, o potenziali membri, dell'equipaggio dello *shuttle* al fine di monitorare le attività del collega come fossero anch'essi in orbita.

Il sistema permette inoltre la simulazione delle diverse braccia meccaniche presenti sulla navetta e sulle stazioni spaziali. L'integrazione della simulazione delle braccia meccaniche alla simulazione spaziale complessiva permette all'astronauta di sperimentare l'effetto del movimento del braccio a cui è virtualmente attaccato e, al contrario, i membri dell'equipaggio che gestiscono il braccio visualizzano attraverso il monitor il movimento dello stesso e l'effetto sull'astronauta.

Dato che lo spazio virtuale ricreato non è limitato dalla grandezza o dalla posizione della navicella, l'intera configurazione della stazione spaziale può essere visualizzata sui monitor e sull'HMD.

Gli astronauti hanno la possibilità di osservare non soltanto la stazione spaziale bensì anche lo spazio, i pianeti e la terra e, questa visualizzazione, permette così a tutto l'equipaggio di osservare

²⁶³ http://www.nasa.gov/audience/foreducators/spacesuits/careercorner/david-homan.html#.V_n3T-iLShe

e sperimentare esattamente ciò che andranno a fare durante una missione spaziale reale.

Una missione che avviene al di fuori del veicolo spaziale è chiamata *Extravehicular activity* (EVA) e, un parte del sistema di simulazione, è dedicato alla formazione sulla sicurezza dell'astronauta durante queste attività. Il sistema di sicurezza adottato dalla NASA è il *Simplified Aid For EVA Rescue* (SAFER). Il SAFER consiste in uno piccolo "zaino jet" indossato da tutti gli astronauti durante le operazioni al di fuori della navicella spaziale. L'unità permette all'astronauta di volare verso la navicella nel caso in cui, per qualche motivo, si allontani in maniera pericolosa dalla stessa.

In questo senso il processo di *training virtuale* prevede un simulatore di volo per questo dispositivo e, attraverso l'interazione tra un sistema di controllo reale e l'HDM, l'astronauta può migliorare la pratica di volo del SAFER così come i piloti aeronautici usano simulatori di volo per la loro formazione.

Inoltre, lo stesso sistema elaborato dal *Virtual Reality Lab* utilizzato nella formazione che avviene al JSC è utilizzato anche durante la missione attraverso *laptop* presenti nella stazione spaziale. L'equipaggio nello spazio utilizza il sistema per progettare e controllare le operazioni che avvengono al di fuori dallo *shuttle* e durante l'utilizzo delle braccia meccaniche. Il programma che simula il movimento delle braccia è guidato durante le operazioni da dati reali provenienti dalle stesse in tempo reale al fine di permettere all'operatore un'osservazione di ciò che sta realmente accadendo all'esterno della navicella. Inoltre, nuove configurazioni di dati possono essere sviluppate dalla stazione terrena e inviate ai computer di bordo della stazione spaziale in qualsiasi momento al fine di assicurare all'equipaggio configurazioni sempre aggiornate ed in tempo reale.



Fonte: blogs.nvidia.com (2016)

Figura 3 - Visualizzazione della sessione di training VR



Fonte: jscfeatures.jsc.nasa.gov/ (2016)

Figura 4 - L'equipaggio durante la formazione delle operazioni EVA all'interno del Virtual Reality Lab

4.4 La fase di Ricerca e Sviluppo

In un contesto fortemente caratterizzato dall'influenza della globalizzazione e della tecnologia, i requisiti che prodotti e servizi devono soddisfare sono sempre maggiori e complicati. In questo senso, la fase di ricerca e sviluppo ricopre un ruolo sempre più strategico nella creazione di conoscenza a sostegno della competitività dei modelli di business delle aziende che si trovano oggi obbligate a produrre più rapidamente e in modo più efficiente ed efficace possibile.

Al fine di incontrare le richieste del mercato ed assicurare il successo dei modelli di business, i team di ricerca e sviluppo di prodotti e servizi necessitano dell'accesso e del recupero di una quantità sempre più elevata di informazioni, da quante più fonti possibili.

In questo senso, l'utilizzo di team virtuali rappresenta un importante meccanismo per le aziende che cercano di sfruttare risorse scarse e geograficamente distribuite. Tutto ciò è particolarmente vero nel contesto della progettazione di nuovi prodotti e dell'innovazione dei servizi che spesso coinvolgono una rete di partner localizzati in diverse paesi del mondo. Nello sviluppo di un nuovo prodotto, infatti, al fine di raggiungere un'innovazione di qualità significativa, è necessario mettere assieme diverse risorse e capacità attraverso la cooperazione tra fornitori, consumatori e istituzioni scientifiche.

Per sopravvivere all'elevata competitività industriale sono dunque richieste strategie mirate

allo collaborazione o, al contrario, alla competizione con altre imprese che fanno parte del processo di sviluppo del nuovo prodotto.²⁶⁴

I nuovi trend come la globalizzazione e l'elevata fluttuazione della domanda, dunque, impongono alle aziende e al processo produttivo l'implementazione costante di nuovi modelli di business al fine di raggiungere e mantenere una posizione competitiva. In conseguenza a ciò, piccole e grandi aziende hanno incrementato gli investimenti nella fase di ricerca e sviluppo anche al di fuori del proprio paese e, la dispersione geografica di queste risorse, ha portato a un incremento del valore del collegamento tra le stesse e delle reti che permettono date connessioni. Questa moltitudine di risorse, infatti, incoraggia lo sviluppo di nuove idee e soluzioni grazie ai diversi background offerti dalla stessa rete internazionale.²⁶⁵

L'internazionalizzazione della rete di ricerca e sviluppo è un fenomeno relativamente recente e, considerando questo ambiente basato sulla conoscenza, le forze trainanti del fenomeno stesso sono la digitalizzazione, Internet e le reti di dati ad alta velocità.²⁶⁶

Tutto ciò incrementa il valore che la collaborazione e la virtualizzazione assumono in questi processi supportati da tecnologie IT sempre più innovative che danno vita a nuove forme organizzative.

I team virtuali, che operano all'interno di spazi virtuali, rappresentano dunque un elemento chiave in questo contesto complesso e rivoluzionano il tradizionale concetto di ambiente di lavoro permettendo alle organizzazioni un livello di flessibilità e reattività prima mai raggiunto.²⁶⁷

Considerando che, come detto, i team di ricerca e sviluppo necessitano oggi dell'accesso e del reperimento di informazioni da quante più fonti possibili, i team virtuali e gli ambienti VR a loro supporto sono importanti meccanismi per le organizzazioni che cercano di sfruttare risorse scarse e geograficamente dislocate ed è pensiero diffuso che essi rappresentino un nuovo fenomeno all'interno dell'organizzazione stessa delle aziende.

Queste nuove forme organizzative rappresentano oggi un elemento strategico e il principale vantaggio dell'implementazione di una struttura di ricerca e sviluppo geograficamente distribuita è l'abilità di attingere in modo selettivo, efficiente e continuativo a diversi centri di eccellenza.²⁶⁸

Al fine di ridurre i costi e la durata dell'intero ciclo di sviluppo del prodotto, molte organizzazioni sono passate da un'ottica seriale e fine al singolo progetto a una collaborazione continuativa attraverso l'utilizzo di team e progetti interfunzionali e integrati.

Il passaggio dall'approccio seriale a quello simultaneo e continuativo nei processi di innovazione è oggi diffuso tra le aziende e un fattore determinante in questo senso è la capacità di collaborazione e diffusione delle informazioni.

La collaborazione all'interno dei sistemi di ricerca e sviluppo ha generato negli ultimi anni effetti

²⁶⁴ CHEN H.H., KANG Y.K., XING X., LEE A.H.I. & TONG Y., *Developing new products with knowledge management methods and process development management in a network*, Computers in Industry, 59, 245-250, 2008.

²⁶⁵ RICHTNER, A. & ROGNES J., *Organizing R&D in a global environment-Increasing dispersed co-operation versus continuous centralization*. European Journal of Innovation Management, 11, 2008.

²⁶⁶ KAFOUROS M.I., BUCKLEY P.J., SHARP J.A. & WANG C., *The role of internationalization in explaining innovation performance*, Technovation, 28, 65-73, 2008.

²⁶⁷ BERGIEL J.B., BERGIEL E.B. & BALSMEIER P.W., *Nature of virtual teams: a summary of their advantages and disadvantages*, Management Research News, 31, 100-112, 2008.

²⁶⁸ P. CRISCUOLO, *On the road again: Researcher mobility inside the R&D network*. Research Policy 34, 1355-1360, 2005.

economici reali in termini di sviluppo di nuovi prodotti e processi, di innovazione delle capacità, di generazione di conoscenza e di nuove reti di ricerca e produzione e, tutto ciò, è stato possibile grazie all'utilizzo di team virtuali, fenomeno sempre più diffuso all'interno delle imprese.²⁶⁹

Dato il fatto che si compongono di soggetti con obiettivo comune ma spesso geograficamente dislocati, essi fanno esteso ricorso all'utilizzo di una serie di strumenti IT al fine di connettere e coordinare non soltanto i membri stessi, bensì informazioni, esperimenti, prototipi e risultati. Le innovazioni tecnologiche, infatti, rappresentano un elemento fondamentale nell'avanzamento dei processi aziendali e, anche in questo contesto, i sistemi di realtà virtuale rappresentano uno strumento di grande supporto.

Gli ambienti virtuali, infatti, offrono un innovativo strumento per la gestione dei team virtuali di ricerca e sviluppo per diverse ragioni.

Innanzitutto, i team virtuali sono organizzati secondo obiettivi che richiedono l'utilizzo di importanti quantità di dati e informazioni per le quali spesso un'organizzazione visuale è di fondamentale importanza e, gli ambienti virtuali, attraverso la simulazione, non solo facilitano questo aspetto ma rendono più immediata la comprensione e l'elaborazione degli stessi.

In secondo luogo, come detto, i team virtuali sono composti da gruppi di persone geograficamente distribuite per le quali la comunicazione attraverso i tradizionali strumenti connessi da internet spesso risulta limitante e non pienamente efficiente. In questo senso, come ampiamente riferito, l'utilizzo di ambienti virtuali condivisi rappresenta un'evoluzione nella comunicazione che è ora interattiva, simultanea e, attraverso il senso di presenza e realtà, permette al soggetto di percepire gli altri membri in modo più diretto instaurando con essi un rapporto che facilita e migliora processi e dinamiche.

Inoltre, attraverso l'utilizzo di ambienti virtuali il rapporto tra i membri del team è continuativo e simultaneo nonostante i diversi fusi orari che caratterizzano i team internazionali. La presenza dei soggetti infatti è garantita anche se essi non sono effettivamente connessi all'ambiente in un dato momento in quanto essa prosegue la sua esistenza permettendo così l'evoluzione continuativa del progetto stesso.

Un altro importante aspetto è rappresentato dalla collaborazione e coordinazione interna necessaria. La fase di ricerca e sviluppo, infatti, è spesso caratterizzata da elementi ed obiettivi interfunzionali tali per cui l'integrazione tra azienda e organizzazioni complementari, fornitori, clienti e centri di ricerca ricopre un ruolo fondamentale.

Operare all'interno di un contesto virtuale permette al team di raggiungere tutti questi soggetti in modo semplice ed efficiente, a prescindere dalla loro effettiva localizzazione fisica grazie a un ambiente dinamico e condiviso che permette un'interazione attiva tra tutti questi elementi. Inoltre, attraverso questo innovativo sistema lo sviluppo di idee è caratterizzato da continui stimoli, risultato di una collaborazione interattiva, continua ed efficiente.

In sostanza, i vantaggi derivanti da un ambiente virtuale di ricerca e sviluppo possono essere riassunti come segue:

- riduzione di tempi e costi di riallocazione delle risorse e riduzione dei tempi di sviluppo;
- riduzione dei tempi di uscita del prodotto sul mercato;

²⁶⁹ A.A.G. WALVOORD, E.R. REDDEN, L.R. ELLIOTT and M.D. COOVERT, Empowering followers in virtual teams: *Guiding principles from theory and practice*, Computers in Human Behavior (article in press), 2008.

- creazione di unità di esperti altamente specializzati e geograficamente dislocati;
- sistema decisionale, collaborativo, continuativo e più efficiente;
- possibilità di raggiungere selezionati centri di eccellenza e di accedere a soggetti altamente qualificati per raggiungere obiettivi complessi;
- elevato livello di libertà di azione degli individui coinvolti nel progetto di sviluppo;
- flessibilità nell'organizzazione del lavoro e interdipendenza tra risorse e progetti;
- maggiori economie di scala e di scopo nella ricerca;
- creazione e miglioramento della collaborazione tra diverse organizzazioni, fornitori e consumatori;
- ottimizzazione del contributo dei soggetti coinvolti nel progetto;
- stimolazione di nuove idee e di soluzioni a eventuali problematiche;
- rapida reazione ai cambiamenti del mercato e delle strategie di business;
- miglioramento della comunicazione e del coordinamento nonché stimolazione della condivisione di risorse e competenze interaziendali;
- stimolazione della creatività all'interno del team;
- migliori risultati in termini di qualità e produttività;
- ottimizzazione della sperimentazione e della fase di prototipazione attraverso la riduzione degli sprechi di materiali fisici;
- riduzione del rischio di gestione;
- maggior efficienza nel trasferimento di informazioni, dati, conoscenza e risultati;
- feedback distribuito e in tempo distribuito sul parere dei consumatori in merito al nuovo prodotto o servizio;

Una delle fasi che in particolar modo beneficia dell'utilizzo di questi sistemi e modelli operativi è la fase di prototipazione.

4.4.1 La prototipazione

Un prototipo è la versione di prova di un prodotto che permette la rappresentazione preventiva del concetto di base e delle caratteristiche dello stesso al fine di ottenere un modello di verifica prima della realizzazione definitiva.

La prototipazione coinvolge solitamente diverse fasi del processo di realizzazione del prodotto ed è utilizzata per la verifica di diversi elementi dello stesso come, ad esempio, l'aspetto estetico, la qualità e le caratteristiche tecniche.²⁷⁰

La ragione essenziale per cui questa fase ricopre un ruolo fondamentale è che essa permette di modificare le caratteristiche dello stesso prima dell'inizio del processo di realizzazione evitando sprechi o modifiche che, se apportate in ritardo, rappresenterebbero dei costi non

²⁷⁰ C. FALCÃO and M. SOARES, *Applications of Haptic Devices & Virtual Reality in Consumer Products Usability Evaluation*, in *Advances in Ergonomics In Design, Usability & Special Populations Part I*, AHFE Conference, 2014, pp. pages 375-380.

indifferenti.²⁷¹

Nel caso in cui questa fase richieda l'elaborazione di un modello fisico, infatti, esso dev'essere progettato, costruito, testato e sistemato in base alle caratteristiche da raggiungere. I prototipi fisici devono essere costruiti e ricostruiti dopo ogni test che non ha prodotto i risultati desiderati e questo fa sì che dati modelli siano una scelta tutt'altro che funzionale per le aziende che cercano di creare valore attraverso l'efficienza.²⁷²

Tuttavia, la prototipazione virtuale trasforma questa fase in un processo più rapido e lineare che permette di progettare, analizzare, verificare e costruire un prodotto in un unico sistema.

Essa permette la simulazione sintetica del prodotto prima della sua effettiva realizzazione diminuendo il numero di ricostruzioni necessarie e minimizzando lo spreco dei materiali.

Attraverso un sistema di simulazione interattiva, infatti, la virtualizzazione permette al team di progettazione di visualizzare ogni parte ed elemento del prodotto e di verificare come essi operano nell'insieme in via preventiva.

In questo modo, difetti di progettazione o problematiche relative all'assemblaggio si presentano prima della loro reale esistenza e il ciclo di costruzione, verifica e ricostruzione diventa concretamente più breve e meno costoso consentendo così al prodotto di raggiungere il mercato più velocemente.

Diversi strumenti di prototipazione virtuale sono disponibili oggi sul mercato e, tra questi, le piattaforme virtuali rappresentano l'alternativa più efficace.

Gli ambienti virtuali per la prototipazione consistono essenzialmente in spazi condivisi elaborati per offrire ai team di progettazione un'esperienza immersiva utilizzando una prospettiva in tempo reale.

Al di là della visualizzazione dei modelli 3D che consente un'analisi approfondita, dettagliata e multi prospettica, l'ambiente virtuale permette la manipolazione e la modifica del prototipo in tempo reale da parte di diversi soggetti in simultanea nonché il rilevamento dei comportamenti dei vari elementi che lo compongono in base alle condizioni simulate.

Questo permette al team di progettazione di alterare il modello al fine di verificare, attraverso infinite opzioni di simulazione, gli aspetti estetici, le reazioni e i comportamenti a fattori esogeni, le opzioni di utilizzo nonché le modalità più consone di produzione del prodotto finale. Questi sistemi non si limitano dunque all'esaminazione e verifica del prodotto bensì permettono di testare l'intera pianificazione produttiva dello stesso.

Progettisti e ingegneri possono quindi muoversi all'interno dell'ambiente osservando e interagendo con il prototipo esattamente come se stessero operando nel modo fisico a prescindere dalla loro effettiva localizzazione. Operare all'interno dell'ambiente virtuale infatti permette all'azienda di costituire un team di progettazione composto da professionisti e specialisti quanto più adatti allo scopo del progetto stesso senza la preoccupazione della localizzazione geografica effettiva dei soggetti.²⁷³ In questo contesto, lo sviluppo di nuove idee o di soluzioni a problematiche riscontrate è arricchito dal contributo di diversi soggetti attraverso una

²⁷¹ H. PARK, J. SON and K. LEE, *Design evaluation of digital consumer products using virtual reality-based functional behavior simulation*, Journal of Engineering Design, pp. 19(4), 359- 375, 2008.

²⁷² F. FERRISE, M. BORDEGONI and S. GRAZIOSI, *A Method for Designing Users' Experience with Industrial Products based on a Multimodal Environment and Mixed Prototypes*, Computer-Aided Design and Applications, pp. 10(3), 465-472, 2013.

comunicazione e collaborazione facilitata e migliorata da questo tipo di sistemi:

*“The use of the VEs addresses to the natural feel of the task and illustrative presentation of the model. According to the collaborative virtual assembly environment is a useful computer-aided tool for supporting complex product design where each designer can bring into their special advantages and communicate with each other.”*²⁷⁴

Un altro ambito molto importante all'interno del processo di prototipazione in cui gli ambienti VR offrono un efficace sistema di supporto è quello che riguarda il concetto di collaborative-customisation, concetto spesso associato a quello di mass-customization.

Questo concetto fa riferimento al desiderio delle aziende di creare nuovi programmi e processi per incontrare in modo sempre più efficace le esigenze dei consumatori. Oggi più che mai, infatti, l'espansione della competizione industriale e la crescente complessità della domanda hanno incrementato la necessità di sviluppare strategie di produzione quanto più focalizzate sull'individuo e, a tal fine, il dialogo con i consumatori è diventato elemento fondamentale:

*“In their desire to become customer driven, many companies have resorted to inventing new programs and procedures to meet every customer's request. (...) Collaborative customizers conduct a dialogue with individual customers to help them articulate their needs, to identify the precise offering that fulfills those needs, and to make customized products for them. The approach most often associated with the term mass customization, collaborative customization is appropriate for businesses whose customers cannot easily articulate what they want and grow frustrated when forced to select from a plethora of options.”*²⁷⁵

La soddisfazione dei consumatori infatti, dipende dalla capacità del prodotto di incontrare le loro esigenze e, queste esigenze, sono in linea con la crescente domanda e offerta di varietà e personalizzazione dello stesso. L'obiettivo principale delle aziende dunque è quello di creare prodotti che rappresentino un valore aggiunto per i consumatori e convincano gli stessi all'acquisto. In questo contesto, l'analisi e la comprensione delle reali esigenze dei consumatori, sia in termini di bisogni effettivi che di desideri secondari, attraverso un'interazione diretta con gli stessi è la strategia che permette l'effettivo sviluppo di un prodotto di successo.²⁷⁶

A tal fine, l'utilizzo di questi strumenti VR facilita l'ascolto e il dialogo con il consumatore nonché il rapporto tra il team aziendale e i consumatori stessi che hanno ora la possibilità di

²⁷³ M. BORDEGONI, F. FERRISE, M. AMBROGIO, F. CARUSO and F. BRUNO, *Data exchange and multi-layered architecture for a collaborative design process in virtual environments*, International Journal on Interactive Design and Manufacturing, Vol. 4, N° 2, pp. 137-148, 2010.

²⁷⁴ AROMAA S., LEINO P., VIITANIEMI J. et al., *Benefits of the use of Virtual Environments in Product Design review Meeting*, International Design Conference, Dubrownik, 2012.

²⁷⁵ GILMORE J.H., JOSEPH PINE B., *The Four Faces of Mass Customization*, Harvard Business Review, January February Issue, 2009.

²⁷⁶ Bordegoni M., Ferrise F. & Lizaranzu J., *Use of interactive virtual prototypes to define product design specifications: A pilot study on consumer products*, In Proceedings of IEEE—ISVRI, Singapore, 2011.

interagire attraverso un ambiente virtuale immersivo, interattivo e condiviso:

“Virtual customer environments can offer important and often hidden benefits beyond innovation. Participating in them helps customers form relationships with companies, as well with their products and brands. Customers can, in fact, play various roles in VCEs. They can interact among themselves to generate ideas about improving products or creating new ones. (...) Most often, customers use these virtual environments to offer to other customers their knowledge and expertise about products. Customers who enjoy these virtual environments are likely to remain involved and continue to contribute their ideas. And, crucially, customers equate their experiences in these forums with the companies themselves. That means for good or bad, customers are forming their views about the company and product when they spend time in these online environments. It shapes their decisions about future purchases, for instance — whether to buy one product over another.”²⁷⁷

Questo approccio permette quindi una progettazione collaborativa e mirata grazie all’interazione tra consumatori, progettisti e ingegneri e, attraverso questo metodo, i bisogni dei consumatori vengono percepiti e determinati all’interno dell’ambiente virtuale. Inoltre, il metodo della prototipazione virtuale abilita la *mass customization* dei prodotti in quanto permette di ottenere informazioni sulle preferenze dei consumatori in tempo reale.

4.4.2 Ford Immersive Vehicle Environment

Fin dai primi anni del 2000 *Ford Motor Company* sperimenta varie forme di realtà virtuale a supporto del processo produttivo. In particolare, nel 2006, la società americana ha lanciato il *Ford Immersive Vehicle Environment (FiVE) Lab*, un dipartimento focalizzato nello sviluppo di un sistema di realtà virtuale dedicato alla fase di progettazione, prototipazione e produzione in cui progettisti, ingegneri e soggetti terzi possono ideare e testare prodotti e processi.

Il FiVE, diretto da Elisabeth Baron, ha come scopo principale la virtualizzazione dei processi di prototipazione e verifica del prodotto all’interno di un ambiente virtuale ad alta definizione che permette la progettazione di infinite caratteristiche e condizioni al fine di offrire al team internazionale di sviluppo Ford l’opportunità di collaborazione simultanea e in tempo reale:

“We create a virtual vehicle that represents a holistic view of our product at any phase of development, then we allow our designers and engineers, our ergonomists, our mechanical engineers and anyone with a specific function or responsibility in the vehicle to check it out and assess the state of design at any point in the product development process. Our goal is to bring people together in a way that is collaborative and global, and we share this perspective with stakeholders worldwide in order to allow everyone to

²⁷⁷ NAMBISAN S., NAMBISAN P., *How to Profit From a Better Virtual Customer Environment*, MIT Sloan Management Review, Issue Spring, 2008.

*participate in the design. (...) We also have a lot of flexibility with variant sets and materials, so we can add in animations and automations into our virtual environment, represent the vehicle in any color, and create functions that a person would see when looking at the car—all with a strength of visual quality that presents us with a really powerful visualization. (...) It is extremely powerful for our team to highlight visual quality that is emotive and attractive and that allows our customers to respond at a primary level and establish a connection with their Ford or Lincoln product.”*²⁷⁸

All'interno del FiVE, l'interazione degli ingegneri con il prototipo e l'ambiente virtuale avviene tramite HDM, in questo caso l'Oculus Rift. Il sistema permette una rapida analisi della progettazione interna ed esterna del veicolo nonché la verifica della qualità degli elementi del prodotto in fase di sviluppo all'interno di un ambiente di simulazione virtuale collaborativo.

Attraverso una serie di telecamere che rilevano la posizione e l'orientamento dell'ingegnere, il punto di osservazione dello stesso viene aggiustato all'interno dell'ambiente VR per rendere l'esperienza quanto più reale possibile.

In aggiunta, ogni stanza è dotata di un potente schermo ad alta risoluzione largo 4,5 metri e alto 3 metri che permette, agli altri ingegneri e soggetti coinvolti, la visualizzazione simultanea del punto di vista di chi indossa l'HMD.

Ogni sessione può durare mezz'ora come diverse ore e coinvolge tipicamente dalle 30 alle 40 persone con specifiche competenze provenienti da diversi dipartimenti di progettazione e ingegneria geograficamente dislocati.²⁷⁹

Questo sistema permette all'azienda di testare virtualmente ed in alta definizione infiniti dettagli e caratteristiche del prodotto attraverso la simulazione degli stessi e delle condizioni ambientali desiderate offrendo uno strumento interattivo e un'efficiente opportunità di collaborazione in tempo reale all'interno del team di progettazione globale Ford. Questa collaborazione è inoltre estesa a parti terze come fornitori e consumatori che possono essere ora coinvolti nello sviluppo dei diversi progetti:

*“We're not just looking at engineering integrity or study results in a spreadsheet that tells us whether we're red, green, or yellow for certain issues. We can easily determine status and understand if we need to make corrections. That means we have combined the engineering practice and the voice of customer. We're always looking at something from someone's perspective, so we can bring the customer way up front, look at it all the way through, and iterate.”*²⁸⁰

Il *Ford Immersion Lab* è largamente utilizzato all'interno del processo produttivo dell'azienda e rappresenta oggi un importante strumento di generazione di *input* per il processo di progettazione e sviluppo del prodotto. Oltre ad incrementare i livelli di velocità ed efficienza,

²⁷⁸ BARON E., *Fast lane to the future*, Design Night, Detroit, 2015.

²⁷⁹ KING L., Ford, *Where Virtual Reality Is Already Manufacturing Reality*, Forbes, May 2014.

²⁸⁰ BARON E., *Fast lane to the future*, Design Night, Detroit, 2015.

la prototipazione attraverso questo strumento offre una serie di benefici non raggiungibili nel mondo reale. Esso permette, ad esempio, di eseguire test rapidi secondo diverse configurazioni del veicolo all'interno della stessa sessione, cosa che richiederebbe costosi modelli o multiple riconfigurazioni nel mondo fisico:

“Ford studies in the vehicle prototype phase while reducing the number of physical prototypes needed. This means we can test hundreds of design alternatives within one review. This was unheard of prior to doing assessments virtually. We can test 20 different alternatives for one design and 20 different alternatives for another design, put them all in different driving and environmental conditions. Immersive visualization increases the amount of configurations Ford engineers from around the globe can connect together, seeing not only inside a vehicle but also through it, for perspective on how structural, mechanical and electrical systems interact within the vehicle architecture.”²⁸¹

Secondo l'azienda, la realtà virtuale rappresenta dunque un fattore chiave per affrontare il costante incremento della globalizzazione e per migliorare la qualità dei veicoli nonché l'esperienza del consumatore. Nel 2013, progettisti ed ingegneri hanno testato più di 135.000 elementi in 193 prototipi costruiti all'interno dell'ambiente VR ottenendo un risparmio di sei mesi rispetto alla durata del processo di progettazione tradizionale che si traduce in un risparmio di milioni di dollari.²⁸² Tutto ciò ha forte impatto su costi, tempi ed efficienza del processo produttivo e crea un importante valore aggiunto per l'azienda.



Fonte: gizmodo.com

Figura 5 - Sessione di utilizzo del sistema di prototipazione al Ford Immersion Lab

²⁸¹ GLUCKMAN B., *Ford Puts a Spin on Virtual Reality; Melds Gaming Technology with Power of Virtual Engineering for New Vehicle Design*, Ford news, Dearborn, 2014.

²⁸² <https://media.ford.com/content/fordmedia-mobile/fna/us/en/news/2013/12/12/new-virtual-lab-improves-ford-global-vehicle-quality-engineers-.html>



Fonte: media.ford.com

Figura 6 - Esempio di prototipazione virtuale Ford

4.5 Dalla digitalizzazione alla fabbrica virtuale

Come già più volte sottolineato, il clima odierno in cui le organizzazioni si trovano ad operare è più che mai complesso, dinamico e imprevedibile e, tali caratteristiche, non devono essere considerate dalle aziende in maniera indipendente. Esse, infatti, hanno influenza reciproca e forte impatto l'una sull'altra nonché sulla gestione e pianificazione dei processi di produzione. Per far fronte a questa maggiore complessità e dinamicità, l'ambiente produttivo richiede dunque un approccio di integrazione sempre più importante con i sistemi IT non solo nell'ambito delle attrezzature e dei macchinari, bensì, oggi più che mai, nella progettazione dei sistemi e dei processi produttivi.

Se dunque questi sistemi sono stati fattori chiave di sviluppo e miglioramento dei processi di fabbricazione da diverso tempo, la digitalizzazione da essi permessa rappresenta negli ultimi anni un concetto nuovo di fabbrica stessa, in letteratura espresso con il termine Digital Factory:

“In the last years, Information Technology based approaches have been promoted to manage complexity and reduce innovation time and cost of manufacturing systems. The Digital Factory approach falls into this framework: it is based on the employment of digital methods and tools, such as simulation, 3D modelling and Virtual Reality, to examine complex manufacturing systems and support optimal decision making.”²⁸³

L'ambiente della Digital Factory usa dunque modelli 3D e un sistema di informazioni associate

²⁸³ CAGGIANO A., CAIAZZO C. e TETI R., *Digital factory approach for flexible and efficient manufacturing systems in the aerospace industry*, Elsevier, 2015.

per la visualizzazione, la modellazione e la simulazione dei processi e dei sistemi produttivi con l'obiettivo di gestire la produzione reale entro i limiti delle risorse effettivamente disponibili. Esso permette così di progettare, analizzare e fare previsioni sul comportamento futuro di processi e sistemi attraverso il supporto della simulazione computerizzata.

Il concetto di Digital Factory dà priorità a cinque principali aree, secondo l'influenza che le stesse hanno nel flusso del processo produttivo e, ogni area, comprende una serie di strumenti che, assieme, integrano l'intero processo:

- il sistema di progettazione del prodotto (modellazione e simulazione);
- il sistema di pianificazione del processo (piano di produzione, standardizzazione del lavoro, analisi del valore e dei costi ecc.);
- la pianificazione della produzione nel dettaglio e del sistema di validazione (simulazione della fase di assemblaggio, verifica di tutte le operazioni proprie della produzione ecc.);
- la predisposizione del sistema di ingegnerizzazione della produzione, (elaborazione di scenari complessi di produzione, analisi dei tempi, progettazione e analisi del sistema di fabbricazione, predisposizione dei macchinari, determinazione e ottimizzazione delle risorse umane ecc.);
- automatizzazione e sistema di controllo del processo (generazione automatica di programmi di controllo, verifica e monitoraggio del sistema automatizzato di produzione, gestione di macchinari e robot).²⁸⁴

Una delle caratteristiche fondamentali del concetto di *Digital Factory*, inoltre, è la visione propria di realizzazione del processo di pianificazione e sviluppo del prodotto attraverso l'utilizzo di dati ed informazioni condivise e comuni.

Seguendo dunque l'approccio della *Digital Factory*, molti strumenti IT sono stati sviluppati per ottimizzare i sistemi di fabbricazione durante la fase di pianificazione e, secondo gli studiosi, all'interno di questo contesto i sistemi di realtà virtuale rappresentano oggi uno strumento ottimo che porta la digitalizzazione della produzione alla virtualizzazione della stessa.²⁸⁵

In letteratura, la produzione virtuale è definita come "*the integration of different models, simulations and presentation techniques in an integrated system on a computer that allows the execution of the production plan in a virtual environment or, in other words, the performing of the production process in a virtual factory*".²⁸⁶ Attraverso la creazione di ambienti virtuali di simulazione dunque, questi sistemi

ottimizzano il processo produttivo supportando la progettazione, la programmazione e la gestione delle operazioni e delle risorse in via preventiva. Rispetto ai processi reali di produzione, infatti, il grande vantaggio della produzione virtuale è che, operando in un ambiente simulato,

²⁸⁴ GREGOR M. & MEDVECKY S., *Application of Digital Engineering and Simulation in the Design of Products and Production Systems*, Management and Production Engineering Review, Vol. 1, N° 1, pp. 71, 2010.

²⁸⁵ MENCK N., WEIDIG C., AURICH J., *Virtual Reality as a Collaboration Tool for Factory Planning based on Scenario Technique*, Elsevier, 2013, p.136.

²⁸⁶ SAVARESE A.B., *Manufacturing Engineering*, Nova Science Publishers, Inc., New York, 2011.

è possibile utilizzare dati e non risorse ed energie fisiche. L'ambiente virtuale, infatti, permette la simulazione e la sperimentazione di un numero infinito di condizioni e situazioni prima della pianificazione e messa in produzione definitiva e l'analisi dei parametri del processo produttivo effettuata sulla base dei risultati della produzione virtuale permette così di ottimizzare il piano di produzione.

In questo senso, l'elemento essenziale del sistema produttivo reale utilizzato in quello virtuale è la base dati del processo stesso. Tutti i dati sono gestiti e controllati all'interno di un sistema informativo integrato e continuativo tra il processo fisico e quello simulato e, attraverso questo sistema è possibile stabilire il piano migliore e più efficiente da seguire in base alle condizioni e risorse disponibili, assicurando un utilizzo appropriato delle stesse.

Il concetto di base dei sistemi di produzione virtuale dunque prevede l'integrazione tra due elementi, l'ambiente virtuale basato sul sistema fisico e il sistema informativo reale.

L'ambiente virtuale è quindi costruito sulla base di dati provenienti dal sistema di produzione reale e rappresenta tutte le caratteristiche essenziali del processo fisico, ovvero le interdipendenze tra i diversi elementi produttivi.

In ambito scientifico, diverse ricerche sono state effettuate sull'integrazione di sistemi VR al processo di fabbricazione e, tra questi, uno dei più importanti è il *Virtual Factory Framework*²⁸⁷, progetto fondato dalla Commissione Europea e per il quale sono stati investiti 11.941.510 Euro. Il progetto si pone l'obiettivo di sviluppare un modello ideale di fabbrica virtuale in risposta all'ambiente complesso, dinamico e globale in cui le aziende si trovano oggi ad operare.

Partendo dal riconoscimento dell'importanza delle tecnologie di digitalizzazione che hanno portato al concetto di *Digital Factory* sopra esposto, il *Virtual Factory Framework* (VFF) punta alla creazione di uno standard in grado di collegare i diversi elementi di una fabbrica all'interno di un ambiente virtuale di produzione.

Secondo la ricerca infatti, attraverso lo sviluppo di una rappresentazione virtuale di un piano fisico, che permette la simulazione preventiva dei processi produttivi senza l'interferenza diretta con le operazioni reali, è possibile operare in modo più efficiente riducendo costi e tempi e ottimizzando le risorse a disposizione:

“Manufacturing is a dynamic socio-technical system, which is operating in a turbulent environment. Changes are normal and continuous at all levels and the competition is forcing manufacturers to improve the quality, reduce the delivery time and lower the cost. The approach presented in VFF supports the manufacturing enterprises to face these challenges. The project uttermost objective is to foster and strengthen the primacy of Future European Manufacturing by defining the next generation Virtual Factory Framework. The VFF will promote major time and cost savings while increasing performance in the design, management, evaluation and reconfiguration of new or existing facilities, supporting the capability to simulate dynamic complex behaviour over the whole life cycle of Factory, approached as a complex long living Product. Thus the project will research and implement the underlying models and ideas at the foundation of a new

²⁸⁷ Progetto FP7-NMP-2008-3.4-1; 228595 CE, periodo 2009 – 2013.

*conceptual framework designed to implement the next generation Virtual Factory, also meant to lay the basis for future applications in this research area.*²⁸⁸

Secondo la concezione del progetto, il *Virtual Factory Framework* è definito come una piattaforma collaborativa integrata il cui obiettivo è quello di facilitare la condivisione delle risorse, della conoscenza e delle informazioni per la progettazione e la gestione di tutti gli elementi produttivi, dal singolo prodotto alla rete di aziende coinvolte nel processo. Punto focale dunque è quello di supportare lo sviluppo di una fabbrica virtuale per la promozione della competitività aziendale dove per fabbrica virtuale viene inteso un ambiente VR che fornisce, attraverso l'integrazione con altri strumenti IT, una descrizione e simulazione trasparente di una fabbrica fisica.

In particolare, secondo il modello, la fabbrica virtuale consiste in un ambiente integrato di simulazione che considera la fabbrica reale come un insieme. Essa offre una pianificazione efficiente e avanzata, uno strumento di supporto decisionale e la verifica e validazione preventiva delle capacità produttive effettive.

Il VFF fornisce dunque uno strumento per la creazione di un ambiente virtuale collaborativo che rappresenta le diverse attività di fabbricazione e il cui obiettivo è la condivisione di risorse, informazioni e conoscenze. Esso permette il risparmio di costi e tempi mentre migliora la progettazione, la gestione, la valutazione e la riconfigurazione di strutture nuove o esistenti. In accordo con il concetto del VFF, la fabbrica virtuale è permanentemente sincronizzata con quella reale assicurando così dati, valutazioni e aggiornamenti al sistema di simulazione.

Tutto ciò che richiede permette di simulare comportamenti dinamici e complessi rispetto all'intero ciclo produttivo e agevola la risoluzione di problemi chiave come la riduzione dei tempi di produzione e dello spreco di materiale e risorse grazie all'analisi preventiva di modelli virtuali, lo sviluppo di un deposito di informazioni e dati con ruolo sia consultivo sia di generazione di nuova conoscenza, il miglioramento dell'efficienza e della sicurezza delle risorse umane attraverso formazione e apprendimento basati su un sistema di produzione virtuale, la creazione di una rete collaborativa tra soggetti che stanno lavorando da diversi posti allo stesso progetto, nello stesso momento. A dimostrazione dell'efficienza del modello VFF, sono stati formulati quattro scenari, elaborati associando diversi processi di pianificazione produttiva a diversi settori industriali:

1. Il primo scenario analizza la progettazione e l'ottimizzazione della fabbrica nel settore meccanico. Il modello VFF in questo caso è stato utilizzato per progettare e riprogettare la fabbrica fisica puntando alla massimizzazione dell'efficienza al fine di ottimizzare la configurazione del sistema di produzione. Esso è stato sviluppato in collaborazione con Compa S.A. e Ficep S.p.A.
2. Il secondo scenario si concentra su l'incremento ed il monitoraggio della produzione nel settore automobilistico e aerospaziale. Il modello VFF migliora la capacità di monitoraggio della fabbrica reale e dell'organizzazione delle attività durante la

²⁸⁸ Final Report Summary - VFF (Holistic, extensible, scalable and standard Virtual Factory Framework), European Commission.

fase di espansione della produzione. Le aziende coinvolte in questo secondo scenario sono Volkswagen Autoeuropa e Alenia Aeronautica S.p.A.

3. Il terzo scenario si focalizza sulla riconfigurazione della fabbrica e sulla logistica nel settore automobilistico e in quello degli elettrodomestici. Le decisioni di riconfigurazione sono efficientemente supportate ed ottimizzate dall'utilizzo della simulazione e mentre le decisioni logistiche beneficiano degli strumenti del VFF per rispondere alle variazioni della domanda attraverso il supporto di operazioni più flessibili all'interno della rete industriale. Questo scenario è stato sviluppato in collaborazione con Audi Hungaria Motor Kft. e Frigoglass S.A.I.C. .
4. Lo scenario finale, chiamato "Next Factory", ha come scopo la dimostrazione dell'applicazione del modello VFF all'interno dell'intero ciclo di vita di fabbricazione. Questo scenario integrativo si concentra sul settore della lavorazione del legno grazie al contributo di Homag AG.

Secondo i risultati della ricerca, l'utilizzo della Realtà Virtuale collegata alla simulazione migliora i processi produttivi e ottimizza l'utilizzo delle risorse potenziando la produttività delle imprese attraverso la riduzione di costi, tempi e sprechi. Essi inoltre promuovono l'efficienza nell'implementazione di nuovi siti produttivi o la riconfigurazione di quelli già esistenti grazie all'effettiva rappresentazione virtuale di edifici, risorse, processi e prodotti. In particolare la ricerca riassume l'impatto e i vantaggi del modello VFF all'interno delle organizzazioni come segue:

***“Reduction of adaptation and reconfiguration time:** The virtual factory framework will provide consistency over the planning and design process by providing a mutually accessible “information market place” for results and assumptions of all planning objects, synchronizing both services and virtual model via a generic modelling language. This information market place will overcome the isolation of the individual planning tasks and simulation tools, reducing adaptation and reconfiguration time.*

***Reduction of ramp-up phase:** Project's virtual factory framework and applications target at improving the simulation of real factory activities. This has a beneficial impact to the ramp-up phase since production processes and logistics will have been previously virtually evaluated and validated, consequently, ramp-up phase will become shorter in time.*

***Time to market:** The time to market of a new product is highly dependent upon different actors such as product and process design, supplier selections, commissioning and ramp-up. VFF framework and his different modules aims at improving all the factors mentioned above able to reduce the time to market (because of synchronisation and parallelisation of process steps). Furthermore management of complex automation data within the virtual*

factory will provide further support of New Product Development and thus reducing time to market.

Customer satisfaction and market share: *Customer satisfaction has been increased by improving product quality by optimizing the production processes (reducing costs by avoiding rework, speed up the ramp up and increased flexibility and reactivity) and by reducing delivery times through improved management of the suppliers and production network (especially in the case of complex products such as vehicles). ”²⁸⁹*

Secondo Williams Ritke-Jones, inoltre, gli ambienti virtuali possono essere utilizzati in diverse fasi del processo produttivo. Egli suddivide queste applicazioni nelle seguenti categorie: Product Design – 3D Product Design, Product Design – Virtual Prototyping, Process and Production Planning, Factory Layout Operations, Virtual Assembly, Virtual Inspection, Virtual Operational Control, Virtual Agile Manufacturing, Virtual Material Handling System.²⁹⁰

4.6 Il marketing e le vendite

Al fine di attrarre l’attenzione dei consumatori e migliorare l’esperienza d’acquisto degli stessi, negli ultimi anni, gli addetti al marketing delle aziende hanno fatto largo utilizzo delle tecnologie VR nelle operazioni di promozione e vendita.²⁹¹

Diverse ricerche hanno dimostrato come questo nuovo approccio nell’esperienza d’acquisto abiliti un maggior coinvolgimento da parte dei consumatori grazie al senso di presenza, all’elevato livello di interattività e ai feedback multisensoriali che questi sistemi offrono²⁹² ed è pensiero comune che la tecnologia VR rappresenti un innovativo strumento per il marketing e il retail:

“VR has much potential when it comes to giving a remote consumer a detailed idea of what a physical space or product looks like. Hotels, for instance, can produce virtual reality tours of their properties and rooms. Some travel operators have already tried producing similar content for packaged holidays or to show shoppers particular resorts or beaches to help them make a decision. Meanwhile car companies are using the technology to give detailed tours of the interior and exterior of cars without having a model in the showroom. (...) VR technology also has potential uses in marketing and brand building. A number of consumer companies have already developed VR content. Nestlé, for instance, teamed up with Google to create a virtual reality experience which transported users to Brazil’s coffee fields as part of the marketing for its Nescafé brand.”²⁹³

²⁸⁹ Final Report Summary - VFF (Holistic, extensible, scalable and standard Virtual Factory Framework), European Commission.

²⁹⁰ WILLIAMS R. J., *Virtual Environments for Corporate Education: Employee Learning and Solution*, Business Science Reference, New York, pp. 97-98, 2010.

²⁹¹ S. HA and L. STOEL, *Online apparel retailing: roles of e-shopping quality and experiential e-shopping motives*, *Journal of Service Management*, Vol. 23, N° 2, p. 199-212, 2012.

²⁹² A. Haans and W.A. Ijsselstein, *Embodiment and Telepresence: Toward a Comprehensive theoretical Framework*, *Interacting with Computers*, Vol.24, p. 200-211, 2012.

²⁹³ PERKINS B., THOMSON R., *Deloitte Consumer Review - Digital prediction*, Deloitte 2016.

Secondo Goldman and Sachs, il mercato del retail online sarà presto rivoluzionato dalla tecnologia VR. I dati della già citata ricerca, affermano che il volume d'affari legato al mercato dell'e-commerce è oggi di 1.5 trilioni di dollari, pari al 6% del fatturato totale delle vendite in tutto il mondo, ed è generato da un miliardo di acquirenti online.

Sulla base di questi dati la ricerca afferma che il volume d'affari generato dalle transazioni effettuate attraverso sistemi di shopping VR produrrà un fatturato pari a 158 miliardi di dollari entro il 2025.²⁹⁴

4.6.1 Il marketing esperienziale

Negli ultimi anni, gli ambienti di shopping VR online sono stati identificati come efficaci canali di marketing mediante i quali consumatori possono conoscere il brand attraverso un'esperienza innovativa che coinvolge sia interazioni funzionali che sociali. Grazie alle caratteristiche dell'ambiente virtuale, il marketing diventa quindi un'esperienza multisensoriale che attiva nel consumatore processi psicologici ed emotivi che influenzano positivamente il vissuto della brand experience.

La *brand experience* è definita nel marketing come la risposta sensoriale, cognitiva e comportamentale evocata da stimoli indotti dal progetto aziendale di *brand identity* come il packaging, la comunicazione e l'ambiente di vendita ed è stato dimostrato che essa ha un effetto significativo sulle decisioni d'acquisto.²⁹⁵ In particolare la *brand experience* influenza diversi comportamenti tra cui la ricerca, il processo d'acquisto e il modo in cui i consumatori esaminano e valutano i prodotti. In questo senso, l'obiettivo strategico delle aziende quello di cercare e utilizzare strumenti e tecniche sempre più efficaci per creare una *brand experience* significativa.

A tal fine gli ambienti virtuali offrono oggi un nuovo canale di marketing attraverso cui creare esperienze uniche rispetto al brand e al prodotto.²⁹⁶

Diverse ricerche hanno definito i processi d'acquisto diretti e lo shopping virtuale simili grazie all'elevato grado di interattività con il prodotto e con il sistema di marca. In particolare Gabisch ha analizzato gli effetti della multicanalità abilitata dall'utilizzo della realtà virtuale nelle pratiche d'acquisto nonché della relazione esistente tra una *brand experience* virtuale e le decisioni d'acquisto nel mondo reale. I risultati della ricerca dimostrano come l'utilizzo dell'esperienza virtuale come canale di marketing risulti utile ed efficace e abbia effetti positivi sulle intenzioni del consumatore nel mondo reale.²⁹⁷

Il progresso della tecnologia VR, infatti, permette oggi alle aziende di ricostruire spazi di vendita reali, attivare accurate simulazioni del prodotto e offrire ricche interazioni tra i consumatori e il personale di vendita²⁹⁸ e, queste, non soltanto arricchiscono la conoscenza del brand bensì incrementano la

²⁹⁴ BELLINI H., CHEN W., SUGIYAMA M., SHIN M., ALAM S., TAKAYAMA D., *Profile in Innovation. Virtual and Augmented Reality, understanding the race for the next computing platform*, Equity Research, The Goldman & Sacs Group, 2016.

²⁹⁵ BRAKUS J.J., B.H. SCHMITT and L. ZARANTONELLO, *Brand Experience: What is it? How is it Measured? Does it Affect Loyalty?*, Journal of Marketing, Vol. 73, N° 3: 48-59, 2009.

²⁹⁶ SHEN J. and L.B EDER, *Exploring Intentions to Use Virtual Worlds for Business*, Journal of Electronic Commerce Research, Vol. 10, N° 2: 89-98, 2009.

²⁹⁷ J.A. GABISCH, *Virtual world brand experience and its impact on real world purchasing behavior*, Journal of Brand Management, Vol. 19, N° 1, p.20-29, 2011.

²⁹⁸ KIM J. and S. FORSYTHE, *Adoption of virtual try-on technology for online apparel shopping*, Journal of Interactive Marketing, Vol. 22, N° 2: 39-48, 2008.

diffusione della stessa in quanto stimolano lo stato psicologico ed emotivo dell'individuo. Quanto più alto è il livello dell'interattività e della presenza sociale abilitato dal realismo dell'ambiente VR, infatti, tanto più il consumatore è propenso a una determinata marca e questo agisce positivamente sul comportamento dello stesso all'interno di altri canali di marketing. Queste dinamiche rappresentano dunque un'opportunità non indifferente per l'elaborazione delle strategie di marketing delle aziende. Gli ambienti virtuali, infatti, contribuiscono ad incrementare la soddisfazione e la fidelizzazione del consumatore e contribuiscono ad aumentare l'intenzione di ripetizione dell'acquisto oltre a stimolare un passaparola positivo.²⁹⁹ In quest'ambito, Srinivasan e Srivastava hanno condotto uno studio su come la realtà virtuale stia rivoluzionando le pratiche d'acquisto e di marketing tradizionali. Essi affermano che l'utilizzo di tecnologie VR come strumenti di marketing non soltanto migliorano l'esperienza d'acquisto del consumatore bensì la rendono memorabile.³⁰⁰ In questo senso, una strategia efficace che si sta diffondendo negli ultimi tempi grazie all'utilizzo della realtà virtuale è il *marketing entertainment*. Offrendo contenuti VR ludici, le aziende possono ora infatti trasmettere i propri messaggi attraverso un mezzo che coinvolge i consumatori nel mondo del brand. Grazie all'interattività e al coinvolgimento che questi strumenti abilitano, il consumatore diventa parte attiva della strategia aziendale stessa. Un interessante progetto di *marketing entertainment* in questo ambito è stato sviluppato nel 2015 da Qantas, compagnia aerea australiana, in partnership con Samsung. In particolare Qantas ha utilizzato la tecnologia VR per offrire un'innovativa forma di intrattenimento ai propri passeggeri durante il volo mettendo a disposizione una serie di Samsung Gear VR nelle cabine di prima classe di alcuni A380 della compagnia:

*“Qantas together with Samsung Electronics Australia has launched a new trial entertainment service that uses Samsung virtual reality (VR) technology to give customers a spectacular three dimensional experience in a 360 degree style interactive format. Qantas' VR headsets will transport customers to an immersive virtual world at the click of a button and showcase the sights and delights of network destinations, new Qantas products and the latest inflight blockbuster movies. As part of the trial, a number of Samsung Gear VR headsets will be made available to customers in Sydney and Melbourne International First Lounges as well as in the First Class cabins on select A380 services.”*³⁰¹

Una volta indossato il dispositivo, passeggeri sono immersi in un mondo virtuale in cui possono visitare le destinazioni appartenenti al network Qantas.

Questo strumento offre da un lato una nuova esperienza di intrattenimento durante il volo al cliente e dall'altro la possibilità di pubblicizzare prodotti in modo non invasivo alla compagnia aerea.

²⁹⁹ J.A. GABISCH and K.L. GWEBU, Impact of virtual brand experience on purchase intentions : The role of multichannel congruence, Journal of Electronic Commerce Research, Vol. 12, N° 4, p. 299-315, 2011.

³⁰⁰ S.R. SRINIVASAN and R.K. SRIVASTAVA, Creating the futuristic retail experience through experiential marketing: Is it possible & quest; An exploratory study, Journal of Retail & Leisure Property, Vol. 9, N° 3, p. 189-197, 2010.

³⁰¹ *Qantas and Samsung unveil industry-first virtual reality experience for travellers*, Qantas Media Realise, Sidney, January, 2015.

4.6.2 Il processo di acquisto

Nel comprendere il ruolo della realtà virtuale nelle pratiche di shopping, diversi studiosi si focalizzano, in particolare, sulla comprensione del modo in cui i consumatori interagiscono con l'ambiente virtuale immersivo enfatizzando il ruolo chiave del senso di presenza vissuto dagli stessi.³⁰² La presenza è la sensazione primaria percepita nell'esperienza del consumatore in quanto egli stesso è assorto e immerso spontaneamente all'interno dell'ambiente VR.

Giuseppe Riva, presidente dell'*International Association of CyberPsychology, Training, and Rehabilitation*, individua due approcci che sono comunemente adottati nello studio di questo fenomeno.³⁰³

Da un lato, gli studiosi affermano che la presenza rappresenta l'esperienza interiore o lo stato psicologico del consumatore piuttosto che un requisito associato all'esperienza nell'utilizzo della tecnologia virtuale in sé e, pertanto, l'obiettivo nell'usufruire di questo tipo di strumenti è la costruzione della sensazione esperienziale dell'individuo all'interno dell'ambiente.

Dall'altro, un gruppo di ricercatori delineano l'esperienza della presenza come una presenza mediata e, quindi, secondo gli stessi, l'utilizzo della tecnologia VR dovrebbe focalizzarsi in parte sull'esperienza del consumatore e in parte sullo sviluppo delle tecnologia stessa. Essi suggeriscono, infatti, che la relazione tra consumatore e tecnologia virtuale è strettamente associata.³⁰⁴

La prima visione, dunque, si focalizza sul fenomeno psicologico suggerendo che l'esperienza del consumatore non è necessariamente collegata all'aspetto tecnologico della realtà virtuale e, in questo senso, Kyong Mu Lee, professore di *Electrical and Computer Engineering* alla *Seoul National University*, afferma che lo studio sulla presenza deve focalizzarsi sulla comprensione dello stato psicologico del consumatore piuttosto che sull'aspetto tecnologico.³⁰⁵

La seconda visione invece sostiene che l'influenza della stessa tecnologia VR non dev'essere sottovalutata nella valutazione dell'esperienza del consumatore in quanto questi due elementi sono strettamente collegati.

Seguendo questa teoria, Ralph Schroeder, MSc Programme Director dell'*Oxford Internet Institute* suggerisce che l'esperienza del senso di presenza all'interno di un ambiente virtuale è sempre da un lato collegata allo stato mentale del consumatore e, dall'altro, alla tecnologia VR sulla base del fatto che quanto più elevato è il livello di immersione abilitato dalla tecnologia, tanto più elevato sarà il livello di immersione percepito nell'esperienza del consumatore. Egli sottolinea dunque l'importanza della relazione tra realtà virtuale e consumatore nella comprensione dell'esperienza dello stesso.³⁰⁶

Questi concetti sono di rilevante importanza nell'analisi di come gli ambienti VR dedicati allo shopping interagiscono e influenzano l'esperienza e il comportamento d'acquisto.

Secondo Minh Tran, l'utilizzo di tecnologie VR online incrementa le percezioni e le aspettative

³⁰² A. HAANS and W.A. IJSSELSTEIJN, *Embodiment and Telepresence: Toward a Comprehensive Theoretical Framework*, *Interacting with Computers*, Vol. 24, p. 208-215, 2012.

³⁰³ G. RIVA, J.A. WATERWORTH, E.L. WATERWORTH, and F. MANTOVANI, *From intention to action: The role of presence*, *New Ideas in Psychology*, Vol. 29, N° 1, p. 22-29, 2011.

³⁰⁴ R. SCHROEDER, *Being there together and the future of connected presence*, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol.15, N° 4, p. 440-449, 2006.

³⁰⁵ K.M. LEE, *Presence, explicated*, *Communication Theory*, Vol. 14, N° 1, p. 19-39, 2004.

³⁰⁶ R. SCHROEDER, *Being there together: social interaction in virtual environments* Oxford University Press, London, 2011.

del consumatore e, secondo lo stesso, i processi di acquisto basati sui tradizionali sistemi 2D di e-commerce e quelli svolti all'interno di ambienti virtuali 3D presentano differenze sostanziali in quanto l'esperienza del consumatore è vissuta attraverso diverse dimensioni di stimolazione.³⁰⁷ Lo shopping virtuale, dunque, presenta tre caratteristiche fondamentali: *assistenza personalizzata, arricchimento sensoriale, dimensione spaziale*.

ASSISTENZA PERSONALIZZATA

Lo shopping virtuale abilita un sistema di consulenza e supporto al consumatore che, grazie all'elevato livello di interattività, ottiene ora consigli e informazioni sull'acquisto o sul prodotto in tempo reale. La tecnologia VR abilita, infatti, la funzione di *virtual shopping assistant* (VSA) sotto forma di assistenti *avatar* che possono essere gestiti da un utente reale o essere dotati di intelligenza artificiale per svolgere autonomamente l'attività di vendita.

Diversi studi sono stati condotti sul rapporto tra consumatore e assistente *avatar*, ad esempio, sull'impatto antropomorfo che un *avatar* gestito da un sistema di computerizzato ha sul consumatore e, in una ricerca condotta attraverso l'utilizzo di un assistente *avatar* dalle sembianze umane, è stato riscontrato un effetto positivo sulla percezione del consumatore del messaggio pubblicitario inviato attraverso esso.³⁰⁸

Xu e YU hanno sviluppato un sistema di assistente personalizzato in grado di fornire consigli personalizzati in base a un sistema di elaborazione dei dati ricevuti dal consumatore allo scopo di migliorare l'esperienza di acquisto attraverso l'interazione *avatar*-cliente. Attraverso l'utilizzo dell'elaborazione dei dati del cliente è possibile analizzare l'interazione tra l'esperienza del consumatore e la ricerca del prodotto all'interno dell'ambiente virtuale. In questo senso, l'*avatar* dotato di intelligenza artificiale è in grado di arricchire l'esperienza d'acquisto suggerendo prodotti complementari o aiutando il consumatore nella ricerca del prodotto più simile alle sue esigenze o semplicemente più economico.³⁰⁹

ARRICCHIMENTO SENSORIALE

Alcuni studi si concentrano sulla comprensione di come l'interazione tra il consumatore e la tecnologia VR possa migliorare l'esperienza di acquisto attraverso l'arricchimento sensoriale. È stato provato, ad esempio, che il dialogo tra l'*avatar* assistente e il consumatore ha diversi impatti sul consumatore stesso durante l'interazione. Esso infatti ha impatto positivo sulla percezione del brand incrementando il senso di fiducia che il consumatore dimostra per lo stesso e aumentando l'intenzione d'acquisto.³¹⁰

Al di là dell'esperienza con l'*avatar shopping assistant*, anche la disposizione del negozio virtuale incrementa l'esperienza sensoriale del consumatore, all'interno dell'ambiente di shopping VR. Il cliente, infatti, percepisce l'atmosfera dello stesso attraverso la sensazione e, secondo gli studiosi, l'atmosfera del negozio influisce significativamente sul comportamento

³⁰⁷ M.Q. Tran, *Understanding the influence of 3D virtual worlds on perceptions of 2D e-commerce websites*, in Proceedings of the 2nd ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems, 2010

³⁰⁸ S.-A.A. JIN and J. BOLEBRUCH, *Avatar-Based Advertising in Second Life: The Role of Presence and Attractiveness of Virtual Spokespersons*, Journal of Interactive Advertising, Vol. 10, N°1, p. 51-60, 2009.

³⁰⁹ B. XU and Y. YU, *A Personalized Assistant in 3D Virtual Shopping Environment*, in 2010 Second International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, Nanjing, China, 2010.

³¹⁰ S.-A.A. JIN and S. YONGJUN, *The roles of spokes-Avatars' personalities in brand communication in 3D virtual environments*, Journal of Brand Management, Vol. 17, N° 5, p. 299-321, 2010.

del consumatore, sulle sue azioni e sulle sue intenzioni d'acquisto.³¹¹

DIMENSIONE SPAZIALE

L'ambiente VR ricreato permette diverse esperienze spaziali attraverso diversi sistemi di controllo che si distaccano dal mondo fisico.

Una delle caratteristiche della tecnologia VR, infatti, è quella di abilitare l'esperienza spaziale 3D che è estremamente diversa da quella vissuta attraverso la tradizionale esperienza di *e-commerce* 2D e, diverse ricerche si focalizzano nella comprensione dell'interazione tra il consumatore e il sistema di controllo spaziale. Il sistema di controllo fornito all'utente, influisce sull'esperienza del consumatore in quanto è tramite esso che il cliente interagisce con l'ambiente VR. Diversi spazi abilitano diverse azioni come, ad esempio, l'esplorazione del negozio virtuale, l'osservazione dei vari dipartimenti che lo compongono, la selezione e la scelta dei prodotti e la diversa esperienza spaziale e l'interattività che caratterizza l'ambiente offrono svariate informazioni utili alla ricerca del prodotto desiderato.

Contrariamente a quanto accade nell'*e-commerce*, è stato dimostrato che tra le azioni del consumatore rispetto allo spazio di un negozio reale e quelle all'interno di un ambiente di vendita virtuale non esistono significative differenze in termini di tempi e direzioni.³¹²

L'utilizzo della realtà virtuale, inoltre, permette diverse impostazioni del negozio che possono indurre diverse reazioni, azioni e comportamenti del consumatore. L'utilizzo di questa tecnologia rende possibile interferire sull'esperienza d'acquisto e condurre il consumatore all'interno dell'ambiente secondo determinate esigenze di vendita.

4.6.3 La rappresentazione virtuale del prodotto

All'interno del negozio virtuale, lo spazio immersivo abilita il consumatore alla visualizzazione del prodotto sotto forma di oggetto virtuale.

A questo proposito, diversi studi si sono focalizzati sulla comprensione della percezione del consumatore dell'oggetto virtuale e delle dinamiche di interazione con esso nonché sulla comparazione dell'utilizzo di tecnologie 2D nella presentazione del prodotto rispetto all'utilizzo della visualizzazione in 3D degli stessi. Secondo questi, la visualizzazione 3D permette al consumatore una percezione più realistica del prodotto migliorandone la percezione e aumentando il coinvolgimento del consumatore con lo stesso e nell'esperienza di acquisto.³¹³

È pensiero comune che la percezione del prodotto virtuale influisce sul comportamento d'acquisto e, in particolare, il concetto di immaginazione è ricopre un ruolo importante. Una rappresentazione piacevole del prodotto abilita nella mente del consumatore un'immagine positiva del suo utilizzo e l'elevato livello di interattività all'interno dell'ambiente di shopping VR induce il consumatore a memorizzare l'oggetto in maniera più positiva rispetto al caso in

³¹¹ A.P. VRECHOPOULOS, R.M. O'KEEFE, G.I. DOUKIDIS, and G.J. SIOMKOS, *Virtual store layout: An experimental comparison in the context of grocery retail*, Journal of Retailing, Vol. 80, N°1, p. 13-22, 2004.

³¹² M. TLAUKA, A. BROLESE, D. POMEROY, and W. HOBBS, *Gender differences in spatial knowledge acquired through simulated exploration of a virtual shopping centre*, Journal of Environmental Psychology, Vol. 25, N°1, p. 112-116, 2005.

³¹³ M.Q. TRAN, *Understanding the influence of 3D virtual worlds on perceptions of 2D e-commerce websites*, in Proceedings of the 2nd ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems, 2010.

³¹⁴ A.M. FIORE, J. KIM, and H.-H. LEE, *Effect of image interactivity technology on consumer responses toward the online retailer*, Journal of Interactive Marketing, Vol. 19, N° 3, p. 40-49, 2005.

cui lo stesso venisse visualizzato attraverso un'immagine statica.³¹⁴

Un interessante progetto focalizzato sul tema dell'oggetto virtuale all'interno di ambienti VR per lo shopping è stato sviluppato da *Lu Wang*, Professoressa di *Computer and Information Science alla Northstern University* di Chicago. In particolare Wang e colleghi hanno sviluppato un sistema VR dedicato alla vendita al dettaglio nel settore della moda con l'obiettivo di migliorare l'esperienza di shopping online.

“*The handbag system*”, è un sistema composto da sensori, webcam, schermi e computer attraverso cui l'utente può virtualmente provare su se stesso una borsa e osservarne il risultato attraverso lo schermo.³¹⁵

Secondo molti non esistono differenze sostanziali tra il provare un vestito nella realtà o virtualmente e diverse ricerche sono state elaborate al fine di analizzare l'interazione tra consumatore e la presentazione di un prodotto virtuale all'interno di un ambiente VR.

La rotazione del prodotto, che permette al consumatore una visualizzazione più completa e dettagliata, ad esempio, ha un forte impatto positivo sulla percezione del prodotto e delle informazioni relative ad esso.³¹⁶

4.6.4 Dall'esperienza individuale alle comunità virtuali

Gli ambienti virtuali abilitano un'esperienza d'acquisto molto diversa dai tradizionali metodi di e-commerce. Attraverso questi metodi, infatti, il consumatore vive l'acquisto singolarmente e l'unica relazione esistente nel processo è quella tra lo stesso e il sito web 2D scelto per l'acquisto.

Gli spazi di shopping VR, invece, si caratterizzano per un elevato livello di interazione umana che avviene in essi sia tra il consumatore e gli altri consumatori presenti nello stesso luogo, sia tra il consumatore e gli addetti al marketing e alle vendite dell'azienda all'interno di un ambiente comunicativo condiviso. Al confronto con altre forme di comunicazione, quali i sistemi di chat testuali e le mail, la tecnologia VR è sicuramente uno strumento più avanzato che beneficia del senso di presenza vissuto nell'esperienza.

La realtà virtuale, infatti, permette la creazione di negozi 3D immersivi che abilitano attività di shopping uniche e non permesse dai tradizionali siti web di e-commerce 2D.

All'interno degli ambienti virtuali gli utenti/consumatori hanno la possibilità e lo stimolo di interagire con individui che condividono lo stesso spazio creando così quelle che vengono definite comunità virtuali. Le comunità virtuali sono viste come gruppi sociali che si auto organizzano sulla base di abitudini, gusti e interessi degli individui.³¹⁷ Ognuna di esse è caratterizzata da uno stile di vita comune ed è composta da individui con interessi simili.

Molti studi sono stati condotti al fine di analizzare come queste comunità siano capaci di diffondere informazioni sul prodotto e sul brand.

In questo senso, l'ambiente virtuale stimola il riconoscimento e il rapporto con il brand

³¹⁵ L. WANG, R. VILLAMIL, S. SAMARASEKERA, and R. KUMAR, *Magic Mirror: A virtual handbag shopping system*. in *Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*, 2012 IEEE Computer Society Conference on. 2012.

³¹⁶ C.-Y. YANG, W.-K. CHIOU, D.-H. HUANG, Y.-T. PENG, B.-H. CHEN, Y.-H. YANG, and P.-S. TSAI, *Application of Virtual Reality Technology in Online Fashion Store Development*. in *Computational Intelligence and Software Engineering*, CiSE 2009, International Conference, 2009.

³¹⁷ G.-L. CHEN, S.-C. YANG, and S.-M. TANG, *Sense of virtual community and knowledge contribution in a P3 virtual community: Motivation and experience*, Internet Research, Vol. 23, N°1, p. 4-26, 2013.

aumentando la reale percezione che il consumatore ha dello stesso.

Hsiao e Chiou affermano che la fedeltà della comunità virtuale è influenzata dal capitale sociale della stessa e, dunque, la conoscenza del prodotto e del brand possono essere concepiti come il capitale proprio di una particolare struttura sociale.³¹⁸

In questo senso, nelle comunità virtuali i contenuti di marketing possono ottenere grande contributo dai consumatori stessi come similmente già accade nei social network 2D.

Ciò nonostante esiste una differenza sostanziale in quanto gli attuali social media 2D non offrono agli utenti l'interattività intrinseca degli ambienti VR in cui i soggetti sono attivi all'interno di un ambiente dinamico.

Di questo parere è Kirtina Heinonnen, Professoressa di Service and Relationship Marketing, alla Hanken School of Economics di Helsinki, secondo la quale i consumatori non sono assunono un ruolo così attivo all'interno dei social media tradizionali come suggerito dai precedenti studi. Diversamente è all'interno delle comunità virtuali che si rinforza la motivazione del consumatore e ciò è grazie all'intrattenimento, alle connessioni sociali e al circolo di informazioni che esse abilitano.³¹⁹

Tanto più il consumatore interagisce con gli altri all'interno della comunità virtuale, tanto più lo stesso ottiene un'ampia quantità di informazioni che portano all'acquisto e al consumo e la fiducia richiesta dallo stesso in merito alle informazioni ottenute ricopre un ruolo sempre più importante.

La fiducia del consumatore all'interno delle comunità virtuali è stimolata da diversi fattori come la qualità e l'autenticità delle informazioni, la privacy assicurata, le politiche dell'azienda e il rapporto con il venditore qui inteso sia come brand sia come personale preposto al marketing e alle vendite.

Nel comprendere quali fattori determinano la fiducia del consumatore, è importante comprendere quali elementi influenzano la stessa nella comunità virtuale e alcuni studi dimostrano che il valore creato e condiviso tra i membri della comunità ha influenza positiva nella creazione di fiducia rispetto a un determinato brand. Al fine di creare questo valore, assicurare elevati livelli di privacy incrementa la fiducia del consumatore e ha impatto positivo nella riduzione della vischiosità all'interno della comunità.³²⁰

Un altro elemento ritenuto fondamentale per il rapporto tra il consumatore e gli addetti al marketing e tra consumatore e gli altri consumatori è il processo di comunicazione.

La comunicazione all'interno delle comunità virtuali è interpersonale e coinvolge più parti in quanto non riguarda soltanto individui tra loro simili bensì attiva il rapporto tra consumatore e azienda.

In questo senso, il modello di interazione tra consumatori all'interno delle comunità virtuali è fortemente correlato al già citato senso di presenza che rappresenta secondo alcuni un fattore chiave nella percezione di sicurezza del consumatore che agisce all'interno di piattaforme VR per lo shopping.

³¹⁸ C.C. HSIAO and J.S. CHIOU, *The effect of social capital on community loyalty in a virtual community: Test of a tripartite-process model*, Decision Support Systems, Vol. 54, p. 739-760, 2012.

³¹⁹ K. HEINONEN, *Consumer activity in social media: Managerial approaches to consumers' social media behavior*, Journal of Consumer Behaviour, Vol. 10, N° 6, p. 360-366, 2011.

³²⁰ J.J. WU, Y.H. CHEN, and Y.S. CHUNG, *Trust factors influencing virtual community members: A study of transaction communities*, Journal of Business Research, Vol. 63, N° 9, p. 1031-1040, 2010.

Inoltre, quando un consumatore fa parte di una comunità virtuale, l'*avatar* rappresenta il mezzo attraverso il quale lo stesso si identifica e costruisce la propria identità sociale e le attività di marketing beneficiano di questo aspetto in quanto permette alle stesse di raggiungere e influenzare i potenziali consumatori offrendo all'*avatar* esperienze diverse all'interno della comunità.³²¹

Dato che le comunità sono in grado di raggruppare soggetti con abitudini, gusti, e interessi simili possono essere utilizzate come strumento di marketing per raggiungere il target individuati dalle strategie aziendali e ottenere informazioni utili circa i desideri dei consumatori.

4.6.5 eBay and Myer Virtual Store Departement

Fondata nel 1995, eBay connette comunità di singoli venditori, piccoli negozi e compratori con un portafoglio prodotti pari a circa 700 milioni di articoli. Con 165 milioni di clienti attivi, eBay è uno dei più grandi marketplace online a livello mondiale e, attraverso questa piattaforma chiunque può vendere o comprare praticamente qualsiasi prodotto.

Il 25 maggio del 2016 eBay, in collaborazione con Myer, nota catena di centri commerciali australiana, lancia il primo *department store* virtuale attraverso il quale gli utenti possono acquistare più di 12.000 prodotti della catena Myer attraverso HDM o tramite l'utilizzo del proprio cellulare supportato da *Cardboard*.

Per visitare lo store VR è necessario installare l'applicazione *eBay Virtual Reality Department Store*³²² (disponibile sia per i sistemi iOS che Android) sul proprio cellulare o sul proprio PC nel caso di visualizzazione attraverso HMD.

Dopo aver eseguito il *download*, l'utente è immerso all'interno di un ambiente virtuale interattivo in cui visualizza diverse categorie di prodotti, dall'abbigliamento agli elettrodomestici. Una volta selezionata l'area d'interesse il sistema costruisce un'esperienza personalizzata secondo la categoria scelta e, durante la navigazione, l'algoritmo adatta l'ambiente in base ai prodotti selezionati o scartati dal cliente. In questo modo l'utente entra a contatto con articoli sempre diversi ma attinenti ai propri gusti ed esigenze mentre il sistema aggiorna prezzi, informazioni e offerte in tempo reale.

L'esperienza d'acquisto così personalizzata permette all'utente di muoversi velocemente attraverso i diversi dipartimenti del negozio e facilita il processo di ricerca e scelta del prodotto più conforme alle sue esigenze.

Il controllo dell'ambiente è gestito dal cliente attraverso lo sguardo grazie al software *eBay Sight Search*, appositamente sviluppato. In questo modo, quando l'utente fissa un prodotto, il sistema mostra tutte le informazioni attinenti allo stesso e permette una visuale a 360 gradi dell'articolo. Una volta selezionato l'articolo, puntando lo sguardo sullo stesso per alcuni secondi, inoltre, 100 dei primi prodotti all'interno della stessa categoria vengono presentati in 3D a margine di quello principale. Dopo la scelta, l'articolo viene messo all'interno del carrello attraverso lo stesso sistema e, terminata la spesa, l'utente finalizza l'acquisto con il metodo di pagamento 2D.

L'esperienza d'acquisto diventa così sempre più simile a quella reale grazie all'ambiente

³²¹ D.H. SHIN and Y.J. SHIN, *Consumers' trust in virtual mall shopping: The role of social presence and perceived security*, International Journal of Human-Computer Interaction, Vol. 27, N°5, p. 460-469, 2011.

³²² <https://vr.ebay.com.au/>

virtuale e, secondo le ultime ricerche, questi hanno il potenziale di incrementare le pratiche di *shopping online*:

*“Virtual reality provides retailers with more avenues to convince shoppers to buy their products. As consumers can view 3D images of the products, retailers will be able to display features, colors and material options more prominently, thereby providing a “real” shopping experience for users. This can encourage buyers to increase their online shopping volumes by re-creating a physical store experience online. The virtual reality store allows consumers to view different products in the store just like a physical shopping experience.”*³²³

L'esperienza di acquisto migliora con il progredire dell'utilizzo del sistema che adatta la stessa grazie all'incremento di dati e informazioni che riceve dal comportamento del consumatore all'interno dell'ambiente.

Inoltre, mentre per l'utente rappresenta uno strumento d'acquisto facile e divertente, l'ambiente virtuale è un efficiente strumento per l'accesso a informazioni sui consumatori utili alla creazione di attività di marketing personalizzate.

La decisione di lanciare inizialmente il progetto, definito attualmente da eBay e Myer come pilota, in Australia è motivato dal fatto che in questo paese sono state registrate il maggior numero di vendite di dispositivi HMD.

La strategia di lanciare sul mercato un prodotto pilota piuttosto che attendere una versione più completa dello stesso, inoltre, permette a eBay e Myer di ottenere pareri e suggerimenti nell'utilizzo da parte dei consumatori già nella fase iniziale di diffusione e la futura espansione del progetto ad altre regioni è basata proprio su queste informazioni:

*“Until now we have not had the opportunity to physically experience the transformative effect VR could have on retail. By building the world's first VR Department Store here in Australia and observing the reactions of thousands of consumers who trial the experience, we have the opportunity to lead the world into the next phase of retailing. It's been important to us that we don't just replicate the ecommerce experience in a virtual environment. We are taking the best elements of traditional retail and expanding on them to improve browsing, selection, personalization and efficiency. This exciting collaboration with eBay reaffirms our commitment to omni-channel and building a truly contemporary and innovative retail offer.”*³²⁴

In questo senso, l'obiettivo principale delle aziende è quello di reperire quante più informazioni rispetto a come i consumatori si muovono all'interno del *department store* e rispetto a quello che essi si aspettano e vogliono dallo stesso.

A tal fine, per diffondere la conoscenza del progetto e festeggiarne il lancio, eBay e Myer hanno

³²³ Trefis Team, *Can Virtual Reality Stores Drive Revenues For eBay?*, Forbes, May 2016.

³²⁴ MATOVINA S., JOHNS E., *World's First Virtual Reality Department Store*, eBay News, May 2016.

distribuito oltre 20.000 *cardboard* personalizzati altrimenti acquistabili dal consumatore a un prezzo di circa 5 euro.

È utile inoltre sottolineare l'importanza strategica del fattore innovazione nell'ambito dello *shopping online*. Secondo gli esperti, infatti, scopo principale della strategia di eBay nell'offrire ai consumatori il primo *department store* VR è proprio quello di creare un valore aggiunto che permette di aumentare la propria competitività ed incrementare il volume delle vendite online:

*“eBay has been working on a turnaround plan to establish itself as a strong e-commerce player, having suffered in competition with Amazon and other local online marketplaces. Innovation will be a key driver of this turnaround and we believe investing in a virtual reality store is an indication of eBay’s commitment towards innovation. The number of active users is a key driver for eBay’s revenues and if this figures increases at an accelerated pace as a consequence of innovations, there can be an upside to our price estimate.”*³²⁵

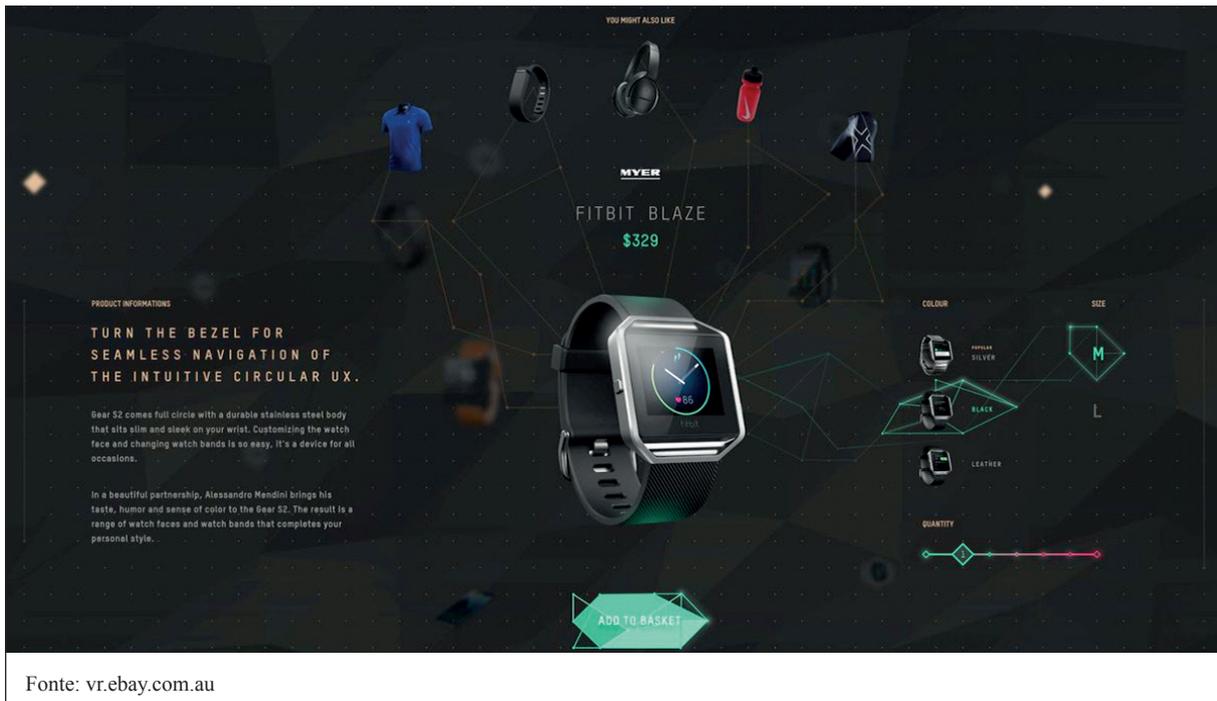
Essendo ancora un progetto pilota, diverse sono gli sviluppi in corso di progettazione per il futuro. Al di là dell'espansione geografica, infatti, l'introduzione di *avatar* virtuali all'interno dell'ambiente VR è in corso di sviluppo. Questo permetterà a breve, attraverso l'integrazione di tecnologie di scannerizzazione e percezione sensoriale, sia la possibilità di indossare virtualmente capita di abbigliamento e accessori prima dell'acquisto, sia l'abilitazione dell'interazione tra consumatori all'interno dello stesso ambiente e in tempo reale che trasforma l'esperienza di acquisto in evento sociale, processo che attiva per le aziende un valore aggiunto in precedenza ampiamente analizzato.



Fonte: retailinasia.com

Figura 7 - Un consumatore durante l'utilizzo dell'eBay Virtual Reality Department Store attraverso cardboard

³²⁵ Trefis Team, *Can Virtual Reality Stores Drive Revenues For eBay?*, Forbes, May 2016.



Fonte: vr.ebay.com.au

Figura 8 - La visualizzazione del prodotto all'interno del eBay Virtual Reality Department Store

CONCLUSIONI

Attraverso l'analisi condotta nel presente elaborato si è arrivati alla conclusione che la realtà virtuale offre l'effettiva opportunità di creare un nuovo ambiente di lavoro e nuovi modelli di business in cui la collaborazione ricopre un fattore fondamentale.

Le organizzazioni diventano dunque aziende collaborative che adottano ora strutture e strategie a sostegno dell'integrazione tra l'azienda stessa, i fornitori, i consumatori e partner di vario genere e, questo fenomeno, interessa sia le imprese operanti nei settori tradizionali che quelle operanti in ambiti più innovativi.

Gli ambienti virtuali di lavoro condiviso estendono la struttura di rete aziendale sia in relazione alle risorse interne che a quelle esterne permettendo la creazione di gruppi di lavoro altamente specializzati grazie alla connessione di professionisti geograficamente dislocati.

L'utilizzo di questi sistemi non soltanto migliora, facilita e rende più efficiente la gestione dei processi. Esso stimola, infatti, l'implementazione di nuovi modelli operativi come, ad esempio, la ricerca e l'esaminazione di diversi potenziali partner offrendo la possibilità di valutare le loro capacità prima che essi vengano introdotti all'interno dei processi aziendali. Tutto ciò porta alla riduzione dei tempi di *outsourcing* e stimola la creazione di filiere produttive più competitive ed economiche che incrementano la diffusione dell'innovazione sia in termini di processo che di prodotto.

In questo senso è pensiero diffuso che l'utilizzo di ambienti virtuali interconnessi grazie al futuro Metaverso, porti allo sviluppo di conglomerati multi industriali virtuali ad alta integrazione sia verticale che orizzontale e, questo fenomeno, stimola sempre più il coinvolgimento di terze parti all'interno dell'azienda. Questa integrazione tra organizzazioni aumenta il livello di innovazione e creatività del processo di progettazione e produzione e permette alle aziende di introdurre competenze che vanno oltre i propri limiti.

La realtà virtuale non trasforma soltanto il rapporto tra l'azienda e i fornitori, essa infatti influisce positivamente anche nel rapporto tra l'impresa e i consumatori. L'interazione con i consumatori è ora più stretta che mai grazie al ruolo attivo che svolgono all'interno dell'ambiente VR. Essi hanno la possibilità di influire nel processo di progettazione e sviluppo del prodotto partecipando alla fase di prototipazione e forniscono al team di ricerca e sviluppo importanti idee e opinioni sullo stesso prima dell'effettiva produzione. Questo sistema porta inoltre allo sviluppo di ciò che viene definita *collaborative customization* e permette alle aziende di sviluppare prodotti sempre più basati sulle esigenze e i gusti dei consumatori.

L'interazione tra azienda e consumatore abilitata dall'ambiente virtuale immersivo crea inoltre un nuovo strumento di marketing e *brand identity*.

Le piattaforme VR permettono infatti la creazione di ambienti condivisi in cui i consumatori sviluppano rapporti sociali con altri e con l'azienda stessa. Questo permette la consolidazione e la diffusione della *brand identity* nonché il reperimento di una grande quantità di dati sui gusti e le abitudini dei consumatori utilizzati dalle aziende per elaborare strategie e contenuti di marketing personalizzati

Un altro importante fattore è rappresentato dal fatto che questo tipo di sistemi offrono una rappresentazione innovativa di dati e informazioni e questo migliora e stimola il reperimento

e la condivisione degli stessi e della conoscenza. L'ambiente immersivo e interattivo abilita così l'accesso a un'ampia gamma di risorse e dati che facilitano l'analisi di progetti e modelli complessi più velocemente rispetto a quanto avviene nei sistemi reali. La visualizzazione virtuale di serie complesse di dati, infatti, aiuta lo sviluppo di immagini mentali che facilitano la comprensione, ad esempio, di come può risultare il prodotto finito.

La realtà virtuale applicata ai processi aziendali rappresenta dunque un valido strumento per l'incremento dell'efficienza e della competitività attraverso la riduzione di tempi e costi di gestione, di progettazione, di produzione e di lancio sul mercato.

È possibile affermare che l'interesse principale delle aziende verso gli strumenti VR è focalizzato sulle applicazioni relative alla formazione, al processo di progettazione e sviluppo del prodotto e al marketing, ambiti in cui è possibile riscontrare un effettivo vantaggio economico e competitivo derivante dall'utilizzo della tecnologia.

Questo vantaggio è stato verificato attraverso l'analisi dei casi presentati. In particolare nell'ambito della formazione il sistema NASA conferma l'efficienza del sistema VR a supporto di procedure di training complesse, mentre, nell'ambito della prototipazione, il caso Ford sottolinea l'importanza di una piattaforma immersiva e collaborativa nella progettazione e sviluppo di prodotti e processi produttivi che coinvolge non soltanto il personale intra e interaziendale bensì anche il consumatore finale. Per quanto riguarda l'ambito marketing, invece, lo sviluppo del progetto pilota di eBay conferma l'interesse delle aziende verso questi sistemi non solo come strumenti di vendita bensì come efficaci sistemi per la creazione del vantaggio competitivo, la diffusione della *brand identity* e la fidelizzazione del consumatore.

Dall'analisi svolta nella presente tesi è quindi possibile affermare che l'utilizzo di questi sistemi porterà nei prossimi anni a un'effettiva trasformazione dei modelli di business cambiando il modo di operare delle aziende e aumentando il valore aggiunto offerto.

È evidente che questo cambiamento richieda un periodo di assestamento e andrà sviluppandosi secondo diverse fasi che seguono da un lato l'evoluzione tecnologica della realtà virtuale stessa e dall'altro la propensione al cambiamento dei soggetti coinvolti.

I tentativi di applicazione di sistemi VR da parte delle aziende, infatti, possono essere considerati attualmente ancora a livello sperimentale e questo è dovuto principalmente dal fatto che solo recentemente la tecnologia, e quelle a essa collegate, ha raggiunto livelli adeguati di evoluzione tali da permettere un'implementazione soddisfacente.

BIBLIOGRAFIA

- A. HAANS and W.A. IJSELSTEIJN, Embodiment and Telepresence: Toward a Comprehensive Theoretical Framework, *Interacting with Computers*, Vol. 24, p. 208-215, 2012.
- AHMED P. K. e SHEPHERD C. D., *Innovation Management: Context, Strategies, Systems and Processes*, Pearson Education Ltd., 2010
- ALCAÑIZ M., PERPIÑA C., BAÑOS R., et al., A new realistic 3D body representation in virtual environments
- ALLEN P. D., DEMCHAK C. C., Applied virtual environments: Applications of virtual environments to government, military and business organizations, *Journal of Virtual Worlds Research*, N° 4, 2011. ARCHER P., CHIUOU B., KELLS D., FILDES N., *Virtual Reality*, Raconteur, Dec. 2015, *The Times*, 2015.
- ATLAS S., PUTTERMAN L., Trust among Avatars: A virtual world experiment, with or without textual and visual cues, *Southern Economic Journal*, N° 78, 2011 BARON E., *Fast lane to the future*, Design Night, Detroit, 2015.
- BEINBRIDGE S. W., The Scientific Research Potential of Virtual Worlds, *Science* Vol. 317, 2007.
- BELL S. T., MARENTETTE B. J., Team viability for long-term and ongoing organizational teams, *Organizational Psychology Review*, N° 1, 2011.
- BELLINI H., CHEN W., SUGIYAMA M., SHIN M., et. Al., Profile in Innovation. Virtual and Augmented Reality, understanding the race for the next computing platform, *Equity Research*, The Goldman & Sacs Group, BEM D.J., Self perception theory, Stanford University, California, 1960.
- BIOCCA F., HARMS C., What is social presence? In F. Gouveia & F. Biocca (Eds.), *Presence 2002 Proceedings*. Pessoa Press, 2012.
- BLODGETT B., TAPIA A., Do Avatars dream of electronic picket lines?: The blurring of work and play in virtual environments, *Information Technology and People*, N° 24, 2011.
- BROOKS F., What's Real about Virtual Reality, Special Report, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 1999.
- BURDEA G., COIFET P., *Virtual reality technology* (2nd ed.), IEEE Press, 2003.
- C. FALCÃO and M. SOARES, Applications of Haptic Devices & Virtual Reality in Consumer Products Usability Evaluation, in *Advances in Ergonomics In Design, Usability & Special Populations Part I*, AHFE Conference, 2014
- CAGGIANO A., CAIAZZO C. e TETI R., Digital factory approach for flexible and efficient manufacturing systems in the aerospace industry, Elsevier, 2015.
- CHINNOCK C., Virtual reality in surgery and medicine, *Hospital technology series* Vol. 13, N° 18, 1994.
- CUMMINGS J., HAAS M., So many teams, so little time: Time allocation matters in geographically dispersed teams, *Journal of Organizational Behavior*, Vol. 33, 2012.
- DAVIS G. F., The rise and fall of finance and the end of the society of organizations, *Academy of Management Perspectives*, N° 23, 2009.
- DAVIS N., Cutting-edge theatre: world's first virtual reality operation goes live, *The Guardian*, 2016.
- DENNIS A., FULLER R., VALACICH J., Media, tasks, and communication processes: A theory of media synchronicity, *MIS Quarterly*, Vol. 32, N° 3, 2008.

- DI LUCCHIO M., Che fine ha fatto... Second Life?, Yahoo! Finanza, 2011.
- DiFac: Digital Factory for Human-Oriented Production System, European Commission, 2006.
- DUCHENEAUT N., MOORE R. J., NICKELL E., Virtual “third places”: A case study of sociability in massively multiplayer games, *Computer Supported Cooperative Work*, N° 16, 2007.
- DUCHENEAUT N., MOORE R. J., NICKELL E., Virtual “third places”: A case study of sociability in massively multiplayer games, *Computer Supported Cooperative Work*, N° 16, 2007.
- FERGUSON B., Games for wellness – Impacting the lives of employees and the profits of employers, *Games for Health Journal: Research, Development, and Clinical Applications*, N° 1, 2012.
- FREY D. et al., Solipsis: A Decentralized Architecture for Virtual Environments, Project presentation paper, 2008.
- FÜLLBRUNN, S., RICHIEN, K., E SADRIEH, A., Trust and trustworthiness in anonymous virtual worlds, *Journal of Media Economics*, N° 24, 2011.
- G. L. CHEN, S. C. YANG, and S. M. TANG, Sense of virtual community and knowledge contribution in a virtual community: Motivation and experience, *Internet Research*, Vol. 23, N°1, 2013.
- GAUDIOSI J., Fox Sports to Stream March Madness Basketball in Virtual Reality, *Fortune*, 2016.
- GOFFMAN E., The presentation of self in everyday life, Anchor Books, New York, 1959.
- GRANT A. M., HOFMANN D. A., Role expansion as a persuasion process: The interpersonal influence dynamics of role redefinition, *Organizational Psychology Review*, N° 1, 2011.
- GREENBAUM P., The lawnmower man. Film e video, 1992.
- HAKONEN M., BOSCH SIJTSEMA P., Virtual Worlds enabling distributed collaboration, *Journal of Virtual Worlds Research*, Vol. 7, N° 3, 2014.
- HATCH S., VWs, real meetings, *Corporate Meetings & Incentives*, 26, 2007.
- HEILING M., The Cinema of the Future, 1995.
- HEIM M., The Metaphysics of Virtual Reality, Oxford University Press, 2013.
- HINDS P., WEISBAND S., Knowledge sharing and shared understanding in virtual teams, C. B. Gibson & S. G. Cohen Eds., SF, 2003.
- HOLDEN J.T., WESTFALD P. J., “An Instructional Media Selection Guide for Distance Learning Implication for blended learning featuring an introduction to virtual worlds”, USDA, Second Ed, 2010.
- JAMES W., The Principles of Psychology, H. Holt and Company, New York, 1980.
- JIN S., Self-Discrepancy and Regulatory Fit in Avatar-Based Exergames, *Psychological Reports*, 2012.
- KING L., Ford, Where Virtual Reality Is Already Manufacturing Reality, *Forbes*, May 2014.
- KRUEGER M. W., Artificial Reality II, Reading Mass, Addison Wesley, 1991.
- L. WANG, R. VILLAMIL, S. SAMARASEKERA, and R. KUMAR, Magic Mirror: A virtual handbag hopping system. in *Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*, 2012 IEEE Computer Society Conference on. 2012.
- LANGNER C., EPEL E., MATTHEWS K., MOSKOWITZ J., Adler N., Social hierarchy and depression: The role of emotion suppression. *Journal of Psychology*, N° 146, 2012.

- LEAVITT H. J., Top down: Why hierarchies are here to stay and how to manage them more effectively, Boston, Harvard Business School Press, 2005.
- LEE P., STEWARD D., Virtual Reality (VR): A billion dollar niche, TMT prediction, Deloitte, 2016.
- LEE P., STEWARD D., Virtual Reality (VR): A billion dollar niche, TMT prediction, Deloitte, 2016.
- M. BORDEGONI, F. FERRISE, M. AMBROGIO, F. CARUSO and F. BRUNO, Data exchange and multilayered architecture for a collaborative design process in virtual environments, International Journal on Interactive Design and Manufacturing M.Q. TRAN, Understanding the influence of 3D virtual worlds on perceptions of 2D e commerce websites, in Proceedings of the 2nd ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems, 2010.
- M.Q. Tran. Understanding the influence of 3D virtual worlds on perceptions of 2D e commerce websites, in Proceedings of the 2nd ACM SIGCHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems. 2010
- MACKENZIE C. A., Garavan T. N., Carbery R., Through the looking glass: Challenges for human resource development (HRD) post the global financial crisis – Business as usual?, Human Resource Development International, N° 15, 2012. MAGEE J. C., GALINSKY A. D., Social hierarchy: The self reinforcing nature of power and status, The Academy of Management Annals, N° 2, 2008.
- MANOVICH L., The Language of New Media, MIT Press, 2001.
- MARTIN M.J.C., Managing Technological Innovation and Entrepreneurship, Reston Publishing Co. Inc, 1984.
- MATOVINA S., JOHNS E., World's First Virtual Reality Department Store, eBay News, May 2016.
- MCCLOY R., STONE R., Science, Medicine and the future. Virtual Reality in Surgery, British Medical Journal, 2003.
- MENCK N., WEIDIG C., AURICH J., Virtual Reality as a Collaboration Tool for Factory Planning based on Scenario Technique, Elsevir, 2013,
- MESSINGER P. R., STROULIA E., LYONS K. e altri, Virtual worlds – Past, present, and future: New directions in social computing, Decision Support, Vol. 47, Elsevier, 2009.
- METZ R., Disney Bets on Virtual Reality With Investment in Startup Jaunt, MIT Technology Review, 2015.
- MORRISH M.,TURAKTO D.F. e COVIN J.G., Corporate Entrepreneurship & Innovation, 3rd Edition, South Western CENGAGE Learning, 2011.
- NAMBISAN S., NAMBISAN P., How to Profit From a Better Virtual Customer Environment, MIT Sloan Management Review, Issue Spring, 2008.
- NITSCHKE M., The players' dimension: From virtual to physical, in Virtual worlds and metaverse platforms: New communication and identity paradigms, Hershey, IGI Global, 2012.
- PERKINS B., THOMSON R., Deloitte Consumer Review-Digital prediction, Deloitte 2016.
- PETENRIEDER K., et al., New Media for Collaborative Virtual Manufacturing, DiFac, European Commission, 2007.
- PIMENTAL K., TEIXEIRA K., Virtual reality: through the new looking glass, McGraw-Hill, 1995.
- R. SCHROEDER, Being there together: social interaction in virtual environments Oxford

University Press, London, 2011.

REEVES B., LEIGHTON READ J., Total Engagement: Using Games and Virtual Worlds to Change the Way People Work and Businesses Compete, Harvard Business Review, 2009.

REEVES B., READ J., Total Engagement. Using Games and Virtual Worlds to Change the Way People Work and Businesses Compete, Harvard Business School Press, 2009.

RICHTNER, A. & ROGNES J., Organizing R&D in a global environment-Increasing dispersed co-operation versus continuous centralization. European Journal of Innovation Management, 11, 2008.

S. A. A. JIN and S. YONGJUN, The roles of spokes-Avatars' personalities in brand communication in 3D virtual environments, Journal of Brand Management, Vol. 17, N° 5, 2010.

S.R. SRINIVASAN and R.K. SRIVASTAVA, Creating the futuristic retail experience through experiential marketing: Is it possible & quest; An exploratory study, Journal of Retail & Leisure Property, Vol. 9, N° 3, 2010

SADRI G., CONDIA J., Managing the virtual world, Industrial Management N° 14, 2012.

SAVARESE A.B., Manufacturing Engineering, Nova Science Publishers, Inc., New York, 2011.

SHIELDS R., The Virtual, Routledge, 2003.

SILVERTHORNE S., Developing a Strategy for Digital Convergence, Harvard Business School: Working Knowledge, 2006.

SMART J., CASCIO J., PAFFENDORF J., A Cross-Industry Foresight Project, Metaverse Roadmap, 2007.

SNELLMAN A., EKEHAMMAR B., Ethnic hierarchies, ethnic prejudice, and social dominance orientation, Journal of Community & Applied Social Psychology, Vol. 15, 2005.

STEURER J., Communication in the Age of Virtual Reality, LEA Publishers, 1995.

SUTERLAND I., The Ultimate Display, IFIP Congress, 1965.

SUTERLAND I., A head mounted three dimensional display, Fall Joint Computer Conference, 1968.

SVEN R., GOEL L. e CRESPI M., The Metaverse as Mediator between Technology, Trends, and the Digital Transformation of Society and Business, Journal of Virtual Worlds Research, Vol. 8, N° 2, 2015.

THOMAS A. F., Configuring Virtual Space for the Super Cockpit, Technical Report, 1988.

TIDD J., BESSANT J. e PAVITT K., Managing Innovation 3rd ED. John Wiley & Sons, 2005.

TURBAN E. e VOLONINO L., Information Technology for Management: Improving Strategic and Operational Performance, 8th Ed., John Wiley & Sons, 2011.

TURKLE S., Constructions and Reconstruction of Self in Virtual Reality: Playing in the MUDs, Mind,

VAN ROOY D. L., WHITMAN, D. S., HART, D., CALEO S., Measuring employee engagement during a financial downturn: Business imperative or nuisance?, Journal of Business and Psychology, 26, 2011.

VON HIPPEL E., Democratizing Innovation, The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2006

WAKEFIELD J., TED 2016: The Void offers new test of virtual reality, BBC News, 2016.

WARD J., PEPPARD J., Strategic Planning for Information Systems, John Wiley & Sons, 2002.

WATSON-MANHEIM M. B., CHUDOBA K. M., Crowston K., Perceived discontinuities and constructed continuities in virtual work, Information Systems Journal, N° 22, 2012.

- WEINBERG R., GOULD D., Foundations of Sport and Exercise Psychology-6th Ed., 2015
- WHITMAN D. S., VAN ROOY D. L., VISWESVARAN C., Satisfaction, citizenship, and performance in work units: A meta-analysis of collective construct relations, *Personnel Psychology*, N° 63, 2010.
- WILLIAMS R. J., Virtual Environments for Corporate Education: Employee Learning and Solution, Business Science Reference, New York, 2010.
- WRZESNIEWSKA, DUTTON J. E., Job crafting and cultivating positive meaning and identity in work, *Advances in Positive Organizational Psychology*, Vol. 1, 2013.
- WYLD, D. C., "A Second Life for organizations?: Managing the new, VW", *Management Research Review*, 33, 2010.
- ZHOU Z., CHEOK A. D., QIU Y., YANG X., The role of 3D sound in human reaction and Performance in augmented reality environments, *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, Vol. 37, N° 2, 2007.
- ZITEK E. M., TIEDENS L. Z., The fluency of social hierarchy: The ease with which hierarchical relationships are seen, remembered, learned, and liked, *Journal of Personality and Social Psychology*, N° 102, 2012.